

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA 1



**Faculté de Science de la Vie et de la Nature
Département de biologie des populations et d'organismes
Spécialité : Biodiversité et Physiologie Végétale**

MEMOIRE DE MASTER

Caractérisation morphologique et physiologique de *Salvia officinalis* L., cultivé dans deux biotopes différents

**Présenté Par : ALLOUN Maroua
MEDIANI Karima**

Soutenu publiquement, le 10/07/2019, devant le jury composé de :

**Mme BENMANSOUR N.
Mme ZERKAOUI A.
Mme RADI N.**

**MCB/UB1/BPO
MAA/UB1/BPO
MAA/UB1/BPO**

**Présidente
promotrice
examinatrice**

2018/2019

Remerciements

Ce travail a été réalisé au Laboratoire de centre de recherche et de développement (CRD) du groupe SAIDAL, Alger.

Avant toute chose Nous remercions notre créateur Allah, Grand et Miséricordieux, le tout puissant pour le courage qu'il nous a donné pour mener ce travail à terme.

On commence par exprimer notre profonde reconnaissance et nos vifs remerciements à notre encadreuse Mme ZERKAOUI AHLAM, MAA à l'Université Saad dahlab de Blida qui nous a honorées en acceptant de diriger ce travail, pour tous les efforts qu'il a consenti tout au long de l'élaboration de ce travail. Ses encouragements, et ses précieux conseils.

Nous remercions très sincèrement notre Co-Encadreuse Mme TAKHROUBT FAZIA pour sa confiance, son soutien, ses bons conseils et ses qualités humaines.

Un grand merci aussi à Mlle BELKADI ASMA de l'animalerie de SAIDAL, Mlle AKKACHE LYNDA, Mme OURAGHI SOUNIA et Mme OUAREK SALIMA de laboratoire de Microbiologie de SAIDAL de nous avoir guidées avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce mémoire, on exprime notre respect et notre gratitude.

Nous nous trouvons incapable de formuler nos remerciements à eux.

Nous remercions également Mme KENZA BEN MENI directrice de bureau de Conservation de jardin d'essai el Hamma qui nous a fourni les échantillons de la plante qu'on a besoin.

Nos chaleureux remerciements vont aux Mme BENMANSOUR et Mme RADI pour l'honneur d'accepter de juger notre travail, qu'elles trouvent ici l'expression de notre grande reconnaissance.

Nous adressons nos remerciements également envers tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, ainsi que nos collègues pour les témoignages de sympathie et l'aide morale que nous avons pu trouver auprès d'eux.

Enfin, Merci à tous ceux et celles qui nous ont soutenu d'une manière ou d'une autre, de près ou de loin.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

Aux trois être le plus chers au monde, qui ont souffert nuit et jour pour nous couvrir de leur amour, mes parents et ma chère tante qui est une deuxième mère pour moi Mama Wahiba.

A mes deux oncles Rafiq et Khaled pour leur patient avec moi et leur encouragement.

A mes deux frères

A ma chère sœur

A toute ma famille et ma grande famille

Ainsi que pour toutes mes amis surtout mes très chère Ines, Salma et Rabab qui Mon accompagné avec leur encouragement pendant cette Période.

Sans oublier mon chère binôme Karima

A toute promotion biodiversité et physiologie végétale.

A tous ceux que j'aime et que je respecte

A toute personne qui me connaît

M.A.R.O.U.A

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*Aux deux être les plus chers au monde, qui ont souffert nuit et jour pour nous
couvrir de leur amour, mes parents*

A mes frères

A mes sœurs

Surtout à mon petit frère Hicham que dieu accorde sa miséricorde

A toute ma famille et ma grande famille

Ainsi que pour tous mes amis qui ma

Accompagné avec leur encouragement pendant cette Période.

Sans oublier mon chère binôme Marcoua

A toute promotion biodiversité et physiologie végétale.

A tous ceux que j'aime et que je respecte

A toute personne qui me connaît

KARIMA

TABLE DE MATIERE

Résumé

Abstract

الملخص

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction général

1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Généralité sur la plante	4
1. La famille des Lamiaceae	4
2. Description botanique de genre <i>Salvia</i>	4
3. Description de l'espèce <i>Salvia officinalis</i>	5
3.1. Historique	5
3.2. Origine	5
3.3. Position systématique	5
3.4. Description botanique	6
3.4.1. Tiges	6
3.4.2. Feuilles	7
3.4.3. Fleurs	7
3.4.4. Fruits	7
3.4.5. Racines	7
3.5. Culture de la sauge	8
3.6. Conservation	9
4. Composition chimique de l'huile essentielle de la sauge	9
4.1. Structure sécrétrice	9
4.2. Huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i>	9
4.2.1. Les molécules bioactives d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i>	9
4.2.2. Propriétés physico-chimique d'HE de <i>Salvia officinalis</i>	10
4.2.3. Bio-activité de composés de l'HE de <i>Salvia officinalis</i>	10
4.3. L'usage thérapeutique d'HE de <i>Salvia officinalis</i>	11
II. Activité antimicrobienne	12
1. Détermination de l'activité antimicrobienne	12
2. Activité antimicrobienne des HE	12
2.1. Propriétés antibactérienne des HE	12
III. Activité anti-inflammatoire	13
1. Inflammation	13
1.1. Inflammation aiguë	13
1.2. Inflammation chronique	13
IV. Etude pédoclimatique	14
1. La région de Blida	14

1.1. La situation géographique de la wilaya de Blida	14
1.2. Climat de Blida	14
1.2.1. Diagramme ombrothermique de Blida	14
1.2.2. Tableau climatique de Blida	15
2. La région d'Alger	15
2.1. La situation géographique de la wilaya d'Alger	15
2.2. Climat d'Alger	15
2.2.1. Diagramme ombrothermique d'Alger	16
2.2.2. Tableau climatique d'Alger	16

Chapitre II : Matériels et Méthodes

I. Matériels	18
1. Matière végétale	18
2. Appareillages	18
II. Méthodes	18
1. Etude morphologique	18
1.1. Hauteur de pied	19
1.2. Largeur de pied	19
1.3. Circonférence de pied	19
1.4. Surface foliaire	19
2. L'extraction d'HE par hydrodistillation	19
2.1. Collecte de matériel végétal	19
2.2. Détermination de la matière sèche	19
2.3. Description du dispositif d'extraction	20
2.4. Procédé d'extraction	20
2.5. Calcul du rendement	21
3. Analyse de l'huile essentielle	21
3.1. Propriétés organoleptiques	21
3.2. Propriétés physico-chimiques	21
3.3. Composition chimique de l'HE	24
4. Evaluation de l'activité antimicrobienne	25
4.1. L'étude qualitative	25
5. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire	30
5.1. Principe	30
5.2. Matériel	30
5.2.1. Végétale	30
5.2.2. Animale	30
5.2.3. Appareillages et réactifs	31

Chapitre III : résultats et discussion

1. Etude morphologique	37
2. Extraction de l'huile essentielle	37
2.1. Détermination de taux de matière sèche	37
2.2. Rendement d'extraction	38
3. Analyse d'huile essentielle	39
3.1. Propriétés organoleptique	39
3.2. Propriétés physico-chimique	40

3.3. Composition chimique	41
4. Evaluation de l'activité antimicrobienne	43
4.1. Etude qualitative	43
5. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire	47
5.1. 1^{er} méthode par pied à coulisse	47
5.2. 2^{eme} méthode coupé les pattes	48
Conclusion	50
Références bibliographiques	
Annexes	

الملخص

Salvia

الهدف من هذا الدراسة هو مقارنة نباتات

officinalis المعروف باسم المريمية في حقلي حيو محترم، وهو أحد النباتات المزروعة في حديقة اختبار الحامة (الجزائر العاصمة) والأخر برية علمستو بمحلية صومعة.

الهدف من هذا الدراسة هي مقارنة الخصائص المورفولوجية كالطول والعرض ومحيط الساق وكذلك سطح الورقة. دراسة فيزيائية كيميائية للزيوت الأساسية التي تم الحصول عليها (الكثافة النسبية، معامل الانكسار، الحمض الإستري). دراسة نوعية للتركيب الكيميائي للزيوت، وبالتحديد استوائية (نشاط مضاد للتهابات ونشاط مضاد للميكروبات) من أجل تحسين القيمة النوعية.

تشير نتائج الدراسة إلى وجود تباين واضح بين الأنواع البرية والأنواع المزروعة. يتعلق بالدراسة المورفولوجية حيث يبلغ متوسط مساحة الورقة 18.82 سم² فيمنطقة الجزائر العاصمة و 8.38 سم² فيمنطقة البلدية. 1.8- سينول، أسيتات نيل، أكسيد الكاروفيلينوغاما كادينان هي المركبات الوحيدة المشتركة بين المنطقتين. بالنسبة للنشاط المضاد للتهابات فيمنطقة الجزائر، فإن نسبة تثبيط تبلغ 40.29% و 78.01% فيمنطقة البلدية.

Salvia

أخيراً، لكي نقدر بشكل أفضل نوع

officinalis، فإننا ننصح الصانعين والمستخدمين باستخدام نوع عبري لأنهم يتمتعون بصفات أفضل من الأنواع المزروعة.

الكلمة المفتاحية: *Salvia officinalis*، الخصائص المورفولوجية، الخصائص الفيزيائية الكيميائية، مستخلص مائي، الزيوت الأساسية.

Résumé

La présente étude a pour objectif la comparaison de la plante *Salvia officinalis* communément appelée sauge dans deux biotopes différents à savoir l'une cultivée au jardin d'essai de El-Hamma (Alger) et l'autre sauvage au niveau de la localité de Soumaa.

Afin de vérifier les différences, nous avons réalisé une étude comparative concernant la morphologie de la plante en traitant la hauteur, largeur et contour de pied, ainsi que la surface foliaire. Une étude physico-chimique des huiles essentielles obtenues (densité relative, indice de réfraction, d'acide et d'ester). Une étude qualitative de la composition chimique des deux huiles, ainsi qu'une étude pharmacologique (activité anti-inflammatoire et activité antimicrobienne) afin de mieux valoriser l'espèce.

Les résultats de l'étude montrent une différence apparente entre l'espèce sauvage et l'espèce cultivée concernant l'étude morphologique avec une moyenne de surface foliaire 18.82cm^2 de la région d'Alger et 8.38cm^2 de la région de Blida. Le 1,8-cineole, acétate de bornyl, oxyde de caryophyllène et γ -Cadinène sont les seuls composés en commun entre les deux régions. Ainsi que pour l'activité anti-inflammatoire de la région d'Alger marque un pourcentage d'inhibition de 40,29% et 78,01% celle de la région de Blida.

Enfin, afin de mieux valoriser l'espèce *Salvia officinalis*, nous conseillons les industriels et les utilisateurs d'utiliser une espèce sauvage car elle présente de meilleures qualités qu'une espèce cultivée.

Mot-clé : *Salvia officinalis*, caractère morphologique, caractère physico-chimique, huile essentielle, extrait aqueux.

Abstract

The objective of this study is to compare the plant *Salvia officinalis* commonly known as sage in two deferential biotopes, one grown in the test garden of El-Hamma (Algiers) and the other wild in the locality of Soumaa.

In order to verify the deficiencies, we carried out a comparative study on the morphology of the plant by treating the height, width and contour of the foot, as well as the leaf area. A physico-chemical study of the essential oils obtained (relative density, refractive index, acid and ester). A qualitative study of the chemical composition of the two oils, as well as a pharmacological study (anti-inflammatory activity and antimicrobial activity) to better enhance the species.

The results of the study show an apparent deference between wild and cultivated species in the morphological study with an average leaf area of 18.82cm² in the Algiers region and 8.38cm² in the Blida region. 1,8-cineole, bornyl acetate, caryophyllene oxide and γ -Cadinene are the only compounds shared by the two regions. As well as for the anti-inflammatory activity in the Algiers region, the inhibition percentage is 40.29% and 78.01% in the Blida region.

Finally, in order to better promote the *Salvia officinalis* species, we advise industrialists and users to use a wild species because it has better qualities than a cultivated species.

Keyword: *Salvia officinalis*, morphological character, physico-chemical character, aqueous extract, essential oil .

ABREVIATIONS

HE : Huile essentielle

S.officinalis : *Salvia officinalis*

AFNOR : Association Française de Normalisation

ISO : Organisation Internationale de Normalisation

D 20 : densité relative à 20°C

IE : Indice d'ester

IA : Indice d'acide

IR : Indice de réfraction

CG/SM : Chromatographie en phase gazeuse couplée à spectrométrie de masse

MH : Mueller- Hinton

SAB : Sabouraud

NMRI : Institut de Recherche en Médecine Navale

ONAB : Office National d'Aliment de Bétail

T- : Lot témoin

T+ : Lot référence

E : lot essai

LISTE DES FIGURES

Figure .1 : Les différents organes de l'espèce <i>Salvia officinalis</i>.	8
Figure .2 : Diagramme climatique de la région de Blida	14
Figure .3 : Diagramme climatique de la région d'Alger	16
Figure .4 : Dispositif de l'extraction	20
Figure .5 : Le protocole expérimental de l'activité antimicrobienne	29
Figure .6 : Souris albinos de souche NMRI	31
Figure .7 : Présentation de la méthode de gavage	32
Figure .8 : Injection de la carragénine	32
Figure .9 : mesure de patte gauche à l'aide de pied à coulisse	33
Figure .10 : souris après rupture de la nuque	34
Figure .11 : découpage des pattes et pesage sur une balance analytique	35
Figure .12 : Teneur de matière sèche et de taux d'humidité de <i>Salvia officinalis</i> Des deux régions Alger et Blida	38
Figure .13 : L'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> de deux région Alger et Bida	40
Figure .14 : L'effet de l'HE du <i>S. officinalis</i> sur les différentes souches utilisées	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau .1 : Les molécules bioactives plus important d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i>	10
Tableau .2 : Caractéristiques physico-chimique des huiles essentielles de <i>LaS. officinalis</i>	10
Tableau .3 : Paramètre climatique de la région de Blida	15
Tableau .4 : Paramètre climatique de la région d'Alger	16
Tableau .5 : Les conditions opératoires appliquées dans la CG-SM	25
Tableau .6 : Caractéristiques des souches microbiennes testées	26
Tableau .7 : Les mesures effectuées sur la partie aérienne de <i>Salvia officinalis</i> dans les deux régions	37
Tableau .8 : Rendement en HE de <i>Salvia officinalis</i> dans les deux régions Alger et Blida	38
Tableau .9 : Propriété d'huile essentielle <i>Salvia officinalis</i>	39
Tableau .10 : Caractéristique physico-chimique d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i>	40
Tableau.11 : Composition chimique des huiles essentielles de <i>Salvia officinalis</i> de la région de Blida et d'Alger	42
Tableau .12 : Résultats des diamètres des zones d'inhibitions de l'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> de la Willaya de Blida et d'Alger pour les souches testées	44
Tableau .13 : Pourcentage d'inhibition de <i>Salvia officinalis</i> L. de la région d'Alger et de Blida au niveau de la patte gauche chez la souris.	48
Tableau .14 : Résultats de l'activité anti-inflammatoire de <i>Salvia officinalis</i> de la région d'Alger et de Blida	49

Introduction

Introduction

Depuis la plus haute antiquité, les hommes se sont soignés avec les plantes qu'ils avaient à leur disposition. Qu'est-ce qui les a guidés à employer une plante plutôt qu'une autre ? Le hasard ? La religion ? La superstition ? L'expérience, certainement.

L'histoire de la médecine traditionnelle montre l'importance de ces espèces dans les thérapies, toutes les sociétés traditionnelles ayant puisé, pour leurs soins de santé, dans cette pharmacopée végétale d'une très grande richesse (Sofowara, 2010 ; Roulier, 1992).

De nos jours de nombreux travaux consacrés à la chimie et à la toxicologie des plantes aromatiques et médicinales ont contribué à améliorer la connaissance scientifique dans ce domaine et à l'élaboration de protocoles standards d'extraction des huiles essentielles et leur analyse.

Les huiles essentielles sont des liquides concentrés en composé aromatique (odorants), volatils. Leur utilisation est connue depuis l'antiquité par les anciennes civilisations pour soigner les pathologies courantes. Aujourd'hui, les huiles essentielles représentent l'un des principes actifs les plus importants en raison de leurs multiples et diverses applications grasses à potentiel thérapeutique et leurs constituants.

Les points de contrôle à effectuer pour se prémunir de la falsification des huiles essentielles et éviter les confusions entre les différentes espèces concernent les caractères organoleptiques, les propriétés physico-chimiques et les analyses chimiques. Ce contrôle a pour but de définir et caractériser les huiles essentielles, ces caractéristiques propres à chaque huile seront ensuite utilisées pour décrire l'huile essentielle et servir de critère de qualité.

L'Algérie est riche en plantes aromatiques et médicinales susceptibles d'être utilisées dans différents domaines (pharmacie, parfumerie, cosmétique, et agroalimentaire). Ces plantes aromatiques sont, donc, la source de produits à forte valeur ajoutée. C'est pourquoi, nous nous sommes intéressés d'une espèce appartenant à la famille des Lamiacées représentée par l'espèce *Salvia officinalis*. Cette plante est largement utilisée dans la médecine traditionnelle pour le traitement des troubles digestifs, la bronchite, la toux, l'asthme, l'angine de poitrine, l'inflammation de la bouche et de la gorge, des maladies de la peau et de nombreuses autres maladies. En outre, l'huile essentielle de Sauge a été utilisée en médecine pour ses propriétés anticancéreuses, antimicrobiennes, antioxydantes, anti-inflammatoires...etc.

Introduction

L'étude qui fait l'objet du présent mémoire, consiste à réaliser une étude comparative de deux *Salvia officinalis* à savoir l'une est cultivée au jardin d'essai (el-Hamma) et l'autre sauvage dans la région de Blida.

Cette comparaison est basée sur :

- L'étude morphologique de *Salvia officinalis* dans les deux régions
- Extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation
- Caractérisation physico-chimique de l'huile étudiée
- L'analyse quantitative de la composition chimique de l'huile essentielle
- Ainsi que l'investigation de l'activité antimicrobienne et l'activité anti-inflammatoire

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I. Généralité sur la plante

1. La famille des Lamiaceae

La famille des Lamiacées (Labiées) représente une grande partie des plantes médicinales au niveau mondial, elle comprend environ 240 genres et plus de 7200 espèces. Ces plantes ont une grande importance car elles sont utilisées dans de différents domaines tels que la médecine, la cosmétique, et la culinaire. (**Christian et al., 2010 ; Makhlouf et al., 2014**)

- La forme de la fleur et la présence d'huiles essentielles signent cette famille. Ces plantes sont herbacées (ou plus ou moins ligneuses), à feuilles opposées sans stipule, à tige quadrangulaire et à fleurs irrégulières et gamopétales disposées en grappes (parfois d'apparence verticillée, en épis ou en capitule) (**Makhlouf et al., 2014**). Généralement la famille des Lamiacées est une famille qui regroupe les plantes avec ces caractéristiques botaniques (**Moreau, 1960**) :
La plante est couverte de poils glanduleux renfermant une huile essentielle. Le calice persistant, à 5 divisions (rarement 3 à 12), est soit régulier, soit disposé en 2 lèvres
- La corolle est constituée de pétales soudés entre eux qui forment 2 lèvres :
 - La lèvre supérieure est entière ou échancrée ;
 - La lèvre inférieure comporte 3 lobes (rarement 5) ;
- Les étamines au nombre de 4 (rarement 2), dont les 2 plus grandes sont soudées à la corolle, possèdent des anthères à 2 loges (rarement 1). Celles-ci s'ouvrent dans la largeur (rarement par une fente en arc) ;
- L'ovaire à 2 carpelles, d'où semble sortir le style. Celui-ci se termine par un stigmate ;
- Le fruit est un tétrakène, se dissociant à maturité en 4 méricarpes indéhiscent renfermant chacun 1 graine sans albumen (ou très peu). Ces caractères ainsi définis pour la famille des Lamiacées, présentent des variations en fonction des différents genres. Ces genres sont classés suivant des détails anatomiques communs.

2. Description botanique de genre *Salvia*

Le genre *Salvia* comprend près de 900 espèces. Le mot *Salvia* provient de l'italien "salvare" qui veut dire sauver. La *Salvia* a toujours été considérée comme une plante magique qui sauve des vies humaines. Ces espèces sont des arbustes ou des plantes herbacées. Le calice est bilabié, variable, à lèvre supérieure tridentée, l'inférieure bidentée. La corolle

estbilabiée. Elle comporte 2 étamines, à filet court surmonté d'un long connectif à 2 branches inégales (**Kabouche, 2005**).

3. Description de l'espèce *Salvia officinalis*

3.1. Historique

Le terme « sauge » apparu au XIII^e siècle, vient du latin *Salvia*, dérive du verbe *salvare*, signifiant guérir (**Vanier et Trudeau, 2006**). Cette plante salvatrice de moyen âge, reconnue par les chinois, la sauge entra obligatoirement dans la composition des préparations spécifiques, actrice en pharmacopée : eau d'arquebuse, eau céleste, eau impériale (**Rodzko, 2000**).

Les romains et les arabes employaient les feuilles de sauge généralement comme compresse contre les morsures de serpent. Au XVI^e siècle, le botaniste Jacob Tabernaemontanus raconte que les femmes égyptiennes buvaient du jus de la sauge pour accroître leurs fertilité (**Salle, 1991 ; Rodzko, 2000**).

Au XVIII^e siècle, les cigarettes des feuilles de la sauge été fumée quand l'apparition du premier pollen printanier pour les asthmatiques. La plante était associée avec l'immoralité de la longévité. Certains groupes d'Amérindiens mélangeaient la sauge avec de la graisse d'ours pour guérir les problèmes de peau. La plante est aussi utilisée pour traiter les tumeurs (**Vanier et Trudeau, 2006**).

3.2. Origine

C'est une très bonne plante répandue au sud de l'Europe et l'Afrique de nord, c'est-à-dire dans le bassin méditerranéen, elle est spontanée dans les zones arides (**Thurzova, 1981**). C'est une plante qui préfère les sols calcaires de la région méditerranéenne et particulièrement de l'Adriatique, la sauge est actuellement cultivée dans différents pays européens. Les importations proviennent des pays d'Europe du Sud-est. (**Wichtl et Anton, 2003**)

3.3. Position systématique de *Salvia officinalis*

- **Systématique**

Cette espèce polymorphe se subdivise en plusieurs sous-espèce et formes, mais la taxonomie moderne les considère comme des espèces à part entière ; on comptabilise plus de 600 espèces différentes de *Salvia* (**Eberhard et al., 2005**)

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiosperme

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Asteridae

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Salvia*

Espèces : *Salvia officinalis* L., 1753 (**Myose, 1971 ; Demet et Nüket, 2016**)

- **Dénominations vernaculaires (Eberhard et al., 2005)**

L'espèce *Salvia officinalis* possède plusieurs dénominations vernaculaires dans les différentes langues du monde. Parmi lesquelles nous trouvons :

- Français : grande sauge, sauge officinale, sauge commune, herbe sacrée, thé de France, thé de Grèce, thé d'Europe ;
- Anglais : Common sage, Garden sage ;
- All: Salbei, (der oder die) echte(r) salbei, Garten-Salbei, Edel-Salbei.

3.4. Description botanique de la plante

3.4.1. Tiges

La sauge officinale est une plante sous-arbrisseau buissonnant et persistant, formant une touffe ligneuse pouvant atteindre jusqu'à 80 cm de haut et dont les tiges émettent de nombreux rameaux dressés, quadrangulaires et laineux, présentant des nœuds saillants sur lesquels sont insérées les feuilles. (**Eberhard et al., 2005**)

3.4.2. Feuilles

Les feuilles de la sauge sont grises- verdâtres peut atteindre 3 à 8 cm de large, elles sont allongées, oblongues-ovales, elliptiques. Le bord est finement crénelé à lisse, l'extrémité

Arrondie ou subaiguë. La face supérieure est gris-vert et granuleuse, la face inférieure est blanche, pubescente et présente un réseau dense de petites nervures proéminentes en relief (Wichtl et Anton, 2003 ; Rodzko, 2000).

3.4.3. Fleurs

Les fleurs sont regroupées par 4 à 12 en une inflorescence située à l'extrémité des rameaux et constituant une cyme unipare (simulant un faux verticille lâche) ; elles sont zygomorphes, faiblement pédicellées et d'assez grande taille (≈ 3 cm) ; leur calice est pubescent, persistant et ponctué de glandes sécrétrices ; en forme de clochette ovale de 10 à 14 mm de long, il comprend 5 sépales soudés à la base puis divisés en 2 lèvres. La lèvre supérieure étant tridentée alors que la lèvre inférieure n'est que bidentée ; de 35 mm de long (donc 2 fois plus long que le calice), la corolle bilabée comprend 5 pétales soudés, de couleur violet clair, parfois rose ou plus ou moins blanchâtre ; la lèvre supérieure est en forme de casque entier ou marginé, formé par la soudure des deux pétales dorsaux ; l'androcée ne comporte que 2 étamines dont la base connectif qui unit les 2 loges de l'anthere est divisée en deux branches inégales : la plus longue portant la loge fertile est située sous la lèvre supérieure de la corolle, alors que la partie courte, réduite à un petit appendice recourbé se terminant par une sorte d'écaille, est localisée dans la gorge et sert de balancier pour pollinisateurs. (Eberhard et al., 2005)

3.4.4. Fruits

Le fruit de la sauge est tétra-akène lisse persistant longtemps au fond du calice, il est de couleur brun foncé ou noir, chaque akène est de forme globuleuse, il a un diamètre de 3 mm, présente une cicatrice blanche et ne renferme qu'une seule graine albuminée. La floraison s'étale de juin à octobre (Judd et al., 2002 ; Eberhard et al., 2005).

3.4.5. Racines

La racine de la sauge est brunâtre et fibreuse. Son odeur est fortement balsamique, de saveur aromatique chaude, amère et astringente (Rodzko, 2000).



Figure .1 : Les différents organes de l'espèce *Salvia officinalis*

3.5. Culture de la sauge

Il s'agit d'une espèce assez rustique qui affectionne les terrains secs ayant un bon apport calcique, situés dans des endroits chauds ensoleillés et protégés du vent ; la sauge n'apprécie pas les sols détrempés ou trop riches en humus. Elle est moyennement sensible au gel : plusieurs jours en dessous de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ peuvent détruire toute une plantation. Un semis direct est possible dès la fin avril et s'effectue sur des rangées espacées de 25 à 60 cm, mais il est préférable de procéder à un semis sous couches à partir de mois mars, suivi d'un repiquage à partir de fin mai. On peut également procéder à une multiplication par bouturage (les boutures devront être coupées en mai et plantées en juin), voire par division de souches pour cultiver la sauge dans son jardin, il est recommandé de partir de jeunes plants. La sauge est généralement cultivée comme une espèce pluriannuelle. Les semences commerciales les plus courantes sont notamment les suivantes : « Bona », « Krajova » ; les cultivars aux feuilles rouges, « Purpurea », ou tachées d'un jaune or, « Goldsalbei », sont plus rares. (Eberhard et al., 2005)

3.6. Conservation

Les feuilles restent fraîches quelques jours au réfrigérateur, stockées dans un sac en plastique. Une fois séchée, la plante doit être conservée au frais et à l'abri de l'humidité et de

La lumière, conditionnée dans des récipients hermétiques (en porcelaine, en verre ou en métal). La plante sèche se conserve relativement bien, mais après 2 ans de stockage, environ 50% de l'huile essentielle a disparaitra. (Eberhard et al., 2005)

4. Composition chimique de l'huile essentielle de la sauge

4.1. Structure sécrétrice

Elle se caractérise par la présence de fragments d'épiderme comportant des cellules épidermiques à parois droites ; de poils tecteurs flexueux, pluricellulaires et unisériés, dont l'article basal est fortement épaissi et l'article terminal allongé et terminé en une pointe effilée ; de poils sécréteurs sessiles, octocellulaires, typiques des Lamiacées ; de fragments provenant de l'épiderme inférieur, aux cellules à contour sinueux, accompagnées de stomates de type diacytique ; plus ponctuellement, on peut également observer la présence de poils sécréteurs à tête mono ou bicellulaire. (Eberhard et al., 2005)

4.2. Huile essentielle de *Salvia officinalis*

Les principales études phytochimiques des fleurs, des feuilles et des tiges de l'espèce *Salvia officinalis*. Ont identifié un large éventail de constituants à savoir : les alcaloïdes, les glucides, les acides gras, les dérivés glycosidiques (glycosides cardiaques, les glycosides de flavonoïdes, les saponines), les composés phénoliques (Les coumarines, les flavonoïdes, les tanins), les polyacétylènes, les stéroïdes, les terpènes / terpénoïdes (Monoterpénoïdes, diterpénoïdes, triterpénoïdes, sesquiterpénoïdes) et des cires se trouvent dans cette espèce (Ghorbani et Esmailizadeh, 2017).

Selon Ghorbani et Esmailizadeh (2017), plus de 120 composants ont été caractérisés dans l'huile essentielle extraite à partir de parties aériennes de *Salvia officinalis*. Les principaux composants de l'huile incluent le borneol, le camphre, le caryophyllène, le cineole, l'elemène, l'humulène, le ledène, le pinène et la thuyone.

4.2.1. Les molécules bioactives d'huile essentielle de *Salvia officinalis*

L'huile essentielle de *Salvia officinalis* est très riche en molécules bioactives. Dans le tableau .1 nous avons cité les molécules les plus importantes.

Tableau1 : Les molécules bioactives plus important d'huile essentielle de *Salvia officinalis* (Benkherara et al., 2011).

N=°	Molécules	Algérie	Norme ISO 9909
01	α -thuyone	10.5 – 36.7	18.0 – 43.0
02	β -thuyone	10.9 – 8.8	3.0 – 8.5
03	Camphre	12.2 – 11.3	4.5 – 24.5
04	1.8-Cinéol	6.3 – 22.97	5.5 – 13.0
05	α -thuyéne	/	1.0 – 6.5
06	Camphéne	3.8 – 0.4	1.5 – 7.0
07	Limonéne	5.6 – 0.2	0.5 – 3.0
08	Acétate de bornyl	/	< 2.5

4.2.2. Propriétés physico-chimique d'huile essentielle de *Salvia officinalis*

Les déférentes caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles de la *S. officinalis* a été réglémentée par norme ISO 19909. (Amellal et Achouri, 1999)

Tableau .2 : Caractéristiques physico-chimique des huiles essentielles de la *S. officinalis*

Caractéristiques physico-chimique	Algérie	Norme ISO 19909
Densité	0.926	0.910 – 0.930
Indice de réfraction	1.4676	1.480 – 1.470
Pouvoir rotatoire	+3°	+2° – +30°
Indice d'ester	7.97	/
Indice d'acide	4.6	/
Indice de carbonyle	157.08	103 – 288
Miscibilité a l'éthanol à 70%	8	8.5
Miscibilité a l'éthanol à 80%	1.2	2

4.2.3. Bio-activité de composés de l'huile essentielle de *Salvia officinalis*

Les molécules bioactives de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* possède plusieurs propriétés bioactives déférentes. Permis ces activités nous citons :

- Antibactérienne, fongistatique, virostatique, astringent, stimulant des fonctions digestives et antisudoral. **(Wichtl et anton, 2003)**
- Antispasmodique, expectorant, analgésique, anesthésique, antioxydant, antiseptique, antidiabétique, anti-dysentérique, antispasmodique, insecticide, larvicide, pesticide. **(Teixeira, 2004).**

4.3. L'usage thérapeutique d'huile essentielle

- **Internes** : en cas de douleurs dyspepsique et transpiration excessive (dose journalière de 4 à 6 g de feuilles ou de 0.1 à 0.3 g d'huile essentielle) ; l'administration se fait sous forme d'infusion (1 à 1.5 g de feuille sauge / 150 ml d'eau, à absorber plusieurs fois par jour) ou d'huile essentielle diluée (1 à 2 gouttes / 150ml d'eau).
- **Externes** : en cas d'inflammations des muqueuses bucco-pharyngées et stomacales, de gingivites et de pharyngites ; en gargarismes préparés à partir d'une infusion (2.5g de feuilles de sauge / 100 ml d'eau), d'extrait alcoolique (5 g dans un verre d'eau), d'huile essentielle diluée (2 à 3 gouttes / 100ml) ou d'extrait alcoolique non dilué.

Aucun extrait alcoolique de feuilles de sauge ou huile essentielle ne devra être administré au cours de la grossesse. Comme les composés non volatils (tanins, phénols diterpéniques) sont en partie responsables de l'activité de la drogue, l'emploi d'extraits sera privilégié par rapport à celui de l'huile essentielle.

Dans la médecine traditionnelle, la sauge jouit toujours d'une réputation certaine pour traiter les céphalées, mais aussi les fatigues d'origine nerveuse, les toux, les troubles menstruels. Elle est aussi considérée comme une espèce apaisante. **(Eberhard et al., 2005)**

II. Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne des huiles essentielle se trouve à la base des médecines dites alternatives, de nombreux procédés utilisés dans la conservation des produits alimentaires crus ou cuits, de substances actives exploitées dans les produits pharmaceutiques. Les effets antimicrobiens de différentes espèces d'herbes et d'épices sont connus depuis longtemps et mis à profit pour augmenter la durée de vie des aliments. Ainsi, les huiles essentielles et leurs composants, actuellement employés comme arômes alimentaires sont également connus pour posséder des activités antimicrobiennes et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaires, et ce d'autant plus qu'ils sont pour la plupart classés ou approuvés comme

additifs alimentaires par la Food and Drug Administration. Ils n'ont, par conséquent, par besoin d'autorisation d'emploi dans les aliments, mais cependant des études préalables sont nécessaires afin de mieux cerner leur activité microbienne.

1. Détermination de l'activité antimicrobienne

La technique de détermination de l'activité antimicrobienne des HE a une grande influence sur les résultats. Les difficultés pratiques viennent de l'insolubilité des constituants de ces huiles dans l'eau, de leurs volatilités, de la nécessité de les tester à de faibles concentrations et des problèmes de standardisation des méthode (**Huilin et al., 1998**).

Les différents protocoles peuvent ainsi être classés :

- Selon le milieu dans lequel se fait la diffusion de l'HE, soit liquide, solide ou gazeux.
- Selon la nature du contact de l'HE avec le germe : diffusion sur disque, solution alcoolique ou dispersion dans un émulsionnant

2. Activité antimicrobienne des HE

Le pouvoir antimicrobien des HE est lié à leur composition chimique, en particulier à leurs composés majeurs et sont d'ailleurs souvent remplacées par ces composés actifs.

2.1. Propriétés antibactériennes des HE

Deans et al (1987), ont étudié l'effet de 50 HE de plantes sur 25 germes de bactéries, à quatre concentrations différentes, grâce à une méthode de contact direct en milieu solide (puits). Sous leur forme non diluée, toutes les HE inhibent un genre bactérien. Les neuf HE manifestant les propriétés inhibitrices les plus importantes sont les HE de l'angélique, du laurier, de la cannelle, du clou de girofle, du thym, de l'amande amère, de l'origan, du piment et du géranium. Elles inhibent plus de 20 genres de bactéries testées.

Après séparation et identification de différents composés de l'huile essentielle, **Kim et al (1995)** ; **Adam et al (1998)**, ont démontré que différents constituants des HE possèdent des activités antibactériennes et que les constituants volatils majeurs ont les propriétés antimicrobiennes les plus importantes : carvacrol (composé volatil majeur de l'HE d'origan), thymol (composé volatil majeur de l'HE de thym), linalole (composé volatil majeur de l'HE de la coriandre), eugénol (composé volatil majeur de l'HE de poivre et du clou de girofle).

III. Activité anti-inflammatoire

1. Inflammation

L'inflammation est la réponse des tissus vivants vascularisés à une agression par une infection pathogène, ou par un traumatisme (**Rankin, 2004**). Le but de l'inflammation est d'éliminer l'agent pathogène et de réparer les lésions tissulaires. Parfois l'inflammation peut-être néfaste du fait de la persistance de l'agent pathogène dans le siège de l'inflammation, par anomalies des régulations du processus inflammatoire (**Ashley et al., 2012**).

1.1. Inflammation aiguë

L'inflammation aiguë est la réponse immédiate de l'organisme à un agent agresseur, elle est caractérisée par des phénomènes vasculoexsudatifs intenses, par une forte présence des polymorphonucléaires au niveau du foyer inflammatoire (**Serhan et al., 2010**). Les inflammations aiguës guérissent spontanément ou avec un traitement mais peuvent laisser des séquelles si la destruction tissulaire est importante. Les étapes de la réponse inflammatoire aiguë sont toujours les mêmes quelque soient le stimulus inflammatoire et le tissu enflammé (**Dorward et al.,2012**)

1.2. Inflammation chronique

La persistance de la réaction inflammatoire et la perturbation de son contrôle physiologique conduisent à la chronicité de l'inflammation (**Serhan et al., 2010**). En effet, une infiltration excessive des leucocytes au niveau du site inflammatoire et une mauvaise élimination de l'agent causal de l'inflammation sont à l'origine du développement de l'inflammation chronique (**Dorward et al.,2012**). L'inflammation chronique est également provoquée dans le cas de certaines maladies auto-immunes, et ainsi caractérisée par une longue durée (**Anzai et al., 2004**).

IV. Etude climatique

1. La région de Blida

1.1. La situation géographique de la wilaya de Blida

La wilaya de Blida est située dans la partie centrale nord du contact de l'Atlas blideen et de la Mitidja, elle est distante de 50 Km de la capitale Alger. Blida est limitée par Alger et Tipaza au Nord, Boumerdes et Bouira à l'est, Médéa et Ain defla au sud

1.2. Climat de Blida

Le climat de Blida est chaud et tempéré. L'été, à Blida, les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver. D'après Köppen et Geiger, le climat y est classé Csa. La température moyenne annuelle à Blida est de 17.9 °C. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 791 mm

1.2.1. Diagramme ombrothermique de Blida

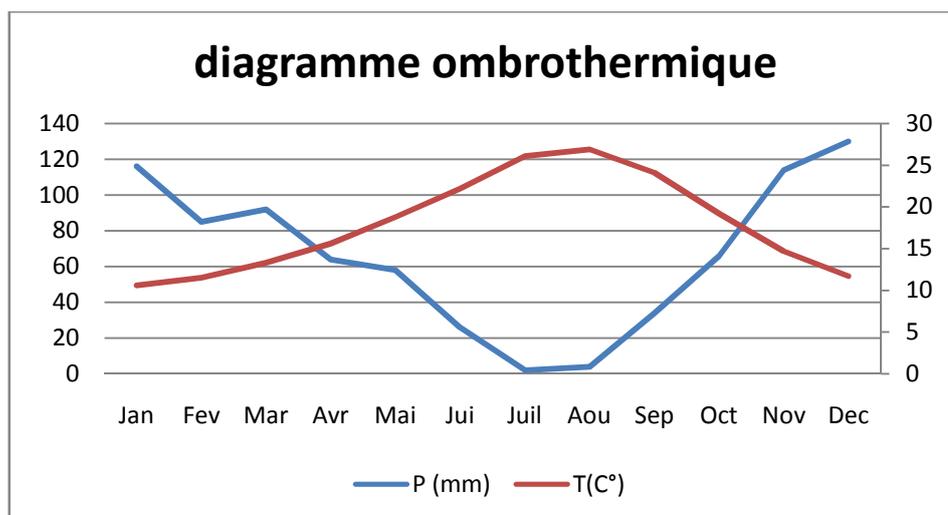


Figure.2 : diagramme ombrothermique de la région de Blida

Entre le plus sec et le plus humide des mois, l'amplitude des précipitations est de 128 mm. Entre la température la plus basse et la plus élevée de l'année, la différence est de 16.3°C.

26.9 °C font du mois d'Aout le plus chaud de l'année. 10.6 °C font du mois de Janvier le plus froid de l'année.

1.2.2. Tableau climatique de Blida

Entre le plus sec et le plus humide des mois, l'amplitude des précipitations est de 128 mm. Entre la température la plus basse et la plus élevée de l'année, la différence est de 16.3°C.

Tableau .3 : Paramètre climatique de la région de Blida

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	10.6	11.5	13.3	15.6	18.8	22.2	26.1	26.9	24.1	19.2	14.7	11.7
Température minimale moyenne (°C)	7	7.6	9.3	11.4	14.3	17.7	21.4	22.1	20	15.2	10.9	8.2
Température maximale (°C)	14.2	15.5	17.3	19.9	23.3	26.8	30.9	31.7	28.2	23.3	18.5	15.3
Précipitations (mm)	116	85	92	64	58	26	2	4	34	66	114	130

2. Région d'Alger

2.1. La situation géographique de Wilaya d'Alger

Le territoire de la Wilaya d'Alger s'étend sur une superficie de 1190 km² et compte 2 882 897 habitants (Estimation 2007). La Wilaya est limitée par la mer Méditerranée au Nord, la Wilaya de Blida au Sud, la Wilaya de Tipaza à l'Ouest et la Wilaya de Boumerdes à l'Est. Le relief se caractérise par trois zones longitudinales : Le Sahel, le littoral et la Mitidja.

2.2. Climat d'Alger centre

La ville d'Alger Centre bénéficie d'un climat tempéré chaud. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Alger Centre qu'elles ne le sont en été. D'après Köppen et Geiger, le climat y est classé Csa. La température moyenne annuelle à Alger Centre est de 17.7 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 707 mm.

2.2.1. Diagramme ombrothermique d'Alger

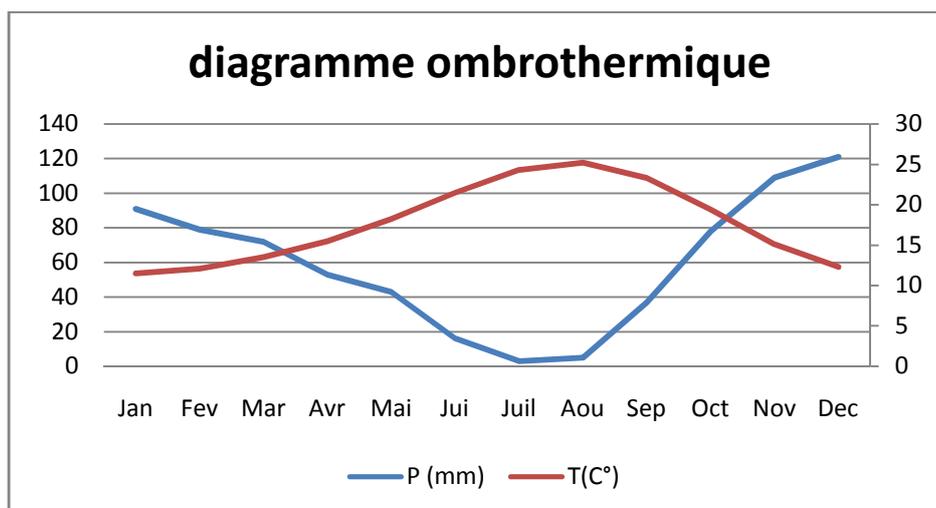


Figure.3 : diagramme ombrothermique de la région d'Alger

La différence de précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 118 mm. Une variation de 13.7 °C est enregistrée sur l'année.

Le mois le plus chaud de l'année est celui d'Aout avec une température moyenne de 25.2 °C. Le mois le plus froid de l'année est celui de Janvier avec une température moyenne de 11.5 °C.

2.2.2. Tableau climatique d'Alger

La différence de précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 118 mm. Une variation de 13.7 °C est enregistrée sur l'année

Tableau .4 : Paramètre climatique de la région d'Alger.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	11.5	12.1	13.5	15.5	18.2	21.5	24.3	25.2	23.3	19.4	15.1	12.3
Température minimale moyenne (°C)	8.1	8.3	9.7	11.3	14	17.4	20.2	21	19.6	15.7	11.5	9
Température maximale (°C)	14.9	15.9	17.3	19.7	22.5	25.6	28.5	29.5	27	23.2	18.8	15.6
Précipitations (mm)	91	79	72	53	43	16	3	5	37	78	109	121

Chapitre II

Matériels et méthodes

Notre étude a été effectuée au Centre de Recherche et de Développement (CRD) du groupe SAIDAL, Alger

Nous avons mis en relief dans cette partie, les différentes étapes de l'étude morphologique, l'extraction de l'huile essentielle du *Salvia officinalis* par hydrodistillation. Ensuite, nous avons utilisé différentes techniques pour déterminer les propriétés physicochimiques et biologiques en étudiant les différentes activités antimicrobiennes et anti-inflammatoires de l'HE récupérée.

I. Matériels

1. Matière végétale

L'espèce étudiée a été choisie essentiellement sur la base de son intérêt thérapeutique grâce à leurs différents principes actifs notamment les huiles essentielles.

L'identification de notre espèce est effectuée au jardin d'essai el Hamma. Et la récolte des échantillons été réalisée pendant la période de mars à avril (2019)

Nous avons travaillé sur la partie aérienne « feuilles, fleurs et tiges » de l'espèce *Salvia officinalis* de deux régions différentes Alger (jardin d'essai el Hamma) et Blida (au sein de la faculté de Blida1).

2. Appareillages

Tout appareillage utilisé dans les expérimentations suivantes est motionné dans l'annexe 04

II. Méthodes

1. Etude morphologique

L'étude morphologique a concerné 4 pieds de *Salvia officinalis* de chaque région à savoir Blida et Alger. Ce choix a été imposé par la disponibilité des pieds surtout dans la région de Blida (les plantes sont sauvages).

Les mesures effectuées sur la partie aérienne ont concerné les caractéristiques morphologiques suivantes :

1.1. Hauteur du pied

La longueur de pied est mesurée à l'aide d'un mètre ruban (cm), de la surface du sol à l'extrémité.

1.2. Largeur de pied

La largeur est mesurée à l'aide d'un mètre ruban (cm), des deux extrémités de pied.

1.3. Circonférence de pied

Le contour de pied est aussi mesuré à l'aide d'un mètre ruban (cm), tout autour de pied.

1.4. La surface foliaire

Concernant ce paramètre nous avons pris la mesure de 10 feuilles dans chaque pied allant de la base vers le haut donc le nombre total est de 40 feuilles pour chaque région d'étude.

Les mesures sont effectuées à l'aide d'une règle graduée (cm) et les calcule numérique selon la formule suivante :

$$\text{surface}(\text{cm}^2) = \text{L}(\text{cm}) \times \text{R}(\text{cm})$$

L : longueur de la feuille

R : largeur de la partie médiane de la feuille

2. L'extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation

2.1. Collecte de matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de feuilles, fleurs et de tiges de *Salvia officinalis* L. La plante été collecté dans la région de Soumaa Blida et el Hamma Alger en mars 2019.

Le matériel végétal fraîchement collecté a été séché selon la méthode de **Laouer et al. (2003)** sur du papier à l'ombre, à température ambiante et dans un endroit sec à l'abri de l'humidité pendant quelques jours jusqu'au moment de la préparation des extraits.

2.2. Détermination de poids sec

2.3. La détermination de la matière sèche dans nos échantillons, a été déterminée par procédé de dessiccation à une température de $105^{\circ} \pm 2$ C dans une étuve isotherme ventilée à la pression atmosphérique pendant 24h. Nous avons pris 01 g de la sauge sécher à l'air libre.

$$\text{MS}\% = \frac{\text{PdsSec}}{\text{PdsFrais}} \times 100$$

Pds Frais : Poids de matériel végétal frais.

Pds sec : poids de matériel végétal après déshydratation.

MS% : Matière sèche.

2.4. Description du dispositif d'extraction

L'extraction de l'HE a été effectuée par hydrodistillation à l'aide d'un dispositif de type Clevenger **Figure 4**, au sien du laboratoire d'extraction des huiles essentielles au niveau du Centre de Recherche et Développement de SAIDAL, Alger.

Il est constitué d'un chauffe ballon qui permet la distribution homogène de la chaleur en son sien, le ballon est en matériau dit « pyrex » où l'on place les fleurs, tiges et les feuilles séchées et l'eau, une colonne de condensation de la vapeur (réfrigérant) à deux sorties et enfin un collecteur en verre « pyrex » qui reçoit les extraits de la distillation.



Figure .4 : Dispositif de l'extraction

2.5. Procédé d'extraction

L'extraction a été effectuée selon le protocole suivant :

- Mettre 80g de l'échantillon séché dans le ballon en verre (2L) ;
- Remplir le ballon d'eau distillée au 2/3 de son volume pour éviter les débordements de l'ébullition et le phénomène de stagnation ;
- Porter à l'ébullition le mélange à l'aide d'un chauffe ballon ;
- Régler le chauffage pour permettre une stabilité de l'extraction ;
- Arrêter le chauffe ballon après 2h30 de l'extraction ;

- Commencer la décantation en récupérant l'huile essentielle dans de petits flacons opaques en verre ;
- Conserver les flacons à l'abri de la lumière à basse température (+4°C).

2.6. Calcul du rendement

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétal à traiter. Selon la norme **AFNOR** (1986), le rendement en huile essentielle (RHE) est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction (MHE) et la masse de la matière végétale utilisée (MS). Le rendement est exprimé en pourcentage, et il est donné par la formule suivante :

$$\text{RHE}\% = \frac{\text{MHE}}{\text{Mms}} \times 100$$

R : Rendement en extraits fixes en g /50 g de matière sèche

MHE : quantité d'extrait récupérée exprimée en g.

Mms : quantité de la matière végétale sèche utilisée pour l'extraction exprimée en g.

3. Analyse de l'huile essentielle

La caractérisation d'une essence consiste à :

- Vérifier ses caractéristiques organoleptiques (Aspect, couleur, odeur, saveur) ;
- Déterminer ses indices physico-chimiques (densité, indice de réfraction...)
- Obtenir son profil chromatographique et une quantification relative des différents constituants.

3.1. Propriétés organoleptiques

L'appréciation des caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles nécessite l'utilisation de nos sens afin d'évaluer l'aspect, l'odeur, la couleur ainsi que la flaveur.

3.2. Propriétés physico-chimiques

- **Densité relative à 20°C :**

C'est le rapport de la masse d'un certain volume d'HE à la masse d'un volume égal d'eau à 20°C. (AFNOR NF ISO 279 :1999(T 75-111))

➤ **Mode opératoire**

- Peser un tube à essais (5ml) propre et sec et faire la tare ; A l'aide d'une balance électronique de précision (10^{-4}), ;
- Prendre 1ml d'huile essentielle Avec une micropipette ; On la pèse afin d'obtenir son poids exact ;
- Faire la même chose pour 1ml d'eau distillée.

Calcul de densité relative

$$D_{20}^{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

m₀ : Poids du tube vide ;

m₁ : Poids du tube avec l'eau distillée ;

m₂ : Poids du tube avec l'huile essentiel

• **Indice de réfraction**

C'est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'HE maintenue à une température constante. (AFNOR NFISO 280 : 1999 (75-112))

➤ **Mode opératoire**

La mesure de l'indice de réfraction de notre huile essentielle a été effectuée la l'aide d'un réfractomètre de marque METTLER TOLEDO.

- Etalonner et nettoyer l'appareil à l'aide d'une substance d'indice de réfraction connu à la température fixée à 20°C ;
- Placer 2 gouttes d'huile essentielle au milieu du prisme ;
- Noter la valeur de l'indice de réfraction affiché sur l'écran de l'appareil.

• **Indice d'acide (IA) :**

L'indice d'acide d'une huile essentielle est défini comme étant le nombre de milligramme d'oxyde de potassium (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans 1g d'huile essentielle (NFISO 1242, 575-103 ; AFNOR,2000).

Ethanol, à 95% (en volume) à 20°C, récemment neutralisé par la solution d'hydroxyde de potassium, en présence de l'indicateur coloré utilisé pour la détermination.

Indicateur coloré, utiliser est le Phénophtaléine, solution à 2g/l dans de l'éthanol.

Hydroxyde de potassium, solution éthanolique étalon, $c(\text{KOH})=0.1\text{mol/l}$, titrée avant chaque série d'essai

➤ **Mode opératoire :**

- Peser, à 0.5 mg près, environ 2g d'huile essentielle ;
- Introduire les dans un ballon de 100ml de capacité ;
- Ajouter 5ml d'éthanol neutralisé et 5 gouttes au maximum d'indicateur coloré ;
- Titrer le liquide avec la solution d'hydroxyde de potassium contenu dans la burette de 2ml de capacité, graduée en 0.01ml ;
- Pour suivre l'addition jusqu'à l'obtention du virage de la solution persistant (rose) pendant 30 secondes ;
- Noter le volume (V) de la solution d'hydroxyde de potassium utilisé.

Calcul de l'indice :

L'indice d'acide (IA) est donné par la formule suivant :

$$\text{IA} = \text{V} \times \text{C} \times \left(\frac{56.11}{\text{M}} \right)$$

IA : Indice d'acide

V : Volume de KOH en ml utilisé ;

C : La concentration exacte, en moles par litre de la solution de KOH ;

M : La masse de la prise d'essai

• **Indice d'ester (IE) :**

L'indice d'ester le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libérés par des esters contenus dans 1g d'huile essentielle. Ethanol, à 95% (V/V) à 20°C, récemment neutralisé par la solution d'hydroxyde de potassium, en présence de l'indicateur coloré utilisé pour la détermination.

Indicateur coloré, utiliser est le Phénophtaléine, solution à 2g/l dans de l'éthanol.

Hydroxyde de potassium, solution éthanolique titrée, $C(\text{KOH})=0.5\text{mol/l}$, à 20°C, contrôlée avant chaque série d'essai.

Acide chlorhydrique, solution titrée, $C(\text{HCl})=0.5\text{mol/l}$ à 20°C.

➤ Mode opératoire

- Peser à 0.005 grammes près 2 grammes d'huile essentielle ;
- En parallèle, effectuer un essai à blanc, dans les mêmes conditions opératoires et utilisant les mêmes réactifs ;
- Introduire l'huile essentielle dans un ballon, puis à l'aide d'une burette d'une capacité de 25ml, graduée en 0.05ml, ajouter 25ml de la solution d'hydroxyde de potassium ainsi que des fragments de pierres ponce ou de porcelaine ;
- Selon notre l'huile essentielle, nous avons adapté le réfrigérant à reflux au ballon sur le bain d'eau bouillante, maintenir le ballon sur le bain d'eau pendant 1h ;
- Laisser refroidir le ballon et démonter le tube ;
- Ajouter 20ml d'eau, puis cinq gouttes de solution de phénophtaléine ;
- Titrer l'excès d'hydroxyde de potassium avec la solution de l'acide chlorhydrique.

Calcul de l'indice :

$$IE = 28.05 \times \frac{(V - V_0)}{M}$$

IE : Indice d'ester ;

V : Volume en ml de HCl utilisé dans cette détermination

V₀ : Volume en ml de HCl utilisé dans cette détermination de l'essai à blanc,

M : La masse de la prise d'essai.

3.3. Composition chimique de l'HE

Le couplage chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse est aujourd'hui une des techniques les plus utilisées dans la chimie analytique. L'intérêt de ce couplage est la séparation des constituants d'un mélange, dans notre cas il s'agit bien de l'huile essentielle du *Salvia officinalis*. Cette analyse a été effectuée au sein de laboratoire de Sous-direction de la Police Scientifique et Technique (SDPST), Alger.

La chromatographie en phase gazeuse est réservée à l'analyse de composés relativement volatils et thermiquement stables. Le spectromètre de masse permet l'identification et la quantification des composés.

- **Appareillage utilisé**

L'appareillage utilisé dans cette analyse est :

- **GCMS model** : CLARUS 500
- **Marque** : Perkin-Elmer

- **Les conditions chromatographiques**

Tableau .5 : Les conditions opératoires appliquées dans la CG-SM

Chromatographie en phase gazeuse	Spectre de masse
<ul style="list-style-type: none"> • Volume injecté : 1ul • Température d'injection : 250 °C • Colonne : Elite série 5-MS, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25 µm épaisseur de phase stationnaire • Température initiale : 70 °C pendant 4 min • Rampe : 4°C/min jusqu'à 220 °C pendant 15 min • Temps d'analyse 56.5 min 	<ul style="list-style-type: none"> • Mode d'ionisation : Impact électronique • Energie : 70 ev • Température source : 250 °C • Température ligne de transfert : 250 °C • Analyseur : Quadripôle • Mode : Balayage entre 20 - 550 Dalton • Délai de solvant : 5.9 min

4. Evaluation de l'activité antimicrobienne :

4.1. L'étude qualitative :

Le but de cette étude qualitative est d'évaluer l'effet d'inhibition de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur cinq souches microbiennes. Ces différents microorganismes ont été fournis par le laboratoire de Microbiologie du CRD – SAIDAL dont les caractéristiques sont mentionnées dans le tableau.6 cité ci-dessous.

Tableau .6 : Caractéristiques des souches microbiennes testées

Microorganismes	Référence	Gram	Famille
<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC 6633	Positif	Bacillaceae
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 6538	Positif	Staphylococcaceae
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 8739	Négatif	Enterobacteriaceae
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 9027	Négatif	Pseudomonadaceae
<i>Candida albicans</i>	ATCC 10231	/	Sacchromycetaceae

Pour réaliser cette étude on utilise deux milieux de culture différents :

- Le milieu gélosé Muller Hinton (MH) pour les bactéries
- Le milieu gélosé Sabouraud (SAB) pour les levures.

a. Principe :

L'évaluation qualitative de l'activité antimicrobienne de l'Huile Essentielle de *Salvia officinalis* consiste à estimer l'inhibition de croissance des microorganismes (bactéries et levures) soumis aux contacts de l'échantillon à tester et ceci par la méthode de diffusion sur gélose en utilisant des disques absorbants.

b. Protocole expérimental :

✓ **Préparation de l'inoculum :**

❖ **Pour les bactéries :**

- A partir d'une culture jeune de 18h, réaliser des suspensions en prélevant 3 à 5 colonies bien isolées et identiques, et les mettre dans 5 ml d'eau physiologique stériles.
- Agiter au vortex pendant quelques secondes.
- Réaliser une lecture de la densité optique avec le spectrophotomètre à une longueur d'onde de 620 nm et qui doit être comprise entre (0,2 – 0,3) pour *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Bacillus subtilis*, et entre (0,3 – 0,4) pour *Staphylococcus aureus* ce qui correspond à une concentration de 10^7 - 10^8 germes/ml.

❖ Pour les levures :

- A partir d'une culture jeune de 48h, réaliser des suspensions en prélevant 3 à 5 colonies bien isolées et identiques, et les mettre dans 5 ml d'eau physiologique stériles.
- Agiter au vortex pondant quelques secondes.
- Réaliser une lecture de la densité optique avec le spectrophotomètre et qui doit être comprise entre (2 – 3) pour *Candida albicans*, ce qui correspond à une concentration de 10^7 - 10^8 ufc/ml.

NB : Si la valeur obtenue de la première lecture pour les bactéries et les levures n'est pas comprise dans les intervalles voulus, les concentrations doivent être ajustées en ajoutant soit de l'eau physiologique ou des colonies et l'inoculum doit être utilisé dans les 15 minutes qui suivent sa préparation.

✓ Examen de l'échantillon :**❖ Préparation de la 1^{ère} couche du milieu :**

- Faire fondre le milieu gélose **Muller - Hinton** et le **Sabouraud** dans un bain-marie à 95°C
- Verser aseptiquement une 1^{ère} couche dans les boites de pétri à raison de 15 ml par boite avec 02 répétitions par souche.
- Laisser refroidir et solidifier sur la pailleasse.

❖ Préparation de la 2^{ème} couche du milieu :

- Faire fondre le milieu gélosé **Muller – Hinton** et le **Sabouraud** dans un bain-marie à 95°C.
- Baisser la température jusqu'à 45°C.
- Remplir les flacons en verres stériles avec 25 ml de milieu **Muller - Hinton** pour les bactéries, et avec 25 ml de milieu Sabouraud pour les levures pour chacune des souches.
- Ensemencer les milieux de culture avec 100 µl de chaque suspension.

- Agiter manuellement les flacons.
- Transvaser rapidement 4 ml de chaque milieu inoculé en 2^{ème} couche sur la surface des boîtes contenant déjà la couche de gélose.
- Etaler rapidement en faisant pivoter la boîte sur elle-même pour avoir une surface uniforme.
- Laisser solidifier sur paillasse.

❖ **Dépôt des disques :**

- A l'aide d'une pince stérile, prélever un disque stérile, l'imbiber avec de l'huile essentielle de *Salvia officinalis*, en mettant seulement en contact avec le bout du disque celui-ci va absorber progressivement jusqu'à imprégnation totale du disque.
- Déposer le disque sur la surface de la gélose.
- Laisser diffuser sur paillasse 30 minutes.
- Incuber à 37°C pendant 24h pour les bactéries et à 25°C pendant 48h pour les levures.

❖ **Lecture :**

- Présence de zone claire autour du disque : Présence d'activité inhibitrice.
- Absence de zone claire autour du disque : Absence d'activité inhibitrice.

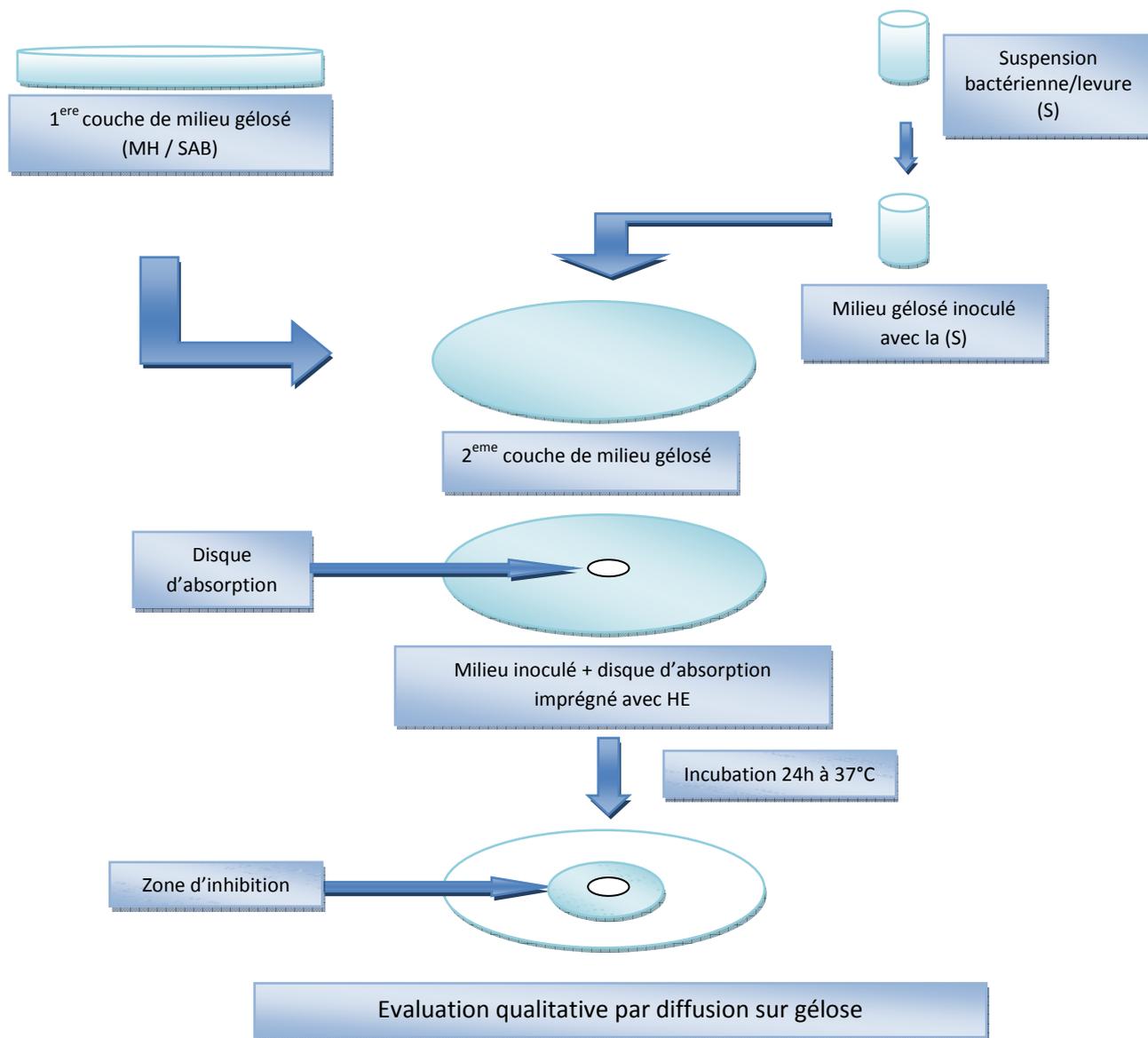


Figure .5 : Le protocole expérimental de l'activité antimicrobienne

5. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire

5.1. Principe

L'injection de la carragénine sous l'aponévrose plantaire de la patte de la souris provoque une réaction inflammatoire qui peut être réduite par un produit anti-inflammatoire.

Cette étude permet de comparer la réduction de l'œdème plantaire après administration de doses égales du produit anti-inflammatoire à tester et du produit de référence correspondant.

5.2. Matériel

5.2.1. Végétale

- **Préparation de l'extrait aqueux de *Salvia officinalis* des deux régions Alger et Blida**

Extraction avec de l'eau chaude (extraction solide/liquide) selon le protocole suivant :

- Peser 10 gramme de la matière végétale
- A l'aide d'un mortier et d'un pilon bien broyer cette matière végétale afin d'obtenir une poudre
- Ajouté à ce broyat 200 ml d'eau distillée puis agiter manuellement et doucement ;
- Chauffer le mélange sur une plaque chauffante jusqu'à ébullition.
- Laisser le mélange refroidir à la température ambiante ;
- Filtrer bien le mélange avant utilisation

5.2.2. Animale

Pour les animaux nous avons utilisé des souris albinos :

- **Souche** : NMRI ;
- **Poids** : 22-30g ;
- **Sexe** : mâle ;
- **Nombre** : 20 souris ;
- **Nourriture** : Granulés « O.N.A.B » ;

- **Paramètres hygrothermiques de l'animalerie (centre de recherche et de développement (CRD) du groupe SAIDAL, Alger) :**
 - Température 20 à 24°C,
 - Humidité : 50%,
 - Eclairage : 10 heures.



Figure .6 : Souris albinos de souche NMRI

5.2.3. Appareillages, produits et réactifs

Tous appareillages, produits et réactifs utilisés dans les expérimentations suivantes sont mentionnés dans l'annexe 07, 08 et 09

➤ 1^{er} méthode : par pied à coulisse

Selon le protocole d'Amezouar et al (2012)

a. La veille de l'expérimentation

- **Constitutions de 4 lots de 5 souris chacun** (pesage et identification des animaux et étiquetage des cages)
 - **Lot témoin (T-)** : les animaux ne reçoivent aucun traitement ;
 - **Lot référence (T+)** : les animaux reçoivent du Biofenac® LP (Diclofénac de sodium) 100 mg ;
 - **Lot essai (E₁)** : les animaux reçoivent l'infuse préparée à base de la matière végétale ;
 - **Lot essai (E₂)** : les animaux reçoivent l'infuse préparée à base de la matière végétale.
- Mettre à jeun 16h les lots d'animaux mis à l'expérimentation

b. Le jour de l'expérimentation

- **A temps T_0** : mesurer l'épaisseur initiale de la patte gauche des animaux à l'aide d'un pied à coulisse digital
- **Administration des produits**
 - **Lot témoin (T-)** : les animaux reçoivent 0,5 ml/ souris d'eau distillée ;
 - **Lot référence (T+)** : les animaux reçoivent 0,5 ml/ souris du Biofenac® LP (Diclofénac de sodium) 100mg ;
 - **Lot essai 1 (E₁)** : reçoivent 0,5 ml/souris l'infusé de *Salvia officinalis* de la région d'Alger ;
 - **Lot essai 2 (E₂)** : reçoivent 0,5 ml/souris l'infusé de *Salvia officinalis* de la région de Blida.



Figure .7 : Présentation de la méthode de gavage

- **Temps : $T_0 + 30mn$**
 - Injection d'une solution de carragénine au niveau de la patte postérieure gauche au milieu de l'aponévrose coussinet plantaire sous un volume de 0,025ml pour chaque souris des lots.



Figure .8 : Injection de la carragénine

- **Temps : 1 heure**

- Mesurer l'épaisseur de l'œdème chaque 1h pendant 4h à l'aide d'un pied à coulisse digitale.



Figure .9 : mesure de patte gauche à l'aide de pied à coulisse

- **Expression des résultats :**

- Calculer les moyennes arithmétiques d'œdème pour chaque 1h ;
- Calculer le pourcentage d'œdème pour chaque 1h par la formule suivante :

$$\% \text{ Œdème} = \frac{\text{Moyenne Œdème } T_h - \text{Moyenne Œdème } T_0}{\text{Moyenne Œdème } T_0} \times 100$$

Moyenne Œdème Th : Moyen d'œdème de la patte gauche par heure ;

Moyenne Œdème T₀ : Moyen d'œdème de la patte gauche à temps initial.

- Calculer le pourcentage de réduction de l'œdème chez les souris traitées par rapport aux témoins.

$$\% \text{ d'Inhibition} = \frac{\% \text{ Œdème } T - \% \text{ Œdème } E}{\% \text{ Œdème } T} \times 100$$

% **Œdème T** : pourcentage d'œdème de groupe témoin ;

% **Œdème E** : pourcentage d'œdème de groupe d'essais ;

% **Œdème R** : pourcentage d'œdème de groupe référence.

➤ **2^{ème} méthode : couper les pattes**

Méthode expérimentale selon le protocole de **Levy (1969)**

• **Constitution de 4 lots de 5 souris chacun :**

- **Lot témoin (T-)** : les animaux ne reçoivent aucun traitement ;
 - **Lot référence (T+)** : les animaux reçoivent du Biofenac® LP (Diclofénac de sodium) 100 mg ;
 - **Lot essai (E₁)** : les animaux reçoivent l'infuse préparé à base de la matière végétale ;
 - **Lot essai (E₂)** : les animaux reçoivent l'infuse préparé à base de la matière végétale.
- Mettre à jeun 16h les lots d'animaux mis à l'expérimentation.

• **Au temps T₀ :**

Administration aux trois lots les suspensions suivantes :

- **Lot témoin (T-)** : les animaux reçoivent 0,5 ml/souris d'eau distillée ;
- **Lot référence (T+)** : les animaux reçoivent 0,5 ml/ souris du Biofenac® LP (Diclofénac de sodium) 100mg
- **Lot essai 1 (E₁)** : reçoivent 0,5 ml/souris l'infusé de *Salvia officinalis* de la région d'Alger ;
- **Lot essai 2 (E₂)** : reçoivent 0,5 ml/souris l'infusé de *Salvia officinalis* de la région de Blida.

• **Au temps T₀ + 30 mn :**

- Injecter la solution de carragénine sous l'aponévrose plantaire de la patte arrière gauche sous un volume de 0,025 ml à tous les animaux mis en expérience.

• **Au temps T₀ + 4 :**

- Sacrifier les animaux par rupture de la nuque ;



Figure .10 : souris après rupture de la nuque

- Couper les pattes postérieures à hauteur de l'articulation et les peser sur une balance analytique.

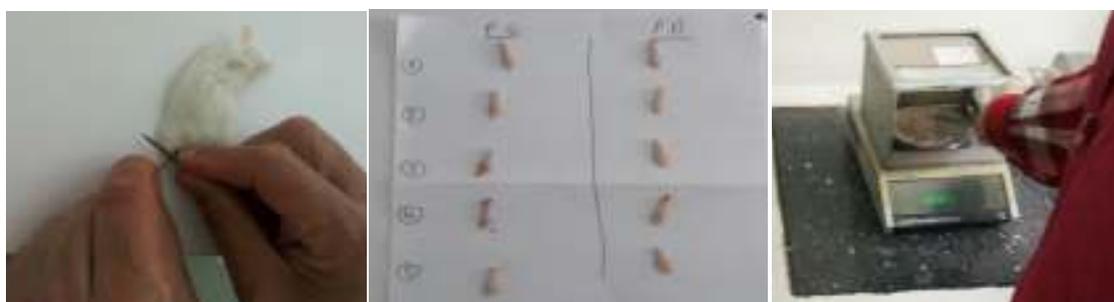


Figure .11 : découpage des pattes et pesage sur une balance analytique

- **Expression des résultats :**

- Calculer les moyennes arithmétiques des poids de la patte gauche et la patte droite pour chaque lot ;
- Calculer le pourcentage d'augmentation des poids de la patte (% d'œdème) par la formule suivante :

$$\% \text{ Œdème} = \frac{\text{MoyennePdsPG} - \text{MoyennePdsPD}}{\text{MoyennePdsPD}} \times 100$$

Moyenne Pds PG : Moyenne des poids des pattes gauches ;

Moyenne Pds PD : Moyenne des poids des pattes droites.

- Calculer le pourcentage de réduction de l'œdème chez les souris traitées par rapport aux témoins.

$$\% \text{ d'Inhibition} = \frac{\% \text{ Œdème T} - \% \text{ Œdème E}}{\% \text{ Œdème T}} \times 100$$

% Œdème T : pourcentage d'œdème de groupe témoin ;

% Œdème E : pourcentage d'œdème de groupe d'essais ;

% Œdème R : pourcentage d'œdème de groupe référence.

Chapitre III

Résultats et discussion

1. Etude morphologique

Les résultats de l'étude morphologique concernant les paramètres mentionnés dans le tableau ci-dessous sont représentés par la moyenne des différentes mesures dans le tableau.7

Tableau .7: Les mesures effectuées sur la partie aérienne de *Salvia officinalis* dans les deux régions

Mesures	La plante(<i>Salvia officinalis</i>)	
	Région d'Alger	Région de Blida
Moyenne Hauteur de pied (cm)	94	107
Moyenne Largeur de pied (cm)	97	152
Moyenne circonférence de pied (cm)	262	396
Moyenne de surface foliaire (cm ²)	18.82	8.38

D'après les résultats obtenus nous avons remarqué qu'il ya une différence remarquable entre la région de Blida et la région d'Alger.

Pour cela nous pouvons associer probablement cette différence à la condition climatique et de culture à s'avoir celle d'Alger est cultivé dans des conditions optimale de développement et celle de Blida est sauvage donc l'humidité ainsi que la température ont fluctués énormément durant la période d'étude,

Aucune étude été effectuée sur la morphologie de *Salvia officinalis*.

2. Extraction de l'huile essentielle

2.1. Détermination de taux de matière sèche :

La détermination de taux de matière sèche est réalisée dans le but d'estimer la teneur en eau des plantes étudiées, et de connaître la durée de séchage pour chaque plante qui diffère d'une espèce à une autre Les analyses des échantillons ont révélé un taux d'humidité très faible compris entre 8 à 7%.

Les analyses de nos échantillons de *Salvia officinalis* dans la région d'Alger ont révélé un pourcentage de 92% de taux de Matière sèche et 8% de taux d'humidité alors que dans la région de Blida les échantillons ont révélé 93% de taux de matière sèche et 7% de taux d'humidité. (Figure.12)

Les deux régions présentent un taux élevé de matière sèche. Cela est dû à quelques facteurs climatiques tels que le taux d'humidité et la température.

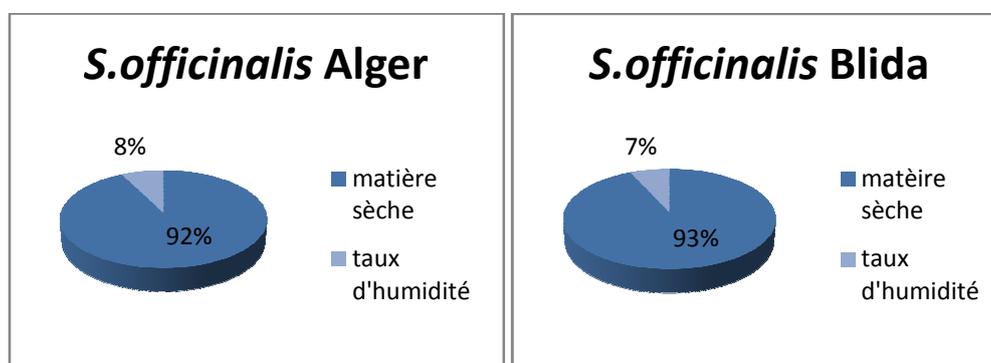


Figure .12 : Teneur de matière sèche et de taux d'humidité de *Salvia officinalis* des deux régions Alger et Blida

2.2. Rendement d'extraction

Les rendements moyens en huiles essentielles obtenues par hydrodistillation et qui ont été calculés en fonction de la masse du matériel végétal sec, varient légèrement entre la région d'Alger et la région de Blida. (Tableau .8)

Tableau .8 : Rendement en HE de *Salvia officinalis* dans les deux régions Alger et Blida

La plante	Le rendement (%)
<i>Salvia officinalis</i> (Alger)	0.79
<i>Salvia officinalis</i> (Blida)	0.60

Le rendement obtenu de la sauge officinale dans la région d'Alger est **0.79%**, alors que la sauge officinale dans la région de Blida est **0.60%**. Comparant les deux résultats on note que le rendement de la région d'Alger est plus élevé que la région de Blida

Comparant nos résultats à ceux de **Bouaziz et al., (2009)** en Tunisie, où ils ont noté un rendement de **0.72%**, On note que le rendement de la région d'Alger est supérieur par contre le rendement de la région de Blida est inférieur.

Alors que Les résultats rapportés par **Rasmy et al., (2012)** en Egypte où le rendement atteint **1.2%** c'est-à-dire est supérieur à notre rendement dans les deux régions

Cependant, le rendement obtenu par **Hussain et al., (2011)** à partir d'un échantillon de *Salvia officinalis* provenant du Pakistan est de **0.46%** donc est inférieur à notre rendement dans les deux régions.

3. Analyse d'huile essentielle

3.1. Propriétés organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques (apparence, couleur, odeur, goût) qui étaient utilisées autrefois pour évaluer la qualité d'une huile essentielle, ne donnent en réalité que des informations très limitées sur ces essences. En effet, d'autres techniques de caractérisation plus précises sont plus que nécessaires. Des normes adoptées concernant les indices physicochimiques définissent la qualité d'une huile essentielle et par conséquent sa valeur commerciale. (Tableau .9)

Tableau .9 : Propriété d'huile essentielle *Salvia officinalis*

Propriétés	<i>Salvia officinalis</i> (Alger)	<i>Salvia officinalis</i> (Blida)
Aspect	Liquide (mobile)	Liquide (mobile)
Couleur	Incolore a jaune claire	Incolore a jaune claire
Odeur	Caractéristique (camphrée)	Caractéristique (camphrée)

Les huiles essentielles issues de la méthode d'hydrodistillation possèdent des notes olfactives proches des arômes originels des plantes fraîches utilisées avec des odeurs d'herbes aromatiques. L'odeur dégagée est agréable malgré une légère altération, mais toujours avec un caractère herbal rappelant les plantes fraîches. On note que notre huile essentielle a un aspect liquide, une odeur propre à la matière végétale (camphrée), et incolore. (Figure .13)

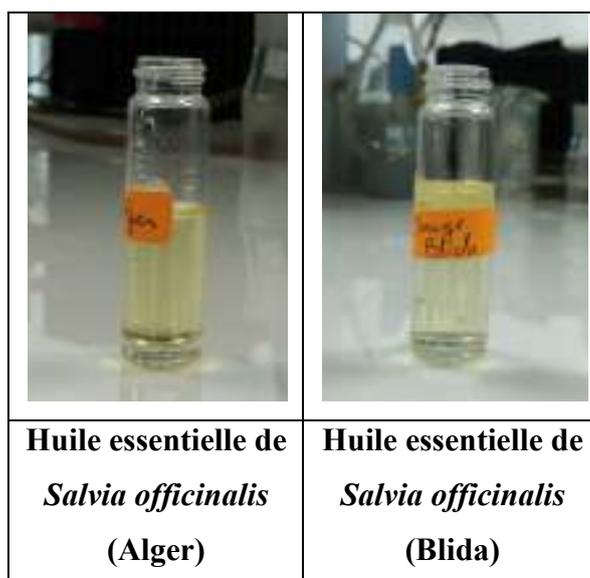


Figure .13 : L'huile essentielle de *Salvia officinalis* de deux région Alger et Bida

3.2. Propriétés physico-chimique

Les résultats de la détermination des caractéristiques organoleptiques et des propriétés physico-chimiques de notre huile essentielle sont réunis dans le tableau.10

Tableau .10: Caractéristique physico-chimique d'huile essentielle de *Salvia officinalis*

Propriété	HE (Alger)	HE (Blida)	Norme AFNOR	Fellah et al., (2006) (Marsa / djebel oust)
Densité	0.910	0.900	0.910 - 0.930	0.929 / 0.9262
Indice de réfraction	1.4721	1.4711	1.480 – 1.470	1.46718 / 1.46821
Indice d'acide	0.447	0.28	/	1.34 / 1.41
Indice d'ester	41.96	58.79	/	7.57 / 8.22

La densité d'une H.E constitue un critère très important pour évaluer la qualité d'une huile essentielle dans différents domaines de la vie (cosmétique, pharmacie, chimique, agroalimentaire, etc.). Elle peut facilement donner un aperçu sur la naturalité du produit ainsi que les tentatives de fraudes et d'adultération. Les résultats de notre étude et comparable aux valeurs des **Norme AFNOR** et a ceux de **Fellah et al., (2006)**.

L'indice de réfraction, comme critère de pureté, est utilisé pour l'identification des huiles essentielles. Chacune d'elles a son indice de réfraction spécifique. Plus l'indice de réfraction

est proche de la valeur attendue, plus la « pureté » de l'huile est grande. Notre indice de réfraction des deux régions est très proche à celui de **Fellah et al., (2006)** et correspond à celles des normes **AFNOR**. Ce qui témoigne de la haute pureté de notre huile.

L'indice d'acide indique le comportement et la quantité des acides libres présents dans notre huile. Il peut aussi nous renseigner sur la susceptibilité de l'huile à subir des altérations, notamment l'oxydation.

Donc il indique d'une part, le degré de conservation d'une huile et d'autre part la qualité d'huile alimentaire, souvent cet indice est de valeur inférieure ou égale à 2. D'après les résultats, nous avons un indice d'acide de **0.447** dans la région d'Alger et **0.28** ce qui concerne la région de Blida qui affirme la bonne qualité de notre huile essentielle. Une faible valeur d'indice d'acide nous laisse penser qu'elle ne contient pas beaucoup d'acides libres et ne sont pas altérées, lors de leur extraction par et leur conservation.

L'indice d'ester est un indicateur très fort de la qualité de l'huile étudiée. En effet, une huile essentielle de très bonne qualité renferme une très grande quantité d'esters. La valeur obtenue à partir de notre HEs est relativement élevée en comparant avec les résultats obtenus par **Fellah et al., (2006)** et donc témoigne de la forte teneur en esters de cette huile. En effet, la qualité d'une huile est proportionnelle à la quantité d'esters qu'elle renferme. Cet indice peut aussi être influencé par d'autres facteurs, tels que les conditions dans lesquelles s'effectue l'hydrolyse.

En terme de validation en comparant nos résultats expérimentaux avec ceux de la littérature, on observe un petit écart pour les propriétés physico-chimiques concernant la densité et l'indice de réfraction. Cette différence peut être attribuée à divers facteurs (l'organe de la plante, lieu de culture, période de récolte, méthode d'extraction, etc.), mais ces valeurs restent toujours dans les normes avec une densité inférieure à celles d'eau, et un indice d'acide compris entre 0 et 2.

3.3.Composition chimique

Dans le tableau.11, les composés identifiés de l'analyse qualitative des huiles essentielles de *Salvia officinalis* de la Région d'Alger et Blida sont listés suivant l'ordre de leur temps de rétention.

Tableau .11 : compositions chimiques des huiles essentielles de *Salvia officinalis* de la région de Blida et la région d'Alger

Huile de <i>Salvia officinalis</i> (Blida)			Huile de <i>Salvia officinalis</i> (Alger)		
N°	Composés	TR (min)	N°	Composés	TR (min)
1	β -Pinène	7.304	1	1,8-cineole	9.930
2	1,8-cineole	9.205	2	α -Terpinéol	15.877
3	γ -Terpinene	9.790	3	Acétate de bornyl	15.982
4	δ -Terpinéol	14.612	4	acétate de myrtényle	19.064
5	Acétate de bornyl	17.698	5	α -Copaene	20.509
6	Caryophyllène	22.320	6	β -Elemène	22.520
7	Alloaromadendrene	23.460	7	Oxyde de caryophyllène	26.947
8	δ -Cadinène.	25.001	8	δ -Gurjunène	28.102
9	Oxyde de caryophyllène	26.872	9	α -Copaene	29.088
10	Aromadendrene	27.972	10	γ -Cadinène	31.318
11	Oxyde de Humulène	28.142	11	Ent-Pimara-8,15diene	35.390
12	γ -Cadinène	31.278	12	13-Epimanol	39.267
13	Pimara-8(9),15diene	35.330	13	Junipène	39.627
14	Longiborn-9-ene	39.562	/	/	/

TR (min) : temps de rétention

Les huiles essentielles obtenues n'ont pas la même composition. Nous notons une différence de composition relativement importante. Le 1,8-cineole, acétate de bornyl, oxyde de caryophyllène et γ -Cadinène sont les seuls composés en commun entre les deux régions.

Les résultats obtenus nous permettent de constater que la majorité des composés de *Salvia officinalis* sont des monoterpènes ou bien des hydrocarbures sesquiterpéniques.

Les variations rencontrées dans la composition chimique des huiles essentielles, du point de vue qualitatif et quantitatif, peuvent être dues à plusieurs facteurs tels que les paramètres écologiques, l'espèce de la plante et son patrimoine génétique **Thompson et al., (2003)** ; **Karousou et al., (2005)**.

Cette HE est composée de molécules dont l'industrie pharmaceutique a souvent recours. En effet, β -pinène, le Terpinene, 1,8-cineole et le caryophyllène sont des molécules anti-

inflammatoire, antibactérienne et anti-oxydante. Par ailleurs, grâce à la grande quantité de molécules camphrées dans cette huile, elle est couramment utilisée dans les désodorisants et les produits cosmétiques.

D'autres études réalisées sur *Salvia officinalis* à travers le bassin méditerranéen ont rapporté la composition chimique suivante

L'étude menée par **Fellah et al., (2006)** sur *Salvia officinalis* de la Tunisie a montré que les composés majoritaires sont : l' α -thujone (25,02%), le viridiflorol (18,96%), le β -thujone (13,09%), le 1,8-cineole (8,58%), et le limonène (6,56%).

4. Evaluation de l'activité antimicrobienne

4.1. Etude qualitative :

L'évaluation de l'activité inhibitrice a été réalisée par la méthode de diffusion sur gélose ou chromatogramme. La mesure des diamètres des zones d'inhibitions a pour but de mettre en évidence l'action de l'HE de *Salvia officinalis* de la Wilaya de Blida et d'Alger sur les souches microbiennes testées.

L'échelle d'estimation de l'activité antimicrobienne est donnée par **Meena et Sethi (1994)** et **Ela et al., (1996)**. Ils ont classé les diamètres des zones d'inhibition de la croissance microbienne en classes :

- 1. Fortement inhibitrice** : le diamètre de la zone d'inhibition est ≥ 28 mm ;
- 2. Modérément inhibitrice** : $16 \text{ mm} \leq$ diamètre de zone d'inhibition < 28 mm ;
- 3. Légèrement inhibitrice** : $10 \text{ mm} \leq$ diamètre de la zone d'inhibition < 16 mm ;
- 4. Non inhibitrice** : diamètre de la zone d'inhibition < 10 mm

Ainsi l'interprétation de nos résultats est effectuée en comparant les résultats obtenus avec ceux donnés par l'échelle qui sont représentés dans le tableau.12 et Figure.14

Tableau.12 : Résultats des diamètres des zones d'inhibitions de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* de la Willaya de Blida et d'Alger pour les souches testées

Souches microbiennes testées	Diamètre moyen des zones d'inhibitions (mm)		L'échelle d'estimation de l'activité antimicrobienne	
	<i>Salvia officinalis</i> (Blida)	<i>Salvia officinalis</i> (Alger)	<i>Salvia officinalis</i> (Blida)	<i>Salvia officinalis</i> (Alger)
<i>E. coli</i>	11	11	Légèrement inhibitrice	Légèrement inhibitrice
<i>Bacillus subtilis</i>	30,5	18,75	Fortement inhibitrice	Modérément inhibitrice
<i>Staphylococcus aureus</i>	20	20	Modérément inhibitrice	Modérément inhibitrice
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	11,5	10,75	Légèrement inhibitrice	Légèrement inhibitrice
<i>Candida albicans</i>	27.5	20	Modérément inhibitrice	Modérément inhibitrice



Figure .14 : L'effet de l'HE du *S. officinalis* sur les différentes souches utilisées.

L'objectif du présent travail est de mettre en évidence par la technique d'aromatogramme l'activité antibactérienne des huiles essentielles vis-à-vis des souches pathogènes de référence et multi résistantes. Les résultats illustrés dans le tableau 15, montrent la variation de l'activité antibactérienne en termes de diamètres d'inhibition en fonction des huiles essentielles étudiées et en fonction de la souche bactérienne.

Concernant les résultats de notre HE, on remarque que cette dernière possède une activité intéressante contre les bactéries Gram positives par contre au Gram négatives, la résistance de ces dernières n'est pas surprenante, en effet, ces bactéries possèdent une résistance intrinsèque aux agents biocides, auxquels sont en relation avec la nature de leurs membranes externes, composée de lipopolysaccharide qui forment une barrière imperméable aux composés hydrophobes. En présence d'agents perméabilisant de la membrane externe, des substances inactives quand ces bactéries deviennent actives.

Comparant les résultats de la région d'Alger avec ceux de Blida nous remarquons que même s'il n'y a pas une grande différence entre les deux régions. Les résultats de la région de Blida sont meilleurs que ceux de la région d'Alger.

En comparant la susceptibilité des différentes souches vis-à-vis des huiles testées, nous constatons que l'efficacité de ces huiles diffère d'une bactérie à une autre. *Pseudomonas aeruginosa* et *E. coli* sont les plus résistantes, cependant, *Bacillus subtilis* et *Candida albicans* sont les plus sensibles, aux huiles testées. Nos résultats sont en accord avec la littérature selon lesquelles les bactéries à Gram positif montrent la plus grande sensibilité vis-à-vis des huiles essentielles

L'étude de **Bouaziz et al., 2009**, démontre que les huiles essentielles de *Salvia officinalis*, ont un effet antimicrobien sur les bactéries, les levures et les moisissures.

Les résultats obtenus par **Alizadeh et shaabani (2012)**, montre que l'huile essentielle de *Salvia officinalis* présente d'importantes propriétés antimicrobienne contre les deux micro-organismes testés : *Candida albicans* et *Staphylococcus aureus*.

Ces inhibitions des bactéries est liée généralement à la composition chimique de l'huile ainsi, l'activité antimicrobienne de l'HE de *S. officinalis* pourrait être attribuée à une forte quantité de composants majeurs comme 1,8-cineole et β -caryophyllène.

5. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire

L'œdème ou le gonflement, un des signes cardinaux de l'inflammation aiguë, est un paramètre important à considérer en évaluant des agents ayant une activité anti-inflammatoire potentielle. L'œdème induit par la carragénine cause la libération de plusieurs médiateurs inflammatoires tels que l'histamine, sérotonine, bradykinine et prostaglandines (**Buapool et al., 2013**).

La réponse inflammatoire induite par la carragénine est biphasique, la première phase (1-2 heures après l'injection de la carragénine) résulte principalement du dégagement concomitant des médiateurs de l'inflammation comme la sérotonine, l'histamine et la kinine. La deuxième phase (3-6 heures après l'injection de la carragénine) est caractérisée par la libération des bradykinines, les leukotriènes, les prostaglandines produites par les macrophages (**Yam et al., 2009**).

5.1. 1^{er} méthode : par pied à coulisse

Dans notre étude nous avons d'abord vérifié la validité de la méthode en testant le biofenac, un anti-inflammatoire non stéroïdien très efficace contre l'œdème à la carragénine. Le biofenac a réduit l'augmentation de l'œdème dès la première heure de 75.36%. Cecomposé a inhibé l'œdème pendant les 5h de mesure et a montré un pourcentage d'inhibition maximal à la 4eme heure de 90.21%. les résultats sont mentionné dans le tableau.13

Tableau 13: Pourcentage d'inhibition de *Salvia officinalis* L. de la région d'alger et de Blida au niveau de la patte gauche chez la souris.

Lots	Variation de pourcentage d'inhibition			
	1h	2h	3h	4h
Témoin	0	0	0	0
<i>S.officinalis</i> Alger	8,1	24,7	55,43	68,26
<i>S.officinalis</i> Blida	4,4	27,7	55,58	74,05
Biofenac	75,36	58,12	76,99	90,21

L'effet anti-inflammatoire de l'extrait aqueux de la sauge (Alger et Blida) testé est apparus la première heure après injection de la carragénine avec un pourcentage d'inhibition maximal (68.26%) pour celle de la région d'Alger et (74.05%) et de la région de Blida obtenu à la 3eme heure. L'effet de l'extrait de la sauge sur l'inhibition de l'oedème s'expliquerait par l'inhibition de la synthèse des substances pro-inflammatoires comme les cytokines et les prostaglandines.

L'extrait de *Salvia officinalis* augmente le taux des protéines totales ce qui confirme qu'elle a un effet anti inflammatoire. **Perez et al.(2004).**

Cette activité peut être expliquée par la richesse de la sauge en monoterpène et en sesquiterpène qui peuvent agir sur l'inflammation aiguë car l'Humulène qui est un des composés de *Salvia officinalis* possède également un effet inhibiteur sur la production de facteur de nécrose tumorale (TNF α) et d'interleukine-1 β chez les souris auxquelles on a injecté du carraghénane

5.2. 2^{ème} méthode : couper les pattes

D'après nos résultats l'extrait aqueux de *Salvia officinalis* a révélé la présence d'un effet pro-inflammatoire lié à l'augmentation du poids de la patte et la diminution du pourcentage de

réduction de l'œdème. Les résultats obtenus lors de l'expérimentation sont donnés dans le tableau.14

Tableau .14 : Résultats de l'activité anti-inflammatoire de *Salvia officinalis L.* de la région d'Alger et de Blida

Lots	Moyenne des poids de pattes gauches (g)	Moyenne des poids de pattes droites (g)	% d'œdème	% d'inhibition
Témoin	0,195	0,147	32,07	0
<i>S.officinalis</i> Alger	0,155	0,130	19,20	40,29
<i>S.officinalis</i> Blida	0,136	0,127	7,07	78,01
Biofenac	0,173	0,149	15,93	50,32

Le traitement de l'inflammation induite par la carragénine par l'eau distillée (témoinnégatif) se révèle sans effets sur l'inflammation avec un pourcentage d'œdème de 32.07 % et un pourcentage de réduction de 0%.

Le traitement de la même réaction inflammatoire par des extraits aqueux de notre plante cultivée, dans les deux régions différentes à savoir Alger et Blida, séparément, réduit l'œdème induit par la carragénine de (40.29% et 78.01%) respectivement de façon croissante par comparaison à celle du Biofenac qui est de (50.32%), de ces résultats, nous concluons que les extraits des deux régions exercent un effet anti-inflammatoire supérieur à celui du témoin négatif en réduisant l'œdème provoqué par la carragénine.

En conclusion de l'effet anti-inflammatoire pour les deux méthodes, nous pouvons dire que les deux HEs testées ont un effet prouvé, reste que celle de Blida (sauvage) a un effet plus remarquable que celle d'Alger (cultivé).

Conclusion

Conclusion

L'étude qui fait l'objet de ce mémoire s'inscrit dans le cadre des travaux de recherche ayant comme objectif la valorisation de l'espèce *Salvia officinalis* de la région d'Alger (cultivé) et Blida (Alger).

Notre première étude nous a permis de savoir qu'il existe des différences remarquables concernant la morphologie de la plante *Salvia officinalis* soumis à des conditions et des paramètres géographiques différents, ce que nous prouve que ces derniers ont une grande influence sur la plante.

Après avoir extrait l'huile essentielle de la partie aérienne par hydrodistillation, plusieurs indices chimiques et physiques ont été déterminés. La densité relative de l'huile essentielle obtenue est comparable à celle des normes. Les valeurs des indices chimiques montrent que l'huile essentielle contient une faible quantité d'acides gras libres et beaucoup d'esters.

La caractérisation par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse de l'huile essentielle a permis la mise en évidence de 14 composés concernant celle de la région de Blida (sauvage) et 13 composés pour celle de la région d'Alger (cultivé). Ainsi, 4 composés communs à savoir les deux régions (β -pinène, le Terpinène, 1,8-cineole et le caryophyllène).

Concernant l'étude de l'activité antibactérienne de l'huile végétale de *Salvia officinalis* de deux régions nous a révélé que notre huile a un effet qui se traduit par les diamètres d'inhibition, en fonction des espèces bactériennes testées. Ceci est dû probablement à la richesse de cette huile en monoterpène, doué de propriétés antibactériennes.

En revanche, nous notons que les huiles de *Salvia officinalis* ont présenté une activité antimicrobienne, vis-à-vis de différents organismes de référence testés. Ainsi, l'espèce *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* sont les plus résistantes contre l'huile de la plante étudiée, contrairement à *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et *Candida albicans* qui est l'espèce la plus sensible.

L'évaluation de l'activité anti-inflammatoire des extraits de *Salvia officinalis* montre que cette plante possède un pouvoir pharmacologique, ce qui valide son usage traditionnel pour le soulagement de diverses affections inflammatoires.

A l'issue de notre étude, nous constatons que les paramètres géographiques et les conditions environnementales ont une influence non seulement sur la morphologie de la

Conclusion

plante mais aussi sur le rendement des huiles essentielles, leurs propriétés et leurs activités thérapeutiques.

D'après notre étude nous notons que les résultats obtenus par *Salvia officinalis* de la région de Blida à l'état sauvage sont plus remarquable que celle de la région d'Alger (jardin d'essai el-Hamma) a l'état cultivé, et pour cela nous peut dirons que il vaux mieux laisser la plante a son état sauvage (naturelle).

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Adam K., Sivropoulou A., Kokkini S., Lanaras t. et Arsenakis M. (1998). Antifungal activities of *Origanum vulgare* subsp. *Hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia* and *Salvia fruticosa* Essential oils against Human Pathogenic Fungi. *Journal Agriculture Food Chemistry*, vol.46, n.6, p.p 1739-1747.
- Afnor, 1992 : recueil des normes françaises sur les huiles essentielles. Paris.
- Afnor, 2000, Association de Normalisation. Norme Française : huile essentielle. Paris.
- Afnor, 1996, huile essentielle, recueil de Norme Française 5^{ème} édition, 1, échantillonnage et méthode d'analyse, Paris.
- Alizadeh A., Shaabani M., 2012. Essential oil composition, phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity in *Salvia officinalis* L. cultivated in Iran. *Advance in Environmental biology*. Vol. 6(1), p.p. 221-226.
- Amellal M., Achouri S., 1999 : contribution à l'étude de l'huile essentielle de la sauge (*Salvia officinalis*). Thèse d'une ingénieure d'Agronomie de l'INA, 30 p.
- Amezouar F., Badrin W., Hsaine M., Bourhim N., Fougrach H., 2013. Evaluation des activités antioxydant et anti-inflammatoires de *Erica arborea* L. du Maroc, Vol.4, p.p 254-258.
- Anzai T., Yashikawa T., Kaneko H., Maekawa Y., Iwanag S., Asakura Y. and Ogawa S. (2004). Association between serum C-reactive protein elevation and left ventricular thrombusformation after anterior myocardial infection. *Chest journal*, 125 ; 384-389.
- Ashley T.N., Weil Z.M. and Nelson R.J. (2012) Inflammation: mechanisms, costs and natural variation. *Annual Review*, 43 ; 385-406.
- Barnes Peter J (1998). Anti-inflammatory actions of glucocorticoids: molecular mechanisms. *Clinical Science*, 94, 557-572.
- Bouaziz M., Thabèt Yangui T., Sayadi S., Dhouib A., 2009. Disinfectant properties of essential oils from *Salvia officinalis* L. cultivated in Tunisia. *Food and Chemical Toxicology*. Vol. 47, p.p. 2755-2760.

- Buapool, D., Mongkol, N., Chantimal, J., Roytrakul, S., Srisook, E. et Srisook, K. (2013). Molecular mechanism of anti-inflammatory activity of *Pluchea indica* leaves in macrophages RAW 264.7 and its action in animal models of inflammation. *Journal of Ethnopharmacology*, 146 : 495–504.
- Christian. B, Harald. M, Günther. H. Molecular phylogeny of *Menthinae* (Lamiaceae, Nepetoideae, Mentheae) Taxonomy, biogeography and conflicts. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55 (2010) 501–523.
- Deans S.G. et Ritchie G., 1987. Antimicrobial proprieties of plants essential oils. *Journal of food microbiology*, vol. 5, p.p.165-180.
- Demet. A, Nüket. A. Sage (*Salvia officinalis*) Oils. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, 2016.
- Dorward D.A., Lucas C.D., Rossi A.G., Haslett C., Dhaliwal K. (2012) Imaging inflammation : molecular strategies to visualize key components of the inflammatory cascade, from initiation to resolution. *Pharmacology and Therapeutics*, 135; 182-199.
- Eberhard T, Anton R et Lobstein L (2005). *Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles* (edition par R. Anton et A. Lobstein), pp 444-448. Tec et Doc, Paris
- Ela M.A., El-Shaer N.S. et Ghanem N.B., 1996. Antimicrobial evaluation and chromatographic analysis of some essential and fixed oils. *Pharmazie*, Vol. 51, P. 993-995.
- Fellah S., Romdhane M., Abderraba M., 2006, Extraction et étude des huiles essentielles de *Salvia officinalis*. L cueillie dans deux régions différentes de la Tunisie, pp. 193-202.
- Ghorbani. A, Esmaeilzadeh. M, Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components, *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 2017
- Guiraud J.P., 2003. *Microbiologie Alimentaire*. Ed. Dunod, Paris, 652 P.
- Hulin V., Mathot A.G., Mafart P., et Dufosse L., 1998. Les propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles et composés d'aromes. *Sciences des aliments*, vol.18, p.p.563-582.

- Hussain A. I., Anwar f., Iqbat T., Bhatti I. A., 2011. Antioxidant attributes of four lamiaceae essential oils. Pak. J. Bot. Vol. 43(2), p.p.169-173.
- Kabouche. A. Etude phytochimique de plantes médicinales appartenant à la famille des Lamiaceae. Thèse de doctorat d'état, 2005.
- KAROUSOU R, KOUREAS D.N and KOKKINI S (2005). Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in Natura 2000 sites of Crete. *Phytochemistry*, 66, 2668-2673.
- Kim J.M., Marshall M.R., Cornell J.A., Preston J.F., Wei C.I., 1995. Antimicrobial activity of carvacrol, citral and geraniol against *Salmonella typhimurium* in culture medium and on fish cubes. *J. food sci.*, vol.60, p.p. 1364-1374.
- Laouer H., Zerroug M. M., Sahli F., Chaker A. N. Valentini G., Ferretti G., Grande M. & Anaya J. (2003). Composition and Antimicrobial activity of *Ammoidespusilla*(Brot.) Breistr.essential oil. *Journal of Essential Oil Research*,15: 135-138.
- Larousse, Encyclopédie des plantes médicinales : Identification, Préparation, Soins, **2001**, p.9- 10.
- Leclerc H., Gaillard J.L., Simonet M., 1995. Microbiologie générale : La bactérie et le monde bactérien. Ed. Doin, Paris. pp.535
- Levy L., 1969. Carrageenan paw edema in mouse, vol.8, part I, pp. 601-606.
- Makhlof. B. L, Nabyla. K. K, Khodir. M. Phytochemical screening of antioxidant and antibacterial activities of methanolic extracts of some Lamiaceae Industrial Crops and Products 61 (2014) 41–48
- Meena M.R. et Sethi V., 1994. Antimicrobial activity of essential oils from spices. *J. Food Sci. And Tech. Mysore*, Vol. 31, P. 68-70.
- Moreau F., Botanique : Procaryotes (cyanophytes et bactéries). Eucaryotes (algues, champignons et végétaux supérieurs) La plante dans ses rapports avec le milieu, Ed. Paris, Gallimard. 1960,104.
- Munne'-Bosch S, Jubany-Mari' T, Alegre L (2003) Photo- and antioxidative protection, and H₂O₂ accumulation in drought-stressed *Cistus clusii* and *Cistus albidus* plants. *Tree Physiol* 23 :1–12

- Pharmacopée Européenne 2017, 9^{ème} édition
- Rasmy N. M., Hassan A. A., Foda M.I., El-Moghazy M.M., 2012. Assessment of the Antioxidant Activity of Sage (*Salvia officinalis* L.) Extracts on the Shelf Life of Mayonnaise. World Journal of Dairy of Food Science. Vol. 7(1), p.p. 479-483
- Rodzko V., (2000). Abécédaire de phytothérapie.
- Roulier G., Les huiles essentielles pour votre santé. Traité pratique d'aromathérapie : propriétés et indications thérapeutiques des essences de plantes, Ed. Dangles, France, **1992**.
- Salle. J L, 1991 : Les huiles essentielles synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie. Edit. Frison-Roche, paris. 167pages
- Schoderet M. et Collaborateur, 1989. Pharmacologie : Des concepts fondamentaux aux applications thérapeutiques. Ed. Frison et Roche Paris, vol.2, p.p. 509-918.
- Serhan C.N., Ward P.A., Gilroy D.W. (2010) Fundamentals of inflammation. Hardback,USA, pp; 13-14.
- Sofowara A., Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Ed. Karthala, **2010**, p.5.
- Teixeira da Silva: J.A. "Mining the essential oils of the antherideae" African journal of biotechnology. Vol 3. (2004). P: 706-720.
- THOMPSON J.D, CHALCHAT J.C, MICHET A, LINHART Y.B & EHLERS B (2003). Qualitative and quantitative variation in monoterpene co-occurrence and composition in the essential oil of *Thymus vulgaris* chemotype. J. Chem. Ecol., 29 (4), 859-880.
- Thurzova L., 1981 : les plantes + santé qui poussent autre de nous, Edit. Bordas, paris, 208 p.
- Vanier P et Trudeau C, 2006 : Encyclopédie des aliments, sauge. Ed Institut de Biologie.
- Wichtl M., Anton R., 2003 : plantes thérapeutique, tradition pratique officinale science et thérapeutique (2^{ème} édition par R. Anton), pp 538-542. Ed Tec et Doc, Paris.

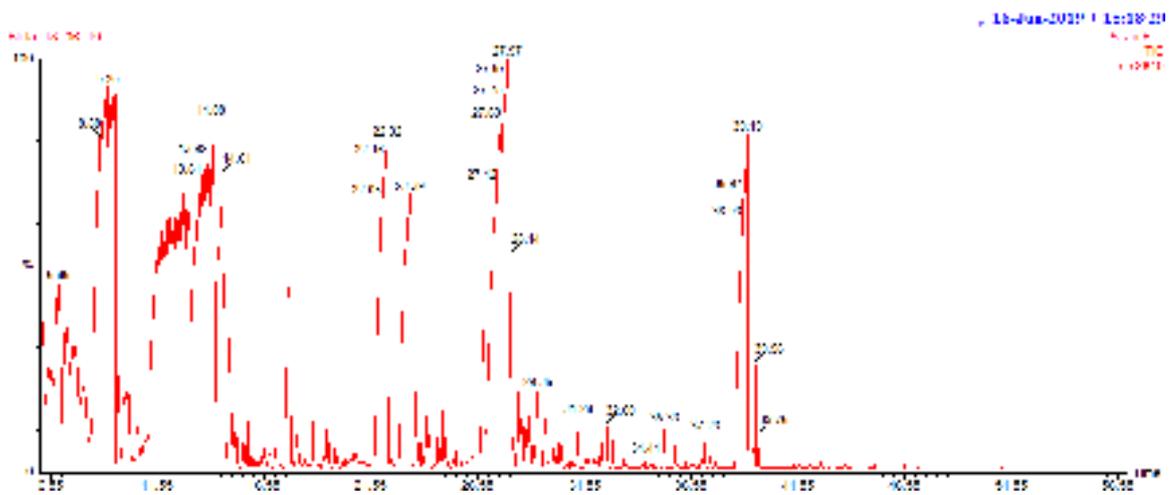
- Yam, M. F, Ang, L. F., Ameer, O.Z., Salman, M.I., Aziz, H.A. et Asmawi, M. Z. (2009). Anti-inflammatory and Analgesic Effects of Elephantopus tomentosus Ethanolic Extract. J Acupunct Meridian Stud, 2(4): 280-287.
- Climate-data.org [En ligne] <https://fr.climate-data.org/info/sources/> (consulté le 21 avril 2019)

ANNEXES

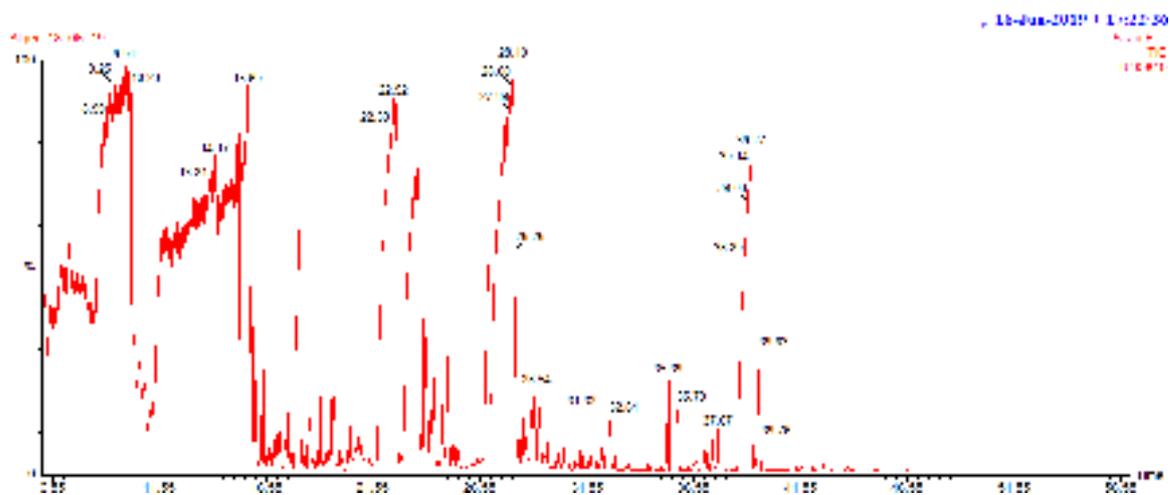
Annexe 01 : appareillages utilisé dans les analyses physico-chimiques

- Une burette
- Une balance de précision
- Réfrigérant à reflux
- Réfractomètre

Annexe 02 : chromatogramme avec temps de rétention



L'abondance en fonction du temps (chromatogramme avec temps de rétention de la région de Blida)



L'abondance en fonction du temps (chromatogramme avec temps de rétention de la région d'Alger)

Annexe 03 : les appareils utilisés dans les analyses antimicrobiennes

- L'autoclave
- L'étuve
- Le bain marie
- Les disques de 9 mm

Annexe 04 : les appareils utilisés dans l'activité anti-inflammatoire

- Balance analytique
- Balance pour animaux
- Pied à coulisse digitale
- Bistouri
- Sonde de gavage pour souris

Annexe 05 : les réactifs utilisés dans l'activité anti-inflammatoire

- Suspension carragénine à 1%
- Eau physiologique à 0.9 %

Annexe 06 : les produits utilisés dans l'activité anti-inflammatoire

- Biofenac® LP (Diclofénac de sodium) 100mg