

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université 08 Mai 45 Guelma  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre  
et de l'Univers  
Département de Sciences de la Nature et de la Vie



## Mémoire de MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité/Option : Biologie Moléculaire et Cellulaire, Biologie Moléculaire  
des Procaryotes

# Détermination de l'effet antibactérien de l'huile essentielle de *Salvia officinalis L.*

**Présenté par :**

- BOUZAOUI Nassima
- HARIDI Zeyneb

**Devant le jury composé de :**

Présidente : KHELLAF M. (M.A.A Université de Guelma).

Examinatrice : MERABET R. (M.A.A Université Guelma).

Promoteur : ZIDI S. (M.A.B Université de Guelma).

Mémoire présenté Juin 2013

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*Aux deux êtres les plus chers, mes parents pour tout ce qu'ils m'ont offert  
d'amour et d'affection*

*A mes sœurs : Loubna et Ghada*

*A mes amies :*

*Wahiba, Zinou, Hamza, Ayoub, Arnaud, Housseem, Ashref, Asma,  
Hocine, Meriem, Salima, Sara, Rima, Ahlam, Amira, Samiha, Mouhamed,  
Ratiba et Ghania.*

*A toute ma famille*

*A toute ma promotion*

*Nassima*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*Aux deux êtres les plus chers, mes parents pour tout ce qu'ils m'ont offert  
d'amour et d'affection*

*A ma sœur : Safia*

*A mon frère : Haithème*

*A mes amies :*

*Sara, Asma, Wahiba, Mouna, Khawla , Amina, Salima, Meriem, Souad,  
Rima, Ahlame, Amira, Samiha, Leila, Warda, Ratiba, Hasiba et Gania.*

*A toute ma famille*

*A toute ma promotion*

*Zeyneb*

## *REMERCIEMENTS*

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

*Au terme de ce travail nous tenons à remercier tout d'abord et infiniment notre encadreur Melle ZIDI SOUROUR qui nous a accordé l'honneur de diriger ce travail, sa compétence et ses conseils pertinents ont été pour nous un solide repère et réconfort dans tous les moments.*

*Nos remerciements les plus vifs s'adressent également à M<sup>ame</sup> Khallef M. qui a accepté la présidence du jury de ce mémoire.*

*Nous exprimons également notre reconnaissance à M<sup>ELLE</sup> MERABET R. qui a accepté de participer à ce jury et de juger ce travail.*

*Nos remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.*



# Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

## *Partie bibliographique*

### **Chapitre I : L'aromathérapie et les huiles essentielles**

I-L'aromathérapie.....	3
I-1 Définition.....	3
I-2 Historique.....	3
II- Les huiles essentielles.....	5
II-1 Définition.....	5
II-2 Répartition et localisation.....	5
II-3 Composition chimique.....	6
II-4 Paramètres influençant sur la composition chimique.....	11
II-4-1 Facteurs intrinsèques.....	11
II-4-2 Facteurs extrinsèques.....	11
II-5 Propriétés.....	12
II-5-1 Propriétés physiques.....	12
II-5-2 Propriétés pharmacologiques.....	13
II-6 Modes d'obtention des huiles essentielles.....	13
II-7 Modes de conservation des huiles essentielles.....	20
II-8 Utilisations des huiles essentielles.....	20

### **Chapitre II : Généralité sur la sauge officinale**

I- Généralité sur la sauge officinale.....	23
I-1 Historique.....	23
I-2 Description.....	23
I-3 La partie utilisée.....	25
I-4 Odeur et saveur.....	25
I-5 Noms communs.....	26

I-6 Systématique.....	26
I-7 Origine et répartition.....	26
I-8 Culture.....	27
I-9 Compositions chimiques.....	27
I-10 Les propriétés.....	31
I-10-1 Les propriétés médicinales.....	31
I-10-2 Les propriétés culinaires.....	32
I-10-3 Les propriétés en phytocosmétologiques.....	32
I-10-4 Autres propriétés.....	32

### **Chapitre III : Bactéries et antibiotiques**

I- Bactéries et antibiotiques.....	34
I-1 Introduction.....	34
I-2 Structure générale des bactéries.....	34
I-3 Bactériologie médicale.....	36
1- <i>Escherichia coli</i> .....	36
2- <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	38
3- <i>Staphylococcus aureus</i> .....	41
I-4 Les antibiotiques.....	43
1-Définition.....	43
2-Principaux antibiotiques et leur classification.....	43
3-Modes d'action des antibiotiques.....	45
4-Les mécanismes de résistances des bactéries aux antibiotiques.....	46

#### ***Partie expérimentale***

Matériel et méthodes.....	51
I-1 Matériel.....	51
I-2 Méthodes.....	51
I-2-1 La récolte du matériel végétale.....	51

I-2-2 La conservation et le séchage de la plante.....	51
I-2-3 Tests phytochimiques.....	51
II- Les huiles essentielles.....	53
II-1 Procédé d'extraction.....	53
II-2 Calcul du rendement.....	54
III- Tests microbiologiques.....	54
III-1 Origine et choix des souches bactériennes.....	54
III-2 Choix des milieux de culture.....	54
III-3 Conservation des souches.....	55
III-4 Mode opératoire.....	55
IV- Test de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle.....	60
IV-1 L'aromatogramme.....	60
Résultats et discussion.....	62
I- Les tests phytochimiques.....	62
II- Le rendement en huile essentielle.....	64
III- L'antibiogramme.....	64
IV- L'aromatogramme.....	67
Conclusion.....	70

## Liste des figures

<b>Figure 1</b>	Classification des terpènes.	<b>7</b>
<b>Figure 2</b>	La structure de farnésol.	<b>8</b>
<b>Figure 3</b>	La structure du squaléne.	<b>8</b>
<b>Figure 4</b>	Montage d'hydrodistillation simple.	<b>14</b>
<b>Figure 5</b>	Extraction par solvants volatils.	<b>16</b>
<b>Figure 6</b>	Extraction par CO2 supercritique.	<b>18</b>
<b>Figure 7</b>	Extraction par micro-onde.	<b>19</b>
<b>Figure 8</b>	Feuilles de la sauge officinale.	<b>24</b>
<b>Figure 9</b>	Fleur de la sauge officinale.	<b>24</b>
<b>Figure 10</b>	Fruits de la sauge officinale.	<b>24</b>
<b>Figure 11</b>	<i>Salvia officinalis</i> .	<b>25</b>
<b>Figure 12</b>	Calendrier de la période de semis et de récolte de <i>salvia officinalis</i> .	<b>27</b>
<b>Figure 13</b>	Structure générale d'une bactérie.	<b>35</b>
<b>Figure 14</b>	<i>Escherichia coli</i> vue au microscope électronique.	<b>36</b>
<b>Figure 15</b>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> vue au microscope électronique.	<b>39</b>
<b>Figure 16</b>	<i>Staphylococcus aureus</i> vue au microscope électronique.	<b>41</b>

<b>Figure 17</b>	Les différents modes d'acquisition des gènes de résistance (R) aux antibiotiques chez les bactéries.	<b>47</b>
<b>Figure 18</b>	L'efflux, la destruction et la modification des antibiotiques comme modes de résistance.	<b>48</b>
<b>Figure 19</b>	Montage d'hydrodistillation utilisé pour l'extraction de l'huile essentielle.	<b>53</b>
<b>Figure 20</b>	Technique de l'antibiogramme par la méthode de l'écouvillonnage.	<b>59</b>
<b>Figure 21</b>	Schéma simplifié du principe de la méthode de l'aromatogramme.	<b>60</b>
<b>Figure 22</b>	Test d'identification des principes actifs de <i>salvia officinalis</i> .	<b>62</b>
<b>Figure 23</b>	Les antibiogrammes de différentes souches étudiées.	<b>65</b>
<b>Figure 24</b>	L'aromatogramme de différentes souches étudiées.	<b>68</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	Compositions chimiques de l'huile essentielle de <i>salvia officinalis</i> .	<b>28</b>
<b>Tableau 2</b>	Les principaux antibiotiques et leur classification.	<b>44</b>
<b>Tableau 3</b>	Caractères morphologiques étudiés pour les souches bactériennes.	<b>54</b>
<b>Tableau 4</b>	Critères de la catégorisation selon les valeurs critiques.	<b>56</b>
<b>Tableau 5</b>	Les diamètres critiques et règles de lecture interprétative pour les souches testées.	<b>57</b>
<b>Tableau 6</b>	Résultats de l'antibiogramme.	<b>66</b>
<b>Tableau 7</b>	Diamètres des zones d'inhibition en (mm) de l'aromatogramme	<b>68</b>

## **Introduction**

Parmi les affections graves, sont classées les infections microbiennes. Leur fréquence a augmenté de façon considérable au cours des dernières années en raison principalement du nombre accru de patients immunodéprimés et d'interventions médicochirurgicales invasives. D'un autre côté, l'usage extensif des agents antibactériens dans la médication humaine ainsi que dans les élevages animaux conduit à la sélection de souches microbiennes résistantes, d'où l'importance d'orienter les recherches vers de nouvelles molécules (**Mebareki, 2010**).

Depuis des milliers d'années, les êtres humains utilisaient diverses plantes trouvées dans leur environnement, dans le but de traiter et soigner toutes sortes de maladies, ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels de métabolites secondaires (flavonoïdes, tanin, huile essentielle,...) qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique avec un très large éventail d'activités biologiques. Actuellement l'organisation mondiale de la santé (OMS) estime environ 80% des habitants de la planète ont recours aux médecins traditionnelles à base de plante en tant que soins de santé primaire (**Zeghad, 2009**).

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales y pousse spontanément. L'intérêt porté à ces plantes n'a pas cessé de croître au cours de ces dernières années en raison principalement des effets secondaires et au coût cher des médicaments de synthèse.

A 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 source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antibactérien (**Mebareki, 2010**).

La plante sur laquelle a porté notre choix d'étude est une espèce de la sauge (*Salvia officinalis*) provenant de la région de Guelma ; bien que relativement abondante et largement utilisée, cette espèce a été peu étudiée.

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est de mettre en évidence l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Salvia officinalis*. Cette activité a été évaluée sur des souches référenciées: *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

Notre travail est réparti en quatre chapitres, initiés par une recherche bibliographique où nous apportant dans le premier chapitre sur l'aromathérapie et les huiles essentielles.

Le second sera consacré à la présentation botanique de la famille des lamiacées et l'espèce étudiée (*Salvia officinalis*), sa localisation géographique et ses propriétés thérapeutiques.

Le troisième chapitre est un rappel sur les microorganismes potentiellement pathogènes et les principaux moyens de lutter contre eux (les antibiotiques).

Enfin, le dernier chapitre est consacré à la partie expérimentale, où nous avons traité le sujet de notre étude.

## **I- L'aromathérapie**

### **I-1 Définition :**

L'aromathérapie désigne une branche particulière de la médecine par les plantes. Ce terme savant est composé de deux racines grecques : « arôma » signifiant parfum et « thérapia » qui veut dire méthode ou soins visant à soigner la maladie et à soulager le malade.

C'est une biothérapie qui met en œuvre des essences et des huiles essentielles pures extraites de différentes plantes aromatiques appréciées pour leurs propriétés thérapeutiques (Scimeca et al, 2005).

Elle repose sur la relation structure/activité, c'est-à dire qui existe entre les composantes chimiques de ces huiles essentielles et leurs activités biologiques.

### **I-2 Historique :**

L'histoire de l'aromathérapie remonte à soixante mille ans quand les rites mystiques, magiques et religieux allaient de pair avec les pratiques thérapeutiques [1]. Pour bien cerner cette thérapeutique, il est utile de faire un grand bond en arrière et de suivre l'évolution de l'aromathérapie à travers les âges, les continents et les civilisations.

L'aromathérapie s'est développée autour de quatre grandes époques :

- **La première**, c'est basé sur l'utilisation des plantes aromatiques dans l'alimentation sous forme de macérations et d'infusions ou de décoctions.
- **Dans la seconde période**, les plantes aromatiques étaient brûlées ou mises à infuser dans une huile végétale ; à cette époque qu'apparait la notion d'activité liée à la substance odorante.
- **Durant la troisième époque**, l'extraction de cette substance odorante, c'est la naissance du concept d'huiles essentielles. (Claude, 2010).
- **Puis arrive la période moderne**, l'utilisation des huiles essentielles dans les activités physiques, chimiques, et enfin thérapeutiques, a donné à l'aromathérapie un statut plus scientifique, grâce aux découvertes de leurs composants chimiques.

Les trois grands berceaux géographiques : l'Indus (continent Indien), la Chine et le Bassin méditerranéen (sans oublier l'Égypte) nous ont légué des procédés aromatiques et des Connaissances dont la validité est toujours actuelle (**Roque, 2011**) :

– **En Égypte**, entre 3000 et 2000 ans avant Jésus-Christ, Dans cette époque l'utilisation des huiles essentielles fait un grand usage dans l'embaumement des morts (momies), l'anesthésie et pour soigner diverses maladies (**Sommerard, 2006**).

– **Le continent Indien** est une des régions du monde la plus riche en plantes aromatiques. Elles y sont depuis de longue date à l'honneur dans le traitement des troubles de la santé (**Claude, 2010**).

– **En Mésopotamie**, une inscription remontant à plus de 4 000 ans fait mention de l'utilisation d'huiles aromatiques dans le cadre de rites religieux et pour lutter contre les épidémies.

– **En Chine**, il y a 4500 ans environ, Shen Nung rédigea le plus ancien traité de phytothérapie dans lequel il cita de nombreuses plantes aromatiques.

– **Autour du bassin méditerranéen**, l'usage des plantes aromatiques occupait une place prépondérante aussi bien dans la vie quotidienne que lors de rituels (**Claude, 2010**).

– **Au moyen-âge**, les croisades permirent de rapporter l'art de la distillation. Ce sont des médecins alchimistes européens, qui alors réalisèrent des études sur les plantes aromatiques en approfondissant les connaissances léguées par les médecins de l'Antiquité.

– Ce n'est que vers du **XIXe siècle** qu'on a commencé à étudier sérieusement les composants des huiles essentielles et leurs activités pharmacologiques, mais le terme aromathérapie est relativement récent puisqu'il remonte au début du **XXe siècle** seulement.

- Le pharmacien René Maurice Gattefossé créa le terme «Aromathérapie » en 1928 (le père de l'aromathérapie moderne). [1].

- Jean Valnet, surnommé Docteur Nature qui reprit les travaux de Gattefossé et fût le premier à définir de manière scientifique le pouvoir thérapeutique des huiles essentielles dans les années 60 (**Corbel, 2012**).

## **II- Les huiles essentielles**

### **II-1 Définition :**

Les huiles essentielles sont des substances huileuses, volatiles et odorantes qui sont sécrétées par les plantes aromatiques. Elles sont solubles dans les huiles végétales, dans l'alcool, l'éther, mais elles sont insolubles dans l'eau à laquelle elles confèrent un léger parfum [2].

### **II-2 Répartition et localisation :**

Selon Lawrence (1995) les huiles essentielles existent chez 17 500 espèces végétales. 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 localisés au niveau des :

- **Cellules sécrétrices** (Lauracées, Magnoliacées, Pipéracées). Elles peuvent être de deux types :
  - Cellules épidermiques comme celles des pétales de rose, de violettes ou de muguet.
  - Cellules sécrétrices internes retrouvées au niveau du parenchyme corticale, du libère et du bois.
- **Organes sécréteurs :**
  - Poches sécrétrices : (Myrtacées)
  - Poils excréteurs : (Labiées, Oléacées, Géraniacées)
  - Canaux sécréteurs : (Conifères, Ombellifères) (**Duval, 2012**).

Selon 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**).

### **II-3 Composition chimique :**

Sur le plan chimique, les HE (Huiles essentielles) sont des mélanges de structure extrêmement complexe, pouvant contenir plus de 300 composés différents (**Hallel, 2011**). C'est l'ensemble qui lui confère ses propriétés, et non pas seulement tel ou tel principe actif isolé. C'est aussi parce que les principes dits « actifs » sont entourés d'autres substances que notre organisme tolère les huiles essentielles. Tandis que dans les médicaments classiques, c'est justement leur « pureté » chimique (un principe actif, point) qui est à la fois responsable de leur action mais aussi de leurs effets secondaires (**Festy, 2009**).

On peut classer les composants des huiles essentielles en plusieurs familles :

#### **✓ Les terpènes et ses dérivés :**

Ils représentent le groupe le plus diversifié des métabolites secondaires végétaux (**Khenaka, 2011**). Ils constituent entre autre le principe odoriférant des plantes. Les terpènes sont des hydrocarbonés naturels, de structure soit cyclique soit à chaîne ouverte. La molécule de base est l'isoprène de formule  $C_5H_8$  (**Bouhdjera, 2005**). On distingue les dérivés des terpènes dans différentes classes selon le nombre d'unités isopréniques sont (**fig.1**) :

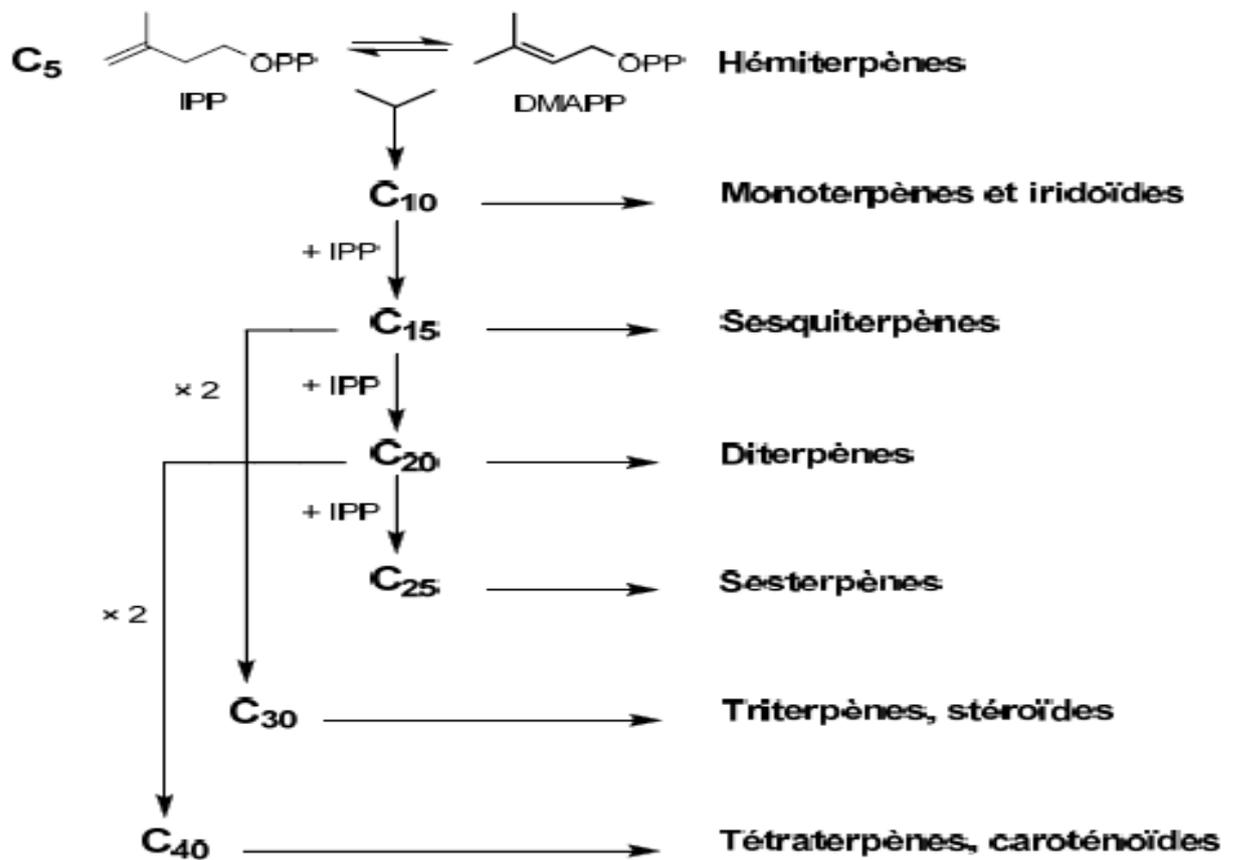


Figure 1 : Classification des terpènes [3]

### - Monoterpènes :

Ce sont des composés qui les plus simples de la série des terpènes. Ils sont issus du couplage de deux unités d'isoprènes, à dix carbones. Ils sont souvent volatils, et aromatiques. On distingue :

- Les monoterpènes linéaires (acycliques) : géraniol
- Les monoterpènes monocycliques : phellandrène, terpinols, menthones, cinéoles.
- Les monoterpènes bicycliques : thujane, pinène (Malecky, 2011).

### - Sesquiterpènes :

Sont des composés à 15 carbones (C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>) très répandus chez les végétaux. Le farnésol un sesquiterpène linéaire de nombreuses huiles essentielles, est abondamment utilisé en parfumerie (fig.2).

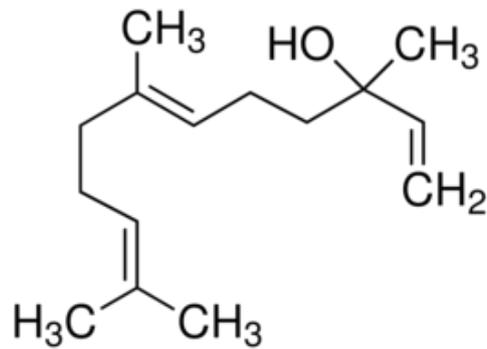


Figure 2: La structure de farnésol [4]

On distingue également les sesquiterpènes monocycliques et polycycliques (Lograda, 2010).

**- Diterpènes :**

Ce sont des substances avec 20 atomes de carbone (C<sub>20</sub>), élaborées à partir de 4 unités d'isoprène (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>) (Piochon, 2008).

**- Triterpènes :**

Sont des molécules à 30 atomes de carbone. Il y a plus de 1700 triterpènes dans la nature dont la majorité est sous forme tétracyclique ou pentacyclique. La forme acyclique étant très rare. Le squalène est un exemple parmi les triterpènes acycliques (Malecky, 2011) (fig.3).

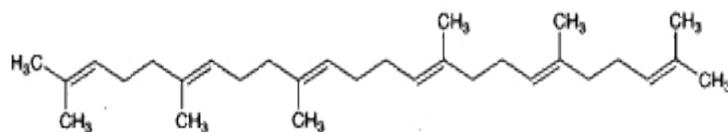


Figure 3: La structure du squalène [5]

**- Tétraterpènes :**

Cette famille de terpènes à 40 carbones, compte en particulier les caroténoïdes dont un pigment photosynthétique majeur (le beta-carotène) mais également des pigments aux propriétés anti-oxydantes comme le lycopène de la tomate (lograda, 2010).

**- Polyterpènes :**

En général, les polyterpènes ou polyisoprènes se composent de plus de 8 unités d'isoprène (Malecky, 2011).

✓ **Composés aromatiques :**

La plupart des arômes sont des substances phénoliques.

**- Les flavonoïdes :**

Les flavonoïdes sont des composés polyphénoliques, de faible poids moléculaire presque toujours hydrosolubles et très répandus dans le règne végétal. Leur structure de base comporte deux cycles aromatiques à 6 carbones joints par un hétérocycle à oxygène. Ces phytomicronutriments protègent la plante contre les différents agents pathogènes (virus, bactéries, moisissures, rayonnement UV...). Ils sont responsables de la pigmentation des plantes, et se localisent dans les parties externes des fleurs, des fruits, et parfois des feuilles (Bouhdjera, 2005). Même si le terme flavonoïde signifie jaune en latin, ils possèdent de nombreuses vertus thérapeutiques (Attou, 2011).

**- Les tanins :**

Les tanins sont des composés phénoliques complexes, hydrosolubles ayant un poids moléculaire compris entre 500 et 3 000 Da. Ils peuvent former des complexes avec les protéines grâce à la présence de plusieurs groupements hydroxyles phénoliques. Ils sont présents dans plusieurs plantes avec des proportions différentes, selon leur nature chimique. Ces composés sont divisés en deux classes: les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Khenaka, 2011).

➤ ***Tanins hydrolysables :***

Les tanins hydrolysables anciennement appelés tanins pyrogalliques, sont des polyesters de glucides et d'acide-phénol. Selon la nature de ces tanins, on distingue les tanins galliques dans le cas d'acide gallique et les tanins ellagiques dans le cas d'acide ellagique. L'acide ellagique résulte de la condensation de deux acides galliques.

➤ **Tanins condensés :**

Les tanins condensés ou proanthocyanidols diffèrent fondamentalement, des tanins galliques et ellagiques. Leur structure est voisine de celle des flavonoïdes, ils ne possèdent pas de sucre dans la molécule. Ils sont formés de deux ou plusieurs molécules de flavan-3-ols, leur union se fait par des liaisons carbone-carbone, le plus souvent en position 4-8 ou 4-6, ce qui rend ces molécules difficilement hydrolysables.

Les tanins favorisent la régénération des tissus en cas de blessures superficielles et de brûlures. Ils sont utilisés comme anti-diarrhéiques et hémostatiques, mais surtout comme protecteur veineux dans le traitement des varices et de lutter contre les infections. Ils sont largement employés dans l'industrie, notamment dans l'industrie du cuir, des vernis et de la peinture (**Bouhdjera, 2005**).

**- Les Saponosides :**

Le mot saponine est dérivé du mot latin *sapo*. Les saponines ont reçu leur nom du fait qu'elles produisent une mousse semblable à celle du savon (**Khenaka, 2011**).

Les Saponosides sont des hétérosides de poids moléculaire élevé, appartenant aux stérols ou triterpènes. Ils se dissolvent dans l'eau en formant des solutions moussantes, ils sont caractérisés par leur action tensioactive (abaissement de la tension superficielle).

Actuellement, les recherches montrent que les saponosides isolés à partir des plantes utilisées dans la médecine traditionnelle, possèdent des propriétés anti-bactérienne et antifongique (**Bouhdjera, 2005**).

**- Les coumarines :**

Les coumarines tirent leur nom de « coumarou », nom vernaculaire de la fève Tonka, *coumarouna odorata* (légumineuses). Elles furent isolées, en 1820. Elles sont largement distribuées dans le règne végétal. Elles possèdent des propriétés très diverses. En dehors de quelques rares cas, toutes les coumarines sont substituées en C-7 par un hydroxyle. Ils possèdent une intense fluorescence bleue en lumière ultraviolette (**Belbach, 2010**).

**- Les alcaloïdes :**

Les alcaloïdes sont des substances organiques, le plus souvent d'origine végétale. La présence d'azote confère à la molécule un caractère basique. Ils sont de poids moléculaire extrêmement variables et certains peuvent atteindre un poids de 1000 g/mol. La plupart sont doués de pouvoir rotatoire (capable de dévier la lumière polarisée). Les drogues à alcaloïdes ont une importance considérable en thérapeutique. Les plus connus sont : morphine, colchicine, l'atropine, le curare et la cocaïne (**Bouhdjera, 2005**).

**II-4 Paramètres influençant sur la composition chimique :**

Les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition, qu'au niveau du rendement des plantes d'origine (**Laib, 2011**). Cette variabilité peut s'expliquer par différents facteurs d'origine intrinsèque, spécifiques du bagage génétique de la plante ou extrinsèque, liés aux conditions de croissance et de développement de la plante (**Bouguerra, 2012**).

**II-4-1 Facteurs intrinsèques :**

Les cellules productrices d'huile essentielle peuvent se situer dans différents organes. Il est possible d'obtenir différentes huiles selon les parties sélectionnées d'une même plante. Ainsi les huiles essentielles extraites à partir des baies et des feuilles de piment par exemple, ne sont pas identiques. Les travaux de Maffei et Sacco (1997), ont montré des différences de composition des huiles essentielles en raison d'organes différents (feuilles, fleurs) et de sous-espèces différentes. Le stade végétatif au moment de la récolte est un facteur déterminant pour le rendement et la composition de l'huile essentielle (**Laib, 2011**).

**II-4-2 Facteurs extrinsèques :**

Les conditions environnementales influencent aussi la composition des huiles essentielles (La température, le taux d'humidité, la durée d'ensoleillement, la composition du sol, la quantité de lumière, la pluviométrie et les conditions édaphiques). Elles représentent autant de causes potentielles de variations de la composition chimique d'une plante aromatique donnée. Il y a eu pas mal des travaux ayant mis en évidence l'influence

de l'origine géographique sur la composition de la matière première. Les conditions culturales telles que la date de semis, la date de récolte, les traitements phytosanitaires, l'emploi d'engrais.

Il faut aussi signaler que le stockage des matières premières, et même la méthode d'extraction et l'état du matériel végétal peuvent également influencer la composition et le rendement des huiles essentielles (**Bouguerra, 2012**)

## **II-5 Propriétés :**

### ***II-5-1 Propriétés physique :***

- Les huiles essentielles sont en général liquides à température ambiante, parfois visqueuses (myrrhe) ou cristallisées (camphre); certains cristallisent à faible température (menthe).
- Les essences comme les citrus sont sensibles à la chaleur et finissent par se décomposer; il faut les conserver de préférence au frais. Les HE sont plus résistantes à la chaleur à condition de ne pas les conserver trop longtemps car les composants volatils s'évaporent (surtout les résineux) et l'HE se prend en masse (aspect pâteux) et devient inconsommable.
- Elles sont volatiles (odorantes) ce qui leur permet leur entraînement à la vapeur d'eau lors de la distillation (**Zahalka, 2010**). Elles sont très altérables, elles s'oxydent au contact de l'air et de la lumière.
- Elles sont totalement solubles dans les huiles végétales (meilleurs solvants et véhicules), dans les alcools et les solvants organiques.
- Elles sont colorées et tout le spectre de l'arc-en-ciel est représenté : le bleu de la matricaire, le rouge de la sarriette, le rose de la gaulthérie, le vert de l'inule odorante, le jaune de la sauge officinale et sclarée.
- Elles sont dotées d'un pouvoir rotatoire, soit la faculté de dévier la lumière polarisée qui les traversent à droite (dextrogyre) ou à gauche (lévogyre).
- Elles présentent une densité  $d < 1$  plus légères que l'eau ce qui permet leur séparation dans la vase florentin (essencier), sauf pour les huiles essentielles de clou de girofle, cannelle et sassafras (**Hallel, 2011**).

- Elles sont inflammables et nécessitent de connaître leur point éclair pour leur stockage et leur transport (l'HE de pin des landes étant la plus inflammable à cause de la térébenthine) (**Zahalka, 2010**).

#### **II-5-2 Propriétés pharmacologiques :**

Les qualités thérapeutiques des plantes aromatiques et médicinales et de leurs extraits ont été reconnues depuis l'antiquité, tandis que les essais pour caractériser ces propriétés au laboratoire datent de 1900 (**Benzeggouta, 2005**).

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

Elles ont des propriétés : dépuratives, cicatrisantes, analgésiques, cholérétiques, neurosédatives et anti-inflammatoires. Elles sont douées d'activités antimicrobiennes, antifongiques, antiparasitaires et antihelminthiques; et possèdent aussi des propriétés antioxydants.

Plusieurs études ont montrés que l'utilisation des huiles essentielles peut diminuer les troubles menstruels, le stress post-partum ainsi que les troubles ménopausiques (**Benzeggouta, 2005**).

Dans les domaines phytosanitaires et agro-alimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs peuvent également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathologiques et les microorganismes envahissant les denrées alimentaires (**Abraham, 2006**).

#### **II-6 Modes d'obtention des huiles essentielles :**

L'extraction des HE est une opération capitale qui doit permettre d'obtenir des produits volatils, particulièrement fragiles, sans en altérer la qualité (**DA Saliva, 2010**). Pour extraire ces principes volatils, il existe divers procédés utilisables pour la préparation des essences officinales (**Benedicte, 2008**).

## A- La distillation :

### A-1 L'hydrodistillation (water distillation) :

Est la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée. Elle se produit dans l'appareil de Clevenger. Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à ébullition, pour briser les cellules végétales et libérer les molécules aromatiques volatiles qui constitueront finalement l'huile essentielle de cette plante. Les vapeurs hétérogènes sont condensées dans le serpentin, long et fin tube de verre hélicoïdal plongé dans de l'eau froide (fig.4).

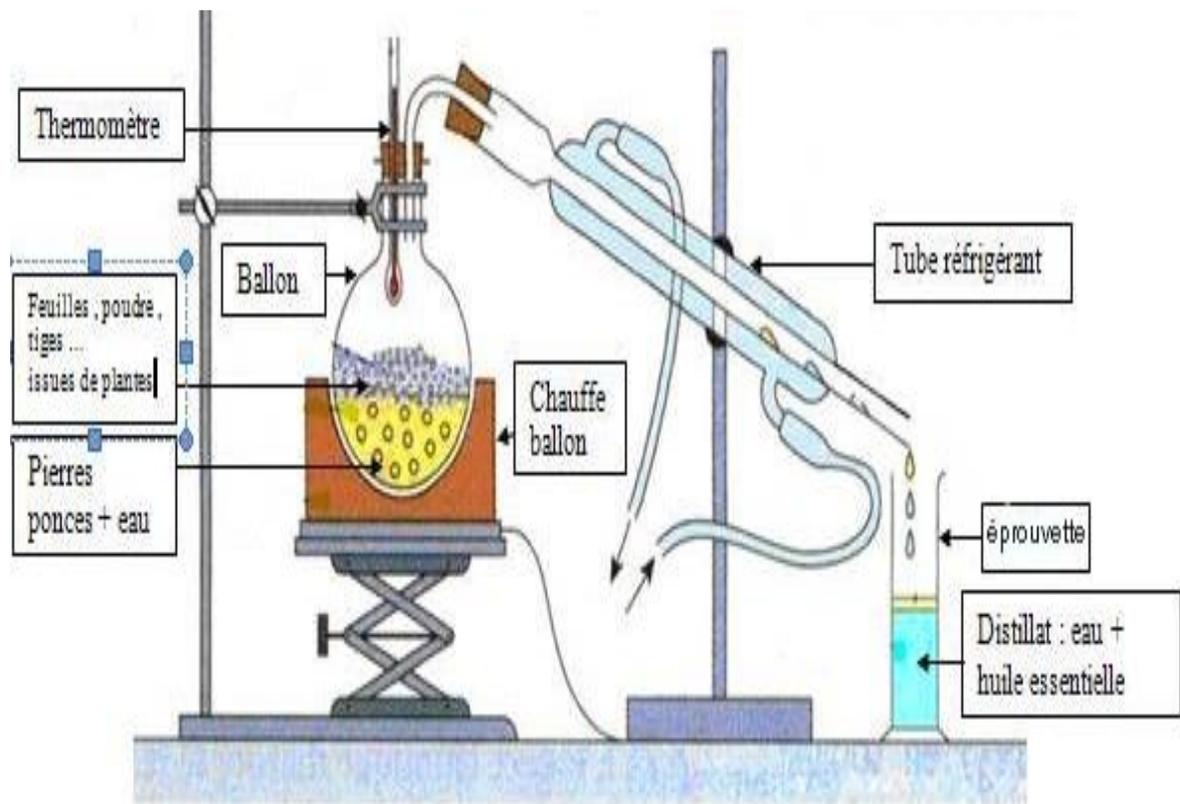


Figure 4: Montage d'hydrodistillation simple [6]

On recueille enfin l'eau chargée de principes actifs dans un récipient spécial appelé « vase florentin », où va s'opérer la séparation de l'hydrolat et de l'huile essentielle. Étant plus légère que l'eau (sauf quelques rares exceptions), elle surnage au-dessus de l'hydrolat,

qui finira par surnager du simple fait de sa densité inférieure à celle de l'eau (sauf quelques rares exceptions, où on la recueillera au fond du vase). La distillation est relativement rapide (1 heure 30 suffit généralement pour extraire la majeure partie des composés volatils d'une plante) (**Piollet, 2010**).

#### ***A-2 La distillation par entraînement à la vapeur d'eau (steam distillation) :***

Est produite avec l'appareillage de kaiser lang. Dans ce type de distillation, le matériel végétal ne macère pas directement dans l'eau. Il est placé sur une grille perforée au travers de laquelle passe la vapeur d'eau.

Celle-ci endommage la structure des cellules végétales et libère ainsi les molécules volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant. Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant les altérations hydrolytiques. Le matériel végétal ne baignant pas directement dans l'eau bouillante.

#### ***A-3 L'hydrodiffusion :***

Cette technique relativement récente est particulière. Elle consiste à faire passer la vapeur d'eau à travers la matrice végétale, du haut vers le bas (*per descendum*) et à pression réduite (0,02-0,15bar). L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils. Cependant, l'huile essentielle obtenue avec ce procédé contient des composés non volatils ce qui lui vaut une appellation spéciale: « essence de percolation » (**Piochon, 2008**).

### **B- L'expression à froid :**

Elle constitue le plus simple des procédés, mais ne s'applique qu'à l'épicarpe des fruits de *Citrus* (Orange amère, Orange douce, Citron, Mandarine, Bergamote, Lime, Pamplemousse). Ce mode d'extraction à froid est choisi en raison de la fragilité des essences de ces fruits. Ce procédé mécanique réalisé à température ambiante consiste à broyer, à l'aide de presses, les zestes frais pour détruire les poches sécrétrices d'essence afin d'en libérer leur contenu. Cette technique uniquement mécanique limite l'oxydation car elle conserve les antioxydants naturels contenus dans la fraction non volatile. Le

produit ainsi obtenu s'appelle aussi une *essence* car il n'a subi aucune modification chimique, il reste identique au produit sécrété par la plante.

### C- Extraction par solvants volatils :

Au XIX<sup>e</sup> siècle, cette nouvelle technique est mise au point pour remplacer l'hydrodistillation qui ne donne pas de bons résultats avec la rose, le narcisse ou le mimosa [7]. Elle consiste à épuiser la matière première de ces constituants odorants au moyen d'un solvant, puis à chasser celui-ci de l'extrait par évaporation sous vide. Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont surtout des hydrocarbures aliphatiques (hexane, éther de pétrole), des hydrocarbures aromatiques (toluène), des alcools ou des solvants carbonylés.

La méthode d'extraction mise en œuvre dépend aussi de la nature de la matière première végétale. On peut extraire soit à chaud, c'est-à-dire à température proche de la température d'ébullition du solvant, soit à température ambiante (Abraham, 2006). Le matériel végétal dont on veut extraire une huile est placé sur des grilles puis dans des cuves appelées extracteurs pour éviter la dégradation de la matrice végétale et la solubilisation concomitante de composés indésirables (fig.5). En fonction de cette technique on obtient : des hydrolats, alcoolats, teintures, rétinoides, oléorésines et des concrètes (Attou, 2011).

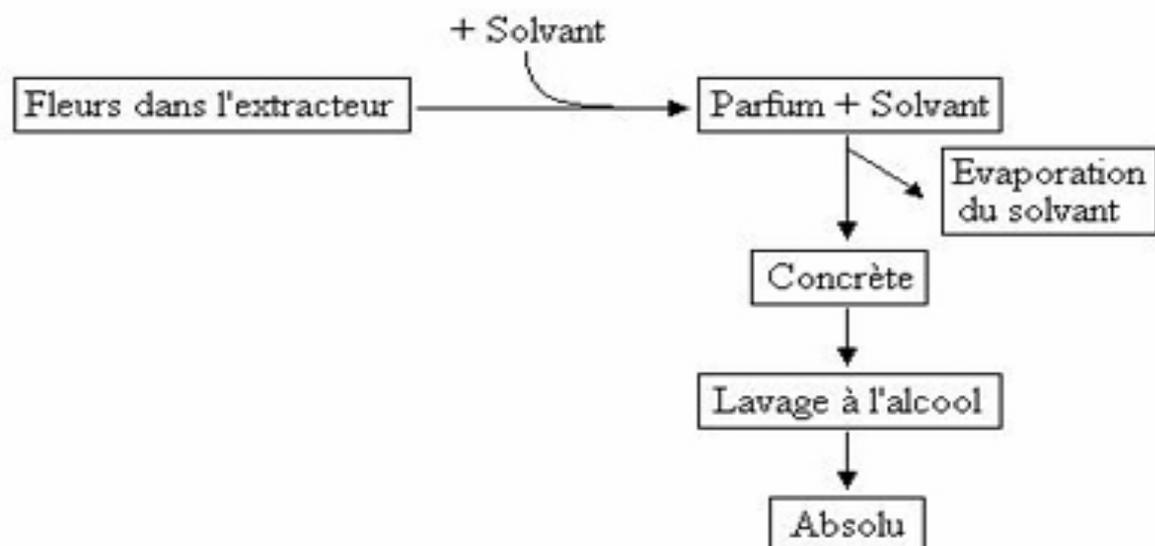
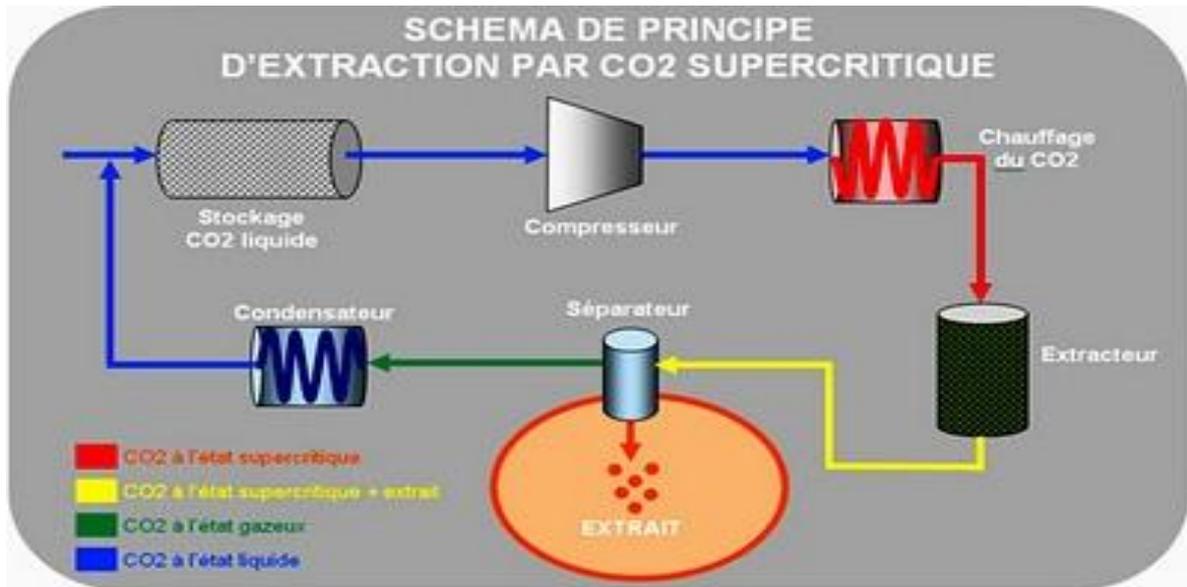


Figure 5: Extraction par solvants volatils [8]

Les solutions aromatiques obtenues, appelées miscella, sont évaporées sous vide, à température la plus basse possible afin d'éviter la dégradation des molécules odorantes. Le solvant organique extrait également des composés indésirables, en particulier des matières grasses (huile, cires, etc.). Celles-ci sont d'ailleurs responsables de la dénomination «concrète» qui traduit la tendance des produits à se solidifier à température ambiante. Un traitement secondaire est donc nécessaire pour séparer les fractions aromatique et grasse. Il consiste à entraîner, à l'éthanol, les composés aromatiques. Cette opération est pratiquée à basse température (environ -20°C). On obtient, après évaporation de l'éthanol, un produit appelé «absolue» qui comporte la majorité des composés volatils (Abraham, 2006).

#### **D- Extraction au CO2 supercritique :**

L'originalité de cette technique d'extraction réside dans le type de solvant employé : le CO2 supercritique qui s'est facilement modulable .Il possède des propriétés intermédiaires entre celles des liquides et celles des gaz ce qui lui confère un bon pouvoir dissolvant qui plus est facilement modulable. Placé sous pression, il devient liquide :  $P = 73,8$  et à température de 31°C, il est introduit dans l'extracteur qui est chargé par la matière végétale. Le mélange est ensuite recueilli dans un vase d'expansion où la pression est considérablement réduite (fig.6). Le CO2 s'évapore et il ne reste plus que l'huile essentielle qui est proche du naturel et sans trace de solvant. Cette technique est aujourd'hui considérée comme la plus prometteuse car elle fournit des extraits volatils de très haute qualité et qui respecterait intégralement l'essence originelle de la plante (Attou, 2011).



**Figure 6:** Extraction par CO2 supercritique [9]

## E- L'enfleurage :

C'est la technique la plus ancienne, mais elle n'est plus utilisée aujourd'hui. Elle a été d'abord utilisée comme la façon la plus fidèle pour restituer l'odeur des fleurs. Cette forme d'extraction repose sur le pouvoir d'absorption des huiles essentielles par les corps gras (graisses comme solvant). Les premières matières grasses employées sont : l'huile d'olive vierge ou l'huile d'amande douce puis utilisées le suif de porc et de bœuf et par la suite le suif est remplacé par des huiles hydrogénées (paraffines).

Il existe deux types d'enfleurages :

**E-1 L'enfleurage à froid :** Cette technique permet de traiter des fleurs fragiles qui ne supportent pas la chaleur. L'extraction prend beaucoup de temps (au moins 3 mois).

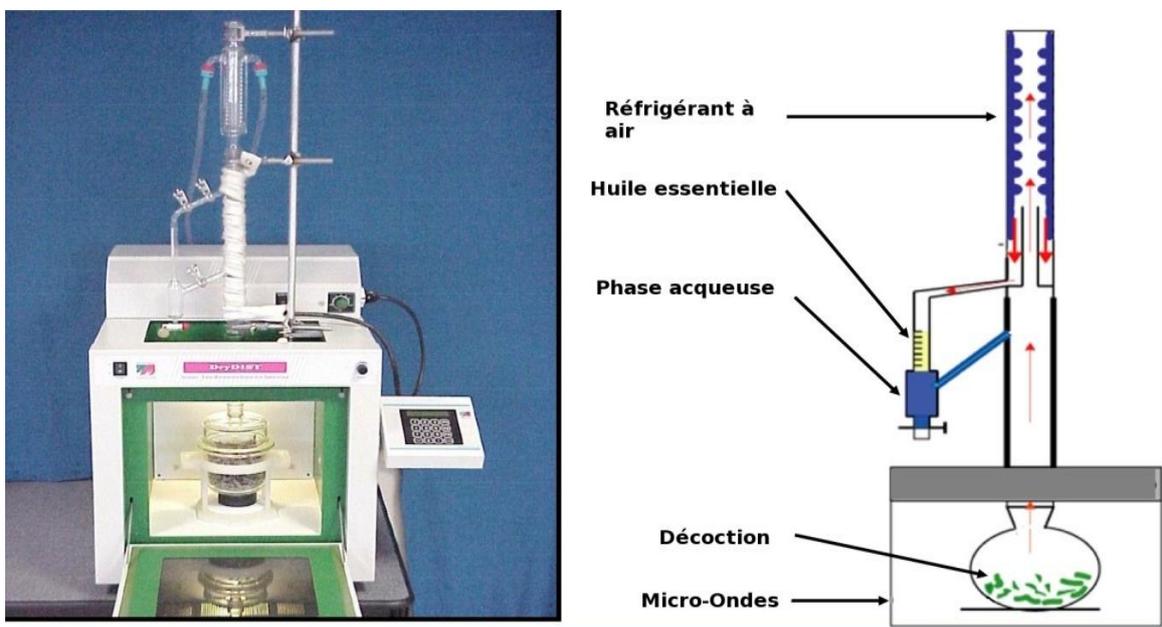
**E-2 L'enfleurage à chaud ou macération à chaud :** Cette technique consiste à faire infuser dans des graisses pures les fleurs à une température de 60° environ. Après une agitation de 2 heures, les fleurs sont enlevées à l'aide d'une passoire plate et remplacées par des fleurs fraîches. L'opération est alors répétée jusqu'à concentration de leur odeur dans la graisse plus au moins 10 fois. La pâte parfumée obtenue après séparation des fleurs est ensuite fondue et décantée par traitement éthylique dans une batteuse (dissolution des molécules odorantes dans l'alcool). Une fois le mélange refroidi, la graisse est enlevée par

filtration. L'alcool est éliminé par distillation sous vide, en général à froid, et « l'essence absolue » est récupérée [10].

### **F- Extraction par micro-ondes :**

Au début des années 1990 est apparue une toute nouvelle technique appelée hydrodistillation par micro-ondes sous vide. Dans ce procédé, la matrice végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement et décantation (**fig.7**). Toutefois, une plus grande proportion décomposée oxygénée est généralement observée dans les huiles essentielles extraites par micro-ondes. Ceci est dû à la faible quantité d'eau présente dans le système et à la rapidité du processus de chauffage.

Cette technique présente donc beaucoup d'avantages: technologie verte, économie d'énergie et de temps, investissement initial réduit et dégradations thermiques et hydrolytiques minimisées. L'extraction par micro-ondes fait aujourd'hui l'objet de beaucoup d'études et ne cesse d'être améliorée (**Piochon, 2008**).



**Figure 7:** Extraction par micro-onde [11]

## **II-7 Mode de conservation des huiles essentielles :**

Lorsque les archéologues découvrent les tombes des Pharaons égyptiens, et autres dignitaires, ils n'ont aucun problème pour identifier ce qui était contenu dans les petits vases en albâtre. En les portant sous les narines pour capter l'odeur intacte... et vieille de 3.000 ans, pour preuve, on a retrouvé des essences dans des doubles jarres en terre cuite dans les pyramides d'Égypte.

Actuellement, La conservation des huiles essentielles exige certaines précautions indispensables si l'on veut éviter leur oxydation et leur dégradation. Les récipients en verre doivent être teintés (brun ou bleu) afin de préserver les principes actifs de l'air et de la Lumière. Toutefois, l'acier inoxydable ou l'aluminium, fermé avec des bouchons étanches et chimiquement inertes, peuvent également être utilisés. Ils doivent être conservés dans un endroit frais, de température inférieure à 20°C. Il est conseillé d'ajouter des billes de verre dans les flacons entamés, afin d'éviter le contact avec l'air au fur et à mesure de l'utilisation (l'oxygène étant également une cause d'altération). Les récipients en matière plastique sont fortement déconseillés, car ils sont attaqués par certains constituants des huiles essentielles. Il faut adopter un bon système de conservation pour maintenir la qualité et en préserver les bienfaits.

La durée de conservation des HE pures, dans de bonnes conditions, pour celle qui sont plus légères que l'eau est de quatre ou cinq ans. Pour celles qui sont dites « lourdes » comme la cannelle (feuille, écorce) ou le clou de girofle, cette évaluation passe à plus de dix ans mais la durée de vie des essences est limitée à 12 mois pour la famille des agrumes (bergamote, citron, mandarine, orange ...) (**Roux, 2008**).

## **II-8 Utilisations des huiles essentielles :**

L'utilisation d'une huile essentielle dépend de sa composition biochimique. Il est donc indispensable de bien respecter les modes d'utilisation et les dosages recommandés pour chaque huile essentielle. Avant toute utilisation, bien vérifier que l'huile essentielle choisie correspond à l'usage qu'on souhaite en faire [12].

**A- Le massage :**

**Application pure :** elles peuvent être appliquées par touches sur la nuque, le cou, le plexus ou diverses parties du corps afin d'apaiser les petits maux quotidiens. Certaines personnes sensibles feront au préalable un essai localisé au creux du poignet.

**Application diluée :** on utilise généralement comme base, une huile végétale de qualité (noisette, amande douce...) dans laquelle on incorpore une ou plusieurs huiles essentielles en quantité plus ou moins importante.

**B- Le bain :**

Ce mode d'utilisation permet la détente générale de l'organisme et peut aider à l'endormissement. Il favorise la dilatation des pores et permet une meilleure pénétration des huiles essentielles.

**C- La diffusion :**

Les huiles essentielles peuvent être utilisées comme parfum d'ambiance en diffusion atmosphérique ponctuelle. Elles ont pour but d'assainir ou de désinfecter l'air ambiant (sapin, pin, eucalyptus...), d'éloigner les insectes (géranium, citronnelle...) ou tout simplement de parfumer l'atmosphère (mandarine, ylang-ylang...).

**D- Les inhalations :**

C'est le mode d'utilisation privilégié en cas de problèmes respiratoires [13].

**F- Pour le ménage :**

Pour désinfecter, assainir, nettoyer les carrelages, les moquettes, la salle de bain, les WC, pour chasser les insectes...

La cannelle de Chine, le lavandin, le pin sylvestre, le citron... peuvent par exemple être utilisés dilués à 20% dans 80% d'alcool à 90°. Une cuillerée à café de cette préparation dans 1/2 litre d'eau donne une préparation prête à l'emploi.

*E- Dans la cuisine :*

Un certain nombre d'huiles essentielles peuvent agréablement aromatiser les préparations culinaires. Il est préférable, pour les incorporer, de les disperser préalablement dans un des ingrédients de votre préparation (huile, beurre, jaune d'œuf...). (**Sommerard, 2006**).

## **I- Généralité sur la sauge officinale**

### **I-1 Historique:**

La sauge tire son nom du latin *salvare* (guérir) qui traduit son rôle ancestral en phytothérapie (**Hippolyte et al., 1904**). Elle était une des plantes salvatrices du moyen âge. Elle est reconnue par les Chinois. Ces derniers n'hésitaient pas à échanger leurs feuilles de thé les plus précieuses contre des feuilles de sauge. D'après l'histoire, une variété de sauge appelait « Chia » était cultivée par les mexicains (**Madi, 2010**). Les Grecs, les Romains et les Arabes l'employaient communément comme tonique, et en compresse contre les morsures de serpents. En Egypte les femmes en buvaient pour être fertile (**Charles, 1809**).

### **I-2 Description :**

C'est une plante annuelle et vivace appartient à la famille de Labiées (**Goutier, 2009**). Elle forme un petit sous arbrisseau de 50 cm à 80 cm de haut à racine ligneuse, brunâtre, et fibreuse (**fig.11**) (**Aug et al., 1833**).

**La tige** est ligneuse à la base, formant un buisson dépassant parfois 60 cm, rameaux vert blanchâtre quadrangulaire, et velue (**Verbois, 2003**).

**Les feuilles** opposées, elliptiques, inférieures pétiolées, ovales, rugueuses, épaisses, À bord dentelé, réticulées, pubescentes-grisâtres ou vertes, à dessus blanchâtre, finement crénelées. Elles persistent l'hiver grâce au revêtement de poils laineux qui les protège (**fig.8**) (**Hans et al., 2007**).

**Les fleurs** de la sauge officinale sont bleu-violacé en épis terminaux lâches, disposées par 3 à 6 en verticilles espacés et visibles de mai à aout. Elles sont grandes, groupées à la base des feuilles supérieures (**fig.9**) (**Busser, 1997**).

**Le fruit** en forme de tétrakènes brunâtre, c'est-à-dire qu'il se compose de quatre petites coques indéhiscentes, renferment chacune une graine, et environnées par le calice persistant (**fig.10**) (**Cuvier et al., 1835**).



**Figure 8 :** Feuilles de la sauge officinale [14]



**Figure 9:** Fleur de la sauge officinale [15]



**Figure 10:** Fruits de la sauge officinale [16]



**Figure 11:** *Salvia officinalis* [17]

### **I-3 La partie utilisée :**

La sauge dégage une forte odeur balsamique (**Gilly, 2005**). Les parties utilisées sont les sommités fleuries et les feuilles qui doivent être récoltées avant la floraison. Elles fournissent une huile volatile jaune pâle, contenant un huitième de camphre et un hydrolat très odorant (**Aouadhi, 2010**).

### **I-4 Odeur et saveur :**

L'odeur de cette plante est très aromatique camphrée, avec une saveur chaude, amère et piquante (**Cuvier et al., 1835**).

### **I-5 Noms communs :**

Il existe plus de 600 variétés de sauge à travers le monde, mais la sauge officinale est celle qui possède de grandes les plus vertus médicinales. La sauge officinale est connue sous d'autres noms : Grande Saugue, herbe sacrée, thé de Provence, d'Europe, de France ou de Grèce, salbia, ou essalmia. En Algérie, on l'appelle « souek ennebi » ou encore langue de chameau dans les autres pays arabes (**Goutier, 2009**) (**Madi, 2010**).

### **I-6 Systématique :**

**Règne :** Plantae

**Embranchement :** Spermatophyta

**Sous-embranchement :** Angiospermae

**Classe :** Dicotylédones

**Ordre :** Lamiales

**Famille :** Lamiaceae

**Genre :** Salvia

**Espèce :** *Salvia officinalis* L (**Hippolyte et al., 1993**)

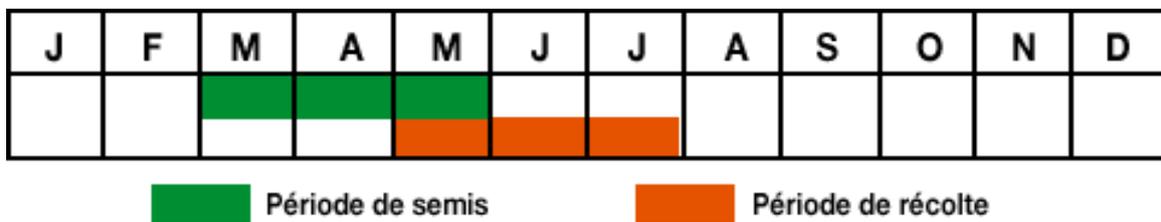
### **I-7 Origine et répartition :**

La sauge officinale, native d'Europe du sud, est une plante au feuillage persistant et très aromatique. Elle forme de belles touffes sèches. Cette sauge se rencontre sur les sols arides et calcaires des plaines, des garrigues et en basse montagne jusqu'à 800 mètres d'altitude. Elle croit dans le bassin méditerranéen, en Amérique du nord et dans l'Asie occidentale. Les populations de cette sauge sont sub spontanées. Si l'on cultive la sauge officinale et ses variétés à feuillage décoratif dans les jardins, c'est dans les carres de plantes médicinales qu'elle trouve sa véritable place depuis l'antiquité (**Goutier, 2009**).

**I-8 Culture :**

La sauge officinale est une plante pérenne de plein soleil facile à cultiver dans les jardins comme plante d'ornement ; les feuilles sont utilisées comme condiment, par marcottage reste le mode de multiplication le plus simple, étant donné que la sauge se marcotte naturellement. En ce qui concerne l'entretien des pieds, apportez un peu de compost en surface au printemps et taillez légèrement les tiges pour redonner forme à la touffe et favoriser le développement de nouvelles pousses.

Elle est fréquemment cultivée sur une terre sèche et légère préparée par de profonds labours (Hoefler, 1994). Si l'on veut conserver les qualités (Bogrow, 2009). Pour le développement de la plante, les meilleurs sols sont sablonneux ou de type terreux [18]. La récolte de la plante est faite habituellement de Mai à Juillet pendant la floraison (Hoefler, 1994).



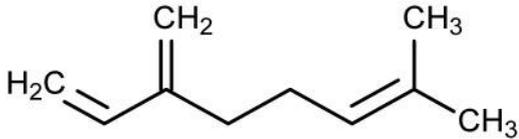
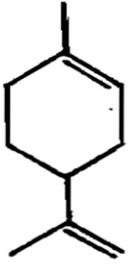
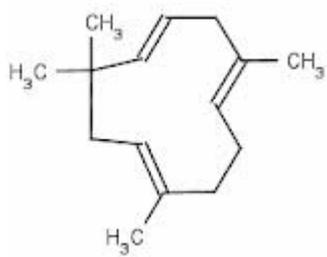
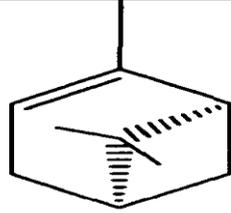
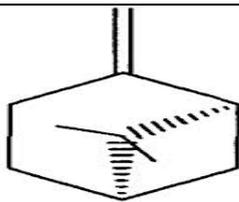
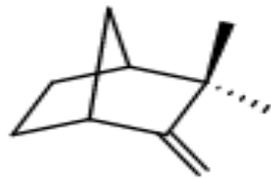
**Figure 12:** Calendrier de la période de semis et récolte de *Salvia officinalis* [19]

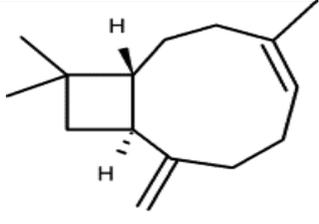
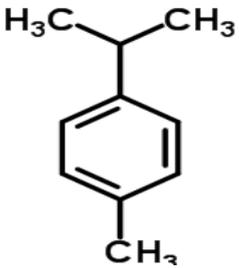
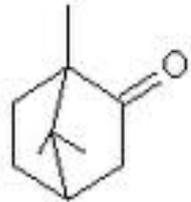
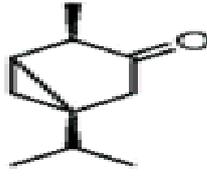
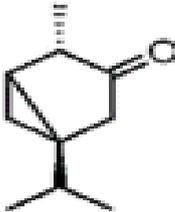
**I-9 Compositions chimiques :**

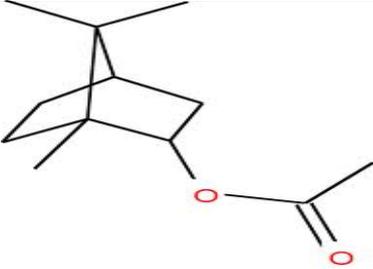
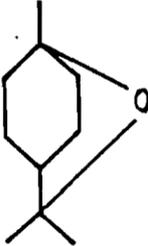
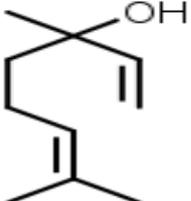
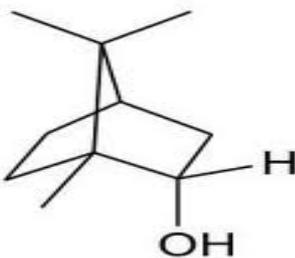
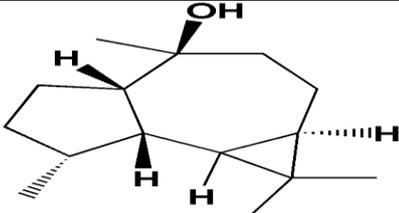
La sauge officinale est riche en huile essentielle de 1.2 à 1.5% de son poids sec selon Gildemeiter. Elle est constituée principalement de monoterpènes. Selon Guenther la sauge Dalmatie est de 1.5 à 1.7% de sesquiterpènes, dont du viridiflorol, du caryophyllène en pleine floraison. Elle a une huile dextrogyre. (Bogrow, 2009).

Les groupes de principes actifs à effet thérapeutique sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1: Compositions chimiques de l'huile essentielle de *Salvia officinalis*

Hydrocarbures terpéniques	Pourcentage	structure
Myrcène	0.3 à 3%	
Limonène	Trace à 7.6%	
Humulène	Trace à 18.9%	
$\alpha$ -pinène	1.7 à 13.1%	
$\beta$ -pinène	0.5 à 17.9%	
Camphène	1.1 à 10.3%	

$\beta$ -caryophyllène	Trace à 9.4%	
p-cymène	Trace à 1.1%	
<b>Cétones</b>		
Camphre	4.1 à 27.7%	
$\alpha$ -thuyone	1.5 à 44.2%	
$\beta$ -thuyone	1 à 36.7%	
<b>Ester</b>		

Acétate de bornyle	0.1 à 3.5%	
<b>Oxydes terpéniques</b>		
1.8-cinéole	0.7 à 20.8%	
<b>Alcools</b>		
Linalol	Trace à 1.8%	
Bornéol	0.7 à 6.2%	
Viridiflorol	0 à 9.9%	

La sauge contient essentiellement de nombreux polyphénols : flavonoïdes et acides-phénols (acide caféique, acide chlorogénique, acide rosmarinique, etc.). Elle contient également un acide diterpénique (la *salvine*) qui lui donne ses vertus bactéricides, un principe amer (la *picrosalvine*), une huile essentielle contenant une cétone terpénique (la *thuyone*) (Gilly, 2005).

### **I-10 Les propriétés :**

La plante de *Salvia officinalis* est une panacée toujours très appréciée, elle reste utilisée dans la pharmacopée moderne non seulement en médecine, en cuisine mais aussi dans l'industrie du parfum [20].

#### ***I-10-1 Les propriétés médicinales :***

La sauge est l'herbe de la vie, elle contient un fort taux en œstrogènes, des diterpènes et triterpènes, des flavonoïdes, des tanins, des principes amers ainsi que une huile essentielle à thuyone. Cette plante sacrée de toutes vertus est connue depuis la nuit des temps grâce à leur efficacité. Elle contient de l'acide ursolique, dont l'action astringente, la sauge a des propriétés anti-oxydantes et a un pouvoir antiseptique d'où son efficacité dans le développement des agents infectieux, cette admirable plante a utilisée en gargarisme est un remède contre les maux de gorge (Iserin, 2001).

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. Cholérétique, en agissant sur la sécrétion de la bile, elle facilite la digestion des aliments gras (Bogrow, 2009).

Elle est utilisée dans la fatigue nerveuse, l'anxiété accompagnée de perte de mémoire, dans les états dépressifs. Elle a une activité tranquillisante qui peut calmer les crises de la maladie d'Alzheimer en luttant contre la baisse de taux d'acétylcholine. Elle indique lors d'une infection virale avec fatigue, dans les suites de chocs émotionnels ; c'est un excellent fortifiant après une fausse couche. Elle est conseillée dans les troubles menstruels, dans la ménopause (comme les bouffées de chaleur et les vertiges). Elle soulage des sueurs nerveuses, lorsqu'il y a transpiration excessive. Elle favorise la longévité (Funiel, 2002).

Remède contre l'asthme, la sauge était traditionnellement utilisée pour soigner l'asthme sous forme de préparation de feuilles séchées à fumer (**Boulard, 2001**).

La sauge officinale a une action antimicrobienne, soigne les lésions bénignes de la peau (coupures, acné) et favorise aussi l'hygiène buccale en limitant le développement des bactéries responsables de la formation de la plaque dentaire (**Verbois, 2003**).

#### ***I-10-2 Les propriétés culinaires :***

Actuellement, la sauge était vénérée comme une herbe sacrée (**Loeuillart, 1821**). Elle a un parfum très prononcé, elle sert principalement en cuisine (**Nilson et al., 2008**).

- Seules les feuilles sont utilisées en aromate, leur goût légèrement amers, puissants et camphrés, accommodent parfaitement les viandes blanches, les plats lourds et gras (**Goutier, 2009**).

- Les fleurs sont utilisées dans l'industrie alimentaire pour la confection de confitures, en vinaigre odorants et la bière est aromatisée à la sauge (**Bhar et al., 2011**).

#### ***I-10-3 Les propriétés en phytocosmétologie :***

La cosmétologie emploie les plantes depuis ses origines. Elles apportent des activités biopharmacologiques en raison des différents composants qu'ils contiennent (**Wilson, 2008**). L'huile essentielle de sauge sert à la fabrication de parfums, de savons, de dentifrice, et de produits cosmétiques. Elle est aussi utilisée en aromathérapie (Bains et massages...etc.) (**Gotz et al., 2007**)

#### ***I-10-4 Autres propriétés:***

- **Lutte biologique** : La sauge officinale bien répandue dans les jardins, présente des vertus insectifuges contre le ver du chou et fongicides contre le mildiou de la pomme de terre.

- **En vétérinaire** : Elle était mélangée à de la graisse de cochon et on faisait cuire pour faire une pommade utilisée contre les mammites des vaches [21].

✓ **Effets secondaires :**

Comme toutes les plantes aromatiques, la sauge officinale n'est pas sans dangers. Son essence est toxique et peut provoquer des crises d'épilepsie et des crises cardiaques. Elle est déconseillée aux femmes enceintes ou allaitant (**Hans et al., 2007**).

## **I- Bactéries et antibiotiques**

### **I-1 Introduction:**

L'organisme humain, est constamment exposé à une multitude de microbes (bactéries, virus, parasites, champignons). Il possède un système complexe de défense qui lui permet de rencontrer ou d'héberger ces microbes sans leur permettre d'envahir ses tissus. Cependant, dans certaines conditions, l'infection peut entraîner une maladie infectieuse grave.

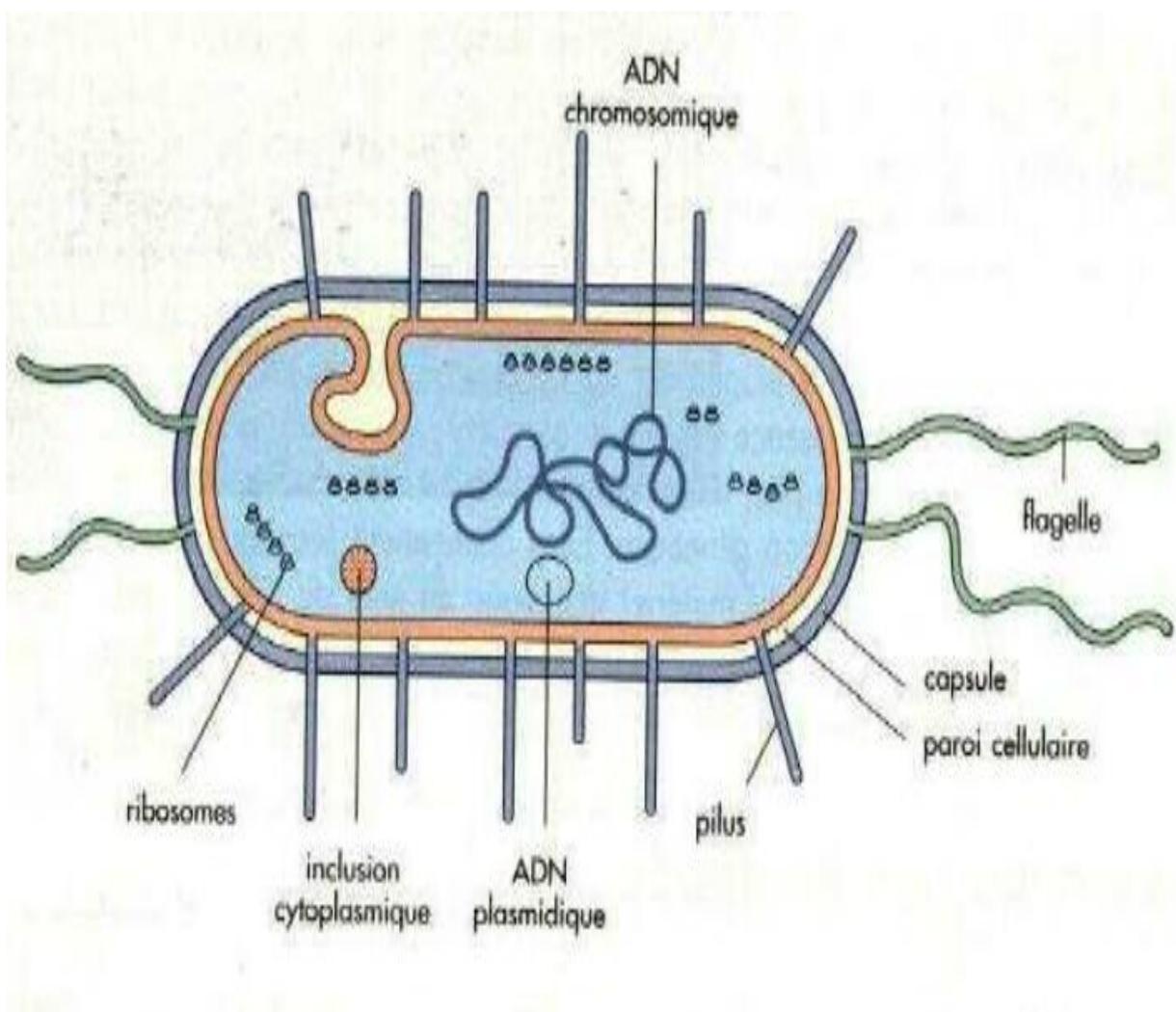
Les infections bactériennes sont responsables de maladies allant de l'angine bénigne aux épidémies de choléra et de peste. Les bactéries sont des micro-organismes remarquablement adaptables, à l'origine de maladies graves ou de simple colonisation de la peau. Elles sont capables de survivre et se multiplier dans l'environnement et certaines forment des spores qui survivent pendant des décennies. Un grand nombre d'entre elles parasite les animaux, et n'infecte l'homme que par hasard. D'autres ne peuvent survivre qu'au contact intime de leur hôte humain. Alors que la plupart des bactéries se répliquent en quelques heures ou jours, d'autres ont une croissance beaucoup plus lente, entraînant des infections chroniques difficiles à traiter.

En plus d'une grande diversité d'habitat, les bactéries ont un important potentiel d'adaptation génétique. Elles contiennent souvent de l'ADN plasmidique, capable de transférer du matériel génétique peut croître à la fois leur pouvoir pathogène et leur résistance aux antibiotiques.

### **I-2 Structure générale des bactéries :**

Les bactéries sont des cellules procaryotes, leur ADN n'étant pas localisé dans un noyau. Beaucoup contiennent des structures circulaires d'ADN extra-chromosomique appelées plasmides. Il n'y a pas d'autres organites dans le cytoplasme que les ribosomes, qui sont de plus petite taille que ceux des cellules eucaryotes. A l'exception des mycoplasmes, les bactéries sont entourées par une paroi complexe, différente selon que la bactérie est à Gram positif ou négatif. De nombreuses bactéries possèdent des flagelles, des pili, ou une capsule à l'extérieur de la paroi.

Aussi bien pour les bactéries à Gram positif que les Gram négatif, la membrane cytoplasmique est formée d'une bicouche lipidique associée à des protéines. Dans les deux cas, le composant principal de structure de la paroi est le peptidoglycane, un réseau tridimensionnel de chaînes polysaccharidiques (composées de N-acétylglicosamine et d'acide N-acétylmuramique) et acides aminés. Chez les bactéries à Gram négatif, la paroi est constituée presque exclusivement de la couche de peptidoglycane qui est plus fine que celle des Gram positif, et elle est entourée par une membrane externe composée de lipopolysaccharides et de lipoprotéines. La partie lipopolysaccharidique de la paroi des Gram négatif comprend les molécules d'endotoxines (lipide A) qui contribuent au pouvoir pathogène bactérien (fig.13). (Hart et Shears 1999).



**Figure 13:** Structure générale d'une bactérie (Hart et Shears, 1999)

### **I-3 Bactériologie médicale :**

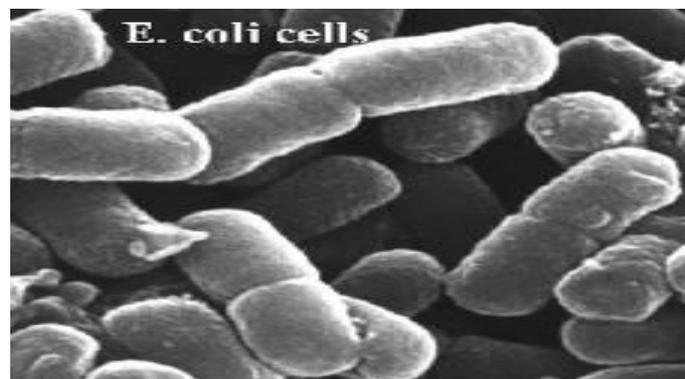
Avec la diversité des bactéries responsables de maladies infectieuses plus ou moins graves, il ne sera étudié que celles faisant l'objet des expérimentations pratiques (Hallel, 2011).

#### **1- *Escherichia coli* :**

##### **➤ Description :**

*Escherichia coli* fait partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. Les genres constituant cette famille sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs. (Vimont, 2007) mesurant 0,3 à 1  $\mu\text{m}$  de diamètre sur 1 à 6  $\mu\text{m}$  de long. Ils sont non sporulés, parfois capsulés et possèdent une ciliature péritriche pour les espèces mobiles (fig. 15).

*E. coli* est sans doute l'organisme vivant le plus étudié à ce jour. En effet, l'ancienneté de sa découverte et sa culture facile (division toutes les 20 minutes) en font un outil d'étude de choix. (Laukiadis, 2007)



**Figure 14:** *Escherichia coli* vue au microscope électronique (22).

➤ **Classification :**

La taxonomie d'*E.coli* est représentée comme suivant : (Prescott, et al 2003)

**Règne :** *Bacteria*

**Embranchement :** *Proteobacteria*

**Classe :** *Gammaproteobacteria*

**Ordre :** *Enterobacteriales*

**Famille :** *Enterobacteriaceae*

**Genre :** *Escherichia*

**Espèce :** *coli*

➤ **Habitat :**

*Escherichia coli* a été décrite pour la première fois en 1885 dans des selles de nourrissons par l'Allemand Theodor Escherich. Elle colonise de façon asymptomatique le tractus gastro-intestinal de l'Homme, dès les premières heures de la naissance et persiste dans le côlon pratiquement toute la vie. (Montel, 2009) C'est un microorganisme qui représente près de 80% de la microflore commensale intestinale de l'homme et des animaux à sang chaud (mammifères et oiseaux). (Laukiadis, 2007)

➤ **Pouvoir pathogène :**

*Escherichia coli*, peuvent causer une infection gastro-intestinale ainsi que d'autres maladies chez les humains; elles sont donc dites « pathogènes ».

*E. coli*, et plus largement les coliformes thermotolérants, sont recherchés dans les aliments et dans l'eau comme indicateurs de contamination fécale ; leur présence fournit ainsi une indication sur une éventuelle contamination de l'aliment et de l'eau par des bactéries pathogènes d'origine digestive (ex. *Salmonella typhimurium*, *E. coli* O157:H7...). Par ailleurs, bien que la majorité des souches d'*E. coli* soient commensales, certaines d'entre elles sont associées à des pathologies intestinales ou extra-intestinales.

(Montel, 2009). Elles peuvent causer une infection gastro-intestinale ainsi que d'autres maladies chez les humains; elles sont donc dites « pathogènes ».

*Escherichia coli* provoque principalement des infections tractus digestif, Il est aussi à l'origine d'infection pulmonaire chez les personnes gravement malades. *E. coli* est également le genre préférentiel des infections urinaire. (Kechkar, 2008)

➤ **Résistance aux antibiotiques :**

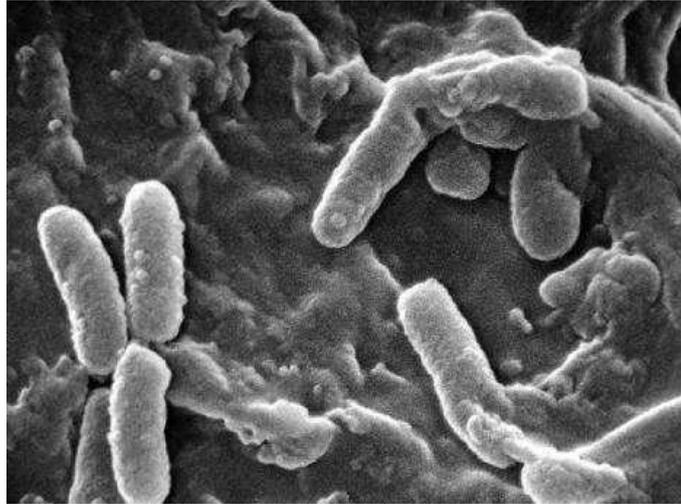
Les *E. coli* sont généralement sensibles à la plupart des antibiotiques actifs sur les Gram négatifs, ceci dit, ces bactéries développent des résistances engendrées par les antibiothérapies, 40% des souches sont résistantes aux amino et aux carboxy-pénicillines, mais aussi à l'association amoxicilline-acide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

**2- *Pseudomonas aeruginosa* :**

➤ **Description :**

*P. aeruginosa* est un bacille à Gram négatif non sporulant de forme droite ou légèrement courbée (fig.16). Il mesure de 1 à 5 µm de long et de 0,5 à 1 µm de large. Bien que ce pathogène, ayant un métabolisme oxydatif, soit aérobie stricte, plusieurs isolats ont montré une capacité à croître en milieu anaérobie. *P. aeruginosa* est une bactérie motile grâce à la présence d'un flagelle monotriche polaire. Cette bactérie est catalase positive et oxydase positive. Elle possède une versatilité nutritionnelle remarquable pouvant utiliser une variété de sucres simples et complexes, d'alcools et d'acides aminés comme seule source de carbone. *P. aeruginosa* est une bactérie mésophile capable de se multiplier à l'intérieur d'un large spectre de température allant de 4 à 45°C. La température optimale de croissance se situe entre 30 et 37°C. La morphologie de *P. aeruginosa*, de même que pour tout le genre *Pseudomonas*, est facilement distinctive grâce à la production de la pyocyanine, un pigment bleu-vert diffusible dans le milieu extracellulaire, d'où le nom de

bacille pyocyannique. (Benabid, 2009)



**Figure 15:** *Pseudomonas aeruginosa* vue au microscope électronique (23).

➤ **Classification :**

*Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) est une bactérie à Gram négatif appartenant à la famille des *Pseudomonadaceae* qui inclut dix genres : *Azomonas*, *Azomonotrichon*, *Azorhizophilus*, *Azotobacter*, *Cellvibrio*, *Mesophilobacter*, *Pseudomonas*, *Rhizobacter*, *Rugamonas*, et *Serpens*. Le genre *Pseudomonas* regroupe 7 espèces. *P. aeruginosa* est l'espèce type du genre *Pseudomonas*. Sa taxonomie est présentée comme suivant :

**Règne :** *Bacteria*

**Embranchement :** *Procaryotae*

**Division :** *Proteobacteria*

**Classe :** *Gammaproteobacteria*

**Ordre :** *Pseudomonadales*

**Famille :** *Pseudomonadaceae*

**Genre :** *Pseudomonas*

**Espèce :** *aeruginosa*

➤ **Habitat :**

*Pseudomonas aeruginosa* est l'espèce bactérienne à une capacité de croissance dans différentes conditions lui confère une large distribution environnementale. (Benabid,

2009). Elle vit à l'état saprophyte dans l'eau et les sols humides (elle résiste mal à la dessiccation) ou à la surface des végétaux. Elle vit également à l'état commensal dans

l'intestin de l'homme et des animaux. Mais leur capacité à résister à de nombreux antibiotiques et antiseptiques explique leur présence en milieu hospitalier et elle est responsable de nombreuses infections nosocomiales (11% des infections nosocomiales). (Hallel, 2011)

➤ **Pouvoir pathogène :**

La pathogénie de *P. aeruginosa* est liée à la production de nombreux facteurs de virulence membranaires et extracellulaires. Les facteurs de virulence sont des molécules qui permettent à la bactérie de survivre et de se multiplier dans différents microenvironnements, en particulier chez l'hôte. (Benabid, 2009) *Pseudomonas aeruginosa* est peu virulente chez les individus normaux et, au contraire, très pathogène chez les sujets dont les moyens de défense sont altérés. (Prescott, et al 2003)

➤ **Résistance aux antibiotiques :**

Le *P.aeruginosa* est très résistant aux antibiotiques, Il s'adapte rapidement aux attaques médicamenteuses. Elle présente une résistance naturelle à de nombreux antibiotiques et, au cours du temps, les souches ont développé une résistance acquise résulte d'une imperméabilité de la membrane externe. Cette espèce produit naturellement une céphalosporinase, synthétisée à un faible niveau mais conférant à ces bactéries une résistance naturelle aux céphalosporines. Ce germe est aussi résistant aux aminopénicillines.

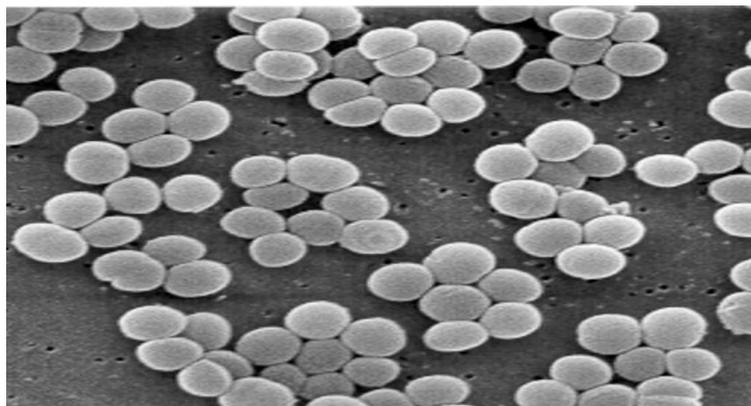
*P. aeruginosa* exprime d'autre part plusieurs systèmes d'efflux lui procurant la capacité d'expulser les antibiotiques dans le milieu extérieur à la manière d'une pompe en utilisant l'énergie du gradient électrochimique de la membrane plasmique, ce qui explique sa résistance innée à de nombreux antibiotiques.

Les souches de *P.aeruginosa* forment des biofilms qui leurs confèrent une résistance aux agents antibactériens (Kouche, 2009).

### 3- *Staphylococcus aureus* :

#### ➤ **Description :**

Le *Staphylococcus aureus* fait partie de la famille des *Micrococcaceae*. (Hallel,2011)  
Ces cellules bactériennes ont la forme de coques (cocci) à Gram positif, groupés en amas, ayant la forme d'une grappe de raisin de 0.5 à 1 µm de diamètre, (fig. 17). Elles sont immobiles, non sporulées, à un métabolisme aérobie prédominant et anaérobie facultatif, catalase positive. Son optimum de croissance est atteint à 37°C.



**Figure 16:** *Staphylococcus aureus* vue au microscope électronique. (Lavigne, 2012)

#### ➤ **Classification :**

Le genre *Staphylococcus* regroupe trente six espèces, dont dix huit espèces ont été retrouvées chez l'Homme parmi lesquelles *S. aureus* qui peut être responsable de nombreuses infections. (Gras, 2006) Sa taxonomie est présentée comme suivant :

Taxonomie de *S. aureus* (Baudry et Brezellec, 2006)

**Règne :** *Bacteria*

**Embranchement :** *Procarvotae*

**Division :** *Proteobacteria*

**Classe :** *Schizomyctes*

**Ordre :** *Micrococcales*

**Famille :** *Micrococcaceae*

**Genre :** *Staphylococcus*

**Espèce :** *aureus*

➤ **Habitat :**

*S. aureus* sont des germes ubiquistes que l'on trouve dans l'air, le sol, les eaux usées etc. Le principale réservoir et habitat est constitué par un commensal de la peau et des muqueuses de l'homme et des animaux (rhino-pharynx, intestin). On le trouve sur la muqueuse nasale d'un tiers environ des sujets normaux. Éliminé dans le milieu extérieur, cette bactérie peut survivre longtemps dans l'environnement (**Hallel, 2011**).

➤ **Pouvoir pathogène :**

*S. aureus* est un pathogène majeur impliqué dans les infections respiratoires communautaires et nosocomiales. *S. aureus* provoque deux types de syndromes : les toxémies staphylococciques et les infections suppuratives. Les toxémies sont dues à des toxines produites par la souche *in vivo* une fois installée chez l'hôte TSST1 (toxine du choc staphylococcique) et exfoliatines ou des toxines produites par la souche dans un environnement autre que l'hôte puis ingérées par l'organisme (entérotoxines dans les aliments). (**Hennekinne, 2009**) En effet, l'ingestion de toxine en dehors de toute cellule bactérienne suffit à reproduire la maladie. Les infections suppuratives impliquent la prolifération bactérienne, l'invasion, la destruction des tissus de l'hôte et la réponse inflammatoire locale et systémique. Elle est responsable d'infections au niveau de la peau, des articulations, des os et des systèmes vasculaire et respiratoire. Il est également responsable d'infections superficielles cutanées, sous-cutanées et muqueuses telles que les furoncles, panaris impétigo, abcès, cellulites ou lymphangites. *S. aureus* est la principale cause d'ostéomyélites, de méningites, d'endocardites infectieuses et d'arthrites septiques. *S. aureus* est l'espèce la plus pathogène du genre *Staphylococcus*. Elles sont résistantes à la chaleur. (**Baudry et Brezellec, 2006**)

➤ **Résistance aux antibiotiques :**

L'émergence de souches de *S. aureus* multi-résistantes aux antibiotiques constitue un

problème majeur de santé publique, compte-tenu de la fréquence des infections à *S. aureus*. Le support génétique de la résistance aux antibiotiques peut être plasmidique ou chromosomique. Actuellement, plus de 90% de *S. aureus* sont résistants à la pénicilline G par production de pénicillinase d'origine plasmidique. (Gras.2006)

Cette résistance est le plus souvent associée à une résistance à de nombreuses classes d'antibiotiques : macrolides, aminosides, fluoroquinolones. Elles peuvent aussi subir des modifications par divers enzymes staphylococciques conférant à cette espèce bactérienne une résistance à la méticilline, à la gentamycine, et à l'amikacine. (Kouche, 2009)

#### **I-4 Les antibiotiques :**

##### **1- Définition :**

Les antibiotiques sont des substances produites par des champignons ou des bactéries, et qui sont capable de tuer les micro-organismes sensibles (effet bactéricide) ou d'inhiber leur croissance (effet bactériostatique). Ils s'opposent aux produits chimiques que sont les colorants, les antiseptiques et les sulfamides dont nous venons de parler. On compte aujourd'hui plus de deux mille sortes d'antibiotique, pour la plupart encore fabriqués à partir de micro-organismes. Certains antibiotiques semi-synthétiques correspondent à la modification chimique d'antibiotiques naturels. D'autres en fin sont produits synthétiquement. Depuis leur découverte, les antibiotiques ont radicalement modifié le pronostic des maladies bactériennes et permis de guérir des maladies mortelles, telles les endocardites bactériennes, la syphilis, les méningites tuberculeuses ou la peste. (Dedet. J. P, 2007)

##### **2- Principaux antibiotiques et leur classification :**

A l'heure actuelle, les antibiotiques sont regroupés selon leur nature biochimique. Le tableau ci-après présente les grandes classes d'antibiotiques avec les dénominations les plus usuelles. Il inclut les molécules totalement artificielles.

**Tableau 2:** Les principaux antibiotiques et leur classification (Joffin, 2001)

Classe d'antibiotique	Exemples	
Aminosides	Streptomycine, kanamycine, Gentamycine, Tobramycine, Amikacine	
Molécules actives seulement sur les mycobactéries tuberculeuses	Ethambutol, Isoniazide	
Antifongiques	Amphotéricine B, Fluorcytosine, Kétoconazole	
Bétalactamines	<b>Noyau de type Pénicilline</b>	<b>Pénams :</b> Penicilline G Amino-pénicillines (ampicilline)= pénicilline A Carboxy-pénicillines (Carbénicilline...) Uréido-pénicillines (Azlocilline, Pipéracilline...) Isoxazolypénicillines (Oxacilline...) = Pénicilline M <b>Carbaphénèmes</b> (Imipénème) <b>Oxapénams</b> ou clavams (Acide clavulanique)
	<b>Noyau de type Céphalosporine : Céphèmes et Oxacéphèmes</b>	Céphalosporines de 1ère génération (Céfalotine) Céphalosporines de 2ème génération (Céfuroxime, Céfamandole) Céphalosporines de 3ème génération (Céfotaxime, Ceftriaxone, Ceftazidime...) y compris Céphamycines (Céfoxitine...) Céphalosporines de 3ème génération orales (Cefixime...) Céphalosporines anti <i>Pseudomonas</i> (Cefsulodine)
	<b>Noyau bétalactame seul: Monobactams</b>	Aztréonam
Fosfomycine	Fosfomycine	
Glycopéptides	Vancomycine	
Imidazolés (Nitro-5-imidazolés)	Métronidazole...	
Macrolides et apparentés	Macrolines vrais	Erythromycine, Spiramycine, Josamycine
	Lincosamides	Clindamycine, Lincomycine
	Streptogamines	Pristinamycine, Virginiamycine
Nitrofuranes	Chloramphénicol, Thiamphénicol	
Polypeptides	Bacitracine, Colistine, Polymyxine	

Quinolones	1 <sup>ère</sup> génération (Acide nalidixique) 2 <sup>ème</sup> génération ou Fluoroquinolones (Norfloxacin)
Sulfamides et diamino-2-4-pyrimidines (sulfones)	Sulfaméthoxazole Triméthoprime...
Tétracyclines (ou cyclines)	Tétracycline, Minocycline
Divers	Rifampicine, Nitroxoline

### **3- Modes d'action des antibiotiques :**

L'antibiotique doit posséder une cible qui soit unique au monde bactérien et absente, ou du moins inaccessible chez le patient. Cette contrainte fait qu'il n'y a que peu de stratégies disponibles pour qu'un antibiotique fonctionne efficacement. Les stratégies les plus exploitées sont les suivantes :

#### **✓ Action sur la paroi des bactéries :**

La paroi bactérienne est une des caractéristiques essentielles des bactéries. Cette structure indispensable à la vie de celles-ci, n'existe en effet pratiquement pas chez les cellules humaines. Un agent antibactérien efficace contre cette paroi aura donc une toxicité limitée chez l'homme. L'objectif de ces agents est de créer des déformations dans cette paroi, rendant plus difficile la division de la cellule (effet bactériostatique) ou diminuant sa protection contre le milieu, entraînant sa destruction (effet bactéricide).

L'action sur la paroi bactérienne se fait principalement au niveau de la synthèse du peptidoglycane. Cette synthèse est, en effet, un processus biochimique complexe qui fait intervenir de nombreuses enzymes. Les agents antibactériens peuvent ainsi agir à différents moments de cette synthèse.

Les bêta-lactamines, par exemple, se fixent sur des protéines de la membrane de la cellule, appelées PLP (Protéines de liaison aux pénicillines). Certaines de ces protéines interviennent dans les liaisons entre les chaînes de peptidoglycane de la paroi, ou assurent le remaniement de ces chaînes. D'autres ont des rôles particuliers, comme chez *Escherichia coli*. En se fixant à elles, les bêta-lactamines bloquent l'action de ces PLP, entraînant la destruction directe ou indirecte de la bactérie. (Hillel, 2011).

#### **✓ Action sur la membrane cytoplasmique :**

Les antibiotiques se fixent sur les phospholipides et les polyosides membranaires et désorganisent la membrane comme le cas de polymyxine et colistine. (**Joffin.J.N., 2001**)

✓ *Action sur la synthèse protéique :*

Les ribosomes procaryotes ne sont pas constitués des mêmes protéines que les ribosomes eucaryotes, et ont d'ailleurs des coefficients de sédimentation différents [70S pour les ribosomes procaryotes (50S pour la sous-unité lourde et 30S pour la sous-unité

légère) et 80S pour les ribosomes eucaryotes (60S pour la sous-unité lourde et 40S pour la sous-unité légère). (**Guindo, 2008**).

Il existe des inhibiteurs :

- De la sous-unité 50S, qui empêchent la fixation d'un nouvel acide aminé sur la chaîne en croissance (phénicolés) ou le transfert de la chaîne en croissance du site A vers le site P (macrolides, lincosamides, streptogramines).

- De la sous-unité 30S, qui empêchent ou perturbent la liaison des aminoacyl-ARNt aux ribosomes (tétracyclines, aminoglycosides). (**Joffin.J.N., 2001**)

✓ *Action sur les acides nucléiques :*

Les quinolones sont des substances de synthèse qui agissent en inhibant des enzymes (topoisomérase ou ADN-gyrase) qui participent à l'enroulement des brins d'ADN. Les nitrofuranes et les nitro-imidazoles provoquent des cassures de l'ADN. La rifampicine est un inhibiteur de l'ARN polymérase en se liant à une de ses quatre sous-unités et interfère avec la production d'ARN messenger (**Delmée, 2004**).

On distinguera les antibiotiques actifs d'une part sur la synthèse des ARN et d'autre part, sur la synthèse des ADN ou de leurs précurseurs.

**-Les Rifamycines** sont inhibent la synthèse de l'ARN messenger par blocage de la transcriptase qui est une ARN polymérase, ADN dépendante. Ils agissent par inhibition des synthèses protéiques. Par fixation sur les deux sous-unités bêta, elles empêchent l'initiation de la chaîne de transcription de l'ADN en ARN et son élongation (**Guindo, 2008**).

#### **4- Les mécanismes de résistances des bactéries aux antibiotiques :**

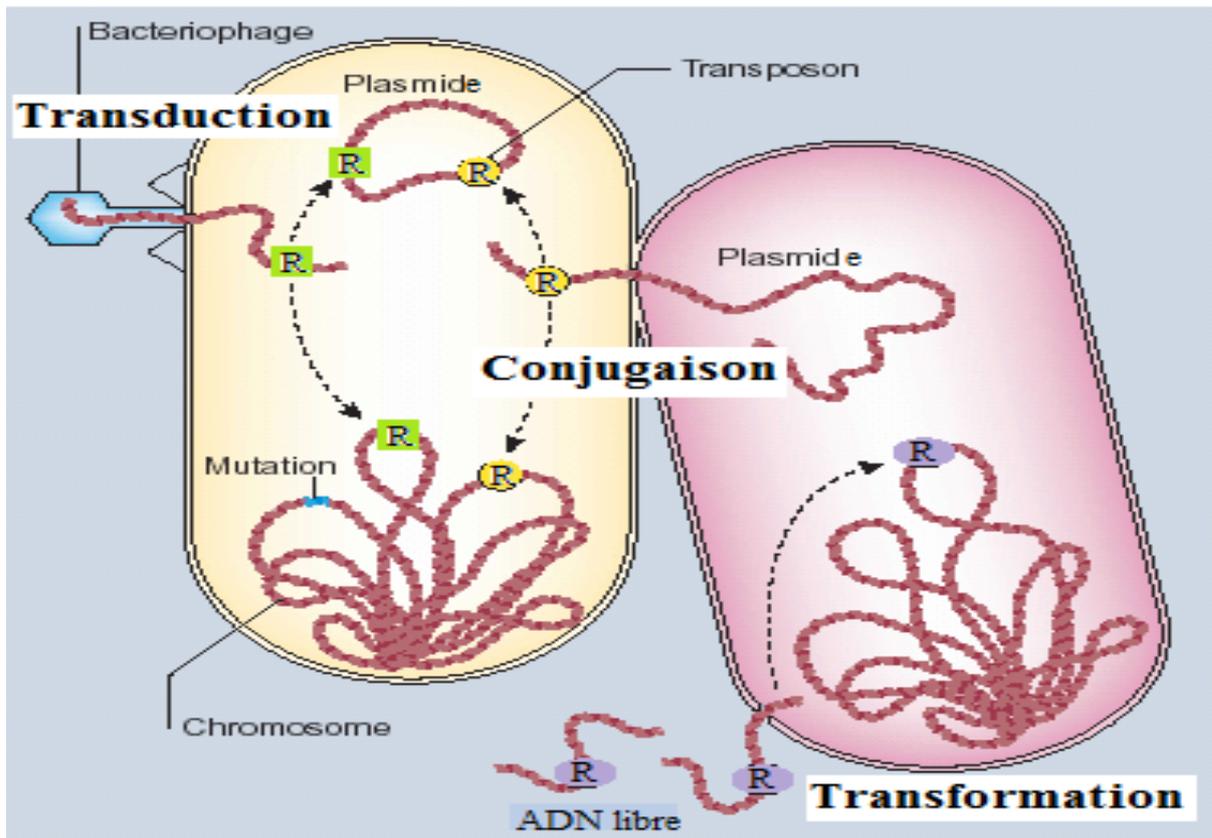
✓ **Support génétique de la résistance :**

**- La résistance naturelle :**

On parle de résistance naturelle lorsque toutes les souches d'une même espèce sont résistantes à un antibiotique. L'expression d'un caractère inné, partagé par l'ensemble de la communauté bactérienne, rend inappropriée l'utilisation de certains antibiotiques. Des particularités structurales de la paroi cellulaire, empêchant les antibiotiques d'accéder à leur cible, ou l'absence de cible sont autant de facteurs, qui conditionnent la résistance naturelle.

**- La résistance acquise**

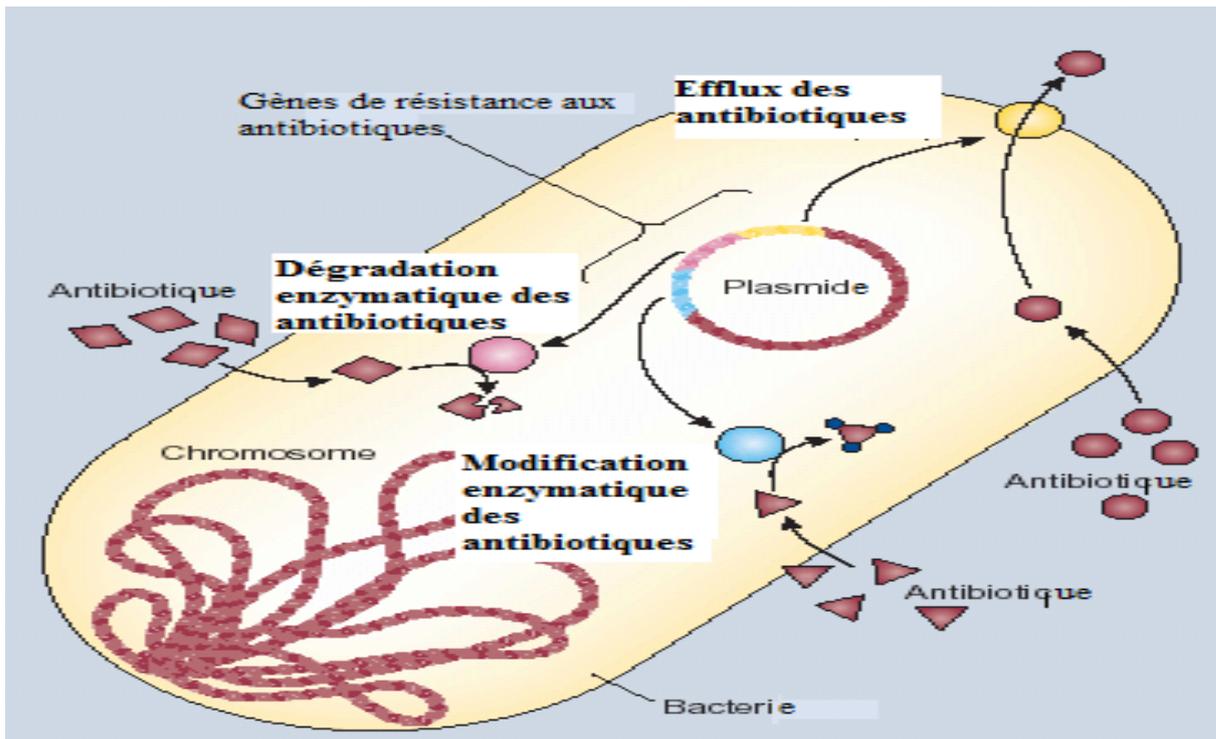
La résistance acquise survient lorsque, seules, quelques souches d'une même espèce, normalement sensibles à un antibiotique, deviennent résistantes. Cette résistance peut être acquise par mutation ou par transfert de gènes. La résistance acquise par mutation est aussi qualifiée de résistance chromosomique. Le phénomène de mutation est conditionné par l'utilisation des antibiotiques. Ces derniers ne sont pas des agents mutagènes mais ils contribuent à sélectionner, de manière spontanée, des mutants résistants au sein d'une population bactérienne. En éliminant les bactéries sensibles, les antibiotiques permettent aux mutants résistants de se multiplier plus facilement. La cause principale de l'évolution et de l'extension des résistances aux antibiotiques est leur prescription à grande échelle en thérapeutique humaine. La transmission d'éléments génétiques mobiles, comme les plasmides et les transposons, favorise également l'acquisition des résistances par les bactéries. Elle peut s'effectuer par transduction, conjugaison ou transformation (**fig. 18**).



**Figure 17:** Les différents modes d'acquisition des gènes de résistance (R) aux Antibiotiques chez les bactéries (Guinoisea. E, 2010)

✓ **Mécanisme biochimique de la résistance :**

Pour lutter contre l'action des antibiotiques, les bactéries ont élaboré plusieurs stratégies. Certaines ciblent directement les antibiotiques tandis que d'autres sont dirigées contre les mécanismes cellulaires, impliqués dans le transport de ces substances (**fig. 19**)



**Figure 18:** L'efflux, la destruction et la modification des antibiotiques comme modes de résistance (Guinoisea. E, 2010)

Aux niveaux physiologique et moléculaire, la résistance bactérienne est la résultante de trois phénomènes : la diminution de la concentration intracellulaire en antibiotique par diminution de la perméabilité membranaire et/ou sur-activation de l'efflux bactérien, l'inactivation des antibiotiques par dégradation ou modification enzymatique et l'altération de leurs cibles cellulaires.

**- Diminution de la concentration intracellulaire en antibiotiques :**

Les bactéries sont capables de se protéger de l'action des antibiotiques en réduisant la concentration intracellulaire de ces derniers. Pour cela, leur absorption dans les cellules peut être limitée par une modification de la perméabilité membranaire. Pour les antibiotiques ayant pénétré dans le milieu intracellulaire, une deuxième option est

envisageable : leur prise en charge par les pompes d'efflux membranaires, qui assurent leur exportation active hors des cellules.

➤ *Modification de la perméabilité membranaire :*

La paroi des bactéries Gram positives est presque exclusivement constituée de peptidoglycane, auquel sont associés des polymères d'acide teichoïque. La paroi des bactéries Gram négatives est plus complexe. Le peptidoglycane, réduit à une fine couche, est entouré par deux membranes. La membrane interne comporte majoritairement des phospholipides alors que la membrane externe présente une structure asymétrique, avec une face interne constituée de phospholipides et une face externe, caractérisée par la présence du lipopolysaccharide (LPS). Le LPS représente 75% de la surface totale de la membrane externe et établit des interactions spécifiques avec des protéines membranaires, telles que les porines.

➤ *Les systèmes d'efflux bactériens :*

Les premiers cas de résistance par efflux ont été mis en évidence pour des agents chimiothérapeutiques, efflués par la glycoprotéine P des cellules cancéreuses de mammifères.

Les pompes d'efflux sont des transporteurs membranaires, impliqués dans la résistance aux antibiotiques par exportation active des drogues dans le milieu extracellulaire. Ces pompes peuvent être des transporteurs « drogue-spécifiques » et conférer une résistance vis-à-vis d'une seule classe d'antibiotiques. Tel est le cas des pompes Tet, qui effluent exclusivement les tétracyclines ou des pompes Mef, qui sont spécifiques des macrolides. Chez les bactéries Gram négatives, les systèmes d'efflux sont des complexes protéiques tripartites constitués d'une pompe transmembranaire, d'une protéine périplasmique de jonction (MFP : Membrane Fusion Protein) et d'une porine, enchâssée dans la membrane externe (OMP : Outer Membrane Protein). Les pompes les plus fréquemment rencontrées sont les pompes AcrB chez *Escherichia coli* ou MexB chez *P. aeruginosa*. Chez les bactéries Gram positives, les systèmes d'efflux ne sont constitués que de la pompe. Les plus étudiés sont les pompes NorA ou QacA, chez *S. aureus*. (Guinoisea. E, 2010)

➤ *Dégradation et modification enzymatique des antibiotiques :*

Les bactéries peuvent synthétiser des enzymes capables de détruire ou de modifier les antibiotiques comme :

- Le mécanisme de résistance aux bêta-lactamines le plus important est celui des bêta lactamases qui sont des enzymes qui hydrolysent le noyau bêta-lactame. Ces enzymes se retrouvent à la fois chez les bactéries Gram positif et Gram négatif, chez les espèces aérobies et anaérobies. La synthèse peut être médiée par le chromosome comme par un plasmide.
- La résistance aux aminoglycosides s'opère le plus souvent par la production d'enzymes provoquant une acétylation, une phosphorylation ou une adénylation des molécules, ce qui empêche leur action au niveau ribosomal. De nombreux antibiotiques possèdent, dans leur structure, des liaisons chimiques sensibles à l'hydrolyse. Des enzymes du métabolisme bactérien ont évolué pour cliver ces liaisons, entraînant ainsi l'apparition de souches résistantes. Les modes de résistance par hydrolyse et par modification enzymatique sont les plus répandus. **(Delmée, 2004).**

➤ *Altération des cibles cellulaires des antibiotiques :*

La modification de la cible d'un antibiotique est un mécanisme commun de résistance. Elle est la conséquence d'une mutation spontanée au niveau d'un gène bactérien ou de l'acquisition du gène de résistance, par conjugaison, transduction ou transformation. Les changements occasionnés doivent inhiber l'action des antibiotiques tout en maintenant la fonction cellulaire de la cible. La modification peut toucher la structure de la cible mais aussi sa concentration **(Benzeggouta, 2005).**

## **Matériel et méthodes :**

### **I-1 Matériel :**

#### **➤ Matériel biologique :**

On a utilisée dans notre travail une plante riche en huile essentielle qui est la sauge officinale et on a testé l'effet de l'H.E de cette dernière sur certaines souches bactériennes.

### **I-2 Méthodes :**

#### **I-2-1 La récolte du matériel végétal :**

La plante a été récoltée dans la période au mois de MARS 2013 à djebel sellaoua announa (Guelma). La récolte des plantes a été effectuée très soigneusement de manière à ne pas détériorer les éléments organiques et minéraux présents.

#### **I-2-2 La conservation et le séchage de la plante :**

La plante, fraîchement récoltée, est lavée et laissée sécher à l'ombre dans un endroit sec et aérer. Devenue sèche, la partie utilisée (feuille) est récupérer d'un sac propre.

#### **I-2-3 Tests phytochimiques :**

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles de composés existants dans la partie étudiée de la plante (feuilles), par des réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques à chaque famille de composés.

#### **✓ Les saponosides**

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

✓ **Les alcaloïdes**

On prend 10g de la drogue végétale pulvérisée. On ajoute à cette poudre quelques millilitres de HCL à 1% et on laisse le mélange en macération pendant 30 min. Le mélange est ensuite filtré. On ajoute le réactif de mayer au filtrat. L'apparition d'une solution trouble indique la présence d'alcaloïdes. (**Dohou et al., 2003**)

✓ **Les tannins**

On prend 10g de poudre sèche de plante. On extrait les tannins avec 200 ml d'une solution aqueuse de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH à 1%. On filtre et on teste le filtrat avec quelques gouttes d'une solution aqueuse de FeCl<sub>3</sub>. L'apparition d'une couleur verte indique la présence de tanins. (**karumi et al., 2004**)

✓ **Les flavonoïdes**

On met 10g de poudre sèche de la drogue, dans 150 ml d'une solution d'HCL diluée à 1%. On la laisse macérer pendant 24h. Après filtration, on procède au test suivant : on prend 10 ml du filtrat, on le rend basique par l'ajout d'une goutte de NH<sub>4</sub>OH. L'apparition d'une couleur marron dans la partie supérieure du tube à essai indique la présence de flavonoïdes (**Okumu, 2005**).

✓ **Stérols et terpènes**

A 2 ml de la solution aqueuse (filtrat de la poudre de plante), on ajoute 5 ml de CHCl<sub>3</sub> et 2 ml d'acide acétique. Par la suite on ajoute quelques gouttes de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Un cercle marron clair est formé dans la zone de contact entre les deux liquides. Ceci indique la présence de stérols et terpènes (**Rafia et al., 2010**).

✓ **Mucilages**

A 1 ml de la solution à analyser, on ajoute 5 ml d'alcool absolu (alcool à 95 %). L'apparition de précipités floconneux montre la présence de mucilage. (**Adiaratou, 2001**)

## II- Les huiles essentielles :

### II-1- Procédé d'extraction :

Les huiles essentielles sont extraites par la méthode d'hydrodistillation. 70g des feuilles fraîches de sauge sont introduites dans un ballon de 500 ml. Imprégnées d'eau distillée, l'ensemble est porté à l'ébullition pendant 2 à 3 heures. Les vapeurs chargées de substances volatiles traversent le réfrigérant se condensent puis elles sont récupérées dans une ampoule à décanter. L'eau et l'H.E se séparent ensuite par différence de densité (**fig.20**).

Les H.Es extraites sont conservées à une température de 6° C, dans des flacons en verre opaque, fermés hermétiquement pour les préserver de l'air, de la lumière et des variations de température qui sont de principaux agents de dégradation. Une huile altérée perd son activité biologique.



**Figure 19:** Montage d'hydrodistillation utilisé pour l'extraction de l'huile essentielle

## II-2- Calcul du rendement :

Le rendement est le rapport de la quantité d'huile essentielle récupérée sur la quantité de la plante qui a été traitée par hydrodistillation, il est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$R = \frac{Pb}{Pa} \times 100$$

R : rendement de l'huile essentielle

Pb : quantité de l'huile essentielle récupérée en gramme

Pa : quantité de la plante utilisée en gramme (Hallel, 2011)

## III- Tests microbiologiques

### III-1- Origine et choix des souches bactériennes :

Les souches bactériennes choisies pour cette étude sont des bactéries potentiellement pathogènes (*E. coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213).

### III-2- choix des milieux de culture :

Afin de mettre en évidence l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la sauge officinale. Plusieurs milieux de culture ont été mis dans le **tableau 3** suivant :

**Tableau 3:** Caractères morphologiques étudiés pour les souches bactériennes

Espèces bactériennes	Milieu de culture	Gram	Aspect morphologique
<i>E. coli</i> ATCC 25922	Mac Conkey	Négatif	coccobacille
<i>Ps. Aeruginosa</i> ATCC 27853	Milieu gélosé King A	Négatif	Bacilles
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	Gélose Chapman	Positif	Coccus en grappe de raisin

### **III-3- Conservation des souches :**

On a conservé par la méthode suivante:

- Pour chaque souche utilisée, on ensemencé par stries une colonie bien isolée sur une gélose nutritive inclinée en utilisant une anse de platine préalablement flambée.
- Le tube à gélose inclinée est ensuite incubé à 37°C pendant 24 heures puis conservé à une température de 4 à 6 °C.

### **III-4- Mode opératoire :**

#### **➤ Préparation des boîtes de pétri**

- Placer la bouteille du milieu Muller Hinton (MH) pour toutes les bactéries dans l'autoclave en veillant à dévisser le bouchon.
- Laisser fondre jusqu'à ce que le milieu soit bien liquide.
- Répartir le contenu fondu dans les boîtes de pétri. Les fermer à reboucher tout de suite après remplissage en laissant le couvercle à moitié ouvert.
- Attendre que le milieu se solidifie pour fermer, retourner et conserver les boîtes à 4° C.

#### **➤ Préparation du repiquage**

- Prélever avec une pipette pasteur une colonie de chaque boîte de pétri (Mac Conkey, Gélose Chapman, Milieu gélosé King A) ensemencée respectivement avec les bactéries suivantes *E.coli*, *Staph* et *Pseudo*.
- Mettre à pousser entre 25 et 35°C jusqu'au lendemain.

#### **➤ Préparation des suspensions de bactéries**

- Verser 2 ml d'eau physiologique stérile dans 3 tubes stériles.
- Prélever avec une pipette pasteur des colonies isolées sur les 3 boîtes de pétri de MH repiquées d'*E.coli*, *Staph* et *Pseudo*.
- Plonger et agiter la pipette dans l'eau physiologique stérile de manière à mettre les cellules en suspension dans l'eau.

- Prélever de nouveau des colonies jusqu'à ce que la suspension se trouble et s'opacifie.
- Le trouble obtenu doit correspondre à l'étalon 0,5 de Mac Ferland.

➤ **Inoculation**

L'inoculation se fait par la méthode de Kirby-Bauer (2004), par écouvillonnage.

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

➤ **L'antibiogramme**

- **Principe**

L'antibiogramme est un test qui permet de mesurer la capacité d'un antibiotique à inhiber la croissance bactérienne *in vitro*. Il renseigne, par conséquent, sur la sensibilité des germes vis-à-vis des agents anti-infectieux (Hallel, 2011).

- **Choix des antibiotiques utilisés**

La société française de microbiologie a créé un comité de l'antibiogramme (CA-SFM) chargé de déterminer les valeurs critiques qui délimitent les catégories cliniques et de proposer un guide pour la détermination de la sensibilité des bactéries aux antibiotiques. Les valeurs critiques définies pour les diamètres des zones d'inhibition (**voir tableau 4**),

**Tableau 4:** Critères de catégorisation selon les valeurs critiques [24]

Catégorie	Diamètre ( $\emptyset$ ) (mm)
S	$\emptyset \geq D$
R	$\emptyset < d$
I	$d \leq \emptyset < D$

**R** (résistante), **S** (sensible), **I** (intermédiaire)

**NB:** On a utilisé dans l'antibiogramme six sortes d'antibiotiques (**voir tableau 4**) : la Vancomycine (VA), la Tétracycline (TE), la Lincomycine (L), l'Erythromycine (E), la Nitroxoline (NI), la Rifampicine (RF).

**Tableau 5 :** Les diamètres critiques et règles de lecture interprétative pour les souches testées

Les souches testées	Sigle (charge)	Famille	Nom de l'ATB	Diamètre critique mm	
				d	D
(E.coli)	VA (30 µg)	Glycopeptide	Vancomycine	≥ 17	-
	TE (30UI)	Tétracycline	Tétracycline	≥ 19	<17
	RF (30 µg)	-	Rifampicine	≥19	<14
	L (15 µg)	Lincosamides	Lincomycine	≥ 21	<17
	E (15UI)	Macrolides	Erythromycine	≥ 22	<17
(Staph)	VA (30 µg)	Glycopeptide	Vancomycine	≥ 7	-
	NI (20 µg)	-	Nitroxoline	≥30	<12
	RF (30 µg)	-	Rifampicine	≥ <b>29</b>	< <b>24</b>
	L (15 µg)	Lincosamides	Lincomycine	≥ 21	<17
	E (15UI)	Macrolides	Erythromycine	≥ <b>22</b>	< <b>19</b>
(Pseudo)	TE (30UI)	Tétracycline	Tétracycline	≥ 19	<17
	L (15 µg)	Lincosamides	Lincomycine	≥ 21	<17
	E (15UI)	Macrolides	Erythromycine	≥ 22	<17

- **Réalisation de l'antibiogramme**

- Déposer à la pince stérile un disque de chaque antibiotique sur la boîte MH de façon régulière (espacer au maximum les disques les uns des autres et la paroi) (**fig.20**).
- Repérer les endroits où sont posés les antibiotiques.

- **Mise en culture**

- Mettre à pousser 24h entre 25 et 35°C à l'étuve.
- Observer les boîtes et les conserver au froid.

- **Lecture**

Pour chaque souche, et pour chaque antibiotique :

- Mesurer avec précision en millimètre le diamètre de la zone d'inhibition.
- Reporter cette mesure sur l'échelle de concordance correspondante.
- Les résultats de l'antibiogramme indiquent alors si la bactérie est sensible (S), Intermédiaire (I) ou résistante (R) à l'antibiotique selon le tableau des recommandations 2010.

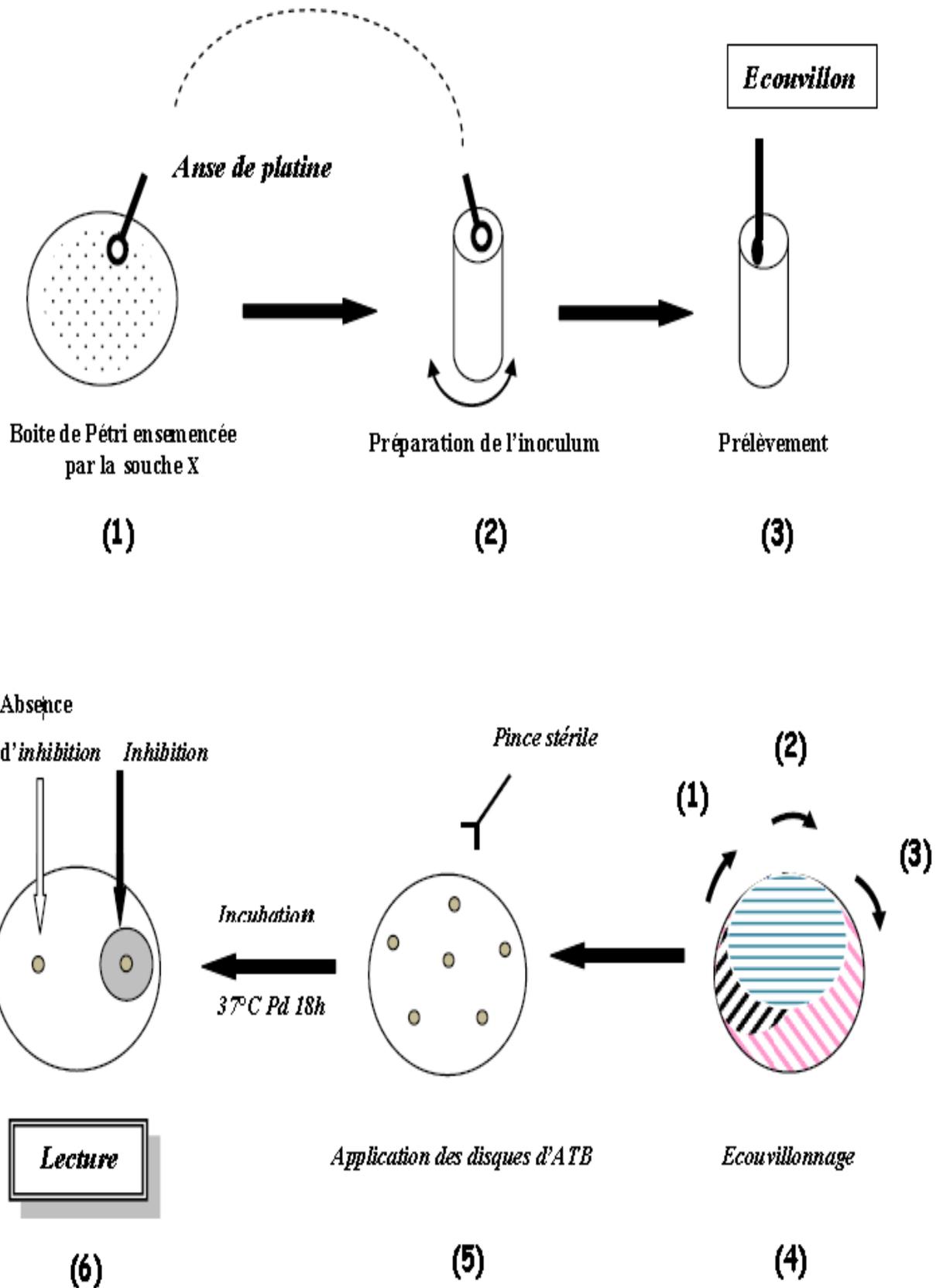


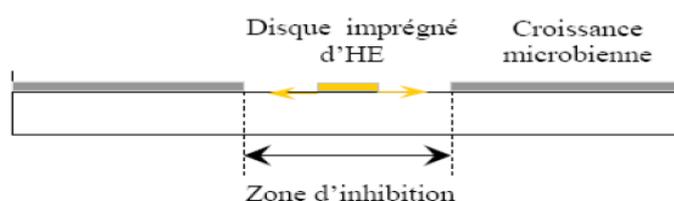
Figure 20: Technique de l'antibiogramme par la méthode de l'écouvillonnage

## IV- Test de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle

### IV-1 L'aromatogramme :

#### ➤ Principe

Cette méthode a le même principe que l'antibiogramme, sauf que les disques à antibiotiques sont remplacés par d'autres, imprégnés d'huile essentielle et l'activité de notre huile sera évaluée par la mesure du diamètre d'inhibition autour des disques (**fig.21**).



**Figure 21:** Schéma simplifié du principe de la méthode de l'aromatogramme (**Hallal, 2011**)

#### ➤ Mode opératoire

##### - Préparation de l'inoculum

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

##### - Préparation des disques

Des disques stériles de papier wathman de 6mm de diamètre ont été imprégnés d'huile essentielle brute de la sauge officinale.

##### - Ensemencement

- Le milieu Mueller-Hinton a été fondu puis refroidi. Il a été ensuite coulé en boîtes de Pétri à une épaisseur de 4 mm.

- Après solidification, la surface de la gélose a étéensemencée avec une suspension de la souche bactérienne correspondante (E.coli, Staph, Pseudo), par écouvillonnage.
- Les disques de papier wathman préalablement imprégnés d'huile essentielle ont été placés a la surface des boites de pétriensemencées.
- Des disques vierges ont été également placés à la surface des milieuxensemencés en guise de témoins.
- Incubation à 37° pendant 24 h.

**- Lecture**

La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide une règle en (mm). Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition et peut être symbolisé par des signes d'après la sensibilité des souches vis-à-vis des huiles essentielles.

Résistante	-	Diamètre < 8 mm
Sensible	+	Diamètre compris entre 9 à 14 mm
Très sensible	++	Diamètre compris entre 15 à 19 mm
Extrêmement sensible	+++	Diamètre > 20 mm

**Résultats et discussion :**

**I- Les tests phytochimiques :**

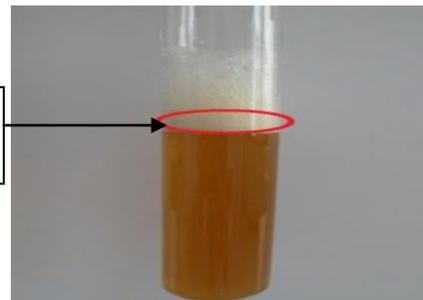
Les résultats des tests phytochimiques sur la poudre des feuilles de *Salvia officinalis* indiquent la présence des composés : les saponosides, les tanins, les flavonoïdes, stérols et terpènes et une absence des alcaloïdes et mucilages. Ils sont représentés par les images suivantes:

***Les saponosides (+)***



Avant

Apparition  
d'une mousse



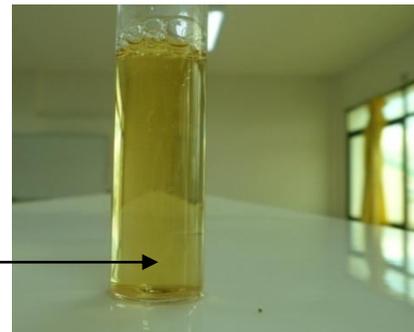
Après

***Les alcaloïdes (-)***



Avant

Absence d'une  
solution trouble



Après

***Les tanins (+)***



Avant

Apparition  
d'une couleur  
verte



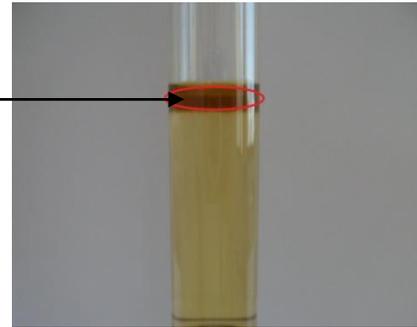
Après

*Les flavonoïdes (+)*



Avant

Apparition  
d'une couleur  
marron en haut  
du tube



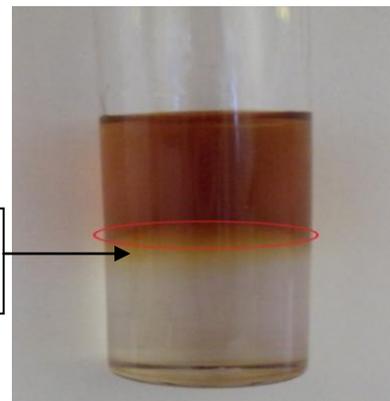
Après

*Stérols et terpènes (+)*



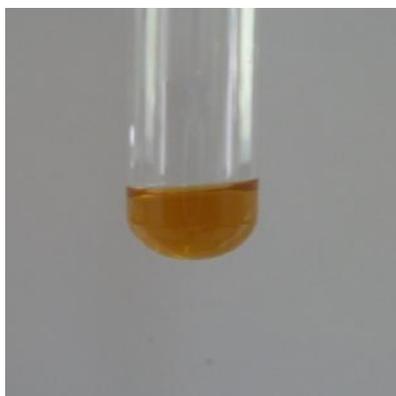
Avant

Cercle marron  
clair



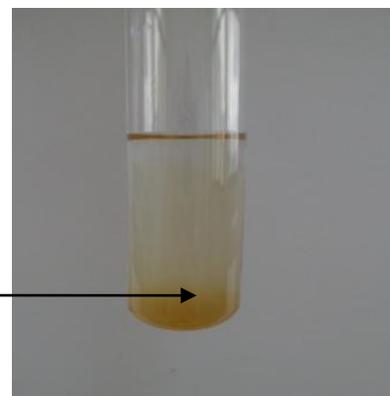
Après

*Mucilage (-)*



Avant

Absence des  
précipités  
floconneux



Après

(+) : test positif (-) : test négatif

Figure 22: Test d'identification des principes actifs de *Salvia officinalis*

Revue de la littérature sur *Salvia officinalis* ont révélé qu'il y avait peu d'études phytochimiques menées sur les espèces algériennes de sauge, et en raison de l'activité antibactérienne de son extrait aqueux et de criblage phytochimique qui a été trouvé pour contenir des groupes de produits naturels phytochimiques. (Muttalib et al., 2012)

Nos résultats n'ont pas révélé l'existence de mucilage et des alcaloïdes. Les feuilles de la plante sont riches en flavonoïdes, tanins, saponosides, et stérols et terpènes.

## **II- Le rendement en huile essentielle :**

On a extrait, l'huile essentielle de la sauge officinale à partir de ses feuilles. Ces dernières ont été cueillies de la montagne de Sellaoua Announa « Guelma », au mois de mars. Nous avons récoltés une quantité de l'huile essentielle avec un rendement égale à 0,8%. On remarque que ce taux est faible comparé aux résultats d'autres études (Chalchat et al., 1998) sur la même espèce récoltées d'autres pays.

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

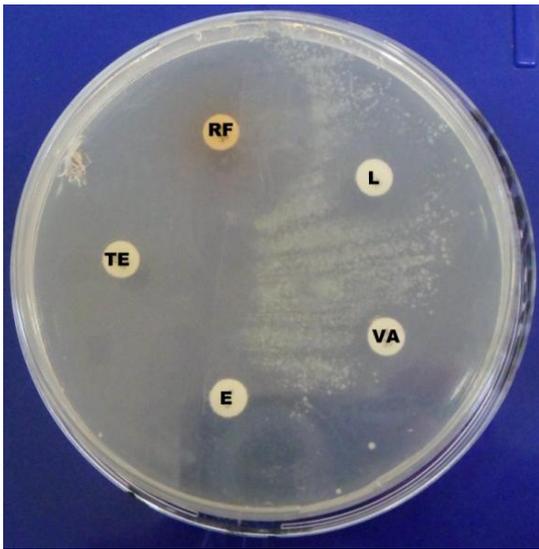
## **III- L'antibiogramme :**

Les résultats de l'antibiogramme sont représentés dans la **figure 23** et le **tableau 6**. On remarque :

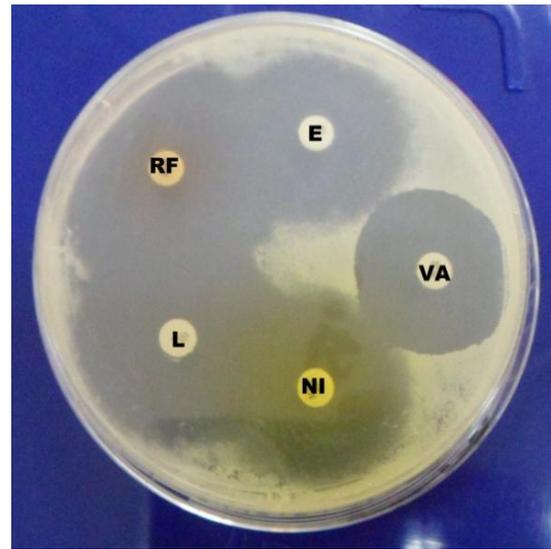
- qu'*Escherichia coli* est plus résistant que sensible aux antibiotiques. On note que pour cinq antibiotiques utilisés (VA, TE, L, E, RF), trois ont été inefficaces (VA, L, E) et deux ont eu un effet antibactérien (TE, RF) avec un plus grand diamètre d'inhibition pour la Tétracycline ( $\varnothing = 40\text{mm}$ ).
- *Staphylococcus aureus* est sensible à tous les antibiotiques utilisés (VA, NI, L, E, RF) et le diamètre d'inhibition le plus grand est celui de la Rifampicine ( $\varnothing = 40\text{mm}$ ).
- Enfin, *Pseudomonas aeruginosa* a résisté à tous les antibiotiques utilisés (TE, L, E).
- de ces trois résultats, on remarque que *Staphylococcus aureus* est la plus sensible aux antibiotiques suivit d'*Escherichia coli* et que *Pseudomonas aeruginosa* est la plus

résistante.

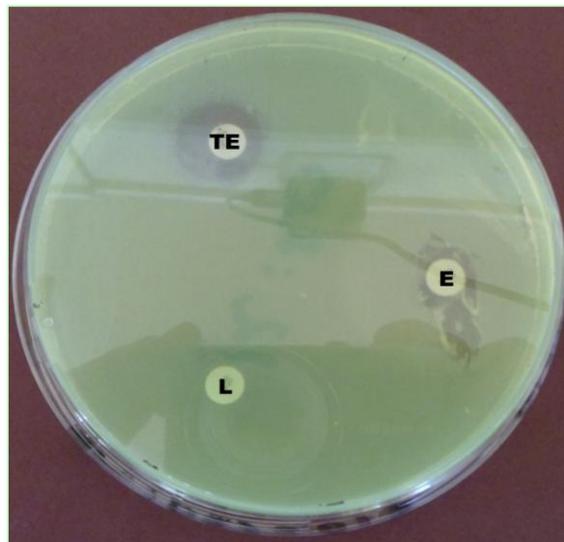
Ces résultats sont en accord avec la littérature selon laquelle les bactéries Gram+ montrent la plus grande sensibilité par rapport aux bactéries à Gram-. Chez les bactéries à Gram-, la membrane externe constitue une barrière de perméabilité efficace ; le lipopolysaccharide, grâce à ses charges négatives de surface empêche la diffusion des molécules hydrophobes alors que les bactéries à Gram + sont moins protégés parce que la paroi est formée d'une couche de peptidoglycane seulement qui n'entrave que la diffusion des poids moléculaire à 50 KD.



a) *Escherichia coli*



b) *staphylocoque aureus*



c) *Pseudomonas aeruginosa*

**Figure 23:** Les antibiogrammes de différentes souches étudiées

**Tableau 6:** Résultats de l'antibiogramme (Joffin *et al.*, 2001)

Les souches testées	Sigle (charge)	Famille	Nom de l'ATB	Ø lu mm	Catégorie clinique initiale
(E.coli)	VA (30 µg)	Glycopeptide	Vancomycine	14	<b>R</b>
	TE (30UI)	Tétracycline	Tétracycline	40	<b>S</b>
	RF (30 µg)	-	Rifampicine	32	<b>S</b>
	L (15 µg)	Lincosamides	Lincomycine	15	<b>R</b>
	E (15UI)	Macrolides	Erythromycine	14	<b>R</b>
(Staph)	VA (30 µg)	Glycopeptide	Vancomycine	29	<b>S</b>
	NI (20 µg)	-	Nitroxoline	29	<b>S</b>
	RF (30 µg)	-	Rifampicine	40	<b>S</b>
	L (15 µg)	Lincosamides	Lincomycine	34	<b>S</b>
	E (15UI)	Macrolides	Erythromycine	31	<b>S</b>
(Pseudo)	TE (30UI)	Tétracycline	Tétracycline	14	<b>R</b>
	L (15 µg)	Lincosamides	Lincomycine	7	<b>R</b>
	E (15UI)	Macrolides	Erythromycine	8	<b>R</b>

#### **IV- L'aromatogramme:**

L'évaluation du test de l'activité antibactérienne in vitro de l'huile essentielle brute de *Salvia officinalis* a montré qu'*E.coli* a été la plus sensible à cette huile avec un diamètre d'inhibition égale à 15mm suivit de *S.aureus* avec un diamètre égale à 10mm tandis que *P.aeruginosa* n'a montré aucune sensibilité vis-à-vis de cette huile (**voir tableau 7 et figure 24**).

Ce résultat concorde avec plusieurs travaux :

**Salah benkhrara et al., (2011)** ont étudiés l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur quelque entérobactéries pathogènes en utilisant une méthode différente de l'aromatogramme utilisé dans notre travail (la méthode de diffusion sur gélose en puits). Les résultats ont montrés que cette huile est très active sur les souches d'*E.coli*.

Une autre étude **PIBERI., (2005)** a montré que *S.aureus* est sensible à plusieurs huiles essentielles de différentes plantes aromatiques.

En testant l'activité antibactérienne de l'huile essentielle, d'*E. globulus* et du thym sur les trois souches (*E.coli*, *S.aureus* et *P.aeruginosa*), un groupe de chercheurs : **Hersh – Martinez et al., (2005)** et **Bouhdid et al., (2006)** ont constatés que le diamètre de la zone d'inhibition le plus grand est celui d'*E.coli* suivit de *S.aureus* et que *P.aeruginosa* ne présente aucune zone.

L'activité antibactérienne des huiles essentielles de différentes plantes aromatiques s'explique par la lyse des membranes bactériennes. Les huiles essentielles, flavonoïdes, alcaloïdes voire même les tanins pourraient induire une fuite d'ions potassium au niveau de la membrane et par voie de conséquences des lésions irréversibles au niveau de cette membrane. Cette perméabilité au potassium est un effet précurseur de leur mort.

**Tableau 7:** Diamètres des zones d'inhibition en (mm) de l'aromatogramme

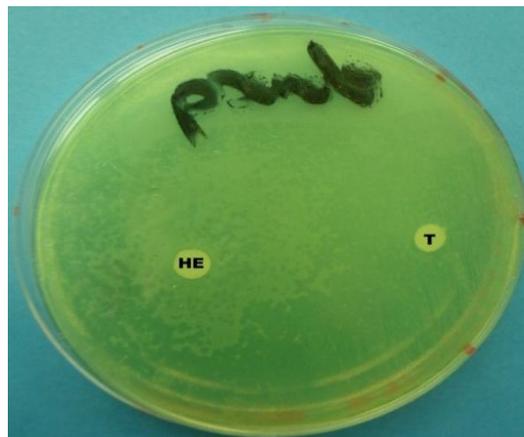
Souches	Diamètres des zones d'inhibition en mm	Résultats
<i>Escherichia coli</i>	15mm	Très sensible
<i>Staphylococcus aureus</i>	10mm	Sensible
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Pas d'une zone d'inhibition	Résistante



a) *Escherichia coli*



b) *Staphylococcus aureus*



c) *Pseudomonas aeruginosa*

**T** : Témoin, **HE** : Huile essentielle

**Figure 24:** L'aromatogramme de différentes souches étudiées

En comparant chaque aromatochrome de chaque souche étudiée à l'antibiogramme de la même souche, on constate que (**voir tableau 6 et tableau 7**):

- Pour *E.coli*, le diamètre de la zone d'inhibition de l'huile essentielle ( $\varnothing = 15\text{mm}$ ) est inférieure à celui du plus grand diamètre de l'antibiotique qui est représenté par la TE ( $\varnothing = 40\text{mm}$ ) et il est supérieur au faible diamètre de l'antibiotique qui est représenté par la VA et E ( $\varnothing = 14\text{mm}$ ).

De là, on peut conclure qu'*E.coli* présente une sensibilité à l'huile essentielle supérieure à celle de la VA et l'E.

- Pour *S.aureus*, le diamètre de la zone d'inhibition de l'huile essentielle ( $\varnothing = 10\text{mm}$ ) est inférieur aux diamètres des antibiotiques utilisés dans la même souche.

On peut donc dire que l'effet des antibiotiques face à *S.aureus* est bien meilleur que l'huile essentielle.

- *P.aeruginosa* est résistante face aux antibiotiques, mais également à l'huile essentielle de la sauge officinale.

Concernant le *P.aeruginosa*, cette bactérie est connue pour sa résistance à n'importe quel genre d'agents antimicrobiens. En réalité, ce comportement n'est pas étonnant parce que le *P.aeruginosa* a une capacité de former un biofilm (une organisation complexe composée de différentes strates dans lesquelles les bactéries se retrouvent en conditions physiologiques spécifiques à leur situation).

## **Conclusion**

Dans ce travail, la plante choisie est *salvia officinalis*, récoltée dans la région de Guelma en mars 2013. Les études phytochimiques et microbiologiques réalisées nous ont permis de conclure que :

- Notre plante est riche en métabolites secondaires, où nous avons constaté la présence des flavonoïdes, des stéroïdes et terpènes et des tanins.
- L'extraction de l'huile essentielle des feuilles de *salvia officinalis* a été réalisée par hydrodistillation. Le rendement a été de 0.8%.

Nous avons essayé d'évaluer *in vitro* l'activité antibactérienne de l'huile essentielle des feuilles de *salvia officinalis* vis-à-vis des trois souches suivantes: *E.coli*, *S.aureus* et *P.aeruginosa*.

Parmi ces bactéries, *E.coli* semble être la plus sensible à l'huile essentielle avec un diamètre de la zone d'inhibition qui est de 15mm, suivit de *S.aureus* avec un diamètre de 10mm. Quant à *P. aeruginosa*, elle est insensible à l'action de l'HE et des antibiotiques utilisés.

Par rapport aux antibiotiques utilisés dans l'antibiogramme, l'action de l'HE sur *E. coli* est légèrement supérieure à celle des deux antibiotiques : la Vancomycine et l'Erythromycine.

## **Perspectives**

Pour confirmer les résultats de l'effet antibactérien de la sauge officinale, on doit tout d'abord :

- Elargir l'échantillonnage c'est-à-dire utilisé un nombre élevé des souches bactériennes.
- L'aromatogramme doit être refait plusieurs fois.
- Utiliser la CPG couplée à la spectrométrie de masse pour identifier les différents composés actifs de l'huile essentielle de sauge et leurs concentrations exactes.
- Faire une extraction et tester individuellement l'effet antibactérien des composés actifs de l'huile essentielle et leur synergie.

- Déterminer si l'effet antibactérien de l'huile est de type bactéricide ou bactériostatique.
- Calculer la CMI (concentration minimale inhibitrice) et la CMB (concentration minimale inhibitrice).

---

**Annexe : Composition des milieux de culture en g /l (Benzeggouta., 2005).**

**Milieux Chapman**

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

PH=7,4

**Gélose Mueller Hinton**

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

PH=7,4

**Gélose au sang cuit**

• **Gélose de base Columbia**

- Poly peptone .....	17 g.
- Peptone pancréatique de cœur.....	3 g.
- Extrait autolytique de levure.....	3 g.
- Amidon de maïs .....	1 g.
- Chlorure de sodium.....	5 g.
- Agar agar bactériologique.....	13,5 g.

PH=7,3

- **sang du mouton**

10 ml pour un flacon de 250 ml de gélose de base Columbia.

**Mac konckey**

Peptone pancréatique de gélatine .....	17 g.
Tryptone.....	1,5 g.
Peptone pepsique de viande .....	1,5 g.
Lactose .....	10 g.
Sels biliaires.....	1,5 g.
Chlorure de sodium.....	5 g.
Rouge neutre .....	30 mg.
Cristal violet .....	1 mg.
Agar agar bactériologique.....	13,5 g.

PH=7,1.

**King A**

Peptone .....	20 g.
Agar purifié .....	12 g.
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (anhydre).....	10 g.
MgCl <sub>2</sub> (anhydre).....	1,4 g.

PH=7, 1

**Références bibliographiques**

**ABRAHAM. E.**, Bio-raffinage de plantes aromatiques et médicinales appliqué à *Hibiscus sabdarif* L. et à *Artemisia annua*, Thèse de doctorat à L'institut national polytechnique de toulouse, 2006, 185p.

**ADIARATOU. T.**, Étude de la phytochimie et de l'activité antipaludique de *Alchornea cordifolia* Schmach (*Euphobiaceae*). Doctorat en pharmacie, Bamako (Mali), 2001, P60.

**AOUADHI. S.**, Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle a étude de 57 plantes recommandées par les herboristes, mémoire de master, à la faculté de médecine de Tunis, 2010, 76p.

**ATTOU. A.**, Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques des extraits de la plante *ruta chalepensis* (Fidjel) de la région d'Ain Témouchent, mémoire de magister, à l'Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, 2011, 119p.

**AUG. M. M.**, Mémoires de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève, Volume 5, 504p, 1833.

**BAMBEKE. F. V., PHARM. S., TULKENS. P.**, Pharmacologie et Pharmacothérapie Anti-infectieuse Antibiotiques-Antifongiques, Université catholique de Louvain, 2008, 212p.

**BELBACHE. H.**, Investigation phytochimique de l'extrait chlorofome de *centaurea parviflora* desf, Mémoire de Magister, à l'Université Mentouri Constantine, 2010, 136p.

**BENABID. R.**, Rôle de l'élastase du neutrophile dans les infections pulmonaires à *Pseudomonas aeruginosa*, Thèse de Doctorat, à l'Université de Reims Champagne-Ardenne 2009, 161p.

**BENEDICTE. H.**, Phytothérapie et aromathérapie en élevage biologique bovin enquête auprès de 271 éleveurs de France, Thèse de Doctorat à l'Université Claude-Bernard – Lyon I, 2008, 145p.

**BENKHERARA. S., BORDJIBA. O., BOUTELIS. D. A.**, Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la sauge officinale : *Salvia officinalis* L. sur quelques entérobactéries pathogènes, Laboratoire de biologie végétale et environnement, Faculté des sciences, Département de biologie, Université Badji Mokhtar, BP12, Annaba, Algérie, Vol 23, p72-80, 2011.

**BENZEGGOUTA. N.,** Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connues comme aliments, Mémoire de Magister, à l'Université Mentouri Constantine, 2005,135p.

**BHAR. H., BALOUK. A.,** Les Plantes aromatiques et médicinales, le Centre de Recherche Forestière et l'Institut National des Plantes Médicinales et Aromatiques, Maroc, 27p, 2011.

**BOUDRY.C., BREZELLE.C. H.,** Microbiologie Immunologie, 2ème Edition, Wolters Kluwer, France, 126p, 2006.

**BOUGROW. S.,** Reconnaître les champignons les plante et baies sauvages, E/P/A, 410 p, 2009.

**BOUGUERRA. A.,** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculum vulgare* Mill. En vue de son utilisation comme conservateur alimentaire, Mémoire de Magister, à l'Université Mentouri Constantine, 2012,128p.

**BOUHDJERA. K.,** Contribution a l'étude chimique et biologique de deux plantes médicinales Sahariennes *Oudneya africana* R.Br. et *Aristida pungens* L, Thèse de Doctorat en Chimie Organique Appliquée, a l'Université Abou Bekr Belkaid, 2005, 149p.

**BOULLARD. B.,** Plantes médicinales du monde croyances et réalités, Boeck secundair, 636p, 2001.

**BOUVET. A., BUU-HOI. A., COIGNARD. S., LOUBINOX. J., PAUL. G.,**  
Diagnostic biologique d'une infection bactérienne, GHU OUEST, Paris, 2005, 63p.

**BUSSER. C.,** Se soigner par les plantes du XIVème au XXème siècle, Université de paris et Strasbourg, 210p, 1997.

**CAUVET. D.,** Nouveaux éléments d'histoire naturelle médicale, Baillière, 387p, 1829.

**CHALCHAT. J.C., MICHET.A., PASQUIER.B., FLAVOUR FRAGR. J.,** 1998,13 68.

**CHARLES. J., SCHWILGNE. A.,** Traité de matière médicale, 2<sup>ème</sup> Edition, J.A. Brosson, 347p, 1809.

**CLAUDE. J.,** L'aromathérapie pédiatrique, Mémoire de Magister, 2010, 48p.

**CORBEL. S.,** Aromathérapie et problèmes digestifs Guide pratique à utiliser à l'officine, avril 2012,16p.

**CUVIER. G., RICHARD. A., AUGUSTE. P., DRAPIEZ. J.,** Histoire naturelle médicale et pharmaceutique, H. Dumont, 501p, 1835.

**DA SALIVA. F.,** Utilisation des huiles essentielles en infectiologie ORL, Thèse de doctorat en Pharmacie, à l'université Henri Poincaré - NANCY 1, 2010,160p.

**DEDET.J.P.,** Microbiologie, des ses origines aux maladies, Dunod Pris, 289p, 2007.

**DELMEE. M.,** Microbiologie Médicale, Université Catholique de Louvain, 2004, 176p.

**DUHOU. N., YAMNI. K., TAHROUCH. S.,** Screening phytochimique d'une plante endémique Ibéro-Marocaine, Thymeloealy thyroïdes. Bull Soc Phrm. Bordeaux 142 : 61-78, 2003.

**DUVAL. L.,** Les Huiles Essentielles à L'officine, Thèse de doctorat, à l'Université de Rouen-France, 2012, 154p.

**EBERAIER. J. C., KAPELER. J. B.,** Manuel de pharmaciens et des droguistes. On traite des caractères distinctifs, des altérations et sa phistications des médicaments simple et composés, J.A Brosson et J.S. Chandé, 204p, 1821.

**EUZEBY. J. P.,** Dictionnaire de Bactériologie Vétérinaire, Ecole nationale de vétérinaire Toulouse, France, 2005, 1087p.

**FELLAH. S., ROMDHANE. M., ABDERRABA. M.,** Extraction et Etude des Huiles Essentielles de *saliva officinalis.L* Cueillie dans Deux Régions Différentes de la TUNISIE, J. Soc. Alger. Chim., 16(2), 193-202,2006.

**FESTY. D.,** Les huiles essentielles ca marche tous les bons gestes pour se soigner autrement, Le duc S, 2009, 320p.

**GERARD. D.,** Flore forestière française : guide écologique illustré région méditerranéenne, foret privée française, 2421p, 2008.

**GILLY. G.,** Les plantes aromatiques et huiles essentielles a grasse : Botanique, Culture, Chimie Production et Marché, Edition l'Harmattan, 414p, 2005.

**GOTZ. P, BUSSER. C.,** La phytocosmétologie thérapeutique, springer, 188p, 2007.

**GOUTIER. J.,** L'herbier des jardins collection de plantes vivrières aromatiques médicinales et ornementales, La Maison Rustique Flammarion, 2009.

**GRAS. D.,** Etude des interactions entre les cellules épithéliales respiratoires humaines normales et mucoviscidiques et staphylococcus aureus, Thèse de Doctorat, à l'Université de Reims Champagne-Ardenne, 2006,185p.

**GUINDO. A. Y.,** Etude prospective de la prescription et de la consommation des antibiotiques dans le centre de sante de référence de la commune III du district de Bamako, Thèse de Doctorat, à l'Université de Bamako, 2008, 59.

**GUINOISEA. E.,** Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action, Thèse de Doctorat, à l'Universite de Corse Pasquale Paoli, 2010,184p.

**GUY. F.,** Arbres et plantes médicinales du jardin, Fernand Lanore, 162p, 2002.

**HALLEL. Z.,** Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes des *citrus* application sur la sardine (*sardina pilchardus*), mémoire de magister a l'universite Mouloud Mammeri Tizi-ouzou, 2011, 120p.

**HANS. D., KOTHE.W.,** 1000 Plantes aromatiques et médicinales, Terres Edition, 2007.

**HART. T., SHEARS. P.,** Atlas de poche microbiologie 1, Flommarion Medecine-Science, paris, 317p, 1999.

**HENNEKINNE. J. A.,** Nouvelles approches pour la caractérisation des toxi-infections alimentaires a staphylocoques a coagulase positive, Thèse de Doctorat, à l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech), 2009, 183p.

**HIPPOLYTE. I., ALLAIN. P., PELLECUER. J.,** Variation de la teneur de certains composés de l'huile essentielle de la sauge (*salvia officinalis* L.) en fonction de divers états physiologiques.huile essentielle, biochimie, *salvia officinalis*, micropropagation, vitroplant, terpène, société botanique de France. Acta Bot. gall. Bull. Soc. Bot. Fr (1904). Tome 140-Fascicule 2, p 225-225,1993.

**HIRECHE. M.,** Effet des plantes médicinales sur les maladies cardiovasculaires, D.E.S, à l'Université senia Oran, 2004, 68p.

**HOEFLER. C.,** Contribution à l'étude pharmacologique des extraits de Rosmarinus officinalis.L, et notamment des jeunes pousses : activités cholérétiques anti hépatotoxiques, anti-inflammatoires et diurétiques, Thèse Doctorat de l'Université de Metz, 1 994,170p.

**ISERIN. P.,** Encyclopédie des plantes médicinales, Larousse, 335p, 2001.

**JEAN. M, POLESE.,** La culture des plantes aromatiques, Edition Artémis, 321p, 2006.

**JOFFIN. J. N., LEYRAL. G.,** Microbiologie Techniques : 1 Dictionnaire des techniques, 3<sup>ème</sup> Edition, Bordeaux, CRDP d' Aquitaine, 320p, 2001.

**KARUMI. Y., ONYEYILI. P. A., OGUGBUAJA. V. O.,** Identification of active principales of *M. balsamina* (balsam Apple) leaf extract .J. Med. Sci. 4:179-182, 2004.

**KECHKAR. M.,** Extraction de la silymarine et étude de son activité antimicrobienne, Mémoire de magister, à l'Université Mentouri Constantine, 2008, 99p.

**KHENAKA. K.,** Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogénèse ruminale chez l'ovine, Mémoire de Magister, à l'Université Mentouri Constantine, 2011,81p.

**KOUCHE. M.,** Détermination de l'effet antibactérienne de l'huile essentielle d'eucalyptus globulus, Mémoire de magister, à l'Universite de Badji Moukhtar, Annaba,2009.

**LAIB. I.,** Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* sur les moisissures des légumes secs, Mémoire de Magister, à l'Université Mentouri Constantine, 2011, 122p.

**LAVIGNE. J. P.,** Staphylocoque, DFGMS2 'Infectieux',2012, 26p.

**LOEUILLART. A. E. C.,** Principales de botanique médicale ; contenant l'abrégé de l'anatomie et de la physiologie végétales, l'énumération et la description des plantes médicamenteuses d'après la classification des végétaux, et la composition des préparations officinales que la pharmacie tire du règne végétal, Aimé Payen, 371p, 1821.

**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.

**LOUKIADIS. E.,** Facteurs de virulence et dissémination dans l'environnement *via* les effluents d'abattoirs d'animaux de boucherie d'*Escherichia coli* entérohémorragiques (EHEC), Thèse de Doctorat, à l'Université Toulouse-France, 2007, 225p.

**MADI. A.,** Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (*Thym et Sauge*) et la mise en évidence de leurs activités biologiques, mémoire de magister, à l'Université Mentouri Constantine, 2010,116p.

**MALECKY. M.,** Métabolisme des terpenoides chez les caprins, Thèse de Doctorat, à l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech), 2011,206p.

**MEBARKI. N.**, Extraction de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* et application a la formation d'une forme médicamenteuse antibacterienne, Mémoire de magister à l'université Méhamed Bougara Boumerdes, 2010,185p.

**MOHAMMEDI. Z.**, Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen, Mémoire de magister, à l'Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, 2006, 155p.

**MONTET. M. P.**, Contamination des aliments par les *Escherichia coli* producteurs de Sigh toxine acido-resistance, Shiga-toxines (STEC) en France, et importance de l'acido-résistance des souches, Thèse de Doctorat, École Pratique des Hautes Études, Lyon-France, 2009, 72p.

**OKUMU. D. E.**, Vitamines and mineral contents of two Nigerian plants. Int. J. Mol. Adv. Sci. 1:375-38, 2005.

**PIOCHON. M.**, Étude des huiles essentielles des espèces végétales de la flore laurentienne : compositions chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse, Thèse de doctorat à l'Université du Québec ,2008.213p.

**PIOLLET. N.**, Se soigner grâce aux huiles essentielles, Ideo Eds, 250p, 2010.

**PRESCOTT. L., HARLEY. J., KLEIN. D.**, Microbiologie, 2ème Edition de Boeck Universite-Bruxelles, 1137p, 2003.

**RAFIA. R., BASHIRA. G., SEEMA. A., AZRAN. K., AKBAR. M.**, Phytochemical screening of *prunella vulgaris* L. an important medicinal plant of Kashmir, Département of biochemistry, Regional Research in Unani Medicine Plant Tissue Culture Laboratory, Centre of Research for Development University of Kashmir, Srinagar-190006, J&K, India, Pak. J. Pharm. Sic., Vol.23, p399-402, 2010.

**ROQUE. M. C.**, Comprendre et traiter une douleur physique d'origine somatique, Mémoire de fin d'études, France, 2011, 59p.

**ROUX. D.**, Conseil en aromathérapie, 2<sup>ème</sup> Edition, Wolters Kluwer, France, 2008, 187p.

**SCIMECA. D., TELOU. M.**, votre sante par les huiles essentielles c'est nature c'est ma santé, Alpen Editions S.A.M, 94p, 2005.

**SOMMERARD. M.**, Le chemin des aromes, Médicis, 270p, 2006.

**THILLAYE.**, Premier catalogue-matière médicales, Béchut, Paris, 266p, 1829.

**VERBOIS. S.**, Plantes et herbes aromatique saveurs et vertus, Fernande Lanore , 234p, 2003.

**VIMONT. A.**, Optimisation de la recherche des *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC), Thèse de Doctorat, à l'Université Claude Bernard, LYON 1, 2007, 318p.

**WILSON. M., GUYLAINE.G.**, Fleurs comestibles du jardin à la table, Fides, 371p, 2008.

**ZAHALKA. J. P.**, 230 Huiles Essentielles, 170 maux traités, Dauphin, Paris, 367p, 2010.

**ZEGHAD. N.**, Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne, Mémoire de magister à l'Université Mentouri Constantine, 2009, 84p.

**Webographie**

- (1)-Anonyme.<http://www.hunzaroma.com/images/nouvelles/-.pdf>. DC : 18/02/2013.
- (2)-Anonyme.<http://www.lessources-cnb.be/generalite-huiles-essentielles.pdf>.DC : 13/01/2013.
- (3)-Anonyme.<http://www.compus.UVSQ.fr/claroline/kh/downled.php?un-MPNL2010>. DC : 16/02/2013.
- (4)Anonyme.<http://www.sigmadrach.com/calalog/product/aldrich/HS9605?lang=en&region=DZ>. DC : 07/01/2013.
- (5)-Anonyme.<http://www.scienforlife.eu/tekst%20what%20is%20spualene.html>.DC : 12/01/2013.
- (6)-Anonyme.<http://spcgaulu.pagesperso-orange.fr/hydrodistillation.html>.DC : 23/04/2013.
- (7)-Anonyme.<http://www.petitpanda.info/index.php?module=he&id=24>. DC : 05/03/2013.
- (8)-Anonyme.<http://www.cms.fr/cw/dossiers/doschim/decourt/parfums/voir-elaboparf.html>. DC : 22/03/2012.
- (9)-Anonyme.<http://odeursparfumsetlhomme.blogspot.com/p/ii-les-techniques-dextraction-des.html>. DC : 28/12/2012.
- (10)-Anonyme.<http://ulbuo.wikidot.com/methodes-d-extraction>. DC : 23/04/2013.
- (11)-Anonyme.<http://tpe-huile-essentielle.e-monsite.com/pages/i.les-differents-procedes-d-extraction-d-unr-huile-essentielle/1-extraction-par-micro-ondes.html>. DC : 17/02/2013.
- (12)-Anonyme.<http://www.condense.aroma.free.fr/TMP/hect.pdf>. DC : 03/01/2013.
- Anonyme.<http://www.01sante.com/xoops/modules/icontent/index.php?page=656>.DC : 01/05/2013.
- (13)-Anonyme.<http://www.produits-biologiques.org/pdf/info-prodiut.pdf>.DC : 29/04/2013.
- 14- Anonyme. <http://www.ethnolpants.com/salvia-officinalis>. DC : 14/04/2013.
- 15-Anonyme.<http://www.fond.rcran-image.com/galerie-membre,fleur-sauge.souge->

officinale-p1070458,pg.php. DC: 27/04/2013.

16- Anonyme. <http://www.fr.zero.wikipedia.org>. DC : 30/04/2013.

17- Anonyme. <http://www.sophy.u-3mrs.fr/photohtm/HI566.html>. DC : 25/04/2013.

18-(16)- Anonyme.<http://www.phytomania.com/frame1024.html>. DC : 09/01/2013.

19- Anonyme.[www.gnis.fr/index/action/page/id/529](http://www.gnis.fr/index/action/page/id/529). DC : 29/04/2013.

(20)-Anonyme.<http://www.activite-anti-bact/la-sauge-officinale/index.php.html>.DC : 10/02/2013.

(21)-Anonyme.<http://www.guide-phytosante.org/anti-inflam-antalgiques/sauge/sauge-mise-grade-dangers.html>. DC : 15/011/2012.

(22)- Anonyme.[wwz.ifremer.fr/lern-eng/nœuds-caches/unite-technique-microbiologie](http://wwz.ifremer.fr/lern-eng/nœuds-caches/unite-technique-microbiologie).DC : 17/04/2013.

(23)- Anonyme.[www.science-et-vie.net](http://www.science-et-vie.net). DC : 22/04/2013.

(24)-Anonyme.[Nosobase.chu.lyon/fr/recommandation/.../2010\\_antibitique\\_cafm.pdf](http://Nosobase.chu.lyon/fr/recommandation/.../2010_antibitique_cafm.pdf). DC : 03/03/2013.

## Résumé

L'émergence des microorganismes pathogènes, pose actuellement un problème de santé publique particulièrement préoccupant. En effet, la résistance des germes aux antibiotiques rend quelques fois le traitement thérapeutique inefficace et impose la recherche de nouveaux agents antimicrobiens. Le recours aux plantes médicinales constitue alors une des plus intéressantes pistes à explorer ; c'est dans cette perspective que nous nous sommes intéressés à l'étude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de la sauge officinale de la région de Guelma. Nous avons procédé à l'extraction de cette huile à partir des feuilles de la plante ainsi que l'évaluation de son pouvoir antibactérien vis-à-vis de quelques bactéries potentiellement pathogènes. Les résultats obtenus ont démontré que l'huile essentielle possède un pouvoir antibactérien intéressant principalement sur *E. coli*. La zone d'inhibition enregistrée pour cette souche ( $\varnothing = 15\text{mm}$ ) dépasse légèrement celle provoquée par la vancomycine et l'érythromycine ( $\varnothing = 14\text{mm}$ ). 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.

**Mots clés :** activité antibactérienne - *salvia officinalis* - les huiles essentielles - les antibiotiques

## ملخص

إن بروز الكائنات المجهرية الممرضة يطرح حاليا مشكلا للصحة العمومية و بصفة جد مقلقة. في الواقع إن مقاومة الجراثيم للمضادات الحيوية تجعل العلاج الاستدوائي غير فعال في بعض الأحيان و يستوجب البحث عن عوامل ضد الجراثيم، إن اللجوء إلى النباتات الطبية يمثل واحدة من أهم السبل الواجب استغلالها، و لهذا الغرض نحن معنيون بدراسة النشاط البكتيري لزيت نبات المرمية لولاية قالمة. في هذه الدراسة تطرقنا إلى استخلاص الزيت الطيار من اوراق نبات المرمية و كذا تقييم قدرته على تثبيط البكتيريا تجاه بعض الأنواع البكتيرية التي لها القابلية ان تكون ممرضة. النتائج المتحصل عليها تبين ان الزيت الطيار يملك القدرة على تثبيط البكتيريا و خاصة بكتيريا القولون. سجلت منطقة التثبيط لهذه البكتيريا 15 ملم تفوق بشكل طفيف تلك التي تأثرت بالفونكوميسين و الاريتروميسين 14ملم. النتائج المتحصل عليها تحمل تأكيدا علميا للاستعمال الواسع لهذا الصنف النباتي (المرمية) و بهذا فان تأثير المركبات النباتية المستخلصة بإمكانه مزاحمة تأثير المضادات الحيوية.

**الكلمات المفتاحية :** نشاط ضد البكتيري - المرمية - الزيوت الطيارة - المضادات الحيوية

## Abstract

The emergence of pathogen microorganisms is currently a public health concern. Indeed, the resistance of germs to antibiotics makes sometimes the therapeutic treatment inefficient and requires the search for new antimicrobial agents. The use of medicinal plants is then one of the most interesting paths to explore; it is in this perspective that we were interested to study the antibacterial activity of essential oil of Guelma's sage (*salvia officinalis*). In this study, we performed the extraction of essential oils from the leaves of plant and the evaluation of its antibacterial activity against some potentially pathogenic bacteria. The antibacterial test revealed that the essential oil passes an interesting antibacterial effect principally against *E.coli*. The recorded inhibition zone ( $\varnothing = 15\text{mm}$ ) slightly exceeds those caused by vancomycin and erythromycin ( $\varnothing = 14\text{mm}$ ). These results are promising and provide a scientific validation to the massive use of this species. Thus the effect of natural substances extracted from medicinal plants may well rival that of antibiotics.

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

