

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret–

Faculté Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Génétique moléculaire et amélioration des plantes

Présenté par :

KAMEL Ikram Aicha

MAARADJI Rachida

LOUKRIF Nabila

*Thème*

**Rendement en huile essentielle et activité  
Antibactérienne de *Lavandula stoechas* L**

Soutenu publiquement le 25/06/2025

**Jury:**

**Président: Melle SOUALMI Nadia**

**Encadrant: Mr MAGHNI Benchera**

**Examineur : Mme BOUZID Assia**

**Grade**

**MAA(Univ.Tiaret)**

**Pr.(Univ.Tiaret)**

**MCA(Univ.Tiaret)**

**Année universitaire 2024-2025**

REMERCIEMENT

## **Remerciement**

---

**Avant toutes choses, Nous remercions Dieu, le tout puissant, pour nous  
avoir donné la force et la patience.**

**Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et notre vive connaissance à  
Mr Maghni Benchohera, pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande  
rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseil et la confiance qu'il nous accordé  
nous ont permetons de réaliser ce travail.**

**Nous adressons nos sincères remerciements à Mme Bouzid Assia.**

**Chef de specialité Génétique moléculaire et amélioration des plantes d'avoir accepté  
de présider le jury.**

**Nous tenos également nosvifs remerciements à Melle SOUALMI Nadia, L'honneur  
qu'il nous a fait en acceptant d'examiner ce mémoire.**

**J'exprime nos vifs remerciements Aux personnels du laboratoire microbiologie et  
biochimie d'université Iben Khaldoun Tiaret pour leur aide.**

**À tous nos amis.**

**À tous les étudiants de mastère génétique moléculaire et amélioration de plantes.**

**À toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou  
Indirectement, à la réalisation de ce travail.**

# DÉDICACES

# DÉDICACES

*Je dédie ce travail à :*

*Mes chers parents : Mr **Kamel Mohamed** et Mme **Hachemi Mokhtaria**.*

*Pour leur amour inestimable, Leur confiance, leur soutien, Leurs sacrifices*

*Et toutes les valeurs qu'ils ont su m'inculquer.*

*Ma trèschère Grande Mère Aicha et Grande père Daraji.*

*Qui m'a toujours soutenu Que Dieu la garde pour nous.*

*Mes frères très cher Salah et Abd rahman et yasen pour son amour, sa  
complicité et sa présence.*

*À mon encadrant, Monsieur Benchohra Maghni,*

*Mes proches amis Pour leurs précieux encouragements surtout,*

*Pour se tenir à côté de moi jusqu'à la fin de ce travail.*

***KAMEL Ikram Aicha***

# DÉDICACES

*Je dédie ce travail à tous ceux qui, de près ou de loin, ont été une source de force, de réconfort et d'inspiration tout au long de ce parcours.*

*À ma famille, refuge de mon cœur et ancrage de ma vie,  
À mes chers parents, dont l'amour inconditionnel, le soutien constant et les prières m'ont porté dans les moments les plus décisifs.  
À la mémoire de mon père bien-aimé, Maaradji Abd elrahmane,  
Ta sagesse et ta force tranquille continuent d'éclairer mes pas.*

*Que ce travail soit un hommage sincère à ta noble mémoire Que ce travail soit une modeste offrande à ta mémoire noble et éternelle.  
À ma mère adorée, Refas Djemaa,  
Merci pour ta patience, ton courage silencieux et ton amour infini. Tu es et resteras ma boussole, mon abri, et ma plus grande bénédiction.*

*Merci d'avoir été à la fois le cœur et la force, en remplissant les deux rôles avec amour et courage après le départ de mon père*

*À mon frère unique, Amine,  
Et à mes sœurs chéries : Yaqout, Malika, Cherifa ,Rahma ,Ahlem et Siham ,  
Merci pour votre présence bienveillante, votre affection sincère et vos encouragements discrets mais précieux.*

*À ma grand-mère, Maissa,  
Ta tendresse et ta force de caractère ont toujours été un soutien moral inestimable.*

*À mes amies proches, Hayet et Hanane,  
Votre écoute attentive, vos mots justes et votre bienveillance ont été des phares dans mes journées parfois longues.*

*À mon encadrant, Monsieur Benchohra Maghni,  
Je vous adresse ma profonde gratitude pour votre accompagnement rigoureux, vos conseils éclairés et la confiance que vous m'avez accordée.*

*À mes collègues estimées, Ikram et Nabila,  
Merci pour votre complicité, votre générosité et toutes ces parenthèses de joie partagées au quotidien.*

*Ce mémoire est le fruit d'un cheminement marqué par les défis, enrichi par les liens humains, et nourri par une gratitude profonde.  
Qu'il soit le témoin silencieux de tout ce que vous m'avez offert en soutien, en amour et en lumière.*

## ***Rachida***

# DÉDICACES

**À ma chère mère,**

*Tu es partie trop tôt, et je n'ai pas eu la chance de partager ce moment avec toi.*

*Je te dédie ma réussite, car **tu es la raison, tu es la force, tu es la fierté.***

*Qu'Allah te fasse miséricorde et t'accorde le Paradis comme demeure.*

*À celle qui repose, si Dieu le veut, au Paradis, avec tout mon amour et ma reconnaissance.*

**À la mémoire du jour du départ : 25/07**

**À mon cher père, Loukrif Mohamed,**

*Source d'amour et de vie, pour tout ce que tu as fait et continues de faire pour moi, sans limites.*

*Les mots ne suffisent pas à exprimer toute ma gratitude.*

*Ton soutien dans les moments difficiles allume en moi la flamme de la réussite.*

**À mes chères sœurs, Fatiha, Bouchra et Souhila,**

*Vous avez toujours été à mes côtés et m'avez énormément aidée dans la réalisation de ce travail.*

*Merci pour votre soutien inconditionnel et vos encouragements sincères.*

**Et bien sûr, à nos deux petits bourgeons de la famille, Leïla et Mohamed,**

*Merci à vous pour votre présence lumineuse.*

**À tous les membres des familles Loukrif et Yousfi,**

*Je ne peux pas vous citer un par un, mais je vous remercie du fond du cœur pour votre appui, votre affection et vos encouragements.*

*Avec toute ma gratitude.*

## Nabila

## Résumé

---

Dans ce travail, nous avons évalué le rendement ainsi que l'activité antibactérienne de l'huile essentielle extraite par hydro-distillation à partir des feuilles, fleurs et tiges de *Lavandula stoechas* L., récoltée dans deux régions distinctes : Djebel Guezoul et Ouled Boughadou.

Le rendement en huile essentielle pour les échantillons de Djebel Guezoul s'est révélé plus élevé, atteignant 2,41 % sans les tiges et 2,37 % avec les tiges, contre 0,84 % sans tiges et 0,66 % avec tiges pour les échantillons d'Ouled Boughadou.

L'activité antibactérienne des huiles essentielles a été testée contre deux souches bactériennes : *Escherichia coli* (Gram -) et *Staphylococcus aureus* (Gram +). Les résultats montrent une activité inhibitrice plus marquée contre *S. aureus*. Pour l'écotype de Djebel Guezoul, les diamètres des halos d'inhibition étaient de 20 mm (sans tiges) et 13 mm (avec tiges) contre *S. aureus*, et de 10 mm (sans tiges) et 9 mm (avec tiges) contre *E. coli*. En ce qui concerne l'écotype d'Ouled Boughadou, les diamètres observés étaient de 20 mm (avec tiges) et 12 mm (sans tiges) contre *S. aureus*, et de 11 mm (sans tiges) et 9 mm (avec tiges) contre *E. coli*.

Ces résultats permettent de classer les deux bactéries selon leur sensibilité vis-à-vis de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. Ainsi, *Staphylococcus aureus* est considérée comme très sensible, tandis qu'*Escherichia coli* présente une sensibilité intermédiaire.

**Mots-clés :** *Lavandula stoechas* L, huile essentielle, rendement, activité antibactérienne.

## تلخیص

في هذا العمل، قمنا بتقييم المردود والنشاط المضاد للبكتيريا للزيت العطري المستخرج عن طريق التقطير المائي من الأوراق لجبل غزول وأولاد بوغود، الذي تم جمعه من منطقتين مختلفتين، *Lavandula stoechas* L. والزهور والسيقان لنبات

بدون السيقان و%2.37 مع 2.41% أظهر مردود الزيت العطري للأعينات المأخوذة من جبل غزول قيمة أعلى، حيث بلغ بدون السيقان و%0.66 مع السيقان بالنسبة لأعينات وأولاد بوغودو 0.84% السيقان، مقابل

سالبة الغرام) *Escherichia coli*: تم اختبار النشاط المضاد للبكتيريا للزيوت العطرية ضد سلالتين من البكتيريا *Staphylococcus aureus* (موجبة الغرام). أظهرت النتائج نشاطاً تثبيطياً أكثر وضوحاً ضد *Staphylococcus aureus* (مع السيقان 13 و (مم بدون السيقان 20 بالنسبة للإيكوتيب المأخوذ من جبل غزول، بلغ قطر مناطق التثبيط *S. aureus*. أما بالنسبة للإيكوتيب المأخوذ من أولاد بوغدو، فقد *E. coli* ضد (مع السيقان 9 و (مم بدون السيقان 10، و *S. aureus* (مع 9 و (مم بدون السيقان 11، و *S. aureus* ضد (مع السيقان 12 و (مم بدون السيقان 20 لوحظت أقطار تبلغ (مع السيقان *E. coli* ضد (السيقان

، *Lavandula stoechas* L. تظهر هذه النتائج إمكانية تصنيف البكتيريا المدروسة حسب حساسيتها تجاه الزيت العطري لنبات حساسية متوسطة *Escherichia coli* ذات حساسية عالية، بينما تظهر *Staphylococcus aureus* حيث تُعتبر

، زيت عطري، المرود، النشاط المضاد للبكتيريا Lavandula stoechas L: الكلمات المفتاحية

## Summury

In this study, we evaluated the yield and antibacterial activity of the essential oil extracted by hydro-distillation from the leaves, flowers, and stems of *Lavandula stoechas L.*, collected from two distinct regions: **Djebel Guezoul** and **Ouled Boughadou**.

The essential oil yield from the Djebel Guezoul samples was higher, reaching **2.41% without stems** and **2.37% with stems**, compared to **0.84% without stems** and **0.66% with stems** for the Ouled Boughadou samples.

The antibacterial activity of the essential oils was tested against two bacterial strains: **Escherichia coli** (Gram-negative) and **Staphylococcus aureus** (Gram-positive). The results showed a stronger inhibitory effect against **S. aureus**. For the Djebel Guezoul ecotype, the inhibition zone diameters were **20 mm (without stems)** and **13 mm (with stems)** against *S. aureus*, and **10 mm (without stems)** and **9 mm (with stems)** against *E. coli*. As for the Ouled Boughadou ecotype, the observed diameters were **20 mm (with stems)** and **12 mm (without stems)** against *S. aureus*, and **11 mm (without stems)** and **9 mm (with stems)** against *E. coli*.

These results allow for the classification of the two bacteria based on their sensitivity to the essential oil of *Lavandula stoechas L.* Thus, **Staphylococcus aureus** is considered highly sensitive, while **Escherichia coli** show intermediate sensitivity.

**Keywords:** *Lavandula stoechas L.*, essential oil, yield, antibacterial activity

# Table des matières

## Chapitre I: Aperçu bibliographique sur *lavandula stoechas L*

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Introduction.....                                                        | 1  |
| Chapitre I: Aperçu bibliographique sur <i>lavandula stoechas L</i> ..... | 3  |
| I.1 Nomenclature.....                                                    | 4  |
| I.2 Systématique.....                                                    | 4  |
| I.3 Répartition géographique.....                                        | 5  |
| I.4 Caractéristique botanique .....                                      | 7  |
| I.4.1 Feuilles.....                                                      | 7  |
| I.4.2 Fleures.....                                                       | 8  |
| I.4.3 Corolles.....                                                      | 9  |
| I.4.4 Calice.....                                                        | 10 |
| I.4.5 Bractéoles et bractées.....                                        | 10 |
| I.4.6 Tiges.....                                                         | 11 |
| I.5 Caractéristiques écologiques.....                                    | 12 |

## Chapitre II : Généralité sur Les huiles essentielles

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| II.1 Définition d'huile essentielle.....       | 14 |
| II.2 Localisation des huiles essentielles..... | 14 |
| II.3 Propriétés physiques .....                | 15 |
| II.4 Composition chimique.....                 | 16 |
| II.4.1 Les terpènes.....                       | 16 |

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>II.4.2 Monoterpènes.....</b>                                          | <b>18</b> |
| <b>II.4.3 Sesquiterpènes.....</b>                                        | <b>19</b> |
| <b>II.5 Toxicité des huiles essentielles .....</b>                       | <b>20</b> |
| <b>II.6 Les rôles des HEs.....</b>                                       | <b>20</b> |
| <b>II.6.1 Le role physiologique.....</b>                                 | <b>21</b> |
| <b>II.6.1.1 Propriété antiseptique.....</b>                              | <b>21</b> |
| <b>II.6.1.2 Propriété de défloculation.....</b>                          | <b>21</b> |
| <b>II.6.1.3 Propriété de diurèse.....</b>                                | <b>21</b> |
| <b>II.6.2 Le role thérapeutique.....</b>                                 | <b>22</b> |
| <b>II.7 Propriété et activité antimicrobienne des HEs.....</b>           | <b>22</b> |
| <b>II.7.1 Activité antibactérienne.....</b>                              | <b>23</b> |
| <b>II.7.2 Activité antifongique.....</b>                                 | <b>24</b> |
| <b>II.8 Principaux domaines d'application.....</b>                       | <b>25</b> |
| <b>II.8.1 Aromathérapie.....</b>                                         | <b>25</b> |
| <b>II.8.2 Parfumerie et cosmétologie.....</b>                            | <b>25</b> |
| <b>II.8.3 Industrie alimentaires.....</b>                                | <b>25</b> |
| <b>II.9 Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....</b>           | <b>26</b> |
| <b>II.9.1 Extraction par entraînement à la vapeur d'eau.....</b>         | <b>26</b> |
| <b>II.9.2 Extraction par hydro distillation d'huile essentielle.....</b> | <b>28</b> |
| <b>II.9.3 Extraction par solvants organiques .....</b>                   | <b>30</b> |
| <b>II.9.4 Extraction par fluide à l'état supercritique.....</b>          | <b>31</b> |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| <b>II.9.5</b> Extraction assistée par micro-onde.....  | 33 |
| <b>II.9.6</b> Extraction par les corps gras.....       | 34 |
| <b>II.10</b> Conservation des huiles essentielles..... | 36 |

### **Chapitre III: Matériels et Méthodes**

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>III.1</b> Matériels et Méthodes.....                                                                     | 38 |
| <b>III.1</b> Présentation des sites d'étude .....                                                           | 38 |
| <b>III.1.1</b> Présentation des sites d'étude 01 « Djebej Guezoul ».....                                    | 38 |
| <b>III.1.1.1</b> Situation géographique .....                                                               | 38 |
| <b>III.1.1.2</b> Caractéristiques édaphiques et topographiques .....                                        | 39 |
| <b>III.1.1.3</b> Caractéristiques Climatiques.....                                                          | 40 |
| <b>III.1.2</b> Présentation du site d'étude 02 « Ouled Boughadou » .....                                    | 40 |
| <b>III.1.2.1</b> Situation géographique .....                                                               | 40 |
| <b>III.1.2.2</b> Caractéristiques édaphiques et topographiques .....                                        | 42 |
| <b>III.1.2.3</b> Caractéristiques Climatiques.....                                                          | 42 |
| <b>III.2</b> Extraction des huiles essentielles .....                                                       | 43 |
| <b>III.2.1</b> Matériel végétale .....                                                                      | 43 |
| <b>III.2.2</b> Extraction des huiles essentielles .....                                                     | 44 |
| <b>III.2.2.1</b> Méthode d'extraction.....                                                                  | 44 |
| <b>III.2.2.2</b> Détermination du rendement.....                                                            | 45 |
| <b>III.2.2.3</b> Conservation d'huile essentielle .....                                                     | 46 |
| <b>III.3</b> Étude du pouvoir inhibiteur bactérien d'huile essentielle de <i>lavandula stoechas L</i> ..... | 46 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| <b>III.3.1</b> Souches bactériennes étudiées .....                 | 46 |
| <b>III.3.2</b> Préparation de la suspension bactérienne .....      | 46 |
| <b>III.3.3</b> Diffusion en milieu gélosé. ....                    | 46 |
| <b>III.3.4</b> Sensibilisé des souches bactériennes étudiées ..... | 47 |

## **Chapitre IV: Résultats et discussions**

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| <b>IV.1</b> Rendement en huile essentielle .....    | 49 |
| <b>IV.2</b> Activité antibactérienne.....           | 55 |
| <b>IV.3</b> Sensibilitédes souches bactérienne..... | 57 |
| Conclusion générale et perspectives .....           | 58 |
| Références bibliographiques.....                    | 61 |

## Liste des abréviations

---

**HE:** Huile essentielle

**MH:** Muller Hinton

**R:** rendement en HE exprimé en pourcentage (%)

**Ph:** Poids de l'HE en gr

**Pp :** Poids de la masse végétative en gramme

**E .coli :** Escherichia coli

**S. aureus :** Staphylococcus aureus

## Liste des figures

---

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 01 :</b> Distribution géographique de <i>Lavandula stoechas</i> L.....                               | 06 |
| <b>Figure 02:</b> Répartition géographique de <i>Lavandula stoechas</i> L. en Algérie.....                     | 07 |
| <b>Figure 03 :</b> Feuilles de <i>Lavandula stoechas</i> L.....                                                | 08 |
| <b>Figure 04 :</b> Fleurs de <i>Lavandula stoechas</i> L.....                                                  | 09 |
| <b>Figure 05 :</b> Corolles de <i>Lavandula stoechas</i> L.....                                                | 10 |
| <b>Figure 06 :</b> Bractées de <i>Lavandula stoechas</i> L.....                                                | 11 |
| <b>Figure 07 :</b> Structure de quelques monoterpènes.....                                                     | 19 |
| <b>Figure 08:</b> Exemples de sesquiterpènes entrant dans la composition chimique des huiles essentielles..... | 19 |
| <b>Figure 09:</b> Sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne.....                       | 24 |
| <b>Figure 10 :</b> Montage d'entraînement à la vapeur d'eau.....                                               | 27 |
| <b>Figure 11 :</b> Distillation à la vapeur d'eau.....                                                         | 28 |
| <b>Figure 12 :</b> Hydrodistillation simple.....                                                               | 29 |
| <b>Figure 13:</b> montage d'extraction par micro-onde.....                                                     | 33 |
| <b>Figure 14:</b> Schéma d'une installation de distillation sèche.....                                         | 35 |
| <b>Figure15:</b> Localisation de la zone d'étude Guezoul Tieret.....                                           | 38 |
| <b>Figure 16:</b> Localisation de la zone d'étude Ouled Boughadou.....                                         | 41 |
| <b>Figure17:</b> plante de lavandula stoechas de site Djebel Guezoul Tieret, 2025.....                         | 43 |
| <b>Figure 18:</b> plante de lavandula stoechas de site d'Ouled Boughadou, 2025.....                            | 43 |
| <b>Figure 19:</b> Montage d'hydrodistillation.....                                                             | 44 |
| <b>Figure 20:</b> Produit de d'hydrodistillation.....                                                          | 45 |
| <b>Figure 21 :</b> Rendement en huile essentielle des deux régions le djebel Guezoul et Ouled Boughadou.....   | 49 |

**Figure 22:** Diamètres des halos d’inhibition (en mm) des deux souches bactériennes (E .coli, S.aureus) testées par 15ul d’huile essentielle de site (1).....55

**Figure 23:** Photos des halos d’inhibition des deux souches bactériennes (E .coli ; Staph) testées par 15ul d’huile essentielle de site (1).....56

## Liste des tableaux

---

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau 01 :</b> Taxonomie de <i>Lavandula stoechas</i> L.....                                                                       | 05 |
| <b>Tableau 02</b> Variation des principaux constituants des huiles essentielles de <i>Lavandula Stoechas</i> L dans la littérature..... | 17 |
| <b>Tableau03:</b> Rendement en huile essentielle des deux régions le djebel Guezoul et Chellala...                                      | 49 |
| <b>Tableau 04:</b> Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles obtenues.....                                               | 50 |

# INTRODUCTION

# Introduction

---

Les plantes sont depuis toujours une source essentielle des médicaments. Aujourd'hui la majorité de la population mondiale et plus particulièrement dans les pays en voie de développement se soignent avec des remèdes traditionnels à base des plantes.

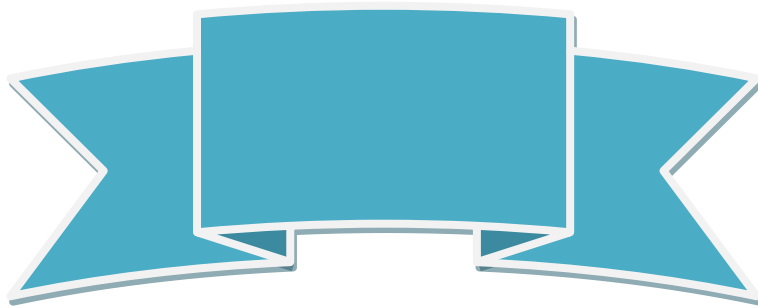
L'Algérie possède une richesse floristique considérable. On compte environ 3000 espèces de plantes **(QUEZEL ET SANTA, 1963)**. Ce potentiel de plantes médicinales explorer du comporte des espèces présentant divers intérêts et peut point de vue chimique et pharmacologique et constituent un axe non négligeable de recherche scientifique, plus particulièrement dans le domaine des substances naturelles.

Parmi les meilleures plantes médicinales utilisées en médecine alternative en Algérie *Lavandula stoechas* L. appartient à la famille des Lamiaceae.

Cette plante est connue par sa richesse en huile essentielle et par ses propriétés antibactériennes, antifongiques, antioxydant et désinfectant des plaies contre les problèmes dermiques **(GÖREN et al., 2002)**.

C'est dans ce contexte que le travail présenté, consiste à l'étude de rendement et d'activité antibactérienne d'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L des deux sites : le djebel Guezoul et Ksar-Chellala La réalisation de notre travail a demandé, une synthèse bibliographique dont le premier chapitre est réservé uniquement pour décrire les caractéristiques botaniques et écologiques de *Lavandula stoechas* L. Dans un autre chapitre nous avons présenté des généralités sur les huiles essentielles.

Dans la partie expérimentale nous avons commencé par la méthodologie d'extraction d'huile essentielle puis la présentation des différents résultats obtenus de rendement en huile essentielle et d'activité antibactérienne suivie par les discussions et les interprétations de ces résultats.



***Chapitre I***  
***Aperçu bibliographique***  
***Sur Lavandu la stoechasL.***

## **Chapitre I : Aperçu bibliographique Sur *Lavandu la stoechas*L.**

---

*Lavandula stoechas* L, C'est une espèce végétale bien connue appartenant à la famille des Lamiacées ou Labiées. Elle se présente sous la forme d'un arbrisseau ou d'un buisson très ramifié et Fortement aromatique, pouvant atteindre un mètre de hauteur. Son parfum intense rappelle celui du Pin. (JULLIEN, 2016 ; BENABDELKADER, 2012)

### **I .1. Nomenclature**

L'espèce *Lavandula stoechas* L. est communément appelée « lavande française », « lavande italienne », « lavande espagnole», « lavande des stoechade », « lavande maritime », « lavande papillon » ou « lavande à toupet ». (BENABDELKADER, 2012).

### **I .2. Systématique**

La lavande appartient à la famille des Lamiacées. Ces arbustes sont célèbres pour leurs fleurs très parfumées et pour leurs feuillages aromatiques et persistants. On compte trente-neuf espèces de lavandes, toutes originaires des régions sèches, ensoleillées et rocailleuses du monde. (SAADATIAN et al ., 2013).

Selon (UPSON et ANDREWS, 2004) la taxonomie de lavande papillon et La position systématique de *Lavandula stoechas* L, est la suivante : (HAFIANE et OUNNAS, 2018) (BOURKACHE et RAMDANI, 2016)

## Chapitre I : Aperçu bibliographique Sur *Lavandu la stoechas*L.

**Tableau 01 :** Taxonomie de *Lavandula stoechas* L (UPSON et ANDREWS, 2004 ; HAFIANE et OUNNAS, 2018 ; BOURKACHE et RAMDANI, 2016).

| Règne               | Plantes                                        |
|---------------------|------------------------------------------------|
| Sous règne          | Plantes vasculaires                            |
| Embranchement       | Magnoliophyta (Phanérogames ou Spermaphytes).  |
| Sous- embranchement | Angiospermes                                   |
| Classe              | Magnoliopsida (Eudicots ou Dicotylédones).     |
| Sous classe         | Astéridées ou Dialypétales                     |
| Ordre               | Lamiales                                       |
| Famille             | Lamiaceae (Lamiacées, ou famille de la menthe) |
| Sous famille        | Nepetoideae                                    |
| Genre               | Lavandula                                      |
| Espèce              | <i>Lavandula stoechas</i> (L)                  |

*Lavandula stoechas*, connue sous le nom de lavande stéchade ou lavande papillon, est une plante aromatique méditerranéenne. Elle se distingue par ses fleurs violettes surmontées de bractées en forme de « Papillons », ce qui la rend facilement reconnaissable.

Son huile essentielle est riche en composés bioactifs aux propriétés antibactériennes et antifongiques (DELEUIL GABRIEL NANISME et TELETOXIE, 1966)

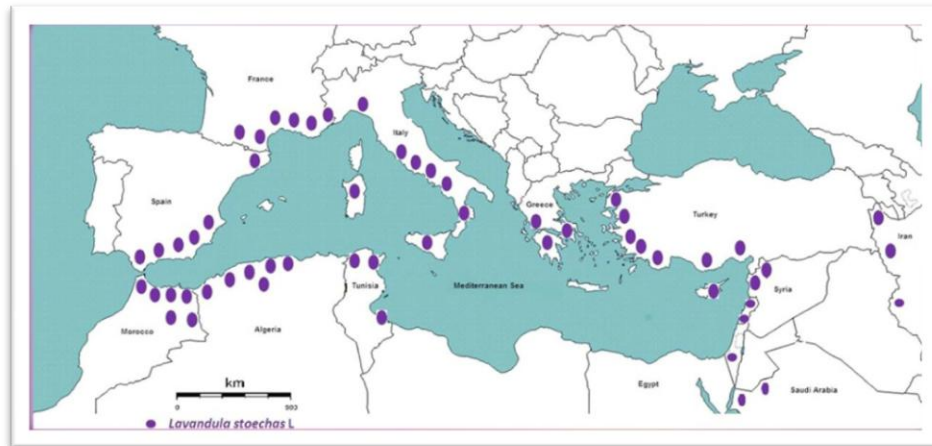
### I .3. Répartition géographique

#### I .3.1 Répartition géographique dans le monde :

Elle a été historiquement la première lavande à être formellement décrite et elle est aussi la lavande dont le territoire géographique est le plus vaste. Elle est répandue dans tout le bassin méditerranéen (Europe méridionale, l'Afrique du Nord et le Moyen Orient) avec une petite disjonction sur la frontière Lybie-Egypte (Figure 01). Actuellement, elle a été introduite et est cultivée en Bretagne, Nouvelle Zélande et en Australie. (BENABDELKADER, 2012).

## Chapitre I : Aperçu bibliographique Sur *Lavandu la stoechas*L.

---

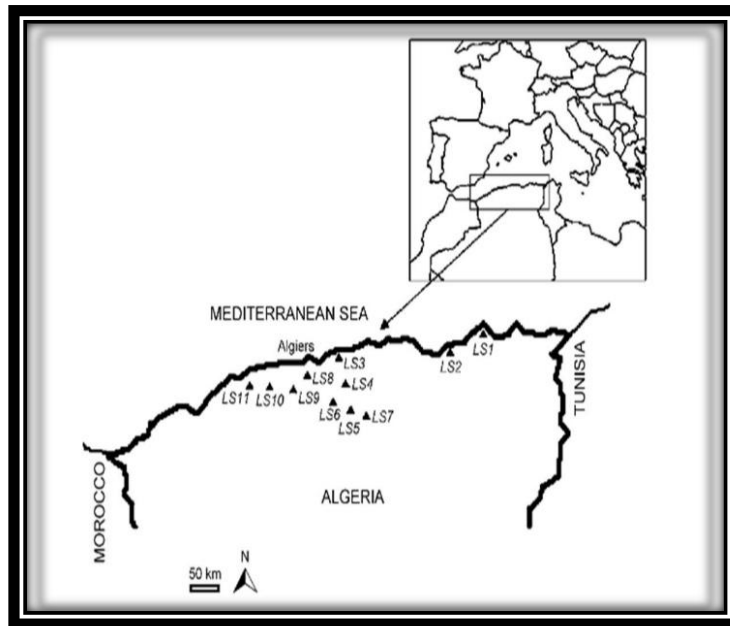


**Figure 01 :** Distribution géographique de *Lavandula stoechas* L (UPSON et ANDREWS, 2004).

### I .3.2 Répartition géographique en Algérie :

En Algérie, *Lavandula stoechas*, communément appelée (Helhal) en langue locale, est une plante largement reconnue pour ses propriétés aromatiques et médicinales.

Elle pousse abondamment dans les régions du nord du pays dans les wilayas (de Skikda, Jijel, Boumerdes, Bouira, Blida, Chlef et Tizi Ouzou) (BENABDELKADER, 2012), elle est parmi les très nombreuses espèces végétales qui forment la flore spontanée algérienne. (HAUSSEIN, 2000), (Figure 02)



**Figure 02:** Répartition géographique de *Lavandula stoechas* L. en Algérie  
(BENABDELKADER, 2011)

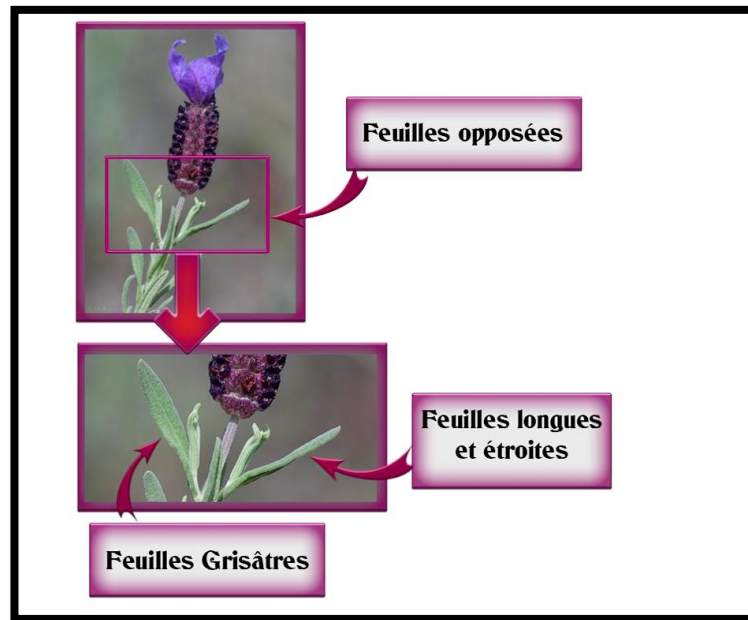
#### **I .4. Caractéristiques botaniques**

##### **I .4.1 Feuilles :**

Les feuilles de *Lavandula stoechas* L sont petites, grisâtres, tomenteuses. (BESOMBES, 2008).

Elles sont opposées, sessiles, oblongues, lancéolées, linéaires, étroites et recourbées sur les bords, d'une longueur de 2 à 4 cm. (BENABDELKADER, 2012).

Les feuilles ne possèdent pas de lobes ni de dents et elles sont dépourvues de stipules et de pétioles. (Figure 03)



**Figure 03 :** Feuilles de *Lavandula stoechas* L (FLORESALPES, 2019)

#### **I .4.2 Fleurs :**

Les fleurs, avec pédicelle, sont disposées en verticilles (**DEBEAUX, 1894**), tenues en grappes de cymes cylindriques ou quadrangulaires (**BATTANDIER, 1888**), à l'extrémité de tiges rarement feuillées (**BENABDELKADER, 2012**).

L'épi floral est court (**GUBB, 1913**), oblong, brièvement pédonculé; verticilles foliaires espacés. Chaque verticille est composé de deux feuilles opposées, linéaires, acuminées au sommet, longues de 3 - 4 cm et larges de 2 - 3 mm, hispides en dessus, incandescentes en dessous, dépassant les entre-nœuds, et de 6 - 8 petites feuilles linéaires-filiformes, naissant à l'aisselle des deux feuilles opposées composant le verticille, et 3 - 4 fois plus courtes que celles-ci (**DEBEAUX, 1894**).

Elles peuvent être le plus souvent mauves, bleues, violettes pourpres, roses ou lilas et parfois blanches.

## Chapitre I : Aperçu bibliographique Sur Lavandu la stoechasL.

---

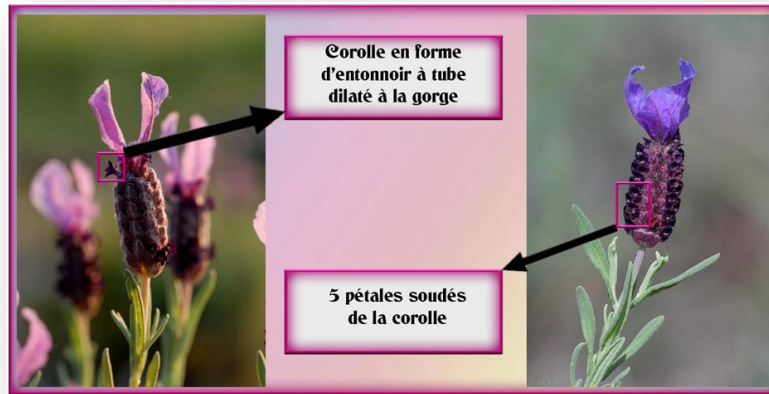
*Lavandula stoechas* L. connaît deux périodes de floraison par an, au printemps et ensuite à l'automne, (GIRAY et KIRICI, 2008) contrairement à certaines autres espèces de lavande qui ne fleurissent qu'une seule fois dans l'année. (Figure 04)



**Figure 04 :** Fleurs de *Lavandula stoechas* L (FLORESALPES, 2019).

### I .4.3 Corolles :

La corolle se compose de cinq pétales fusionnés (Figure 05). Elle a une forme en entonnoir et régulière, avec un tube qui se dilate à la gorge et possède deux lèvres. La lèvre supérieure comporte deux lobes, tandis que la lèvre inférieure en compte trois. Elle est fusionnée avec quatre étamines subégales. La taille des lobes peut varier. Dans la partie Stoechas, le tube s'intègre presque entièrement au calice. Les quatre étamines sont orientées vers le bas, généralement didynamous (comportant deux paires d'étamines de longueurs différentes), la paire antérieure étant plus allongée et intégrée dans le tube. Le stigmate est unique, bilobé ou capité. Les lobes nectarifères sont situés en face des ovaires. (BATTANDIER, 1888 ; QUEZEL, 1963 ; BENABDELKADER, 2012).



**Figure 05 :** Corolles de *Lavandula stoechas* L (FLORESALPES, 2019).

#### **I .4.4 Calice :**

Le calice présente une forme tubulaire courte avec cinq lobes terminant par des dents de taille inégale. Il présente une forme persistante, régulière ou bilabée (avec deux lèvres), la lèvre supérieure comportant alors trois lobes et la lèvre inférieure deux lobes. Les deux lèvres sont généralement de taille similaire, ou la lèvre postérieure est plus large, voire transformée en appendice portant huit, treize ou quinze nervures. Toutes les nervures des sépales inférieurs sont dirigées vers l'apex. Le changement de forme des calices fournit plusieurs indices cruciaux pour l'identification des sections et espèces. Dans le genre *Lavandula*, le lobe central de la lèvre supérieure produit une prolifération qui couvre l'ouverture du calice avant la floraison et après la chute de la corolle. (COUDERC–LE–VAILLANT et al., 1990).

#### **I .4.5 Bractéoles et bractées :**

Les bractéoles sont de petite taille, souvent insignifiantes (Figure 06). Les bractées se trouvent à l'emplacement des points de ramification, à la fondation de chaque cyme florale.

## Chapitre I : Aperçu bibliographique Sur *Lavandu la stoechas*L.

---

L'espèce *Lavandula stoechas* L. présente aussi des bractées particulièrement développées au sommet de l'inflorescence. Ces dernières sont allongées, colorées, dépourvues de graines et particulièrement séduisantes pour les pollinisateurs (**HERRERA, 1997**).

Les cymes sont supportées par des bractées dont la taille, la forme et la nervation diffèrent selon les espèces, et qui peuvent revêtir une importance taxonomique au sein du genre *Lavandula*. Dans les sections *Dentatae* et *Stoechas*, les bractées présentent une forme trapézoïdale avec une pointe courte, tandis que dans la section *Subnudae*, elles sont de forme triangulaire avec une pointe fortement allongée. Dans le sous-genre *Fabricia*, les nervures des bractées sont parallèles, tandis qu'elles présentent un motif réticulé dans les deux autres sous-genres. (**BENABDELKADER, 2012**).



**Figure 06 :** Bractées de *Lavandula stoechas* L (**FLORESALPES, 2019**).

### I .4.6 Tiges:

Mesurant entre 20 et 40 cm, de teinte grisâtre, ramifiés et carrés lorsqu'ils sont jeunes, ils se développent principalement au ras du sol avant de se redresser. Ils sont fortement couverts d'une sorte de poils étoilés, leurs parties inférieures sont dures et rugueuses, et ils forment un buisson

## **Chapitre I : Aperçu bibliographique Sur *Lavandu la stoechas*L.**

---

Dense après la taille. La floraison, qui se produit plus tôt qu'avec les autres types de lavande, a lieu d'avril à mai et ensuite en automne. (**ABBOU et BENABIDA, 2017**).

### **I .5. Caractéristiques écologiques**

Stoechas est une espèce végétale provenant du bassin méditerranéen. C'est un petit arbuste à feuillage persistant qui épanouit ses fleurs au printemps. Les lavandes, dans leur milieu naturel, prospèrent sur des terrains arides et calcaires ; elles peuvent en réalité s'adapter à différents types de sols, sauf à ceux qui seraient excessivement humides. En outre, elle résiste à la sécheresse, aux sols arides et aux vents forts. Elle a cependant une préférence pour les sols siliceux et les terrains de nature acide. Elle supporte les températures jusqu'à -5°C. La floraison, qui se produit plus tôt qu'avec les autres types de lavande, a lieu d'avril à mai et ensuite en automne. (**PETER, 2004 ; LIM, 2014**).



# **Chapitre II**

## **Généralité sur**

### **Les huiles essentielles**

### II.1.Définition d'Huile Essentielle (HE)

Selon AFNOR NF T 75-006 (1998) : l'huile essentielle est définie comme étant : « Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation sèche.

L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques pour les deux premiers modes d'obtention; elle peut subir des traitements physiques n'entraînant pas de changement significatif de sa composition [par exemple, redistillation, aération, ...] » **(REHAMNIA et KHLAIFIA et MESSIOD).**

Les huiles essentielles sont les essences précieuses extraites des herbes, des fleurs et des arbres. Ces huiles merveilleuses, pures et parfumées contiennent une substance vivante naturelle appelée "essence", qui est le pouvoir concentré et la force vitale de la plante **(SCHILLER et SCHILLER).**

Le terme « huile » s'explique par leur caractère hydrophobe et par la propriété que présentent ces composés de se solubiliser dans les graisses. Le terme «essentielle» fait référence au parfum, à l'odeur plus ou moins forte dégagée par la plante **(ABBOU et BENABIDA).**

Les huiles essentielles sont plus légères que l'eau et non miscibles ce qui permet de les séparer dans l'essencier de manière totalement naturelle. En revanche, elles se mélangent à l'alcool, à n'importe quel corps gras et à certains solvants **(FESTY et DANIELE).**

### II.2. Localisation des huiles essentielles dans les plantes :

Ces essences sont localisées dans différents organes de la plante. Elles sont présentes soit dans les organes végétatifs ; soit dans les organes reproducteurs. Nous les trouvons dans les feuilles et les fleurs, mais également dans les graines (semences), les racines, les fruits et les écorces. les tiges, le bois, etc. Et sont également concentrées dans certains cellules ou groupes spéciaux de cellules (glandes). Les huiles essentielles sont des produits naturels des plantes qui s'accumulent en structures spécialisées telles que des cellules d'huile, des trichomes glandulaires, et des conduits d'huile ou de résine. **(SYLVIE VERBOIS, 2001).**

### II.3. Propriété physico-chimiques des huiles essentielles :

Les huiles essentielles ont aussi des propriétés physiques communes. Elles ne sont pas solubles dans l'eau mais le sont dans les solvants organiques et huile végétales (**SAHNOUNE, 2019**).

- La plupart des huiles sont légères, leur densité est en général inférieure à celle de l'eau, elle varie de 0,75 à 0,99 (les huiles essentielles de saffron, de girofle ou de cannelle constituent des exceptions), leurs points d'ébullition varient de 160° à 240°C (**HASNI et ZEGHBA, 2017**).

- Les huiles essentielles s'oxydent facilement et sont à la fois photosensibles et thermosensibles. C'est pourquoi, il faut les conserver à l'abri de la lumière, de la chaleur mais surtout de l'oxygène de l'air, prévenant les risques d'acidification de ses composés (aldéhydes, cétones, phénols...) (**FERDES et SAIDIA, 2019**).

Malgré leurs différences de constitution, les huiles essentielles possèdent en commun un certain nombre de propriétés physico-chimiques :

- Les huiles essentielles sont des substances généralement liquides, très légères, de densité inférieure à celle de l'eau ( $0,750 < d < 0,990$ ).
- Elles se caractérisent par plusieurs propriétés organoleptiques (odeur, couleur, goût) ; sont souvent colorées en jaunes pâle ou incolore à température ambiante.
- Elles sont inflammables, volatiles (et odorantes) en fonction de la composition chimique (une huile essentielle riche en composés monoterpéniques est davantage volatile qu'une huile essentielle constituée majoritairement de sesquiterpènes. Cette caractéristique les différencie notamment des huiles végétales, qui sont grasses et tachent le papier de façon indélébiles. Elles sont peu solubles dans l'eau et solubles dans l'alcool et dans tous les solvants organiques (chloroforme, éther de pétrole, benzène, etc.).

## Chapitre II : Généralité sur Les huiles essentielles

---

- Elles se caractérisent par d'autres propriétés physico-chimiques mesurables, dont l'indice de réfraction est généralement élevé et le plus souvent sont douées d'un pouvoir rotatoire, on leur attribue des différents indices chimiques (indice d'acide, de peroxyde, de saponification, d'ester, d'iode ...). Les huiles essentielles s'oxydent et se polymérisent facilement, et pour éviter cela il faut les conserver à l'abri de la lumière et de l'air (OUIS, 2015 ; ELODIE, 2010)

### II.4. Composition chimique des huiles essentielles

Composition chimique *L. stoechas* a été plus particulièrement étudiée du fait de son aire de répartition large et de son utilisation traditionnelle très ancienne dans les différents pays méditerranéens avec des résultats variables (BENABDELKADER, 2012).

Le tableau 02 résume les principaux constituants des huiles essentielles de *L. stoechas* selon l'organe producteur et l'origine géographique dans la littérature. Ces variations sont qualitatives (composés différents) ou quantitatives (proportions différentes de certains composés).

**Tableau 02** Variation des principaux constituants des huiles essentielles de *Lavandula Stoechas* dans la littérature (BENABDELKADER, 2012.)

Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires des plantes. Ce sont des mélanges complexes et éminemment variables de constituants appartenant exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : les terpénoïdes et les composés aromatiques dérivés du phynélopropane (FERDES, et SAIDIA, 2019)

#### II .4.1 Les terpènes :

Sont des hydrocarbures formés par assemblage de deux ou plusieurs unités isopréniques, ce sont des polymères de l'isoprène de formule brute ( $C_5H_8$ ). Les huiles essentielles contiennent particulièrement des monoterpènes, des sesquiterpènes et peu souvent de diterpènes. Les terpènes sont de structures très diverses (acycliques, monocycliques, bicycliques,..) et contiennent la plupart des fonctions chimiques des matières organiques (YAACOUUB et TLIDJANE, 2018)

## Chapitre II : Généralité sur Les huiles essentielles

| Genre            | Espèce            | Origine                | Organe                             | Principaux<br>constituants<br>en (%)                                                  | Référence                  |
|------------------|-------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <i>Lavandula</i> | <i>L.stoechas</i> | Corse<br>(France)      |                                    | Fenchone (14-75)<br>camphre (2-56)<br>1,8-cinéol (3-14)<br>acétate de myrtényle (1-4) | Ristorcelli et col. (1998) |
|                  |                   | Crète                  | Feuilles<br>et<br>fleurs           | fenchone (44-48)<br>1,8-cinéol (5-16)<br>camphre (4-6)<br>acétate de myrtényle (2-9)  | Skoula et col. (1996)      |
|                  |                   | Cherchel<br>(Algérie)  | Feuilles<br>et<br>fleurs           | fenchone (31)<br>camphre (22)<br>p-cymène (6)                                         | Dob et col. (2006a)        |
|                  |                   | Cagliari<br>(Italie)   | Fleurs,<br>feuilles<br>et<br>tiges | fenchone (59-72)<br>camphre (9-15)<br>acétate de myrtényle (3-5)                      | Angioni et col. (2006)     |
|                  |                   | Australie              |                                    | camphre (48)<br>fenchone (21)<br>1,8-cinéol (9)                                       | Moon et col. (2007)        |
|                  |                   | Kairouane<br>(Tunisie) | Feuilles                           | fenchone (68.2)                                                                       | Bouzouita et col. (2005)   |

|  |                                                        |
|--|--------------------------------------------------------|
|  | camphre<br>(11.2)<br>1,8-cinéol +<br>limonène<br>(4.9) |
|--|--------------------------------------------------------|

## II .4.2 Monoterpènes :

Les composés monoterpéniques sont constitués de deux unités d'isoprène, leur formule chimique brute est C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>. Ces composés peuvent être: monoterpènes acycliques (myrcène, ocimènes), monoterpènes monocycliques ( $\alpha$ - et  $\gamma$  terpinène, p-cymène) et aux monoterpènes bicycliques (pinènes,  $\Delta^3$ -carène, camphène, sabinène). **(SELON BRUNETON et ai., 1999)** caractérisées par différentes fonctions: alcools, cétones, esters, aldéhydes, éthers, peroxydes, phénols.

## Chapitre II : Généralité sur Les huiles essentielles

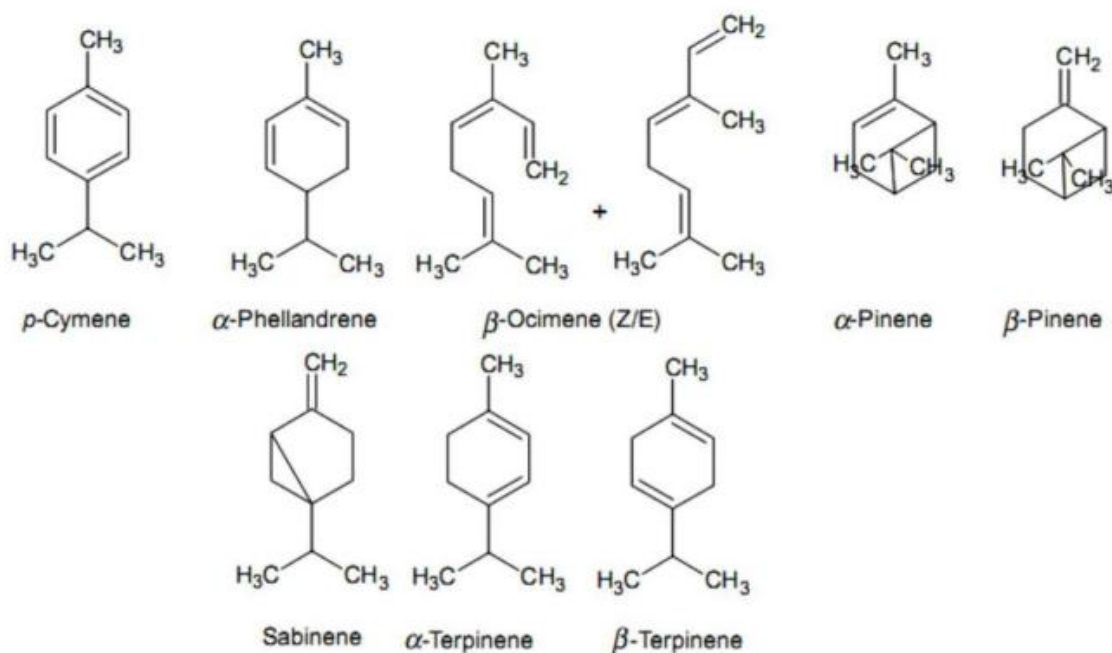


Figure 07 : Structure de quelques monoterpènes (MENACEUR, 2015).

### II .4.3 Sesquiterpènes

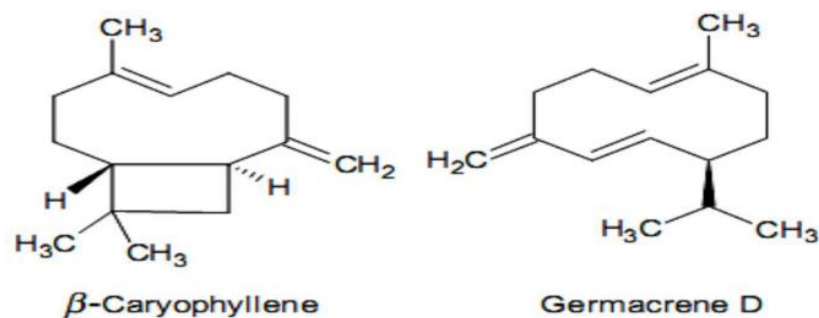


Figure 08: Exemples de sesquiterpènes entrant dans la composition chimique des huiles essentielles. (MENACEUR, 2015).

### II.5. Toxicité des huiles essentielles

Il faut savoir que les huiles essentielles, bien que produits issues de plantes, peuvent présenter une certaine toxicité. Il faudra donc toujours bien expliquer au patient ou à l'utilisateur qu'il est important de respecter scrupuleusement les voies d'administration, les posologies, les durées de traitement, les contre-indications de chaque huile essentielle **(VANGELDER, 2017)**.

Les huiles essentielles semblent n'être toxiques par ingestion que si celle-ci est faite en de grandes quantités et en dehors du cadre classique d'utilisation. Les huiles ne seront toxiques par contact que si des concentrations importantes sont appliquées. Elles sont des substances très puissantes et très actives, c'est la puissance concentrée du plant aromatique, il ne faut donc jamais exagérer les doses, quelle que soit la voie d'absorption, car toute substance est potentiellement toxique à dose élevée ou répétée **(ABBES, 2014)**.

### II.6. Le rôle des huiles essentielles.

Les parfums émis jouent un rôle attractif pour les insectes pollinisateurs. **(DEROIN, 1988)**.

De plus, en règle générale, les huiles essentielles constituent un moyen de défense naturel contre les insectes prédateurs et les microorganismes. Les substances émises sont dans ce dernier cas appelées «phytoalexines». Ce type de toxine n'est produit qu'en cas d'infection et n'entre donc pas dans la composition d'une huile essentielle provenant d'une plante saine. **(MANN, 1987)**.

L'utilité des huiles essentielles pour les plantes désertiques, a été rattachée à la conservation d'une humidité indispensable à la vie des plantes. Les vapeurs aromatiques ont pour propriété de saturer l'air autour de la plante, empêchant la température du jour de monter jusqu'à un degré insupportable pour la vie végétale et la nuit de façon excessive, aussi les huiles essentielles constituent une ressource énergétique, facilitant certaines réactions chimiques. **(BELAICHE, 1979)**.

### **II.6.1.Rôle physiologique**

Le rôle physiologique des huiles essentielles est aujourd'hui mis en lumière par les progrès scientifiques :

#### **II.6.1.1.Propriétés antiseptique**

C'est-à-dire microbicide (tue microbes et virus pathogènes). Elles s'affairement par endroit supérieur aux « antibiotiques » classiques parce qu'elles ont une action bactériolytique (**BEZAGER et COLL., 1992**).

#### **II.6.1.2.Propriétés de défloculation**

Les huiles essentielles sont défloculantes (solvants). C'est-à-dire qu'elles « lysent » collent aux mucosités visqueuses en cristallisant (noyaux durs issus des métabolismes et engendrés par les excès de viande et d'amidons, causes profondes de la plupart des maladies) (**BERNADET, 1983**).

#### **II.6.1.3.Propriétés de diurèse**

L'huile essentielle fait fonctionner les 4 grandes émonctoires (peau avec ses 3 glandes, reins, poumons et intestins), facilitant le drainage des déchets et résidus humoraux solubles vers leurs émonctoires spécialisés.

## Chapitre II : Généralité sur Les huiles essentielles

---

### II.6.2. Rôle thérapeutique :

Les huiles essentielles, reconnues pour leurs propriétés thérapeutiques, agissant sur la personne dans sa globalité les huiles **(ORANGES et al., 1973 ; ABRASSART et al., 1992)**.

Essentielles possèdent des propriétés thérapeutiques variées : -Remédient aux problèmes respiratoires.

-Diminuent la tension nerveuse **(LEMIRE, 2000)**.

-Améliorent la circulation sanguine.

-Aident le corps à traiter les impuretés.

-Soulagent la nervosité et les douleurs rhumatismales.

Il semble que les huiles essentielles extraites de certaines aromatiques ont un rôle important dans notre vie soit physiologique ou bien thérapeutique, sans oublier le rôle biologique de ces huiles (inhibiteurs des germinations et protecteurs les plantes des prédateurs insectes, champignons).

### II .7. Propriétés et activités antimicrobienne des HEs :

Les HEs ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers. Elles ont donné naissance à une nouvelle branche de la phytothérapie qui est l'aromathérapie. Les HEs sont connues pour être douées de propriétés antiseptiques et antimicrobiennes. Beaucoup d'entre elles, ont des propriétés antitoxiques, antivenimeuses, antivirales, anti-oxydantes, et antiparasitaires. Plus récemment, on leur reconnaît également des propriétés anticancéreuses **(VALNET, 2005)**.

L'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique et les possibles effets synergiques entre ses différents composants. Sa valeur tient à son totum ; c'est-à-dire, l'intégralité de ses constituants et non seulement à ses composés majoritaires **(LAHLOU, 2004)**.

### II .7.1 Activité antibactérienne :

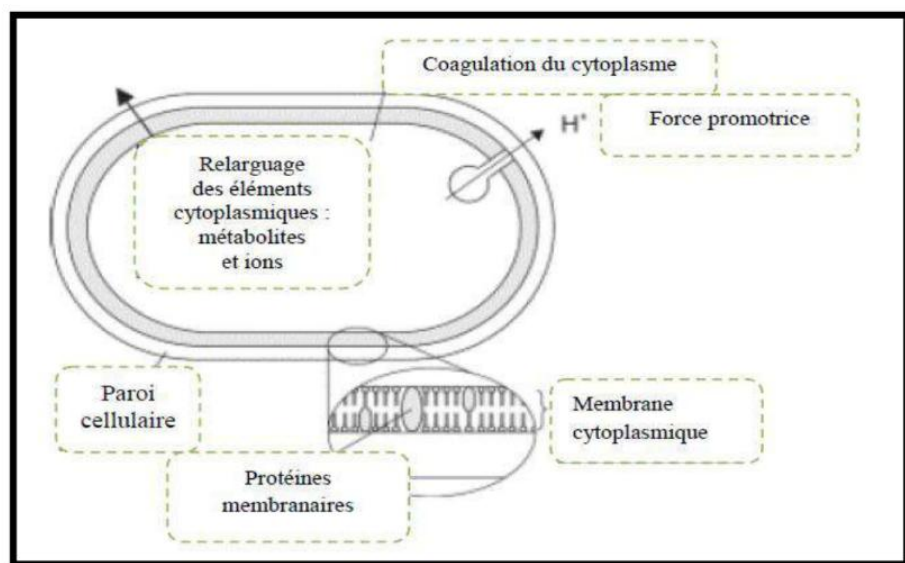
Du fait de la variabilité des quantités et des profils des composants des HEs, il est probable que leur activité antimicrobienne ne soit pas attribuable à un mécanisme unique, mais à plusieurs sites d'action au niveau cellulaire **(CARSON et al., 2002)**.

De façon générale, il a été observé une diversité d'actions toxiques des HEs sur Les bactéries comme la perturbation de la membrane cytoplasmique, la perturbation de la force motrice de proton, fuite d'électrons et la coagulation du contenu protéique des cellules **(DAVIDSON, 1997)**.

Le mode d'action des HEs dépend en premier lieu du type et des caractéristiques des composants actifs, en particulier leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation de la membrane **(COX et al., 2000)**.

Elles agissent aussi bien sur les bactéries à gram positif que sur les bactéries à gram négatifs. Toutefois, les bactéries à gram négatif paraissent moins sensibles à leur action et ceci est lié directement à la structure de leurs parois cellulaires. **(COX et al., 2000)**.

Les HEs les plus étudiés pour leurs propriétés antibactériennes appartiennent à la famille des Labiées qui sont riches en composés phénoliques comme l'eugénol, le thymol et le carvacrol. Ces derniers ont un effet antibactérien contre un large spectre de bactéries comme E. Coli, S.aureus, Bacillus cereus **(PAULI, 2001)**.



**Figure 09:** Sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne.

### II .7.2 Activité antifongique :

Dans le domaine phytosanitaire et agroalimentaire, les HEs ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant la denrée alimentaire (**LIS-BALCHIN, 2002**).

Selon (**VOUKOU et al., 1993**), les HEs les plus étudiées dans la littérature pour leurs propriétés antifongiques appartiennent à la famille des Labiées : thym, organ, lavande, menthe, romarin, sauge, etc. Etant donnée la grande complexité de la composition chémotypique des HEs. (**KURITA et al 1979, 1981**) ont classé les composés purs selon leur activité antifongique vis-à-vis de sept champignons. Cette activité est estimée selon la durée d'inhibition de la croissance, déterminée par simple observation macroscopique. Il en sort que l'activité antifongique décroît selon le type de fonctions chimiques (**KURITA et COL. 1979, 1981**) : Phénols > Alcools > Aldéhydes > Cétones > Ethers > hydrocarbures.

### **II .8. Principaux domaines d'application :**

Les huiles essentielles sont des produits naturels utilisés comme matière première dans de nombreux domaines, y compris la parfumerie, la cosmétique, l'aromathérapie, la médecine et l'industrie alimentaire (BESSAH et BENYOUSEF, 2015).

#### **II .8.1 Aromathérapie :**

L'aromathérapie, qui signifie littéralement "soin par les odeurs", est le terme que l'on utilise pour désigner la thérapie basée sur l'utilisation des huiles essentielles. Il s'agit donc de la capacité et de l'art de soigner avec les huiles essentielles (BURNONZO, 2008).

Donc, l'aromathérapie est l'utilisation des huiles essentielles à des fins thérapeutiques. C'est une "biochimie-thérapie" naturelle sophistiquée qui repose sur la relation existante entre les composants chimiques des huiles essentielles et les activités thérapeutiques qui en découlent. Elle a recours à une méthodologie rigoureuse qui s'inspire de données scientifiques solides confirmées tant par la clinique que par le laboratoire. C'est une thérapie naturelle de qualité supérieure (BAUDOUX, 2008).

#### **II .8.2 Parfumerie et cosmétologie :**

L'utilisation des huiles essentielles comme un composant dans la fabrication des parfums, des savons, des détergents, des crèmes, des lotions et des gels parfumés permet de leur procurer un arôme agréable tout en préservant ces produits grâce aux propriétés antibactériennes et antioxydantes des huiles essentielles (ABURJAI et NATSHEH, 2003).

#### **II .8.3 Industrie alimentaire :**

En industrie alimentaire, la qualité organoleptique et la conservation saine et de longue durée font partie des enjeux principaux. Afin de les assurer, une nouvelle technique pour réduire la prolifération des micro-organismes réside dans l'utilisation des huiles essentielles (RHAYOUR, 2002).

### **II .9. Méthodes d'extraction d'une huile essentielle :**

Bien que toutes les parties d'une plante puissent contenir des essences, généralement la plus importante concentration se trouve au niveau des fleurs et des feuilles **(BELLAKHDAR, 1997)**.

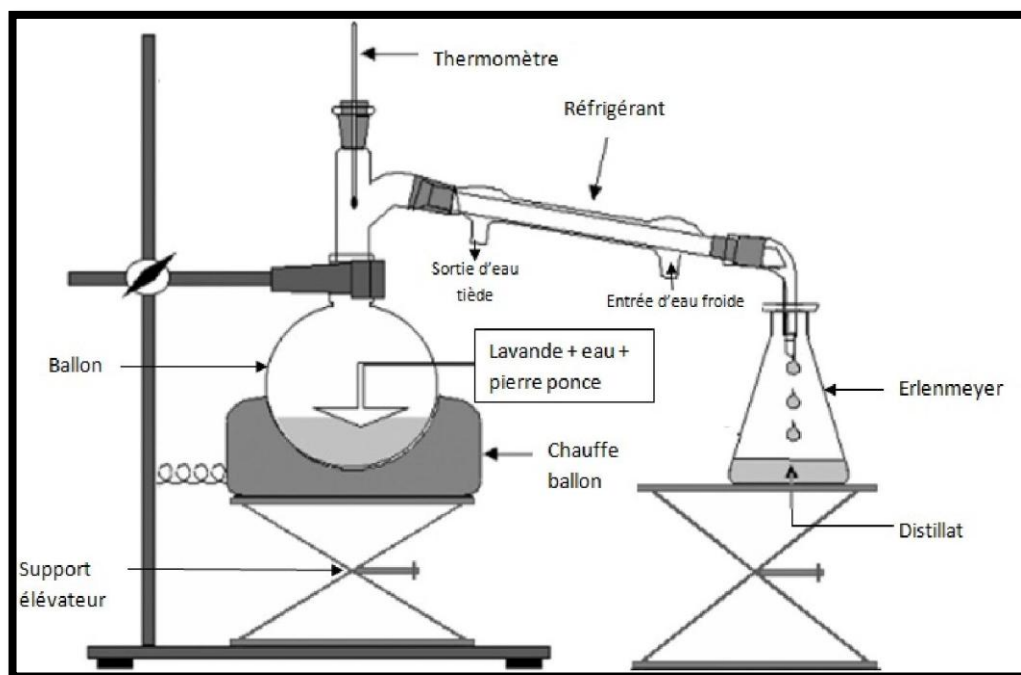
Le procédé d'obtention d'une essence végétale intervient de façon déterminante dans la nature des produits d'extractions. Cette opération est délicate car elle a pour but d'extraire des molécules fragiles, élaborées par le végétal sans en altérer leur qualité. Plusieurs méthodes d'extraction sont connues et utilisées à ce jour, dont l'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydro distillation sont les plus souvent employés à l'échelle industrielle **(GRUNWALD et JANICK, 2006)**

Il existe diverses méthodes d'extraction des huiles essentielles à partir du matériel végétal :

#### **II .9.1 L'entraînement à la vapeur La plupart des huiles essentielles :**

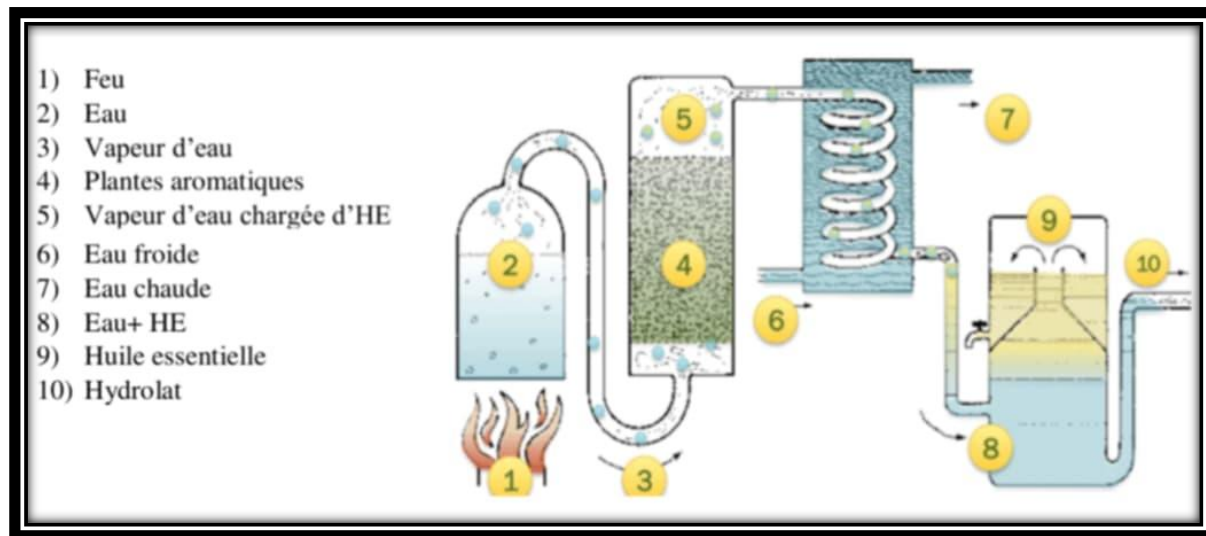
Sont obtenues par entraînement à la vapeur d'eau. Le principe de la distillation repose sur la propriété qu'ont les huiles essentielles d'être volatiles sous l'effet de la chaleur, l'huile est alors entraînée par la vapeur d'eau. Après condensation, l'huile essentielle se sépare du distillat par décantation **(MEDJACHERI et MEHADJRI, 2020)**.

L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile. **(GUERROUF, 2017)**.



**Figure 10 :** Montage d'entraînement à la vapeur d'eau (GUERROUF, 2017).

C'est la technique la plus utilisée pour la fabrication des HEs. C'est la seule distillation préconisée par la Pharmacopée française, car elle minimise les altérations hydrolytiques (notamment des esters). Dans cette méthode, la matière végétale ne macère pas directement dans l'eau. La vapeur détruit la structure des cellules végétales, libère les molécules contenues et entraîne les plus volatiles en les séparant du substrat cellulosique. Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant les altérations (LAURENT, 2017)



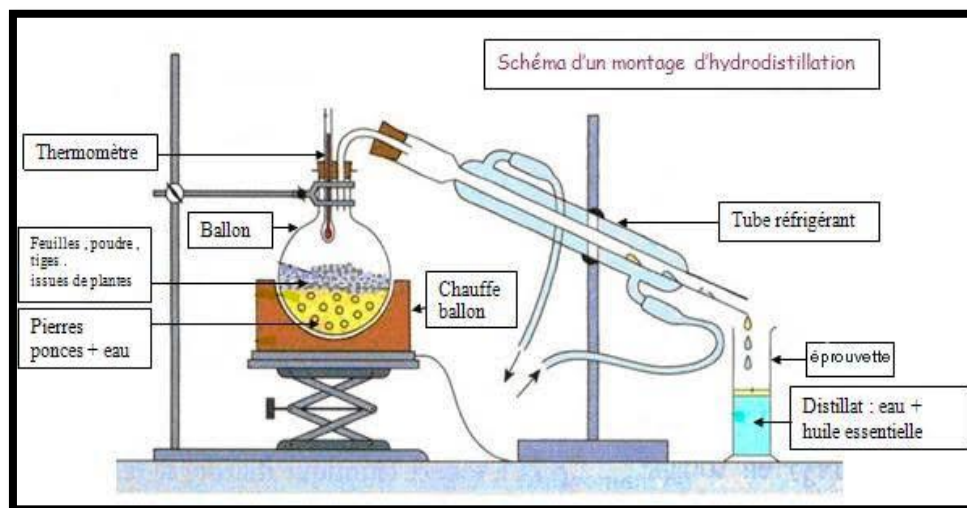
**Figure 11 : Distillation à la vapeur d'eau (LAURENT J.2017).**

### II .9.2 Hydrodistillation (la distillation par l'eau) :

C'est la technique la plus simple et la plus répandue. Elle consiste à immerger la matière première dans l'eau, puis à récupérer le distillat après décantation. La phase aqueuse contenant les composés hydrosolubles est appelée eau de distillation (ou hydrolat ou encore eau florale) (BOUZABATA, 2015)

La mise en contact de l'eau et du végétal pendant le chauffage favorise l'altération des composés aromatiques, particulièrement des esters (NOWICKI, 2019)

## Chapitre II : Généralité sur Les huiles essentielles



**Figure 12 : Hydrodistillation simple (LAURENT J.2017).**

C'est le procédé d'extraction le plus ancien. Le principe est de placer directement le matériel végétal à extraire dans l'eau puis de porter l'ensemble à ébullition en chauffant par le bas en vue d'une distillation.

Les poches à essences, soumises à l'action de l'humidité et de la chaleur, éclatent. Les vapeurs d'eau entraînent avec elles l'essence, alors, le mélange distille. Entraîné vers le système de refroidissement, le mélange se condense.

A la sortie du condenseur, il y a séparation des deux liquides par différence de densité. Un essencier ou un vase florentin est également utilisé à cet effet. Ce procédé présente cependant des inconvénients qui affectent la qualité finale de l'huile essentielle.

L'action prolongée de la température et le contact de l'eau peuvent mener à l'hydrolyse des esters, à la polymérisation des aldéhydes donnant naissance à la formation de produits résineux ou encore à la décomposition des autres composés comme par exemple les cétones en diols ou la saturation de certains composés insaturés.

## Chapitre II : Généralité sur Les huiles essentielles

---

Ces réactions chimiques d'altération dépendent de l'acidité de l'eau dans laquelle est immergé le végétal, cependant le temps de distillation reste le facteur déterminant de la composition de l'huile essentielle.

L'apparition d'artéfacts est bien souvent constatée et même parfois leur présence est souhaitée pour la typicité, c'est le cas de la camomille romaine bleue (*Anthemis nobilis* avec la présence de chamazulène) (RAKOTOMALALA, 2004).

- Le système de thermopompage : consiste à pomper la chaleur du condenseur et à l'utiliser pour la production de vapeur. Les économies d'énergie calorifique et d'eau de refroidissement se situeraient entre 60 et 90%.
- Turbodistillation : Pour activer la distillation à la pression atmosphérique, l'alambic est équipé d'une turbine qui permet d'une part, la dilacération des matières végétales, d'autre part une agitation turbulente, d'où un meilleur coefficient de transfert thermique et une augmentation de la surface de vaporisation (ATTOU, 2017).

### II .9.3 Extraction par solvant

Cette méthode en trois étapes a été utilisée pour la première fois sur des fleurs par le chimiste et pharmacien français Pierre Jean Robiquet en 1835 et elle est rapidement devenue une méthode populaire. L'avantage était que l'extraction pouvait se faire à température ambiante. Cependant, il s'agit d'un processus compliqué nécessitant un appareil coûteux.

**1ère étape** : Des solvants tels que le benzène, l'éther de pétrole et, plus récemment, l'hexane ont été utilisés pour extraire les parties volatiles des plantes. Cette première étape produit un mélange cireux appelé concrète (souvent environ 50% d'huile essentielle et 50% de cire). L'hexane est considéré comme sans danger et est utilisé dans plusieurs procédés d'extraction des aliments. Cependant, il est impossible d'éliminer tout le solvant après l'extraction.

**2ème étape** : Un solvant, généralement de l'éthanol, est utilisé pour dissoudre la cire. Cette étape est répétée plusieurs fois.

**3ème étape** : Le mélange alcool/cire est évaporé sous vide (BUCKLE et JANE et KIM, 2003).

### II .9.4 Extraction par fluide à l'état supercritique :

Procédé intéressant pour augmenter le rendement dans le cas de plantes peu riches en huiles essentielles. Il utilise les fluides à l'état supercritique pour extraire les composants contenus dans les végétaux. En effet, dans des conditions particulières de température et de pression situées au-delà du point critique, les fluides à l'état supercritique acquièrent des propriétés importantes qui se caractérisent par une bonne diffusibilité dans les matières solides et un bon pouvoir solvant.

C'est ainsi que plusieurs gaz sont actuellement utilisés industriellement, mais l'intérêt s'est porté tout particulièrement sur le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) car, celui-ci présente d'incontestables atouts : produit naturel, inerte chimiquement, ininflammable, non toxique, facile à éliminer totalement, sélectif, aisément disponible et peu coûteux (BRUNETON, 1999 ; WICHTEL et ANTON, 1999)

#### Extraction par dioxyde de carbone gazeux supercritique

Un équipement coûteux de haute technologie est utilisé pour extraire les huiles essentielles. Il utilise du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), une haute pression et une basse température. Ce procédé permet d'obtenir une huile qui conserve une plus grande quantité de composants aromatiques que l'huile dérivée du gaz carbonique. Une plus grande quantité de composants aromatiques que l'huile obtenue par distillation à la vapeur. L'odeur de l'huile extraite au CO<sub>2</sub> est plus identique à celle de la plante d'origine.

## Chapitre II : Généralité sur Les huiles essentielles

---

**-Extraction sélective au CO<sub>2</sub>** : Dans la méthode sélective, l'huile est extraite à une température d'environ 31°C (88°F). Le matériel végétal est placé dans une chambre, puis le gaz CO<sub>2</sub> comprimé est libéré. Lorsque le gaz traverse la matière végétale, il entraîne les composants de la plante en solution. Lorsque le processus est terminé, la pression est abaissée, les matières extraites précipitent et sont recueillies.

Le gaz CO<sub>2</sub> est ensuite recomprimé et recyclé pour être réutilisé, sans laisser aucun résidu dans l'huile extraite. L'huile extraite contient des composants sélectionnés similaires aux huiles distillées à la vapeur.

**-Extraction totale du CO<sub>2</sub>** : Dans la méthode totale, le matériel végétal est traité à une température plus élevée. L'huile extraite contient plus de composants végétaux que dans la méthode sélective (BEN RAMDANE et MOULOUDJ, 2019).

Ce type d'extraction consiste à envoyer de la vapeur du haut vers le bas, à travers le végétal. Dans ce cas, la vapeur peut saturer la plante en peu de temps.

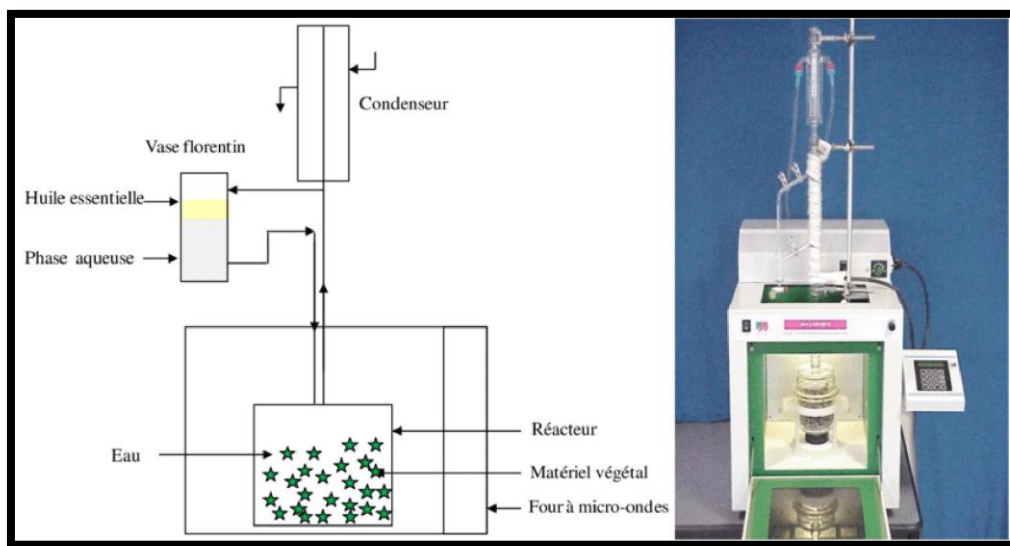
Le concept des extracteurs à hydro-diffusion exploite l'action osmotique de la vapeur d'eau, qui libère sous forme azéotrope, l'huile essentielle contenue dans la plante. Ce processus d'osmose constitue l'hydro-diffusion.

Le principe est de dégager et de condenser, en utilisant la pesanteur, l'azéotrope produit par la vapeur et dispersé dans la masse du végétal. La diffusion des huiles essentielles est donc favorisée par le phénomène de gravité. L'huile essentielle est recueillie au bas de l'alambic. Ce procédé, plus puissant que l'hydro-distillation, permet d'obtenir les huiles essentielles avec des rendements plus importants. Les autres avantages sont l'économie d'énergie calorifique due à la réduction de la durée de distillation et l'absence d'hydrolyse des composés aromatiques car le matériel n'est pas en contact direct avec l'eau, mais uniquement avec la vapeur (RAKOTOMALALA, 2004).

### II .9.5 L'extraction au four à micro-ondes :

Sous vide cette technique d'extraction a été développée au cours des dernières décennies à des fins analytiques et est une combinaison de chauffage micro-ondes et d'une distillation à la pression atmosphérique qui consiste à placer le matériel végétal seul dans un réacteur micro-ondes. Le chauffage de l'eau contenue dans la plante permet la rupture des glandes renfermant l'huile essentielle. Cette étape libère l'huile essentielle qui est entraînée par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante, elle est ensuite récupérée à l'aide des procédés classiques de condensation/refroidissement et décantation (SAHNOUNE et ZEBBOUDJ, 2019).

En outre, la technique est extrêmement rapide car elle est cinq à dix fois plus courte que les méthodes courantes comme l'entraînement à la vapeur ou l'hydro-distillation (RAKOTOMALALA, 2004).



**Figure 13:** montage d'extraction par micro-onde (SAHNOUNE et ZEBBOUDJ, 2019)

## Chapitre II : Généralité sur Les huiles essentielles

---

Cette technique présente les avantages suivants:

- La rapidité.
- L'économie du temps, d'énergie et d'eau.
- L'extrait est dépourvu de solvant résiduel (JUSTIN NZEYUMWAMI, 2004).

### II .9.6 L'extraction des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* L. (lavande stéchade) par les corps gras :

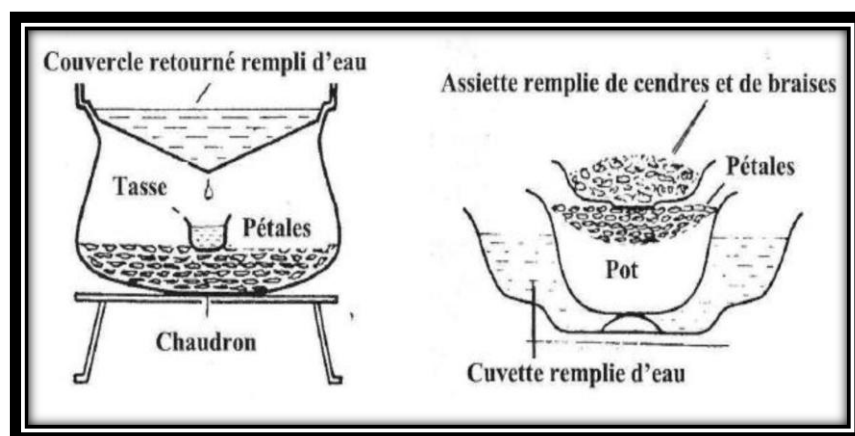
Est une méthode traditionnelle et douce appelée enfleurage ou macération. Cette méthode utilise un corps gras (comme l'huile végétale ou le saindoux) pour extraire les composés aromatiques de la plante, notamment les huiles essentielles.

L'extraction par les corps gras : repose sur la solubilité des composés aromatiques dans les lipides. Les fleurs fraîches de *Lavandula stoechas* sont immergées ou étalées sur une matière grasse qui va absorber les huiles essentielles. Il existe deux techniques principales :  
L'enfleurage à froid : les fleurs sont disposées sur une couche de graisse (d'origine animale ou végétale) étalée sur des plaques de verre (chassis), changées régulièrement.  
La macération à chaud : les fleurs sont mises en contact avec une huile végétale chauffée doucement (30–60 °C) pour favoriser l'extraction

## Chapitre II : Généralité sur Les huiles essentielles

### II .9.6.1 Distillation « sèche » :

La distillation sèche est une méthode d'extraction des huiles essentielles reconnue par la pharmacopée européenne mais on ne retrouve dans la pratique que peu de documents s'y rapportant. Cette technique, très peu utilisée, consiste en un chauffage doux de la matière première, sans eau ni solvant organique. Les substances volatiles sont ensuite condensées et récupérées. La température est ici inférieure à 100°C, ce qui limite une nouvelle fois les phénomènes de dénaturation liés au chauffage. L'absence d'eau permet également de préserver les substances volatiles de l'hydrolyse. On obtient par ce procédé une huile essentielle de grande qualité, assez fidèle à l'essence présente dans la plante, mais avec un rendement très faible. C'est donc une méthode qui convient aux matières première particulièrement fragiles (LUCCHESI ,2005).



**Figure 14:** Schéma d'une installation de distillation sèche (LUCCHESI, 2005).

### II .9.6.2 Expression à froid :

L'expression à froid est la technique la plus simple mais la plus limitée car elle n'est applicable qu'aux fruits de la famille des Rutacées : citron, oranges douce et amère, 14 mandarine, bergamote, lime, pamplemousse, cédrat... En effet, les huiles essentielles d'agrumes sont facilement peroxydables et ne supportent pas les préparations à chaud (RAKOTOMALALA ,2004).

## Chapitre II : Généralité sur Les huiles essentielles

---

Le principe de l'extraction consiste à rompre les poches à essence par un moyen mécanique, pression, incision ou abrasion à froid. L'huile essentielle mélangée à l'eau cellulaire est séparée par décantation ou centrifugation. Le procédé classique consiste à exercer sous un courant d'eau, une action abrasive sur la surface du fruit. Après élimination des déchets solides, l'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par centrifugation. D'autres machines rompent les poches par dépression et recueillent directement l'huile essentielle, ce qui évite les dégradations liées à l'action de l'eau. L'extraction par expression est souvent utilisée pour extraire les huiles essentielles d'agrumes (citron, orange, bergamote, mandarine, etc.) (SAMATE, 2002).

### II.10. Conservation des huiles essentielle :

Il est nécessaire de conserver les huiles essentielles : à l'abri de l'air, et de la lumière, dans des flacons propres et secs, métalliques (aluminium ou acier inoxydables) ou en verre teinté, à froid (à 4 °C). Il faut éviter, d'une part, de mettre très peu d'huile essentielle dans le flacon et, d'autre part d'utiliser des emballages et des bouchons en matière plastique qui peuvent être sensibles au contenu. (HADJI-MINAGLOU ,2012).



## **Chapitre III :**

# **Matériels et Méthodes**

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

### III.1. Matériels et méthodes

#### III.1.1. Présentation des sites d'étude

##### III.1.1.1. Présentation des sites d'étude : 01 « Tiaret »

##### III.1.1.1. Situation géographique

Le site de Guezoul est une montagne située dans la wilaya de Tiaret, dans le nord-ouest de l'Algérie. Elle fait partie de la chaîne de l'Atlas tellien et se trouve au nord du Sersou. La ville de Tiaret est bâtie sur le versant sud du djebel Guezoul, à une altitude variant entre 980 et 1143 mètres.



**Figure15:** Localisation de la zone d'étude Guezoul Tieret

Latitude : 35.394° N

Longitude : 1.306° E

Altitude : environ 1 220 mètres au point culminant

Coordonnées 35° 23' 38" nord, 1° 18' 22" est

## **Chapitre III : Matériels et Méthodes**

---

### **III.1.1.2 Caractéristiques édaphiques et topographiques**

Le massif de Djebel Guezoul, situé dans la wilaya de Tiaret, présente un relief ondulé culminant à environ 1 220 mètres, avec des pentes orientées principalement vers le nord-nord-est et l'ouest. Les sols y sont de texture sablo-argilo-limoneuse, bien drainés, à pH alcalin, pauvres en matière organique mais riches en calcaire. Ces conditions édaphiques et topographiques favorisent une végétation variée comprenant notamment le pin d'Alep, lavandula stoechas, le chêne vert et plusieurs espèces d'orchidées.

#### **Caractéristiques topographiques**

- ✓ Altitude : entre 1 100 m et 1 220 m.
- ✓ Relief : plateau ondulé avec ravinements et escarpements (jusqu'à 100 m).
- ✓ Orientation : pentes exposées au nord-nord-est et ouest-nord-ouest.
- ✓ Caractéristiques édaphiques (du sol)
  - ✓ Texture : sol sablo-argilo-limoneux (bien drainé et aéré).
  - ✓ pH : alcalin.
  - ✓ Matière organique : faible (fertilité limitée).
  - ✓ Salinité : faible (bonne pour la végétation).
  - ✓ Calcaire : présent en quantité importante (influence la nutrition des plantes).

#### **Végétation**

- ✓ Présence de plus de 200 espèces végétales.
- ✓ Espèces principales : pin d'Alep, lavandula stoechas, chêne vert, cyprès.
- ✓ Végétation influencée par l'altitude, l'exposition et la qualité des sols.

## **Chapitre III : Matériels et Méthodes**

---

### **III.1.1.3. Caractéristiques Climatiques**

La région de Guezoul bénéficie d'un climat méditerranéen de type Csa, caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et relativement pluvieux. Les températures varient fortement au cours de l'année, allant de moins de 0 °C en hiver à plus de 35 °C en été, avec une moyenne estivale autour de 26,9 °C. Les précipitations sont concentrées durant les mois d'hiver, notamment entre janvier et avril, tandis que l'été reste très sec, surtout en juillet et août. La région est également soumise à des vents saisonniers, comme le sirocco chaud et sec en été, et des vents humides en provenance du nord-ouest en hiver. Cette diversité climatique favorise une végétation riche et variée, incluant chênes verts, cèdres, genévriers, thuyas, lavandes et amandiers, particulièrement présents sur les versants nord plus humides du massif de Guezoul.

### **III.1.2. Présentation du site d'étude 02 « Ouled Boughadou »**

#### **III.1.2.1. Situation géographique**

Ouled Boughadou est un douar rattaché à la commune de Dahmouni, dans la wilaya de Tiaret, au nord-ouest de l'Algérie, au cœur de la région des Hauts Plateaux. Il est situé à environ 25 kilomètres au nord-est de la ville de Tiaret et à environ 280 kilomètres au sud-ouest d'Alger. Le site se trouve dans une zone semi-aride, caractérisée par un climat contrasté et une végétation steppique. Bien que l'environnement soit soumis à des contraintes climatiques, la région bénéficie de terres agricoles exploitées principalement pour les cultures céréalières et l'élevage, ainsi que de la proximité d'oueds et de nappes phréatiques peu profondes, constituant un atout local pour l'agriculture.

### Chapitre III : Matériels et Méthodes

---



**Figure 16:** Localisation de la zone d'étude Ouled Boughadou.

- ✓ **Latitude :** environ 35.3700° N
- ✓ **Longitude :** environ 1.3000° E
- ✓ **Altitude :** autour de **900 à 1000 mètres** au-dessus du niveau de la mer

## **Chapitre III : Matériels et Méthodes**

---

### **III.1.2.2.Caractéristiques édaphiques et topographiques**

La région d'Ouled Boughadou, située dans la commune de Dahmouni au nord de la wilaya de Tiaret, se trouve en zone semi-aride, avec un climat marqué par des hivers modérément humides et des étés chauds et secs. Les sols y sont majoritairement calcaires, peu profonds et présentent une texture sableuse à limono-argileuse, ce qui limite leur fertilité naturelle et leur capacité de rétention en eau. Ils sont également sujets à l'érosion, notamment sur les pentes dénudées, rendant nécessaire la mise en place d'aménagements pour l'agriculture, tels que le labour conservatoire ou la création de haies anti-érosion. Topographiquement, la région présente un relief vallonné caractéristique des Hauts Plateaux algériens, avec une altitude moyenne avoisinant les 1 000 mètres. Le paysage alterne collines, plateaux et cuvettes, avec des pentes douces à modérées qui influencent le ruissellement des eaux et la distribution de la végétation. Ces conditions édaphiques et topographiques imposent des contraintes importantes à l'exploitation agricole et à la gestion durable des sols.

### **III.1.2.3.. Caractéristiques Climatiques**

Ouled Boughadou bénéficie d'un climat de type méditerranéen semi-aride, caractéristique de l'intérieur nord-ouest algérien. Les étés y sont chauds et secs, avec des températures pouvant dépasser régulièrement 30°C, et atteindre parfois 35 à 40°C lors des vagues de chaleur. En hiver, les températures sont fraîches à froides, descendant souvent autour de 5°C, voire plus bas la nuit, avec parfois des gelées. Les précipitations annuelles moyennes varient entre 300 et 500 mm, se concentrant principalement entre octobre et mars, en automne et en hiver. L'été, en revanche, est marqué par une longue période sèche avec très peu ou pas de pluie. Les vents, souvent fréquents et parfois desséchants, comme le sirocco, accentuent la sécheresse. Ce climat favorise une végétation méditerranéenne adaptée aux conditions arides, où prédominent les cultures céréalières telles que le blé et l'orge, ainsi que l'élevage.

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

---

### III.2. Extraction des huiles essentielles

#### III.2.1. Matériel végétale

La récolte du Matériel végétale s'effectuée en mois de mars 2025, pour la région de Guezoul et la deuxième région mai 2025, Dans ces mois *lavandula stoechas L* a peut donner un bon rendement en huile essentielle, car il est en période floraison.

Les Plantes du *lavandula stoechas L* ont été séchées dans un endroit aère et ombré pendant 15 jours.



**Figure17:** plante de *lavandula stoechas* de site Djebel Guezoul Tieret, 2025



**Figure 18:** plante de *lavandula stoechas* de site de Ouled Boughadou, 2025

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

---

### III.2.2. Extraction des huiles essentielles

#### III.2.2.1. Méthode d'extraction

Notre travail expérimental s'est effectué à l'échelle de laboratoire de biologie animale de la faculté SNV (Université Ibn Khaldoune.Tiaret).



**Figure 19:** Montage d'hydrodistillation

La méthode d'extraction que nous avons suivie dans ce travail est l'Hydrodistillation. Dans un ballon de 2L, nous avons mis 258g de plante sans tige séchées de *lavandula stoechas* L et 1500ml d'eau distillée. Ce ballon est placé sur un appareil chauffant. Lorsqu'elle est chauffée, l'eau s'évapore, emportant avec elle les huiles essentielles. La vapeur monte dans un condenseur vertical en verre où elle se refroidit et se condense en liquide. Ce liquide est distillé dans un dispositif de collecte et de séparation, conçu pour séparer huile essentielle de l'eau. De l'huile essentielle pure peut extraite de cet appareil.

Ensuite, nous prélevons un échantillon 213g de plante avec tige séchées de *lavandula stoechas* L et 1500ml de l'eau distillée, puis nous effectuons le même processus d'extraction mentionné ci-dessus.



**Figure 20:** Produit de l'hydro distillation

#### III.2.2.2. Détermination du rendement

Le rendement en HE est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la plante à traiter (CARRÉ, 1953). Il est exprimé en pourcentage, calculé par la formule suivante (KAID SLIMANE, 2004 et BOUCHIKHI TANI, 2011)

$$R = P_h / P_p \times 100$$

**R** : rendement en HE exprimé en pourcentage (%)

**Ph** : Poids de l'HE en gr

**Pp** : Poids de la masse végétative en gr

## **Chapitre III : Matériels et Méthodes**

---

### **III.2.2.3. Conservation d'huile essentielle**

L'huile essentielle *lavandula stoechas L* qu'on a obtenue est conservée dans un tube en verre fermé hermétiquement et recouvert par un papier d'aluminium à une température de 4°C

### **III.3. Étude du pouvoir inhibiteur bactérien d'huile essentielle de *Lavandula stoechas L***

#### **III.3.1. Souches bactériennes étudiées**

On a travaillé avec deux souches bactériennes *Escherichia coli* représentant les bactéries thermo tolérantes (GRAM-) et *Staphylococcus aureus* qui appartiennent aux bactéries à GRAM+. Les deux bactéries provenant du laboratoire de la microbiologie de notre faculté SNV de l'université d'IBN Khaldoun de Tiaret.

#### **III.3.2. Préparation de la suspension bactérienne**

Pour chaque souche bactérienne, nous avons préparé une suspension. Avec une pipette pasteur trois colonies bactériennes bien caractéristiques ont été prélevées aseptiquement puis déposées dans 5 ml de Milieu Macfarland.

#### **III.3.3. Diffusion en milieu gélosé**

À partir de chaque suspension bactérienne, on a ensemencé 100µl sur la surface du milieu gélosé (Mueller Hinton) coulé préalablement dans des boîtes de pétri. 30 minutes. Puis, on a déposé des disques stériles de diamètre de 6 mm disques de papier filtre imbibés par différentes concentrations d'huiles essentielles de *Lavandula stoechas L* (15 µl, 25 µl, 50µl) provenant de site1 et site2.

Les boîtes de pétri sont ensuite incubées à 37°C pendant 24 heures. Les halos d'inhibitions apparus sur la gélose sont mesurés à l'aide d'une règle (en mm).

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

---

### III.3.4. Sensibilisé des souches bactériennes étudiées

Selon les diamètres des halos d'inhibition que nous avons mesuré, on peut déterminer La sensibilité des bactéries cibles envers les différents huiles essentielles testes (Ponce ,2003).

- $\emptyset < 8$  mm: bactérie non sensible ou résistante
- $9 < \emptyset < 14$  mm: bactérie sensible ou intermédiaire
- $15 < \emptyset < 19$  mm: bactérie très sensible
- $\emptyset > 20$  mm: bactérie extrêmement sensible



## **Chapitre IV :**

# **Résultats et discussions**

## Chapitre IV : Résultats et discussions

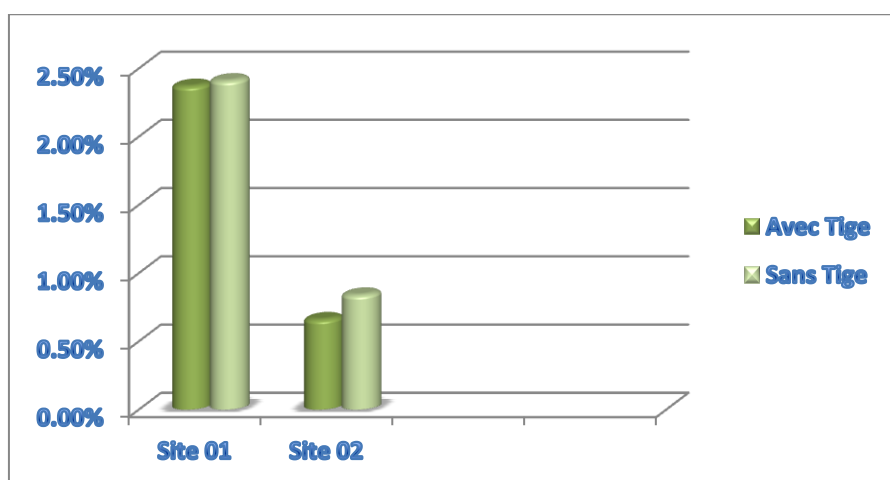
### IV.1. Rendement en huile essentielle

D'après le tableau 03 et la fig15, le rendement en huile essentielle obtenu à partir des feuilles de *Lavandula stoechas L* : le djebel Guezoul est de (avec tige 2,37% \_ sana tige 2,41%). Ce rendement est supérieur que celui obtenu de la même espèce de la zone d'Ouled Boughadou (avec tige 0,66% \_ sans tige 0,84%).

Il est remarqué que la différence des rendements en huile essentielle est fortement liée à la différence des déferents facteurs écologiques.

**Tableau03:** Rendement en huile essentielle des deux régions le djebel Guezoul et Ouled Boughadou

| Site                                                                                        | Avec Tige | Sons Tige |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| Rendement en huile essentielle de <i>Lavandula stoechas L</i> (site 01 : le djebel Guezoul) | 2,37%     | 2,41%     |
| Rendement en huile essentielle de <i>Lavandula stoechas L</i> (site 02 : Ouled Boughadou)   | 0,66%     | 0,84%     |



**Figure 21 :** Rendement en huile essentielle des deux régions le djebel Guezoul et Ouled Boughadou

## Chapitre IV : Résultats et discussions

---

**Tableau 04:** Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles obtenues

| Les régions                                                                                 | Aspect  | Couleur      | L'deur                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|--------------------------------------------------------------------|
| Huile essentielle de <i>lavandula stoechas</i> L<br>région de Guezoul-<br>tiaret Sans tiges | Liquide | Jaune foncé  | Diffuse et concentrée                                              |
| Huile essentielle de <i>lavandula stoechas</i> L<br>région de Guezoul-<br>tiaret Avec tiges | Liquide | Jaune claire | Forte et concentrée<br>riche en puissante<br>composants aromatique |
| Huile essentielle de <i>lavandula stoechas</i> L<br>d'Ouled Boughadou<br>Sans tiges         | Liquide | Jaune foncé  | Très concentrée                                                    |
| Huile essentielle de <i>lavandula stoechas</i> L<br>d'Ouled Boughadou<br>Avec tiges         | Liquide | Jaune claire | Concentée                                                          |

## Chapitre IV : Résultats et discussions

---

L'analyse organoleptique des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* L issues des régions de Guezouliaret et de Ouled Boughadou, avec ou sans tiges, révèle des variations notables en fonction de l'origine botanique et de la partie de la plante utilisée. Tous les échantillons présentent un aspect liquide, caractéristique typique des huiles essentielles pures. En ce qui concerne la couleur, les huiles extraites sans tiges présentent une teinte jaune foncé, suggérant une concentration plus élevée en composés aromatiques lourds, probablement issus des fleurs. À l'inverse, les échantillons extraits avec les tiges montrent une couleur jaune claire, indiquant une dilution partielle ou une modification de la composition chimique due à l'inclusion des parties herbacées. L'odeur varie également selon les conditions d'extraction : l'huile de Guezouliaret sans tiges est décrite comme diffuse et concentrée, traduisant une bonne volatilité et une richesse aromatique. Celle issue de la même région avec tiges est qualifiée de forte et concentrée, riche en composants aromatiques puissants, ce qui suggère une synergie entre les fleurs et les tiges. L'échantillon d'Ouled Boughadou sans tiges présente une odeur très concentrée, dense et persistante, tandis que celui avec tiges est simplement noté comme concentré. Ces différences montrent que l'absence de tiges tend à produire des huiles plus foncées et olfactivement plus marquées, alors que la présence de tiges atténue légèrement l'intensité tout en conservant une bonne concentration. Les conditions pédoclimatiques propres à chaque région semblent également influencer la qualité sensorielle des extraits.

Une analyse organoleptique approfondie a été réalisée sur les huiles essentielles extraites de *Lavandula stoechas* L, collectée dans deux régions distinctes d'Algérie : Guezouliaret et Ouled Boughadou, en distinguant les échantillons extraits avec ou sans les tiges. Il a été constaté que tous les échantillons présentaient un aspect liquide, ce qui est typique des huiles essentielles pures obtenues généralement par distillation à la vapeur.

Concernant la couleur, les huiles issues des parties florales seules (sans tiges) affichaient une teinte jaune foncé, suggérant une concentration plus élevée en composés aromatiques lourds tels que les cétones, esters et monoterpènes oxygénés, souvent présents en grande quantité dans les fleurs. En revanche, les échantillons contenant les tiges étaient de couleur

## Chapitre IV : Résultats et discussions

---

jaune claire, ce qui pourrait s'expliquer par la dilution ou la modification du profil chimique dû à l'extraction de composés moins colorés et moins volatils présents dans les parties herbacées.

### Comparaison :

Sur le plan olfactif, les variations entre les échantillons sont significatives. L'huile essentielle de Guezoul-tiaret sans tiges dégage une odeur diffuse et concentrée, traduisant une bonne volatilité et une richesse en composés aromatiques légers. L'échantillon de la même région mais avec tiges est décrit comme ayant une odeur forte et concentrée, riche en composants aromatiques puissants, ce qui pourrait indiquer une synergie entre les composés floraux et ceux des tiges, donnant une odeur plus équilibrée et pénétrante. En ce qui concerne la région de Ouled Boughadou, l'huile extraite sans tiges présente une odeur très concentrée, probablement dense, persistante et marquée par des molécules à faible volatilité, L'échantillon avec tiges, quant à lui, est simplement qualifié de concentré, suggérant une intensité olfactive modérée par rapport aux autres échantillons **(BEN ABDELKADER, T. ET AL., 2021)**.

Ces résultats suggèrent que l'absence de tiges lors de l'extraction favorise une huile essentielle plus foncée et plus intense sur le plan aromatique, tandis que la présence de tiges tend à atténuer la couleur et l'intensité de l'odeur, tout en conservant une certaine concentration **(BENABDELKADER, T.ET AL.2021)**.

En outre, l'influence géographique entre Guezoul-tiaret et Ouled Boughadou est notable et peut être attribuée à des facteurs pédoclimatiques (sol, climat, altitude) spécifiques à chaque région, qui affectent directement la composition biochimique des plantes. Ces paramètres doivent être pris en compte dans l'évaluation de la qualité et de la valorisation industrielle des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* **(KABOUCHE, A., 2021)**.

Une comparaison des résultats obtenus pour les huiles essentielles de *Lavandula stoechas* dans votre étude révèle des similarités et des écarts intéressants avec plusieurs travaux scientifiques antérieurs menés en Algérie et dans le bassin méditerranéen.

## Chapitre IV : Résultats et discussions

---

Par exemple, une étude algérienne publiée en 2005 a identifié le fenchone (31,6 %) et le camphre (22,4 %) comme les principaux composants des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* L, avec d'autres composés secondaires tels que le p-cymène (6,5 %) et l'acétate de lavandulyle. Ces données confirment une richesse en monoterpènes oxygénés, responsables des odeurs fortes, concentrées et persistantes, similaires à celles que vous avez décrites dans les échantillons extraits sans tiges, plus foncés et plus puissants olfactivement (**KABOUCHE, A. ET AL.2005**).

Une autre recherche approfondie, réalisée sur des populations sauvages algériennes, a étudié 121 composés différents. Le fenchone variait entre 11,3 et 37,5 % et le camphre entre 1,9 et 21,8 %, ce qui reflète une forte influence des conditions pédoclimatiques et de la partie végétale utilisée (fleurs seules ou plante entière). Cela est en accord avec vos observations selon lesquelles les échantillons sans tiges ont une concentration aromatique plus marquée (**KABOUCHE, A. ET AL.2005**).

Une étude rétrospective portant sur l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* provenant de deux régions algériennes (Bordj El Emir Abdelkader et Beni Ali) met en évidence la composition chimique de l'huile extraite au stade de pleine floraison : les composants dominants sont l' $\alpha$ -pinène (1 %), le p-cymène (6,5 %), le fenchone (31,6 %), le camphre (22,4 %) et l'acétate de lavandulyle (3 %). Ces données se rapprochent étroitement de vos observations, particulièrement concernant les proportions élevées de fenchone et camphre dans les échantillons sans tiges, expliquant leur couleur foncée et leur odeur intense (**KABOUCHE, A. 2021**).

Cette étude algérienne précise confirme l'extraction d'une huile riche en monoterpènes cétoniques, corroborant vos échantillons plus sombres et plus forts sur le plan olfactif.

## Chapitre IV : Résultats et discussions

---

De plus, un mémoire de maîtrise (2015) intitulé “Composition Chimique Et Activité Antimicrobienne de l'huile essentielle de la Lavande Papillon (*Lavandula stoechas* L.)”, détaille non seulement le profil chimique, mais aussi la bioactivité. Bien que les valeurs exactes des composants ne soient pas citées dans l'aperçu, le mémoire souligne la capacité antibactérienne de l'huile, liée aux composés tels que le camphre et l'eucalyptol. Vos échantillons, en plus de leur profil aromatique, pourraient donc présenter une valeur thérapeutique similaire selon leur composition chimique (**AUTEUR COLLECTIF, 2015**).

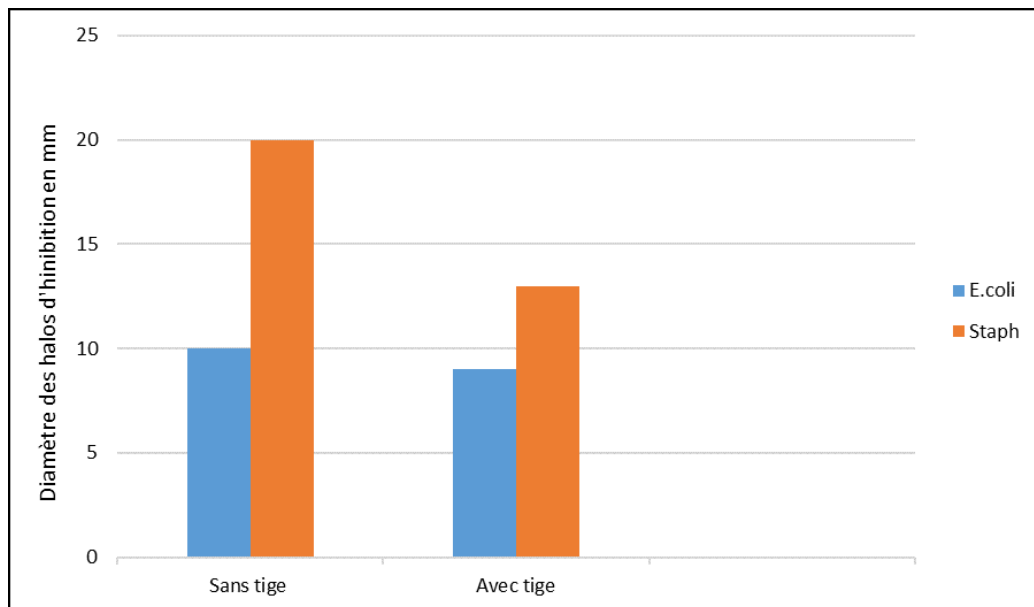
Enfin, un autre mémoire a analysé l'activité antifongique de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* de la région de Guelma. Il révèle que l'huile, extraite au stade de pleine floraison, contient les mêmes composants majeurs (fenchone, camphre,  $\alpha$ -pinène, p-cymène), et démontre une activité antifongique notable contre quelques champignons phytopathogènes. Ce résultat renforce la pertinence de la couleur foncée et de l'arôme concentré comme indicateurs d'une fonction thérapeutique (**AUTEUR NON PRECISE, 2019**).

Donc les études algériennes confirment que les échantillons sans tiges, riches en fenchone ( $\approx 30\text{--}32\%$ ) et camphre ( $\approx 22\%$ ), produisent des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* sombres, à la fragrance concentrée et dotées d'activités biologiques (antimicrobienne, antifongique). Ces résultats sont totalement cohérents avec vos observations empiriques (**KABOUCHE, A.2021**).

## Chapitre IV : Résultats et discussions

### IV.2. Activité antibactérienne

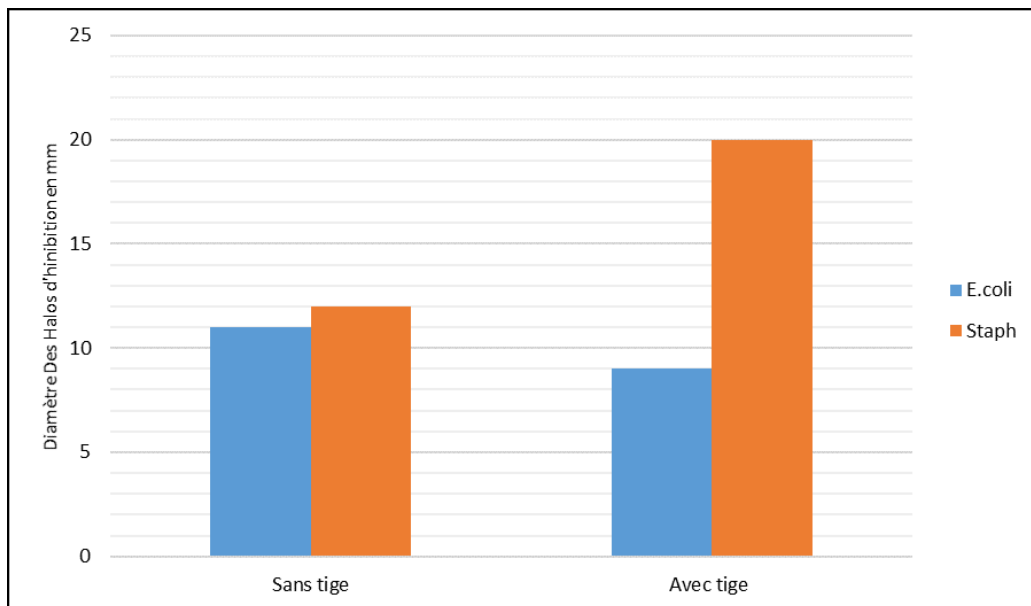
Nous avons constaté que l'activité antimicrobienne produit par l'huile essentielle *lavandula stoechas L* sans tige est plus élevée que *lavandula stoechas L* avec tige de même site 1. Les diamètres des halos d'inhibition des deux souches bactériennes testées par 15ul d'huile essentielle étaient respectivement 10mm et 9mm d'Echerichiacoli, 20 mm et 13 mm Staphylocoqus aureus.



**Figure 22:** Diamètres des halos d'inhibition (en mm) des deux souches bactériennes (E .coli , S.aureus) testées par 15ul d'huile essentielle de site (1)

## Chapitre IV : Résultats et discussions

Nous avons constaté que l'activité antimicrobienne produit par l'huile essentielle *lavandula stoechas* L sans tige est plus élevée que *lavandula stoechas* L avec tige de même site 2. Les diamètres des halos d'inhibition des deux souches bactériennes testées par 15ul d'huile essentielle étaient respectivement 11mm et 9mm d'Echerichiacoli. Pour ce qui est Staphylocoqus aureus, nous avons trouvé que l'effet de l'huile essentielle de *lavandula stoechas* avec tige est supérieur à celui sans la tige, car nous avons constaté que les diamètres des halos d'inhibition sont respectivement de 20 mm et 12 mm après l'avoir testée avec la même quantité d'huile.



**Figure 23:** Diamètres des halos d'inhibition (en mm) des deux souches bactériennes (E.coli, S.aureus) testées par 15ul d'huile essentielle de site (2)

## Chapitre IV : Résultats et discussions

---

Généralement le mode d'action des H.E dépend en premier lieu du type et des caractéristiques des composants actifs, en particulier leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation de la membrane. (COX et AL, 2000 in CARSON et AL, 2002).

Wan (1998) a relié la résistance des bactéries Gram – à leur membrane externe hydrophile qui peut bloquer la pénétration de composés hydrophobes dans la membrane cellulaire cible. Et d'après FALEIRO (2003) l'action relative des thujo et de l'eucalyptol (ou 1,8-cinéole) a été associée à leur basse hydro solubilité et la capacité de former des liaisons hydrogènes, ce qui limite leur entrée dans les Gram – qui possèdent des voies hydrophobes inopérants dans la membrane externe.

### IV.3. Sensibilité des souches bactérienne

En fonction des diamètres d'inhibition, on peut classer les souches bactériennes utilisées dans cette étude selon leur sensibilité vis-à-vis l'activité bactéricide de 15ul d'huile essentielle de *Lavandula stoechas L*. En effet, *S. aureus* est classé parmi les bactéries ou intermédiaires et l'espèce *E. coli* est considérée comme une bactérie non sensible ou résistante.

# CONCLUSION

## Conclusion générale

---

Depuis l'Antiquité, l'homme exploite les plantes aromatiques et médicinales présentes dans son environnement. Ces plantes constituent une source riche en substances et composés naturels, avec une grande diversité d'activités biologiques (antioxydante, antibactérienne, antifongique, etc.).

*Lavandula stoechas*, appartenant à la famille des Lamiacées, est une plante médicinale largement répandue dans le bassin méditerranéen, utilisée pour les propriétés de son huile essentielle, laquelle contient un mélange de monoterpènes, sesquiterpènes, alcools, esters, oxydes et cétones.

L'idée principale de notre étude consistait à extraire l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* provenant de la région de Tiaret. Nous avons choisi deux sites pour mener cette étude comparative : Djebel Guezoul et Ouled Boughadou, afin de comparer les résultats obtenus concernant les deux paramètres étudiés.

La méthode d'extraction adoptée était l'hydrodistillation à partir des feuilles et tiges composées de *Lavandula stoechas*. Le rendement en huile essentielle sans tiges a atteint 2,41 % et 2,37 % avec tiges au niveau du site de Djebel Guezoul, contre 0,84 % sans tiges et 0,66 % avec tiges pour le site d'Ouled Boughadou.

Nous avons attribué cette variation intra-spécifique du rendement principalement à la diversité des conditions écologiques, telles que l'altitude, la période de sécheresse et la nature du sol.

Concernant la partie microbiologique liée à l'évaluation de l'activité antibactérienne, nous avons utilisé la méthode de diffusion sur gélose (antibiogramme), qui a montré qu'une dose de 15  $\mu$ L d'huile essentielle de *Lavandula stoechas* prélevée de chaque site d'étude a généré des zones d'inhibition bactérienne. Il a été constaté que *Staphylococcus aureus* (bactérie à Gram positif) était plus sensible qu'*Escherichia coli* (bactérie à Gram négatif).

Selon Bakkali et al. (2008), l'activité antibactérienne est due à la cytotoxicité des huiles essentielles, capables de détruire la membrane cellulaire des bactéries en traversant leur paroi et membrane cytoplasmique, entraînant ainsi une désintégration de cette membrane et de ses polysaccharides complexes.

Cette information nous amené à dire que cette activité peut être le résultat d'un effet synergique

entre plusieurs composés de cette huile essentielle. D'autre part, La résistance des Gram- est liée à leur membrane externe hydrophile qui peut bloquer la pénétration de composés

Hydrophobes dans la membrane cellulaire cible.

Enfin, ce travail sur les d'huiles essentielles *Lavandula stoechas* doit être compléter par d'autres études sur la même espèce de différentes régions ou bien sur d'autres espèces de Lamiacées pathogènes.

## Références bibliographiques

---

### (A)

- ✚ **[AUTEUR COLLECTIF]. (2020).** Évaluation de la variabilité chimique de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* issue de 11 populations naturelles en Algérie du Nord [Projet de recherche universitaire, Université d'Alger / INRF]
- ✚ **ABBES. (2014)** « Evaluation de l'activité antioxydante, Huiles essentielles d'*Artemisia verticillata* « noukha » de la région de Tlemcen ». Mémoire de Master. Université de Tlemcen (Algérie),
- ✚ **ABURJAI, T., & NATSHEH, F. M. (2003).** « Plants used in cosmetics. Phytotherapy research », 17, 987-1000p.
- ✚ **ATTOU. (2017)** « Détermination de la Composition Chimique des Huiles Essentielles de Quatre Plantes Aromatiques de l'Ouest Algérien (Région d'Ain Témouchent) étude de leurs activités antioxydante et antimicrobienne ». Thèse de Doctorat. Université de Tlemcen (Algérie),
- ✚ **AUTEUR COLLECTIF (2015).** Composition Chimique Et Activité Antimicrobienne de l'huile essentielle de la Lavande Papillon (*Lavandula stoechas* L.)
- ✚ **AUTEUR NON PRECISE (2019).** Activité antifongique de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. contre quelques champignons phytopathogènes [Mémoire de master, Université 8 Mai 1945 – Guelma].

### (B)

- ✚ **BATTANDIER J.A., 1888.** Flore de l'Algérie, ancienne flore d'Alger transformée, Dicotylédones. Edition Adolphe Jourdan. Alger. P 666.
- ✚ **BAUDOUX, D. (2008).** « L'aromathérapie, Se soigner par les huiles essentielles. Ed Broché, pp. 1 ».
- ✚ **BELAICHE P., (1979).** L'aromatogramme, Traité d'aromathérapie, M.S.A. Editeur, Paris, Tome 1, p : 204

- ✚ **BELLAKHDAR,( 1997). -BELLAKHDAR, J. (1997)** «La pharmacopée marocaine traditionnelle», Idis press (Ed). Paris, 764p.
- ✚ **BEN RAMDANE, H. MOULOUDJ. (2019)** « Extraction et activité biologique des huiles essentielles de Lavandula stoechas ». Mémoire de Master. Université d'Ain Defla (Algérie),
- ✚ **BENABDELKADER T. (2012).** Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatils des lavandes ailées, Lavandula stoechas sensu lato, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique. Thèse de Doctorat : Biologie et Ecophysiologie Végétale : Université Jean Monnet - Saint-Etienne ; Ecole normale supérieure de Kouba (Alger). France.
- ✚ **BENABDELKADER TAREK. (2012) :** Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatils des lavandes ailées, Lavandula stoechas sensu lato, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique. Biologie végétale. Université Jean Monnet - Saint-Etienne, Français, France; Ecole normale supérieure de Kouba, Alger, Algérie.
- ✚ **BENABDELKADER, T. ET AL. (2021).** Variabilité chimique chez Lavandula stoechas dans l'ouest algérien.
- ✚ **BENABDELKADER, T., ZITOUNI, A., GUITTON, Y., JULLIEN, F., LEGENDRE, L., KAMELI, A (2011):** «Essential oils from Wild Population of Algerian Lavandula stoechas L. composition, chemical variability, and in vitro Biological properties. Chem Biodivers. »,
- ✚ **BERNADET, M. (1983).**Phyto-aromathérapie pratique. Ed. Masson, 8978.
- ✚ **BESOMBES C., (2008) :** Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo mécanique d'herbes aromatiques. Application généralisées. Thèse de doctorat.
- ✚ **BESSAH, R., ET BENYOUSSEF, E.-H. (2015).** « La filière des huiles essentielles : État de l'art, impacts et enjeux socio-économiques », Revue des Energies Renouvelables, (Vol. 18).
- ✚ **BEZAGER, L ET COLL. (1992).**Les plantent dans la thérapeutique modern, 6ème édition, Ed.Mloire.4200.

- ✚ **BOUZABATA A. (2015).** Contribution à l'étude d'une plante médicinale et aromatique myrtus communis l. Thèse de doctorat : Sciences Pharmaceutiques : Université Badji Mokhtar Annaba.
- ✚ **BRUNETON (1999) [M. LAMAMRA.** « Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de Tinguarra sicula (L.) Parl. Et de Filipendula hexapetala Gibb ». Mémoire de Master. Université de Setif (Algérie).]
- ✚ **BRUNETON J. (1999)** «Pharmacognosie, Plantes médicinales». ed. Lavoisier. Techniques et documentation. Paris, .405p
- ✚ **BUCKLE, JANE, KIM, M. J., HAN, S. H., ET AL. (2003)** Clinical aromatherapy. Churchill Livingstone.
- ✚ **BURNONZO, A.-M. (2008).** « Grand guide des huiles essentielles », ed. Hachette pratique, 254p.
- ✚ **BURT, (2004); BAKKALI ET AL,(2007)** International Journal of Food Microbiology 94(3):223-53 ... in foods and humans

### (C)

- ✚ **CARSON, C.F., RILEY, T.V., BOSQUE, F. (2002).** Antimicrobial activity of the major components of essential oil of \*Malaleuca alternifolia\*. Journal of Applied Bacteriology, 78, 264-269.
- ✚ **CARSON.C.F. MEE, B.J. AND RILEY, T. V. (2002).**Mechanism of action of Malaleuca alternifolia (teatree) oil on Staphylococcus aureus determined by time Kill, lysis, leakage, and salt to leranc eassays and electronmicroscopy. AntimicrobialAgents and Chemotherapy.N°46,1914-1920
- ✚ **CARSON.C.F., MEE, B.J. AND RILEY, T.V. (2002).**Mechanism of action of Malaleuca alternifolia (teatree)oil on Staphylococcus aureus determined by time Kill,lysis,leakage,and salt to leranc eassays and electronmicroscopy. AntimicrobialAgentsandChemotherapy..N°46,1914-1920

- ✚ **COUDERC-LE-VAILLANT M., SEGUR-FANTINO N. ET AL. (1990).** Etude phytodermatologique de *Lavandula angustifolia* Mill. *Revue Cytologie Biologie Végétale et Botanique*. Volume 13 : 75–88.
- ✚ **COX, S.D., MANN, C.M., MARKHAM, J.L., BELL, H.C., GUSTAFSON, J.F., WARMINGTON, J.R., WYLLIE, S.G. (2000).** The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Malaleuca Alternifolia* (tea tree oil), *Journal of Applied Microbiology*: 170-175.

#### (D)

- ✚ **D. A. SAMATE. (2002)** « Compositions chimiques d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanaise du Burkina Faso: valorisation ». Thèse de Doctorat. Université d'Ouagadougou.
- ✚ **DAVIDSON, P.M. (1997).** Methods for testing the efficacy of food antimicrobials, *Food Technology*, p. 148-155.
- ✚ **DEBEAUX M.O., (1894).** Flore de la Kabylie du Djurdjura. Edition librairie des sciences naturelles de Paul Klingsieck, Paris. P 288.
- ✚ **DELEUIL GABRIEL NANISME ET TÉLÉTOXIE. (1966).** Influence des sécrétions toxiques radiculaires de *Cistus monspeliensis* L. et de *Lavandula stoechas* L. sur les germinations de *Senecio vulgaris* L, p. 84-91-Départ. Région, Bulletin de la Société Botanique de France, 10. Tome 113 Fascicule colloque 1
- ✚ **DEROIN T. (1988).** Biologie florale d'une Annonaceae introduite en Côte D'Ivoire: *Cananga* diagnosis and epidemiology of fungal infections, p: 249-257.

#### (E)

- ✚ **ELODIE G. (2010).** Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action : Thèse de Doctorat : Biochimie - Biologie moléculaire : Université de CORSE-PASQUALE PAOLI.

(F)

- ✚ **F. MENACEUR. (2015)** « Contribution à l'étude phytochimique et biologique de l'érigeron, du fenouil commun, de la lavande et du genévrier ». Thèse de Doctorat. Ecole nationale supérieure agronomique El-Harrach –Alger (Algérie) . **[19]**- M. Nasri, A. Smati. « Activité antifongique d'huile.
- ✚ **FERDES, N. SAIDIA. (2019)** « Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* L. Et d'*Origanum floribundum* Munby. Sur des agents d'otomycoses : Cas d'*Aspergillus niger* ». Mémoire de Master. Université de Guelma(Algérie).].
- ✚ **FESTY, DANIELE. (2018)** Ma bible des huiles essentielles. Éditions Leduc. S .
- ✚ **FLORESALPES, (2019)** : Site d'identification de plantes (fleur, un arbre, une fougère..), <https://www.florealpes.com>.

(G)

- ✚ **GAUDIN, RÉMI, FLORIAN CELETTE, ET CHRISTIAN GARY. (2010).** « Contribution of Runoff to Incomplete off Season Soil Water Refilling in a Mediterranean Vineyard ». *Agricultural Water Management* 97(10): 1534-40
- ✚ **GIRAY E. S ET KIRICI S. (2008):** Comparing the effect of sub-critical water extraction with conventional extraction methods on the chemical composition of *Lavandula stoechas*. *Talanta* 74, 930-935.
- ✚ **GÖREN A.C., TOPÇU G., BILSELA G., BILSELA M., AYDOĞMUS Z ET PEZZUTO J.M.Z. (2002):** The chemical constituents and biological activity of essential oil of *Lavandula stoechas* ssp. *stoechas*. *Z.Naturforsch.* 57c 797-800.
- ✚ **GRUNWALD J. JANICK C. (2006).**Guide de la phytothérapie. 2ème édition. Italie : marabout
- ✚ **GUBB A.S., (1913).** Flore Algérienne, Naturelle et Acquisée. Edition Adolphe Jourdan. Alger. P 129.
- ✚ **GUERROUF. (2017)** « Application des huiles essentielles dans la lutte microbiologique cas d'un cabinet dentaire ». Mémoire de Master. Université d'Ouargla (Algérie).

## (H)

- ✚ **H. ABBOU, W, BENABIDA.(2017)** « Activité antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de Lavandula stoechas L ». Mémoire de Master. Université de B.B.A(Algérie).
- ✚ **H. ABBOU, W, BENABIDA. (2017)** « Activité antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles »
- ✚ **H. HASNI, R. ZEGHBA. (2017)** « Evaluation de l'effet repulsif de trois huiles essentielles des plantes vis-à-vis de l'insecte des céréales stockées (Rhyzopertha dominica) ». Mémoire de Master. Université de M'sila (Algérie).
- ✚ **H. MEDJAHERI, F. MEHADJRI. (2020)** « Etude du pouvoir antifongique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques (Lavandula sp., Origanum sp., Salvia officinalis et Thymus sp.)Vis-à-vis du champignon Fusarium sp ». Mémoire de Master. Université de Mostaganem(Algérie).
- ✚ **H. RAKOTOMALALA. (2004)** « Etude des huiles essentielles de Cedrelopsis grevei. Caractérisation–identification des constituants, activités biologiques ». Thèse de Doctorat.université d'Antananarivo.
- ✚ **H. SAHNOUNE, S. ZEBBOUDJ. (2019)** « Etude des l'extraction d'huile essentielle à partir d'une plante Mentha rotundifolia L. de la région de Ain Defla ». Université de Ain Defla (Algérie).
- ✚ **HADJI-MINAGLOU F., (2012)** .La connaissance des huiles essentielles : qualitologie et aromathérapie entre science et tradition pour une application médicale raisonnée. Paris. P39
- ✚ **HAUSSEIN, (2000)** : « A review of beekeeping in Arab countries», bee world 81,56- 71p
- ✚ **HERRERA, (1997).**The role of colored accessory bracts in the reproductive biology of lavandula stoechas.The Ecological Society of America .Volume78(2): 494-504

## (J)

- ✚ **J. GARNERO, (1996).** \*Huiles essentielles. Techniques de l'Ingénieur K, 345 pp

- ✚ **JULLIEN J – DGAL. JUILLET, (2016) :** Guide de reconnaissance Plantes hôtes potentielles de *Xylella fastidiosa* subsp. *multiplex* en France, Surveillance biologique du territoire (SBT) dans le domaine végétal, Symptôme d'une infection de *Xylella fastidiosa* subsp. *multiplex* sur *Polygala myrtifolia* – 1ère édition.
- ✚ **JUSTIN NZEYUMWAMI, K. (2004)** «Caractérisation des huiles essentielles de trois plantes aromatique : *Hyptis Spieigera*, *Pluchea Ovalis* et *Laggera Aurita* »DEA. Université de Lome-T.

### (K)

- ✚ **K. BOURKACHE, S. RAMDANI. (2016).** « Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle et des tanins extraits de *lavandula stoechas* ». Memoire de Master. Université de Tizi-Ouzou (Algérie).
- ✚ **KABOUCHE, A. (2021).** Étude comparative de la composition chimique de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. récoltée dans deux régions algériennes [Mémoire de master, Université Saad Dahlab – Blida 1].
- ✚ **KABOUCHE, A. ET AL. (2005).** Composition chimique de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. d'Algérie.
- ✚ **KURITA, N., MIYAJI, M., KURANE, R., TKAHARA, Y. (1981)** Antifungal activity of components of essential oil, *Agric Biol. Chem.*, 45, (4), 945.
- ✚ **KURITA, N., MIYAJI, M., KURANE, R., TKAHARA, Y., ICHIMURA, K. (1979).** Antimicrobial activity of dalmatian sage oil from different regions of the Yugo Slav Adriatic coast, *Agric Biol. Chem.*, 43, (11), 2365.

### (L)

- ✚ **LAHLOU, M. (2004).** Methods to Study the Photochemistry and Bioactivity of Essential Oils. *Phytother. Res.*, 18: 435-448.
- ✚ **LAURENT J. (2017).** Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en *Lavandula stoechas* L ». Mémoire de Master. Université de B.B.A(Algérie),

- ✚ **LEMIRE, N. (2000).** Gazette thérapeutiques, 26-30, Ed. Atlas.
- ✚ **LIS-BALCHIN, M. (2002).** Lavender, the genus Lavandula. London & New York: Taylor and Francis, p. 268.

### (M)

- ✚ **M. LUCCHESI.** « Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondesconception et Application à l'extraction des huiles essentielles ».Thèse de Doctorat. Université de la Réunion ( France), 2005.
- ✚ **MANN J., (1987).** Secondary metabolism, Clarendon Press, Oxford, p. 374.

### (N)

- ✚ **N. HAFIANE, D. OUNNAS. (2018).** « Contribution à la recherche de l'effet indésirable (hémolytique) de la partie aérienne des trois plantes médicinales in vitro Origanum Vulgare, Lavandula Steochas et Ammoides verticillata ». Mémoire de Master. Université de Oum El Bouaghi(Algérie).

### (O)

- ✚ **ORANGES, R, PASSET, G. TEULADE. (1973).** Les plantes médicinales à essences et chimiotaxonomie, 17ème journée de l'aromate lourd ,12 mai 1973
- ✚ **OUIS N. (2015).** Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil. Thèse de doctorat : Chimie organique : Université d'Oran.Parfums Cosmétiques Arômes 69: 6163

### (P)

- ✚ **PAULI, A. (2001).** Antimicrobial properties of essential oil constituents. International Journal of Aromatherapy, 11: 126-133.

- ✚ **PERRIN, A., ET M. COLSON. (1986).** « L'appareil sécréteur des lavandes et des lavandins. »
- ✚ **PETER, K. V. (2004).** Handbook of herbs and spices. v. 1. Woodhead publishing.

## (Q)

- ✚ **QUEZEL P. ET SANTA S., (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Edition Centre National de la Recherche Scientifique, France. p 781.
- ✚ **QUEZEL, P., SANTA, S., (1963).** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS (Ed.). Paris. Tomes. 2.

## (R)

- ✚ **R. YAACOUB, I. TLIDJANE. (2018)** « Caractérisation physico-chimiques et analyses biologiques de l'huile essentielle des grains de Cuminum cyminum L. Et de Foeniculum : supercritique extraite par hydrodistillation et CO2. Vulgareetude comparative ». Mémoire de Master. Université de Oum El Bouaghi(Algérie).]
- ✚ **RHAYOUR, K. (2002).** « Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur \*Esherichia coli\*, \*Bacillus subtilis\* et sur \*Mycobacterium phlei\* et \*Mycobacterium fortuitum\*. Fès ».

## (S)

- ✚ **SAADATIAN M., AGHAEI M., SARAHPUR M. ET BALOUCHI Z. (2013),** “Chemical composition of lavender (*Lavandula officinalis* L.) Extraction extracted by two solvent concentrations”. Global Journal of Medicinal Plant Research, 1(2) p. 214-217
- ✚ **SCHILLER, C. ET SCHILLER, D. (2008)** «The Aromatherapy Encyclopedia: A Concise Guide to Over 385 Plant Oils ».
- ✚ **SYLVIE VERBOIS, (2001).** \*Huiles Essentielles et Parfums qui Guérissent et qui Relaxent, La Voie De l'Ayurveda, \* Ed. Trajectoire.

## (U)

- ✚ **UPSON T AND ANDREWS S. (2004):** The genus Lavandula. Portland and Oregon, USA: Timber Press. P 442
- ✚ **UPSON, T, ET S ANDREWS. (2004).** The Genus Lavandula.

## (V)

- ✚ **V. VANGELDER. (2017)** « l'aromathérapie dans la prise en charge des troubles de sante mineurs chez l'adulte a l'officine ».Thèse de doctorat. Université de Lille 2 , (France), 2017.

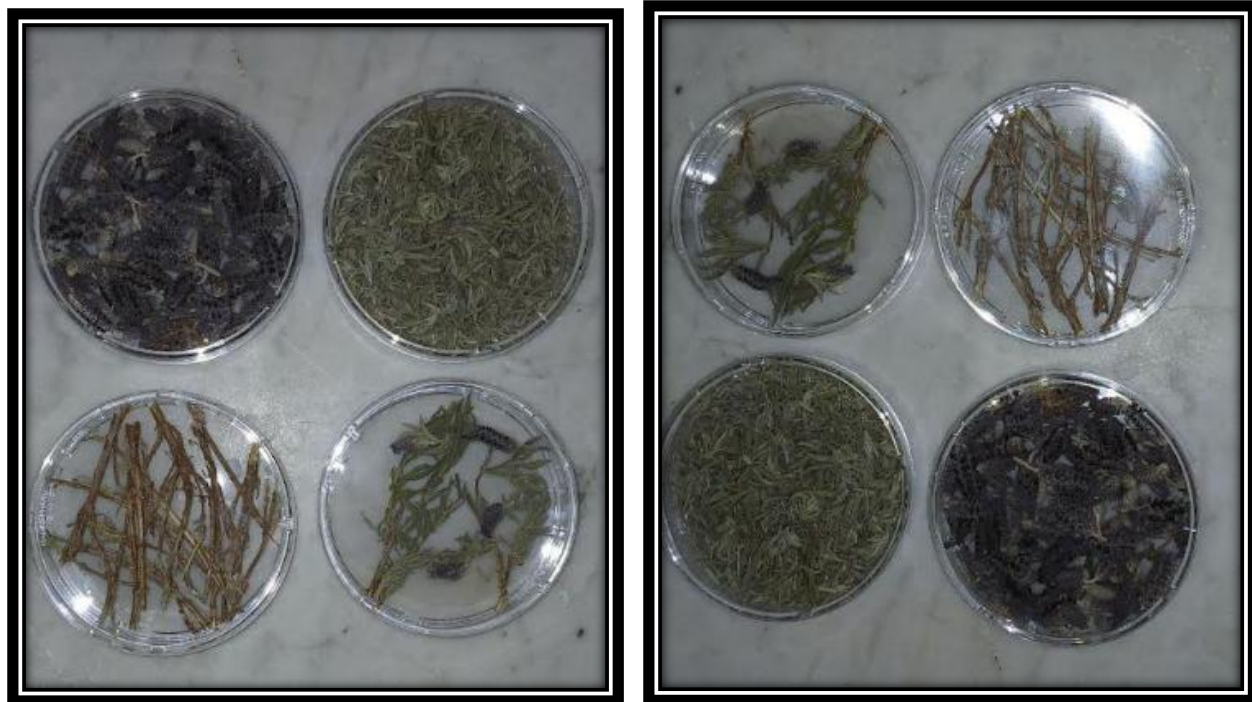
## (W)

- ✚ **WAN, J, WILCOCK, A, COVENTRY, M.J. (1998.)** “The effect of essential oils of basil of the growth Aeromonas hydrophila and Pseudomonas fluorescens.”, J. Appl. Microbiol.
- ✚ **WICHTEL, M ET ANTON, R. (1999)** «Plantes thérapeutiques, tradition pratique, officinale, sentence et thérapeutique», ed.Tech.ET.Doc .myrtle (Myrtus communus var .itaàlica L.).

## (Y)

- ✚ **Y. REHAMNIA, K. KHLAIFIA, W. MESSIOD. (2015)** «Contribution à l'étude de l'activité acaricide des huiles essentielles de Rosmarinus officinalis L.et Lavandula stoechas L. contre les tiques de genre Rhipicephalus sp ». Mémoire de Master. Université de Guelma (Algérie), 2015.

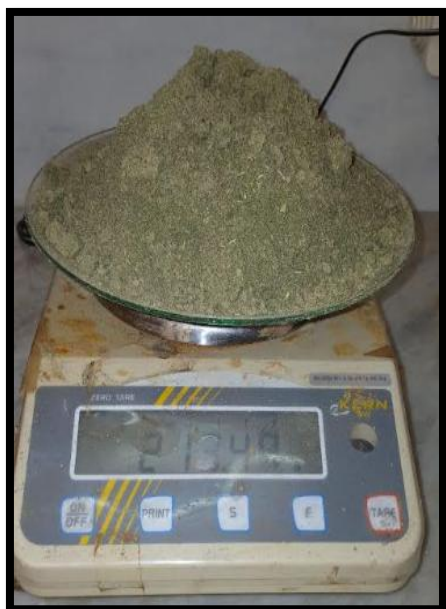
# ANNEXES



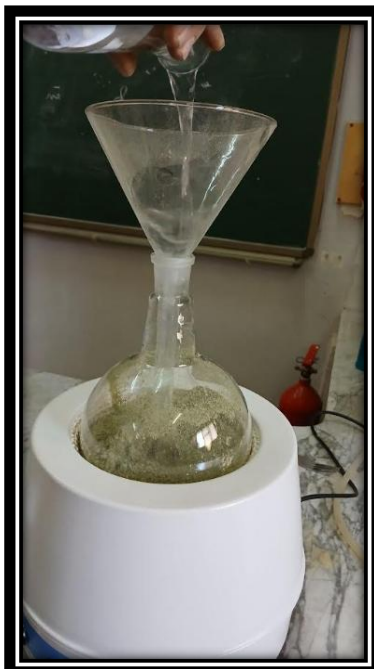
Echantillons de *lavandula stoechas L* à différents stades de séchage



Poids de la plante séchée de *lavandula stoechas L* de site 01



Poids de la plante séchée de *lavandula stoechas L* de site 01



Introduction de la poudre de plante dans l'appareil d'extraction

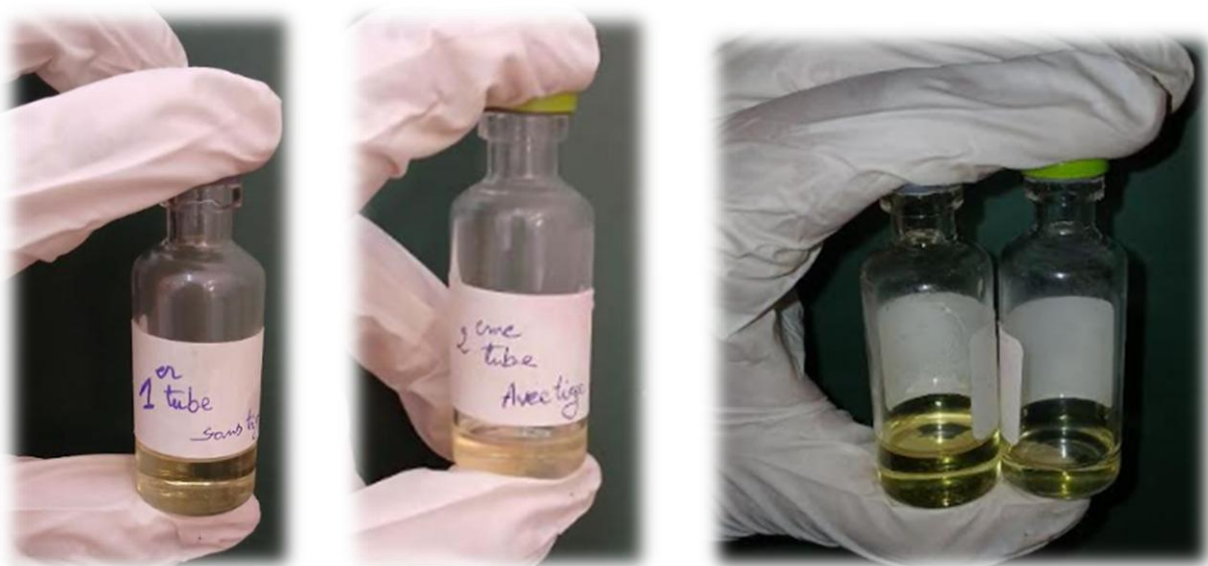
Montage de l'extraction avec ballon chauffant



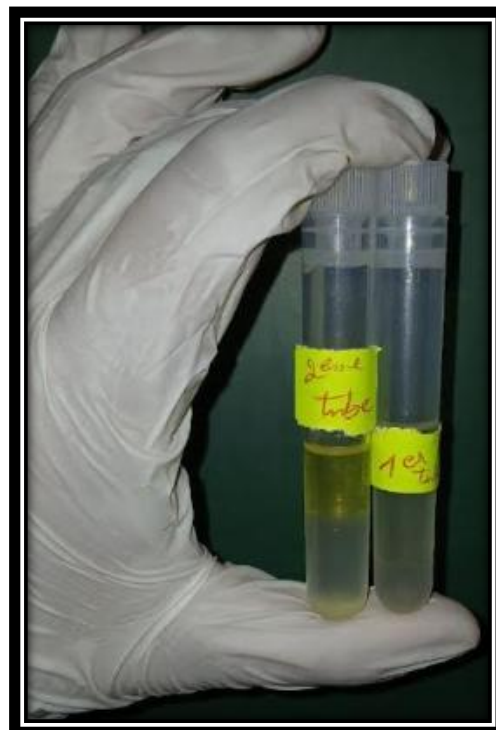
Montage de l'appareil de Clevenger pour l'hydrodistillation



Début de l'hydrodistillation des huiles essentielles de *lavandula stoechas*



Flacon d'huile essentielle de *lavandula stoechas L* région de Guezoul



Flacon d'huile essentielle de *lavandula stoechas L* région d'ouled Boughadou



Poudre déshydratée de milieu Mueller Hinton (boîte commercial)

Le disque de papier filtre préparée et stérilisée

Milieu Mueller Hinton après dissolution dans l'eau distillée (gélouse)



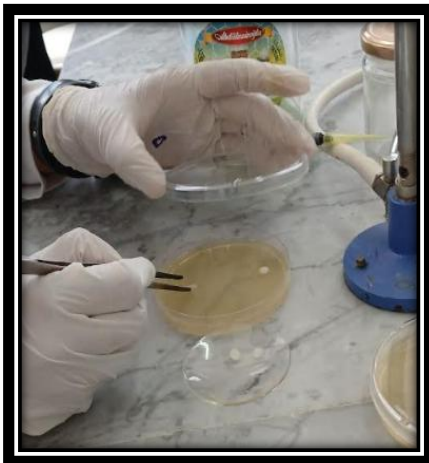
Milieu Mueller Hinton stérilisé et prêt à l'utilisation

Disque d'antibiotique (Chloramphénicol)

Préparation des tubes d'inoculation pour le test de sensibilité



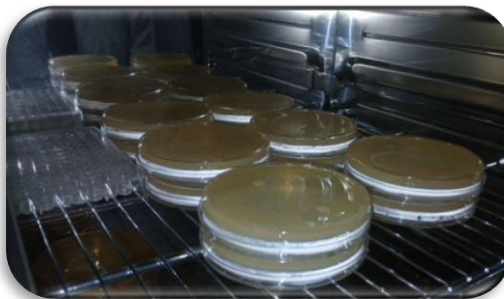
Préparation des boîtes de Pétri avec milieu Mueller Hinton  
Stérilisation du matériel à l'aide d'un bec Bunsen



Ensemencement de la gélose avec une suspension bactérienne  
Étaler la culture bactérienne uniformément sur la surface du milieu



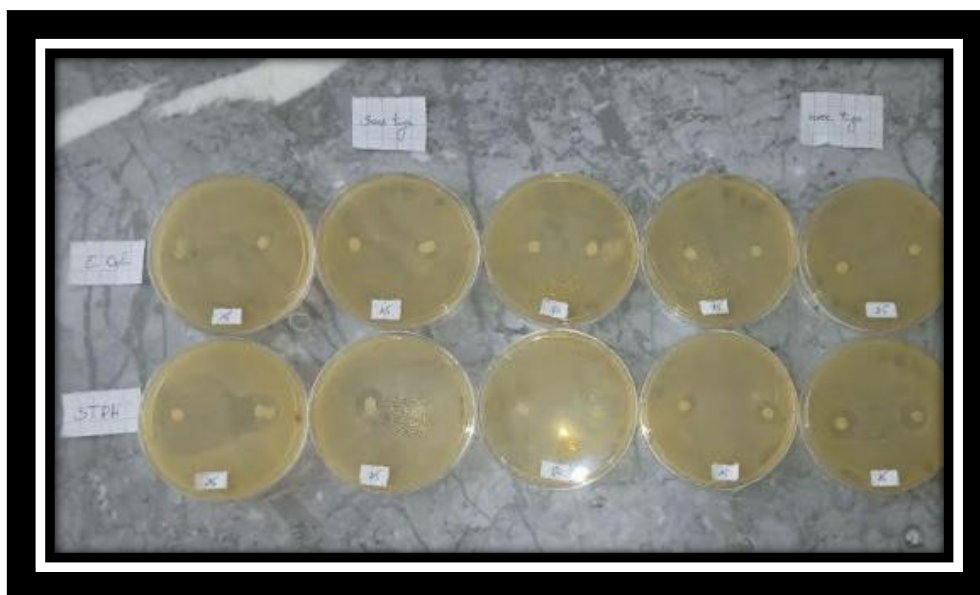
Application des disques d'antibiotiques sur la gélose ensemencée  
 Scellage ou fermeture de la boîte après ensemencement



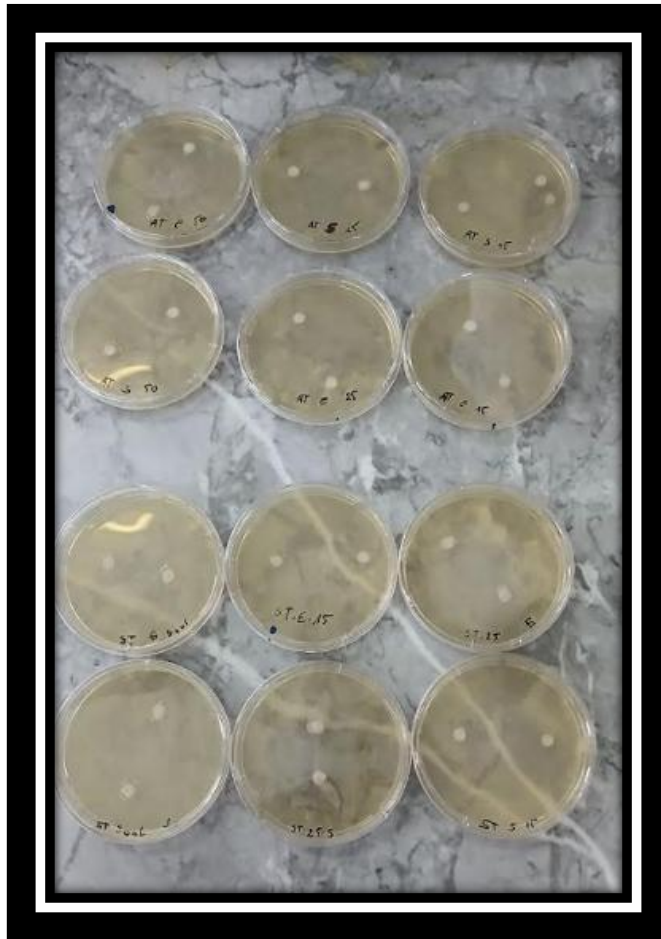
Utilisation de l'étuve (incubateur)  
 Incubation des boîtes de Pétri (région de Guezoul)  
 Incubation des boîtes de Pétri (région d'Ouled Boughadou)



Le poids de l'huile essentielle extraite avec et sans huile



Comparaison des milieux de culture (Étude de la croissance microbienne)  
 Observation des boîtes de Pétri après incubation (Résultats des tests microbiens)  
 (Région de Guezoul)



Comparaison des milieux de culture (Étude de la croissance microbienne)  
 Observation des boîtes de Pétri après incubation (Résultats des tests microbiens)  
 (Ouled Boughadou)