

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة مولاي الطاهر، سعيدة

Université MOULAY Tahar, Saida



N° d'Ordre

كلية العلوم
Faculté des Sciences
قسم البيولوجيا
Département de Biologie

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

En Sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Thème

***Screening phytochimique et activités antimicrobienne,
antioxydants des huiles essentielles de deux plantes médicinales
de la région de Saida***

Présenté par :

Melle : Rahali Thouria & Melle : Kouidri Chaimaa

Soutenu le : 26/06/2023

Devant le jury composé de :

Président	Chalane Fatiha	Université de SAIDA
Examineur	Ammam Abdel Kader	Université de SAIDA
Rapporteur	Dr GHOUTI Dalila	Université de SAIDA

Année universitaire 2022/2023

الهداء

إلى من وضع المولى - سبحانه وتعالى - الجنة تحت قدميها، ووقَّرها
في كتابه العزيز...

(أمي الحبيبة).

إلى خالد الذكر، الذي وافته المنية

(أبي الموقر)

إلى من أعتمد عليه في كل كبيرة وصغيرة..

(أخوتي محمد بلال بوبكر زكرياء و أخواتي)

إلى عائلتي صغيرة زوجات إخوتي و أبناءهم برزوق محمد الشفيق زيد
أسماء سجود جنة

إلى أعزاء قلبي سلسبيل هالة تسنيم أسيل حسام ياسر

إلى أصدقائي ومعارفي الذين أجلهم واحترمهم..

إلى أساتذتي في كلية علوم الطبيعة و الحياة

أهدي لكم بحثي

شياء



Dédicace

Tout au début, je tiens à remercier le bon DIEU de
m'avoir donné

du courage et de patience

afin de réaliser ce travail que je dédie à :

Mes parents pour leur sacrifice, leurs multiples
soutiens,

et pour leur affection quotidienne, merci d'être
présents dans toutes circonstances.

Je pris le tout puissant de vous donner une longue vie
et de représenter votre fierté.

A mes chers frères et sœurs

A mes neveux : Nour El Imen , Mohamed , Ritadj ,
Mahdi

Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Thouria

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier Allah de nous avoir, aidé et

Éclairé notre chemin.

Nous exprimons nos profonds remerciements et nos vives

Reconnaissances à **Dr. GHOUTI Dalila** pour les directives précieuses Qu'elle nous a consacré afin d'améliorer ce modeste travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement les membres de jury

D'avoir accepté d'évaluer notre travail.

Ainsi, nous adressons nos remerciements aux ingénieurs de laboratoire **Hamden AHMED** et **Massoudi Amal** pour leur aide.

En fin, Nos sincères gratitude a tous les enseignants qui nous ont accompagnés durant ce cursus Universitaire et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sans oublié nos collègues de laboratoire

Merci à tous

Liste des PHOTOS

Liste des abréviations

% : Pourcentage

°C : Degré Celsius

µl : Microlitre

AC : Acide

AFNOR : Agence française de normalisation

ATB Antibiotique

BN : bouillon nutritive

Cm : Centimètre

CMB : Concentration Minimale Bactéricide

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

CPG-SM : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

DMSO : Diméthylsulfoxyde

DPPH : Diphényl pycryl hydrayl

FeCl₃ : Chlorure de fer

FRAP : ferrique réduisant le pouvoir antioxydant

G : Gramme

GN Gélose nutritive

H : Heurs

H₂SO₄ : Acide sulfurique

HCl : Acide chlorhydrique

HE : Huile essentielle

Kg : Kilogramme

L : Litre

MH : Mueller Hinton

Min : Minutes

ml : millilitre

mm : Millimètre

Na Cl : Chlorure de sodium **UV** : ultra-violet

NaOH : Hydroxyde de sodium **UFC** : Unité forment colonie

Liste des tableaux

- [Tableau 1](#) : Résultats des tests phytochimiques des huiles essentielles 55
- [Tableau 2](#) : Aspect organoleptiques et Aspect physique des huiles essentielles de *Lavandula officinalis* et *Calamintha officinalis* **Error! Bookmark not defined.**
- [Tableau 3](#) : Les valeurs des IC50 est AAR des deux huiles 59
- [Tableau 4](#) : Activité antimicrobienne des huiles des plantes étudiées.**Error! Bookmark not defined.**
- [Tableau 5](#) : Résultat du test de l'antibiogramme **Error! Bookmark not defined.**
- Tableau 6 : Résultats de CMI de les huiles essentielles de les deux plantes.....67

Liste des PHOTOS

يٲ<

Figure 1 : Description de l'usage du cumin et de l'aneth "La matière médicale de Dioscoride " copie en arabe de 1334	8
Figure 2 Photographie de <i>Calamintha officinalis</i>	15
Figure 3 Les différentes espèces de lavande	17
Figure 4 le montage utilisé pour l'hydro-distillation.....	29
Figure 5 Structure chimique des anthocyanes.	Error! Bookmark not defined.
Figure 6 Structure chimique de coumarines	Error! Bookmark not defined.
Figure 7 Structure de base des flavonoïdes	Error! Bookmark not defined.
Figure 8 Principe du test DPPH.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 9 Situation de la région de la récolte	Error! Bookmark not defined.
Figure 10 Rendements en huiles essentielles des deux plantes étudiées	58
Figure 11 Fraction résiduelle du DPPH des huiles essentielles <i>Calamintha officinalis</i> (a) et <i>Lavandula officinalis</i> (b).....	59
Figure12 Histogramme représenté l'activité anti radicalaire des huiles essentielles.....	60

Liste des PHOTOS

Liste des photos

- Photos 1:** Les feuilles de *lavandula officinalis*
- Photo 2 :** les plantes sèche (a)*Lavandula officinalis* (b)*Clamintha officinalis*
- Photo 3:** Infusion aqueuse du matériel végétal(a);Décoction du matériel végétal(b).....
- Photos6 :** (a) Extraction des huiles essentielles par hydro-distillation. (b) l'huile obtenues.
- Photo 7 :** Test de piégeage du radical libre DPPH.....
- Photo 8 :** L'activité antimicrobienne.....
- Photo 9 :** Détermination de la concentration Minimale Inhibitrice (CMI).....
- Photos 10 :** Résultats des tests se screening phytochimique de deux huiles essentielles.....
- Photos 11 :** Résultats de l'activité antibactérienne d'huile essentielle de *Calamintha officinalis*
- Photos 12 :** Résultats de l'activité antibactérienne d'huile essentielle de *Lavandula officinalis*
- Photos 13 :** Résultats de l'activité antifongique d'huile essentielle de *Calamintha officinalis*.....
- Photos 14 :** Résultats de l'activité antifongique d'huile essentielle de *Lavandula Officinalis*.....
- Photos 15 :** Résultats de l'antibiogramme des quelques souches bactérienne.....

Résumé

Le travail effectué constitue une contribution à la valorisation de quelques plantes médicinales de l'ouest algérien. Il a permis la mise en évidence de l'activité biologique des huiles essentielles des deux plantes médicinales récoltées de la région de Sidi Ahmed, wilaya de Saida : *lavandula officinalis* et *calamintha officinalis*.

L'extraction des huiles essentielles des parties aériennes réalisée par hydrodistillation de *lavandula officinalis* et *calamintha officinalis* a donné une huile volatile jaune pâle caractérisée par une forte odeur avec un rendement moyen de 0.1 % et 0.09 % pour les deux plantes respectivement.

Les tests phytochimiques ont montré la richesse de ces plantes en coumarines, tanins, stéroïdes, triterpènes, comme on note la présence de l'amidon et flavonoïdes chez *lavandula officinalis* et l'absence totale des composés réducteurs au niveau des deux plantes étudiées.

L'activité antioxydante évaluée par le test DPPH a montré une capacité bonne à modérée avec des IC_{50} = 185,75 et 38,7 mg/ml) pour les huiles essentielles de *lavandula officinalis* et *calamintha officinalis* dans cet ordre.

Par ailleurs, l'effet antimicrobien des huiles essentielles des plantes étudiées évaluées par la technique de diffusion sur la gélose vis-à-vis 6 souches microbiennes, donne des résultats qui suggèrent que les souches *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Lysteria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* avec une CMI allant de 0.005 à 0.043 mg / mL et *Aspergillus niger*, *penicillium sp* pour l'huile essentielle de *calamintha officinalis*. Alors que pour l'huile essentielle de *lavandula officinalis* les souches *Lysteria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, avec une CMI allant de 0.003 à 0.028 mg / mL et *Aspergillus niger*, *penicillium sp*.

Le résultat de test du CMB a permis de conclure que l'efficacité des huiles essentielles des deux plantes contre les quatre souches bactériennes étudiées a été bactériostatique.

Mots clés: *lavandula officinalis*, *calamintha officinalis*, activité antioxydante, activité antimicrobienne, tests phytochimiques, huile essentielle.

Liste des PHOTOS

Abstract

The work carried out constitutes a contribution to the valorization of some medicinal plants of western Algeria. It allowed the demonstration of the biological activity of the essential oils of the two medicinal plants harvested from the region of Sidi Ahmed, wilaya of Saida: *lavandula officinalis* and *calamintha officinalis*.

The extraction of essential oils from the aerial parts carried out by hydrodistillation of *lavandula officinalis* and *calamintha officinalis* gave a pale yellow volatile oil characterized by a strong odor with an average yield of 0.1% and 0.09% for the two plants respectively.

Phytochemical tests showed the richness of these plants in coumarins, tannins, sterols, triterpenes, as noted the presence of starch and flavonoids in *lavandula officinalis* and the total absence of reducing compounds in the two plants studied.

The antioxidant activity evaluated by the DPPH test showed a good to moderate capacity with ($IC_{50} = 185.75$ and 38.7mg/ml) for the essential oils of *lavandula officinalis* and *calamintha officinalis* in that order.

Furthermore, the antimicrobial effect of the essential oils of the plants studied, evaluated by the diffusion technique on agar against 6 microbial strains, gives results which suggest that the strains of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Lysteria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* with an MIC ranging from 0.005 to 0.043 mg/mL and *Aspergillus niger*, *penicillium sp* for *calamintha officinalis* essential oil. While for *lavandula officinalis* essential oil strains *Lysteria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, with an MIC ranging from 0.003 to 0.028 mg/mL and *Aspergillus niger*, *penicillium sp*.

The CMB test result concluded that the effectiveness of the essential oils of the two plants against the four bacterial strains studied was bacteriostatic.

Liste des PHOTOS

Keywords: *lavandula officinalis*, *calamintha officinalis*, antioxidant activity, antimicrobial activity, phytochemical tests, essential oil.

Liste des PHOTOS

ملخص

يشكل العمل المنجز مساهمة في تثمين بعض النباتات الطبية في غرب الجزائر. أتاح عرض النشاط البيولوجي للزيوت الأساسية للنبتين الطبيين اللذين تم حصادهما من منطقة سيدي أحمد ، ولاية سعيدة : *Lavandula officinalis* و *Calamintha officinalis*. أعطت عملية استخلاص الزيوت العطرية من الأجزاء الهوائية بواسطة التقطير المائي لنبات الخزامى المخزنية والناطقة المخزنية زيتاً طياراً أصفر شاحباً يتميز برائحة قوية بمتوسط إنتاج 0.1% و 0.09% للنبتين على التوالي. تمتلك المستقلبات المعترف بها من خلال الأنشطة البيولوجية المختلفة مثل النشاط المضاد للأكسدة ومضاد البكتيريا والفطريات.

أظهرت الاختبارات الكيميائية النباتية ثراء هذه النباتات في مركبات الفلافونويد ، والكومارين ، والعفص ، والستيروول ، وترايتيربينيس ، مع ملاحظة وجود النشا في لافاندولا أوفيسيناليس وغياب كالامينثا أوفيسيناليس والغياب التام للمركبات المختزلة على النباتين.

أظهر النشاط المضاد للأكسدة الذي تم تقييمه بواسطة اختبار DPPH قدرة جيدة إلى متوسطة مع $IC_{50} = 185.75$ مجم / مل ، $IC_{50} = 38.7$ (مجم / مل) الزيوت الأساسية من *calamintha* و *lavandula officinalis* و *officinalis*

علاوة على ذلك ، فإن التأثير المضاد للميكروبات للزيوت الأساسية للنباتات المدروسة ، والذي تم تقييمه بتقنية الانتشار على أجار مقابل 6 سلالات ميكروبية ، يعطي نتائج تشير إلى أن سلالات

Escherichia coli ، *Staphylococcus aureus* ، *Lysteria monocytogenes* ، *Pseudomonas aeruginosa* و *Aspergillus niger* و *Penicillium sp.*

تركيزها المثبط يتراوح ما بين 0.005 إلى 0.043 مج/مل للزيت العطري لنبات الناطقة المخزنية بينما بالنسبة لسلالات زيت الخزامى المخزنية و المتمثلة في:

Pseudomonas aeruginosa ، *Lysteria monocytogene* ، *Escherichia coli* ، *Staphylococcus* و *Aspergillus niger* ، *Penicillium sp*

تركيزها المثبط يتراوح من 0.003 إلى 0.028 مجم / مل.

إلى أن فعالية الزيوت الأساسية للنباتين ضد السلالات البكتيرية الأربعة المدروسة كانت CMB خلصت نتيجة اختبار مضادة للجراثيم

الكلمات المفتاحية : الخزامى المخزنية ، الناطقة المخزنية ، نشاط مضاد للأكسدة ، نشاط مضاد للميكروبات ، اختبارات كيميائية نباتية ، زيت عطري

Sommaire

<u>Liste des abréviations...</u>	I
<u>Liste des tableaux</u>	II
<u>Liste des figures</u>	III
<u>Résumé</u>	IV

Table des matières

Error! Bookmark not defined.

Introduction generale

Error! Bookmark not defined.

Partie I :Synthèse bibliographique

Error! Bookmark not defined.

Chapiter I :. Les plantes médicinales

22

III.1.1. Définition :

22

III.1.2. Fonctionnement des plantes médicinales :

22

III.1.3. Phytothérapie et aromathérapie :

22

III.1.4. Composantes des plantes médicinales

25

III.2. Les plantes étudiée :

26

III.2.1. Présentation de la famille des *Lamiacées*

26

III.2.2. Systématique de lamiacées

27

III.2.3. *Calamintha officinalis* :

29

III.2.4. *Lavande Officinalis*

30

Chapiter II : Les Huiles Essentielles Et Les Differentes Modes D'extraction.

Error! Bookmark not defined.

IV.1. Généralités sur les huiles essentielles :

37

IV.1.1. Définitions :

37

IV.1.2. Répartition et localisation des huiles essentielles :

38

IV.1.3. Domaines d'utilisation des huiles essentielles :

38

Liste des PHOTOS

<u>IV.1.4. Conservation des huiles essentielles :</u>	40
<u>IV.1.5. Les Principales méthodes d'extraction Des Huiles Essentielles:</u>	41
CHAPITRE III : LES composés phénoliques et les activités biologiques	
Error! Bookmark not defined.	
<u>V.1. Généralité sur les composés phénoliques :</u>	44
<u>V.1.1. -Biosynthèse</u>	44
<u>V.1.2. Les principales classes des composés phénoliques :</u>	44
<u>V.2. Les Activités biologiques</u>	47
<u>V.2.1. Les antioxydants :</u>	47
<u>V.2.2. Activité antimicrobienne :</u>	49
<u>Matériel et méthodes</u>	53
<u>VI.1. Introduction :</u>	54
<u>VI.2. Matériel végétal :</u>	54
<u>VI.3. Tests phytochimiques :</u>	55
<u>VI.3.1. Différentes classes recherchées</u>	56
<u>VI.4. Extraction des huiles essentielles :</u>	58
<u>VI.5. Evaluation d'activité antioxydant :</u>	58
<u>VI.5.1. Test de piégeage du radical libre DPPH :</u>	59
<u>VI.5.2. Calcul des IC₅₀ :</u>	59
<u>VI.5.3. Calcul de l'activité anti-radicalaire (Scavenging activity) :</u>	60
<u>VI.6. Evaluation d'activité antimicrobienne :</u>	60
<u>VI.6.1. Matériels biologiques :</u>	60
<u>VI.6.2. Etude et détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la Concentration Minimale Bactéricide (CMB):</u>	62
<u>Partie II : Résultats et discussion</u>	Error!
Bookmark not defined.	
<u>VII.1. Composition chimique et activités biologiques in vitro des huiles essentielles:</u>	Error!
Bookmark not defined.	
<u>VII.1.1. Tests screening photochimique des plantes:</u>	66
<u>VII.1.2. Rendement des huiles essentielles</u>	68
<u>VII.1.3. Les activités biologiques</u>	70
<u>Conclusion et perspectives</u>	Error!
Bookmark not defined.	

Liste des PHOTOS

Références bibliographiques.....	67
Annexes.....	68

Liste des PHOTOS

Introduction

Liste des PHOTOS

INTRODUCTION

Introduction:

Depuis l'antiquité, et certainement bien avant, l'homme utilisé les plantes pour se nourrir et pour traiter diverses maladies.

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes sont toujours occupées une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires **(H.Laama.2015)**.

La phytothérapie qui est l'art et la science de la médecine par les plantes, propose des remèdes naturels est bien acceptée par l'organisme, elle est souvent associée aux traitements classiques. Celle-ci connaît, de nos jours, un renouveau exceptionnel en occident, spécialement dans le traitement des maladies chronique. **(A,FETTAH.2019)**

Cependant, l'évaluation des propriétés phytothérapeutiques comme antibactérienne, antioxydants demeure une tâche très intéressante et utile, en particulier pour les plantes d'une utilisation rare ou moins fréquente ou non connues dans la médecine et les traditions médicinales. Ces plantes représentent une nouvelle source de composés actifs. **(BOUABDELLIS 2020)**.

En effet ; les métabolites secondaires font et restent l'objet de nombreux nouveaux constituants naturels tels que les extraits par les solvants .La recherche des substances naturelles est un thème porteur depuis quelques années et les laboratoires pharmaceutiques sont toujours prêts à l'élaboration de nouveaux composés actifs, à l'identification, à la caractérisation des molécules naturelles et à la mise au point des médicaments qui ont pour origine des substances naturelles et des 'inspirer de leurs structures moléculaires pour imaginer de nouveaux médicaments. Ces molécules que constituée principe actif des plantes médicinales appartiennent majoritaire mentaux métabolites secondaires tels que les polyphénols, les huiles essentielles et les alcaloïdes.

L'homme et les plantes vivent ensembles depuis longtemps, faisant que l'homme s'est donc habituée à consommer différentes espèces de plantes qu'il apprécia aussi bien pour leurs qualités gustatives, nutritives que leurs qualités médicinales, ce qui fait une meilleure adaptation du corps humain à un traitement à base de plantes qu'aux traitements chimiques. Ainsi sur chaque continent se sont développées différentes traditions et différents rituels usant des plantes et qui se sont transmis et enrichis au fil du temps. **(TRIKI.B.2021)**.

Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) est abaissé, se qui fait appelle a la phytothérapie, qui propose des remèdes naturels et bien acceptés par l'organisme, est souvent associée aux traitements classiques **(Iserine et al.2001)**.

Chapitre I les plantes médicinales en général et les plantes étudiées

L'Algérie est connue pour sa diversité d'espèces de plantes médicinales et aromatiques, dont la plupart existent spontanément et sont largement utilisées dans tous les terroirs du pays. Cependant, les 3000 espèces de la flore algérienne appartiennent à plusieurs familles végétales, dont 15% sont endémiques (TRIKI.B.2021). De cette flore, nous avons choisi les deux plantes endémiques *Calamintha officinalis*. et *Lavandula officinalis*, récoltées de la région de sidi Ahmed-Algérie et connues pour avoir des propriétés biologiques.

L'objectif de ce travail est l'étude phytochimique ainsi l'extraction des huiles essentielles des plantes choisies, en l'occurrence l'activité antioxydant, et antimicrobienne sont également étudiées.

Le plan de notre travail est structuré comme suit:

- ❖ Une synthèse bibliographique qui aborde les plantes médicinales en général et étudiées en particulier, les huiles essentielles et les composés phénoliques ainsi que leurs activités biologiques.
- ❖ Etude expérimentale où le matériel utilisé est cité et les méthodes opératoires son décrites.
- ❖ Les résultats expérimentaux obtenus sont présentés et discutés dans le but de déterminer l'intérêt thérapeutique de l'huile essentielle de ces deux plantes.
- ❖ Enfin dans la conclusion générale, on discutera les principaux résultats obtenus, les limites de notre travail et les perspectives proposées et les protocoles non effectués pour pouvoir compléter voir améliorer cette étude.

Partie I. Synthèse bibliographique

**Chapitre I: Les plantes
médicinales en générale et
les plantes étudiées**

I.1 Les plantes médicinales

I.1.1. Définition :

-Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Cela signifie qu'au moins une de ses parties (feuille, tige, racine etc.) peut être employée dans le but de soigner.

-C'est une source importante pour la recherche pharmacologique et l'élaboration des médicaments, non seulement lorsque leurs constituants sont utilisés directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matières premières pour la synthèse des médicaments. (H. Laama, 2015)

I.1.2. Fonctionnement des plantes médicinales :

Certaines plantes sont des indicateurs biologiques. En effet, selon leur lieu de pousse, elles acquièrent une morphologie particulière et une composition chimique spécifique, ce qui explique la diversité de leur réservoir. Ainsi, chaque plante est composée de milliers de substances actives, présentes en quantité variable. Ces principes actifs isolés ne sont pas d'une grande efficacité, mais lorsqu'ils sont prélevés avec d'autres substances de la plante, ils révèlent leur aspect pharmacologique. On parle alors de synergie, car contrairement aux médicaments allopathiques qui ont composés que d'un seul principe actif, les médicaments phytothérapeutiques utilisent l'ensemble des constituants de la plante. Ces végétaux auraient des effets curatifs et préventifs chez leurs utilisateurs. (Younes.F, 2020)

I.1.3. Phytothérapie et aromathérapie :

I.1.3.1. Définitions :

Dans l'acception actuelle, les termes de phytothérapie et aromathérapie désignent, de façon restrictive, deux aspects de la thérapeutique par les plantes. La phytothérapie est, au sens étymologique, « la thérapeutique par les plantes » et le terme de phytothérapie pourrait, en effet, s'appliquer à l'utilisation thérapeutique de tous les végétaux, ainsi qu'à celle des constituants actifs qui en sont extraits.

Aujourd'hui on oublie que de grands médicaments comme la morphine, la codéine, la quinine ou la digoxine sont d'origine végétale et on ne parle de phytothérapie que

Chapitre I les plantes médicinales en général et les plantes étudiées

lorsqu'on utilise la drogue végétale dans sa globalité ou sous des formes galéniques en excluant les principes actifs issus de celles-ci. (J.BRUNTON.2016).

La phytothérapie correspond au traitement des pathologies bénignes par les plantes médicinales. C'est une thérapeutique familiale, de conseil et d'automédication, à visée symptomatique, parfois préventive. Elle répond à des principes allopathiques.

Le terme aromathérapie est un néologisme inventé en 1936 par le chimiste lyonnais R.M. Gatte fossé pour désigner la thérapeutique par les huiles essentielles (H.E.) extraites de drogues végétales. Il ne sous-entend pas une phytothérapie qui userait des drogues « aromatiques » ou de leurs formes galéniques. L'aromathérapie est une branche de la phytothérapie qui utilise les huiles essentielles officinales. Le rapport bénéfice/risque de sa pratique doit faire l'objet d'une attention particulière. (J.BRUNTON.2016).

I.1.3.1.1. Phytothérapie :

La prescription phytothérapie utilise donc des plantes médicinales, dépourvues de toxicité dans des conditions normales d'utilisation, en nature ou les formes galéniques, officinales ou non, obtenues à partir de celles-ci

Le mot phytothérapie provient de 2 mots grecs qui signifient essentiellement « soigner avec les

plantes ». La phytothérapie désigne la médecine basée sur les extraits de plantes et les principes actifs naturels. Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mises à profit dans l'industrie: en alimentation, en cosmétologie et en pharmacie. Parmi ces composées on retrouve, dans une grande mesure les métabolites secondaires qui se sont surtout illustrés en thérapeutique. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes des molécules actives nouvelles, ou des matières premières pour l'hemi-synthèse (Bahorun, 1997).

Les différents types de phytothérapie On peut distinguer différents types de thérapies par les plantes:

1. La phytothérapie : l'utilisation des différentes parties des plantes (racine, feuilles, fleurs...ou la plante entière) sous différents formes galéniques.

2. La gemmothérapie: l'utilisation des bourgeons de la plante.

Chapitre I les plantes médicinales en général et les plantes étudiées

3. L'aromathérapie: l'utilisation des huiles essentielles obtenues grâce à divers procédés d'extraction (**Vernex-Lozet, 2011**)

La phytothérapie dans la civilisation arabo-musulmane

Après les chutes des empires romains et perses, les musulmans héritèrent des connaissances accumulées dans l'extrême orient et dans la méditerranée, parce que comme pour les grecs, l'extension de l'islam par les arabes dans un grand espace allant de l'inde à l'Europe, durant cette période que beaucoup de livres ont été traduits du grec, du latin et du perse.

Parmi les musulmans qui ont largement opéré ces traductions, qui sont en nombre de 230 manuscrits il faut citer Abou Bakr Mohamed Ibn Zakaria El Razi (865-925) plus connu sous le nom de Razès, par mise s'écrits les plus important il ya le livre El Haoui (Les contenances) qui fut un récapitulatif de toutes les connaissances depuis Hippocrate ; Après Razès, le plus célèbre des médecins musulmans est Avicenne des on vrai nom Abu Ali Ibn Sina (980-1037), qui dès l'âge de 17 ans, s'adonna à la médecine et il écrivit son célèbre livre intitulé El Kanoun fi Tib, traduit par tout dans le monde et utilisé comme référence jusqu'à nos jours .

Concernant les arabes et les musulmans en particulier ; ils ont développé la médecine d'une façon très surprenante. Rappelons : DJABER IBN HAYAN et Abu bakr Arazi ou Rhazes (865-925), persan d'origine, fut l'un des grands médecins de son temps. Cet érudit, qui fut directeur d'un hôpital de Bagdad au Xe siècle, a laissé une cinquantaine d'ouvrages, dont un véritable

En cyclo pédiéen 23 volumes; il faut suivi par IBNSINA(980,1037) qui avait décrit plusieurs traité sa ce sujet, le plus célèbre s'intitule Canon de la médecine (les lois de la médecine) », Puis Ibn-Albaytar (1197-1248) qui rédigea, en Orient, le très complet Somme des Simples (livre qui contenait une liste de 1400 préparations et plantes médicinales)(**Bellakhdar, 1997; Merouane,2013**).



Figure 1 : Description de l'usage du cumin et de l'aneth "La matière médicale de Dioscoride " copie en arabe de 1334 (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Phytoth%C3%A9rapie>)

I.1.3.1.1. Principe de la phytothérapie

La phytothérapie repose sur l'utilisation de plantes médicinales à des fins thérapeutiques. En médecine classique, les fabricants pharmaceutiques extraient le principe actif des plantes pour en faire des médicaments. La logique de traitement est également différente entre la médecine classique et la phytothérapie. La médecine moderne est substitutive, c'est-à-dire que les médicaments classiques régularisent les fonctions de l'organisme et le soulagent du besoin de s'autoguérir.

En phytothérapie, les plantes sont également utilisées comme des médicaments pour réguler les fonctions du corps. Selon les phytothérapeutes, une maladie ne survient pas par hasard. Elle est la conséquence d'un déséquilibre interne à l'organisme qui doit en permanence s'adapter à son environnement. La phytothérapie s'attache à analyser les systèmes constitutifs de l'organisme : systèmes neuro endocrinien ,hormonal ,immunitaire ,système de drainage...(Dévoyet, 2012).

I.1.3.1.2. Intérêt de la phytothérapie :

La phytothérapie se pratique sous différentes formes et uniquement dans le cas des maladies «bénignes». Bien sûr, bon nombre de symptômes nécessitent des antibiotiques ou autres traitements lourds. Dans d'autres cas, se soigner par les plantes représente une alternative reconnue par la médecine et dénuée de tout effet toxique pour l'organisme (Berlencourt, 2008-2017)

I.1.4. Composantes des plantes médicinales

I.1.4.1. Définition de principe actif

C'est une molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'Homme ou l'animal. Le principe actif est contenu dans une drogue végétale ou une préparation à base de drogue végétale utilisée seule ou avec des excipients pour la préparation des médicaments. Une drogue végétale en l'état ou sous forme de préparation est considérée

Chapitre I les plantes médicinales en général et les plantes étudiées

comme un principe actif dans sa totalité, que ses composants ayant un effet thérapeutiques soient connus ou non (Pelt,1980).

I.1.4.2. Composés du métabolisme primaire :

Les premiers produits de photosynthèse sont des substances de bas poids moléculaires tels : les sucres; les acides gras et les acides aminés.

I.1.4.2.1. Les glucides :

Ce sont des composés universels du monde vivant, chez les végétaux parfois appelés hydrates de Carbone (ce sont des composés organiques carbonylés poly hydroxylés). Ils représentent pour les végétaux: Un moyen de stockage de l'énergie solaire, ils forment le groupe le plus important, sous forme de polymères (amidon) ; Des éléments de soutien, ils participent à la structure du végétal(cellulose...);constituants de métabolites (les enzymes, acides nucléiques...); Des précurseurs des autres métabolites (Bruneton, 1999).

I.1.4.2.2. Les protéines :

Constituées principalement d'acides aminés, elles jouent un rôle fonctionnel (les enzymes) et un rôle dans la structure du végétal. Le rôle diététique des protéines végétales est loin d'être négligeable mais également leur utilisation en pharmacie aussi bien dans le domaine médicale ou industriel (chimique ou agroalimentaire) (Bruneton, 1993).

I.1.4.3. Composés du métabolisme secondaire :

En de hors des principes issus du métabolisme de base comme les glucides, les lipides, les protides et qui sont retrouvées de façon universelle chez tous les êtres vivants, d'autres principes sont retrouvés également et qui sont spécifiques d'une famille de plantes et parfois d'une seule plante. Ceci permet de dire que les plantes sont de véritables usines chimiques et dont les propriétés thérapeutiques sont liées à l'un des constituants ou parfois ou souvent à l'association de ceux-ci.

I.2. Les plantes étudiée :

I.2.1. Présentation de la famille des *Lamiacées*

I.2.1.1. Introduction :

La famille des Lamiacées (*Lamiaceae*) ou Labiées (*Labiatae*) est une importante famille de plantes dicotylédones. Elle comprend environ 4000 espèces et près de 210 genres (Naghiebital., 2005), dont le genre *Satureja* est étudié dans le présent travail.

Chapitre I les plantes médicinales en général et les plantes étudiées

Cette famille comporte de nombreuses plantes exploitées pour leurs essences ou cultivées pour l'ornementation. La plupart de ces espèces sont aussi bien utilisées dans la médecine traditionnelle que dans la médecine moderne (**Judd *et al.*, 2002**).

Les représentants de la famille des Lamiacées contiennent une très large gamme décomposés comme les terpénoïdes, les iridoïdes, les composés phénoliques, et les flavonoïdes. Les huiles essentielles et plus précisément les courtes chaînes de stéroïdes sont responsables de l'odeur et la saveur caractéristiques des Lamiacées (**Naghibiet *al.*, 2005**).

I.2.2. Systématique de lamiacées

La classification des Lamiacées selon (**Quezel et Santa, 1963**) :

Règne: Végétal

Embranchement : Phanérogames

Sous -embranchement : Angiospermes

Classe: Eudicotylédones

Sous- classe : Gamopétales

Ordre: Lamiales

Famille: Lamiaceae

I.2.2.1. Caractéristiques morphologiques des Lamiacées :

Ce sont le plus souvent des plantes herbacées, des arbustes et rarement des ou des lianes, producteurs d'huiles essentielles, largement répandus autour du monde dans tous les milieux.

La forme de la fleur et la présence d' signent cette famille. Pour la plupart des genres, la section carrée de la tigette les feuilles opposées ont aussi des caractéristiques spécifiques. De nombreuses espèces de cette familles ont des mellifères, fréquentées par les abeilles.

Cette famille est une importante source d'huiles essentielles, d'infusion et d' naturels pour l' et la même si les parfums de synthèse tendent à remplacer ces essences (**Fabienne, 2006**).

L'industrie des utilisée également les Lamiacées pour leurs propriétés hydratantes et souvent antiseptiques.

On y rencontre beaucoup d'espèces cultivées comme (sauge, lavande, etc).

Chapitre I les plantes médicinales en général et les plantes étudiées

On y trouve aussi par exemple tant extérieur qu'à l'intérieur (**Lambinon et al 2012**)

I.2.2.2. *Calamintha officinalis* :

Le petit calament (ou *calamintha nepeta*) fait partie de la grande famille des lamiacées (comme la menthe et la cataire). Son odeur est toutefois plus douce et agréable car moins mentholée. Le petit calament est une plante vivace aromatique et plus rustique que la menthe. Ses fleurs sont mauves ou roses, on en croise souvent sur les petits chemins de campagne.

Carminative, antispasmodique et sédative, c'est une plante digestive qui facilite le transit intestinal et soulage l'aérophagie. Elle est indiquée également en cas de migraines d'origine digestive ou pour soulager les douleurs de règles.

Son huile essentielle possède des propriétés digestives comme la menthe poivrée. Elle agit également sur la sphère ORL. Elle est anti-infectieuse, antifongique et efficace en cas d'insuffisance hépatique.

I.2.2.3. Des informations sur le genre *Calamintha* :

Calament *nepeta* appartient au genre "*Calamintha*" de la famille des Lamiacées.

Les calaments sont des plantes vivaces, herbacées, parfumées, proche de la menthe. Les calaments sont originaires d'Europe et d'Asie Occidentales.

Les calaments poussent dans des lieux incultes, en sous-bois clairs ou en lisières de forêts, dans les rocailles calcaires et jusqu'à 1500 mètres d'altitude. Ils n'ont pas le caractère envahissant des menthes.

Son nom vient du grec ancien "*Kalàminthos*" qui signifie "*sorte de menthe*".

Il existe moins d'une dizaine espèces de calaments. Ce sont de petites plantes, ramifiées, certaines espèces sont plutôt rampantes ou parfois plus dressées.

De la fin du printemps jusqu'à l'automne, les calaments proposent une floraison légère, vaporeuse, avec beaucoup de charme. Ce sont de petites fleurs tubulaires avec une corolle à 2 lèvres qui apparaissent à l'aisselle des feuilles, de manière verticillées (c'est à dire qu'elles démarrent au même niveau sur la tige, mais toutes du même

Chapitre I les plantes médicinales en général et les plantes étudiées

côté). Les coloris de ces fleurs varient du blanc-rosé, au mauve-pâle ou violacées souvent tachetées de mauve plus foncé. Les fleurs des calaments sont mellifères.

Les feuilles des calaments sont ovales, entières, opposées, pubescentes face inférieure, à pétiole court, semi-persistantes ou caduques suivant les lieux dans lesquels ils poussent.

Les tiges des calaments sont quadrangulaires, dressées et rameuses.

Les propriétés médicinales des calaments sont nombreuses, ils favorisent la digestion (stomachique), ils calment le hoquet, ils possèdent des propriétés carminatives, antispasmodiques, toniques, stimulantes.

Les calaments se consomment en cuisine comme les menthes, avec les taboulés, les salades de fruits, les infusions.

I.2.3. *Calamintha officinalis* :

I.2.3.1. Présentation de La famille des lamiacées:

La famille des lamiacées est l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extrait à fort pouvoir antimicrobien, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydant (Ghermanetal2000 ;Hilanet al.,2006). Les huiles essentielles caractérisent cette famille qui comprend près de 6700 espèces regroupées dans environ 250 genres. (Miller et al., 2006). Les labiées sont des arbustes, sous arbrisseaux, ou plante herbacées, en générale odorantes, à tige quadrangulaires, feuilles en général opposées sans stipules. Fleurs pentamères en générale hermaphrodites. Calice à cinq divisions. Corolle en générale bilabiée longuement tubuleuse parfois à 4-5 lobes subégaux ou à une seule levre. Ovaire supérieur à carpelles originellement bi-ovulés, ensuite euniovulés par la constitution d'une fausse cloison. (Quezel et santa, 1963).

Un très grand nombre de genres de la famille des Lamiacées sont des sources riches en terpénoïdes, flavonoïdes et composés phénoliques (Naghibi et al, 2005).

I.2.3.1.1. Systématique :

Règne: Plante

Division : Spermaphytes

Subdivision: Angiospermes

Classe: Dicotylédones

Ordre: Lamiales

Chapitre I les plantes médicinales en général et les plantes étudiées

Famille : Lamiacées

Genre: calamintha

Espèce : *Calamintha officinallis*

I.2.3.1.2. Description botanique

Le *Calamintha officinallis* se décrit comme étant une plante vivace de 60 cm de hauteur constitué de feuilles velues, denté, pétiolées, opposées et de fleurs pourpre ou rose, toutes les parties aériennes de la plante sont utilisés. Ses racines donnent des ramifications jusqu'à 30cm. C'est une plante qui appartient à la famille des lamiacées, il possède un parfum menthe, il comprend de l'huile essentielle, des phénols... ect, il est classé dans la catégorie des plantes aromatiques car il contient d'huile essentielle. C'est une plante qui croît dans des endroits secs, ombragés, les régions montagneuses et sur les bords des routes (Salhi et al.,2014).



Figure 2 : Photo graphie de *Calamintha officinallis*

I.2.4. Lavande

I.2.4.1. Historique :

Les propriétés et les usages de la lavande se sont transmis d'une civilisation l'autre, depuis l'antiquité, comme pour toutes les autres plantes aromatiques et médicinales (Vialard,2008).

Originnaire de la Perséides les Canaries, les anciens semblent avoir décelé Très tôt ses vertus médicinales. La lavande a une longue histoire en usage médicinal, beaucoup dévariées sont cultivées autours du monde mais au moins cinq espèces différentes sont employée sen médecine (Jean,2009).

Au moyen-âge on emploi la lavande pour lutter contre les maladies infectieuses. A cette époque les hommes pensaient que les mauvaises odeurs propageaient les

Chapitre I les plantes médicinales en général et les plantes étudiées

maladies.

Les Égyptien s'imbibaient des tissus de coton avec de la lavande lors des momifications. Grecs et Romains l'appréciaient pour son parfum et surtout pour ses vertus thérapeutiques. Le nom lavande vient du latin lavaret, car les Romains parfumaient leurs bains avec cette plante. **(Wilson et Girard, 2007)**.

Au Pallars, la lavande a été utilisée comme protectrice du foyer. Avec la partie supérieure de la plante, on confectionnait une croix pour les portes de maisons qui protégeait contre les maladies et la fatalité. **(Vialard, 2008)**

I.2.4.1.1. Principale espèce :

Lavandula angustifolia: La Lavande officinale ou Lavande vraie, est une plante à feuilles étroites. Son nom latin est *Lavandula angustifolia*. Ou *L. officinalis* Chaix = *L. vera* DC. Elle connue en arabe sous le nom de « khuzâma ». C'est une Lamiacée aromatique **(ELHARASKet al, 2013)**.

C'est la meilleure des lavandes pour la qualité de son huile principale. À l'état sauvage, elle pousse en particulier en Provence, mais elle peut être cultivée dans des régions plus septentrionales.

Lavandula stœchas La lavande est une plante aux propriétés apaisantes, plus réputée pour son parfum délicat que pour ses vertus thérapeutiques. D'origine française, elle est très ancienne et son huile essentielle est plus pure que celle des espèces voisines (*Lavandula spica*, *Lavandula angustifolia*, *lavandula officinalis*) **(Laraqui F, 2016)**

Lavandula latifolia La Lavande aspic est une espèce plus grossière que la Lavande officinale. Il s'agit d'un arbrisseau de 30 à 80 cm, tomenteux, c'est-à-dire présentant des poils courbés blanchâtres sur sa surface, atiges ligneuses et ramifiées (=ramuscules) beaucoup plus courtes que celles de la Lavande officinale **(36)**

Lavandula intermedia Le lavandin « *Lavandula x intermedia* » : Le lavandin est un hybride qui résulte du croisement de deux espèces (lavande aspic et lavande vraie), cette espèce produit une huile essentielle très appréciée dans la parfumerie industrielle **(Kothe, 2007)**.

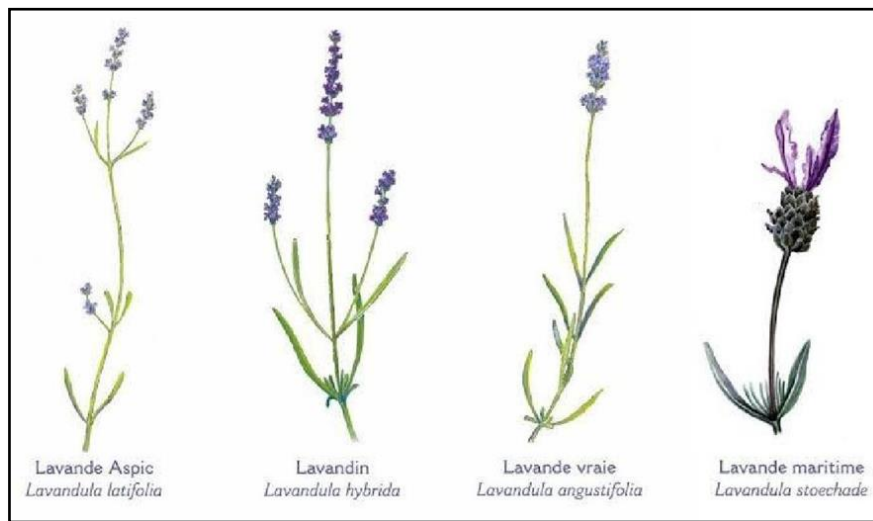


Figure 3: Les différentes espèces de lavande

I.2.4.2. *Lavandula officinalis*:

I.2.4.2.1. Etymologie :

Lavandula officinalis ou *Lavandula angustifolia* à été découverte par Linné, l'étymologie de lavande vient du latin «lavare» qui signifie laver. L'adjectif « Angustifolia » vient du latin « angustus » qui signifie « étroite » et de « folia » ou « folium » qui désigne la feuille (**GeoffBurnie**).

I.2.4.2.2. Description :

- Est un arbrisseau buissonnant pouvant atteindre 1m de hauteur.
- Les feuilles, linéaires et de couleur gris vert, ont une longueur variant entre 3et 5cm.
- La tige est ligneuse.
- Les Fleurs sont bleues groupées à l'aisselle de bractées ovales au sommet de rameaux fertiles formant des sortes d'épis un peu lâches, très aromatiques (**LAIBI et BARKATM, 2011**).



Photos 1: Les feuilles de *lavandula officinalis*

I.2.4.2.1. Classification :(Quezel et Santa, 1963):

Règne : Plantae

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe: Asteridae

Ordre : Lamiales

Famille: Lamiaceae

Genre : Lavandula

Espèce : *Lavandula angustifolia* Mill.

Ont trouve également dans les sommités fleuries les substances, telles que: Coumarines, flavonoïdes, tanins (**Jean, 2009**).

I.2.4.2.1. Habitat :

Originnaire de France et de l'Ouest du bassin méditerranéen, la lavande est cultivée par tout dans le monde, comme plante ornementale et pour son essence. (**Bendif., 2017**) Au niveau mondial, la Lavande officinales retrouve beaucoup en Europe sur les reliefs: Angleterre, Espagne, Portugal, Allemagne, Suède, Sardaigne, Sicile, Italie, Grèce, mais aussi en Algérie et très peu aux

Chapitre I les plantes médicinales en général et les plantes étudiées

Etats Unis (FlorineH, 2013).

I.2.4.2.2. Culture :

Les cultures sont mises en place principalement à partir des graines de Lavande semées en avril et par fois par l'utilisation de boutures ou de marcottage.

La bouture est un mode de multiplication végétative par clonage à partir d'un fragment d'organe isolé, puis par différenciation cellulaire du méristème, un individu enfant est obtenu à partir d'un individu parent, identique à celui-ci. Les boutures seront créées à la fin de l'été, août-septembre, puis seront plantés le printemps suivant (FlorineH, 2013).

Les marcottages de tiges se pratiquent du mois de mars au mois de septembre.

Dans les régions froides, il est conseillé de pailler la lavande pour la protéger des grandes gelées.

I.2.4.2.3. La récolte :

La récolte doit être effectuée quand la fleur est au trois quart fanée pour *L.angustifolia*. (Benmoussa f et bougoffaa, 2017).

Le meilleur temps de récolte est obtenu pendant la floraison complète car c'est le moment où le pourcentage maximum de linalol est obtenu. 37 composés ont été identifiés. Pendant la floraison complète et 32 avant la floraison de *L.angustifolia* (barbiere, 1962; nafajian Set al, 2012).

I.2.4.3. Domaine d'application et intérêt en aromathérapie :

La lavande officinale ou lavande vraie est dotée de plusieurs propriétés thérapeutiques confirmées, dont une activité antimicrobienne, une activité antifongique, un effet sédatif et anticystalique (Mustapha Eet al. 2002).

La lavande vrai « *Lavandula angustifolia* Mill. », celle-ci est utilisée comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antimicrobien et antioxydant (Bouhdid S et al, 2006).

Cette plante a des usages variables dans la médecine traditionnelle allant de la cosmétologie, aux troubles comportementaux (Hossamet al. 2015)

Fleur et sommité fleurie traditionnellement utilisées, par voie orale, dans le traitement

Chapitre I les plantes médicinales en général et les plantes étudiées

symptomatique des états neurotoniques des adultes et des enfants (troubles mineurs du sommeil) ; en usage local, pour le traitement des petites plaies après lavage et élimination des souillures, en cas d'érythème solaire ou de brûlures superficielles et peu étendues, en cas de nez bouché(rhume),en bain de bouche pour l'hygiène buccale. Extraction de l'huile essentielle ,utilisée en aromathérapie et surtout en parfumerie.

I.2.4.4. L'huile essentielle de lavande :

Les Huiles Essentielles (HE) sont le produit de la distillation d'une plante ou d'une partie de la plante. Ce sont des substances de consistance huileuse, plus ou moins fluides très odorantes, volatiles, souvent colorées (**Bakkaliaetal. 2008**).

L'AFNOR, Association Française de normalisation, donne la définition suivante (norme NFT75-006):«L'huile essentielle est le produit obtenu à partir d'une matière

Première d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques, soit par distillation»(**BELMONTM.,2013**).

Les huiles essentielles sont des produits complexes, contenant pour la plupart plus d'une centaine de constituants (phénols, alcools, aldéhydes, esters, terpènes, cétones). Elles sont issues de plantes dites aromatiques et médicinales(PAM) (**Nassima Cetal, 2015**).

En général l'huile essentielle de lavande il s'agit d'un liquide limpide, incolore à jaune pâle, d'odeur caractéristique. (**Barlier L ,2014**).

Les huiles essentielles n'existent quasiment, que dans les végétaux, elles peuvent être stockées dans tous les organes des plantes aromatiques (**FESTYD, 2008**).

Les facteurs de l'environnement ont un impact direct sur la composition des Huiles Essentielles Cela se vérifie d'autant plus avec les espèces qui possèdent des structures histologiques de stockage superficielles comme les poils sécréteurs des Lamiacées (basilic, lavandes, menthe, thym...) (**BRUNETONJ, 2016**).

Les huiles essentielles représentent un outil thérapeutique très efficace qui permet d'élargir le champ des traitements médicaux conventionnels. (**Robar,2004;Millet F, 2010**).

Chapitre II: Les huiles essentielles

II.1 Généralités sur les huiles essentielles :

II.1.1 Définitions :

L'huile essentielle est un extrait végétal provenant des plantes dites: aromatiques qui contiennent donc dans leurs feuilles, fruits, graines, écorces, ou racines, un grand nombre de molécules aromatiques, qui constituent le ou les principes essentiels des plantes. Les huiles essentielles sont des substances de consistance huileuse, plus au moins fluides, voire résineuses de très odorantes, volatiles, souvent colorées : du jaune pâle au rouge foncé voire brun, en passant par le vert émeraude ou encore le bleu. Elles sont plus légères que l'eau (densité de l'ordre de : 0,750 à 0,990). Ces essences sont solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, les huiles, les émulsifiants et dans la plupart des solvants organiques, mais insolubles dans l'eau (Bardeau, 2009). La plante utilise l'huile pour favoriser la pollinisation, ou comme source énergétique, facilite certaines réactions chimiques et pour conserver l'humidité des plantes dans les climats désertiques (Mohammedi, 2006).

Le terme huiles essentielles dérive de « quintaessentia », un nom donné par le médecin suisse Paracelsus aux extraits de plantes obtenues par distillation, il signifie la fragrance et la quintessence de la plante (khenaka, 2011).

L'huile essentielle est le parfum des plantes aromatiques. Elle s'appelle aussi l'essence ou l'huile volatile qui est un produit de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatiles contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation (Bruneton, 1999). Ils'agit d'un produit parfumé et volatil, composé de molécules sécrétées par certains arbres et certaines plantes qui lui confèrent un parfum spécifique (Besombes, 2008 ; Belaiche, 1979).

Il s'agit d'un mélange de composés lipophiles, volatils et souvent liquides, synthétisés et stockés dans certains tissus végétaux spécialisés. Extraites de la plante grâce à des procédés physiques tels l'hydro distillation, l'entraînement à la vapeur ou par expression à froid dans le cas des agrumes, les huiles essentielles sont responsables de l'odeur caractéristique de la plante. Les produits obtenus par extraction avec d'autres procédés ne sont pas repris dans la définition d'huile essentielle donnée par la norme de l'Association Française de Normalisation (AFNOR) (Bruneton, 1993; Afnor, 2000).

Les huiles ont propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance d'une branche nouvelle de la phytothérapie: l'aromathérapie, ils sont utilisées pour soigner des maladies inflammatoires telles que les allergies, eczéma, et soulagent les problèmes intestinaux (Iserin Et Al, 2001). Leur utilisation est également présente dans l'industrie cosmétique et alimentaire (Kunkele Et Lobmeyer, 2007).

Beaucoup de travaux sont réalisés dans ce sens, du fait de l'importance incontestable des

huiles essentielles dans divers secteurs économiques, comme par exemple, l'industrie de la parfumerie et de la cosmétique, l'industrie alimentaire ,l'industrie pharmaceutique et plus particulièrement, la branche de l'aromathérapie qui utilise leurs propriétés bactéricides et fongicides**(bakkali, 2018)**.

Sont très concentrées, volatiles et sensibles à la décomposition sous l'effet de la chaleur .Actuellement, leur utilisation en parfumerie et en alimentation est considérable ; c'est pourquoi certains organismes de normalisation AFNORNF et ISO ont donné une définition beaucoup plus précise des huiles essentielles; l'huile essentielle est: « un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par hydrodistillation **(BRUNETON,1999)**.

II.1.2 Répartition et localisation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont largement répandues dans le règne végétal et surtout chez les végétaux supérieurs, il y a 17500 espèces aromatiques. Les familles botaniques capables d'élaborer les constituants qui composent les huiles essentielles sont réparties dans un nombre limité des familles, .**(Bellakhdar, 1997)**.

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes de la plante, par exemples : dans les sommités fleuries (Menthe, Lavande) les feuilles (Eucalyptus, Laurier) les rhizomes (Gingembre) les fruits (agrumes, badiane, anis), les racines (Vétiver), les graines (Muscades), bien que cela soit moins habituel dans des écorces (Cannelier) **(Bellakhdar, J1997)**.

Les huiles essentielles n'existent quasiment, que dans les végétaux supérieurs. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme produits du métabolisme secondaire. **(Sanon et al, 2002)**. Elles peuvent être stockées dans divers organes : fleurs, feuilles, écorces, bois, racines, rhizomes, fruits ou graine **(Brunetton, 1987)**

II.1.3 Domaines d'utilisation des huiles essentielles :

Traditionnellement, les huiles essentielles sont présentes dans le processus de fabrication de nombreux produits finis destinés aux consommateurs. Ainsi, elles sont utilisées dans l'agroalimentaire (gâteaux, biscuits, soupe, sauce, chewing-gum, chocolats, bonbons...) pour aromatiser la nourriture. Elles sont également utilisées dans l'industrie de la parfumerie, de la cosmétique et de la savonnerie. On les utilise aussi dans la fabrication des adhésifs (colle, scotch ...), et celle de la nourriture pour animaux, dans l'industrie automobile, dans lapréparationdessaissinssecticidesL'homéopathieetl'aromathérapiesontdesexemplescourants d'usage d'huiles essentielles en médecine douce, et leur popularité s'est accrue d'une façon considérable ces dernières années **(Bakkali, 2007)**.

Leur utilisation est liée à leurs larges spectres d'activités biologiques reconnues. Elles sont appréciées pour leurs propriétés odorantes et antiseptiques dans le domaine de la parfumerie, de la cosmétologie et de l'industrie alimentaire .Leur intérêt en médecine humaine et vétérinaire est aussi grandissant **(Bey-Ould-Si-Said,2014)**.

Les huiles essentielles sont devenues une matière d'importance économique

considérable avec un marché en constante croissance En raison de leurs diverses propriétés .En effet, elles sont commercialisées et présent en un grand intérêt dans divers secteurs Industriels comme en pharmacie par leurs pouvoirs, antispasmodique, anti diabétique, analgésique, apéritif, antiseptique..., en alimentation par leur activité antioxydant et leur effet aromatisant, en parfumerie et en cosmétique par leur propriété odoriférante. **(Yaacoub ,2017).**

L'industrie pharmaceutique utilise les huiles essentielles dans le domaine des antiseptiques externes ; elle tire parti des propriétés bactériostatiques, bactéricides, antifongiques, protectrices, etc., des essences naturelles. Les huiles essentielles constituent le support d'une pratique de sois particulière.

L'aromathérapie. Elle sont grande intérêt en pharmacie, elles s'utilisent sous la forme de préparations galéniques, et dans la préparation d'infusion (calamentha , fleurs lavande...etc.). Tout fois, il faut souligner que la majorité des constituants de ces derniers sont lipophiles, et de ce fait, rapidement absorbés que ce soit par voie pulmonaire, par voie cutanée ou par voie digestive.**(Yaacoub,2017-2018)**

Elles sont également utilisées pour l'obtention des huiles essentielles dans un intérêt médicamenteux (en particulier dans le domaine des antiseptiques externes). Plus de 40% du médicament sont à base de composants actifs de plants. De nombreuses huiles essentielles se trouvent dans la formule d'un très grand nombre de spécialités pharmaceutiques : sirop, goutte, gélules pommade...etc.**(Yaacoub,2017.2018)**

II.1.3 En cosmétologie :

La cosmétologie et le secteur des produits d'hygiènes ont aussi consommateurs, mais le cout élevé des produits naturels conduit à privilégier parfois les produits synthétiques **(Boumaaza et Bourafa, 2013).**

Les propriétés odoriférantes des huiles essentielles confèrent à ces dernières une consommation importante en parfumerie et en cosmétique. Elles présentent environ 60 % des Matières premières de l'industrie des parfums synthétiques, du par fumage, des savons et des cosmétiques.**(Yaacoub, 2017-2018).**

A la cosmétologie et le secteur des produits d'hygiène on notera la présence des Huiles Essentielles dans les préparations dermo-pharmacologique, bais« calmant» ou« relaxant», et leur emploi dans les rouges à lèvres, les shampoings, les dentifrices, se sont surtout les huiles essentielles de lavande, de citron, de citronnelle, qui sont utilisées. On notera qu'il y a une possibilité d'adsorption percutanée des constituants terpéniques.**(Bouameretal,2004;Bouanane et Boussehel, 2005).**

Par exemple L'huile essentielle de lavande (*Lavandula angustifolia*ou *lavande officinale*) est la première huile essentielle qui devrait se trouver dans la trousse de soins familiale. Apaisante, antiseptique, antalgique, cicatrisante, généralement très bien tolérée,l'huile essentielle de lavande est le remède des bobos, des petites plaies et brûlures, des piqûresd'insecte,des crampes,des maux de tête, des petits stress,etc. On peut l'appliquer pure sur la peau(après un petit test cutané préalable sur le poignet), ce qui est très rare pour les huiles essentielles, une à deux gouttes. On peut aussi mettre une goutte d'huile essentielle de lavande sur l'oreiller, un coussin pour éloigner les insectes qui détestent son odeur et favoriser

le repos.

II.1.4 En industries agroalimentaires :

Les huiles essentielles jouent un rôle capital dans l'aromatization des aliments. En effet ,elles donnent la flaveur aux condiments(poivre ,gingembre)et aux aromatisants (calamentha ,anis ,oranger, lavande, laurier).A faible dose, certaines substances ont un effet favorable sur la digestion, ce qui explique leur utilisation en liquoristerie(essence d'anis oude badiane).Les huiles essentielles entrent donc, pour leurs diverses propriétés ,dans la composition des arômes employés de manière fréquente aujourd'hui dans tous les produits alimentaires comme les plats cuisinés ou prêts à l'emploi(**Porter,2001**).

Plusieurs travaux ont montré que les huiles essentielles de thym, d'origan, de cannelle et d'autres plantes aromatiques ont un effet inhibiteur sur la croissance et la toxigenèse de plusieurs Bactéries et champignons responsables de toxi-infections alimentaires. La quantité d'épices et d'aromates habituellement utilisés étant faible, leur pouvoir antimicrobien semble synergique Parmi le groupe diversifié des constituants chimiques des HE, le carvacrol, qui exerce une action antimicrobienne bien distinguée, est additionné à différents produits alimentaires en industrie agro-alimentaires. Ils y sont rajoutés pour rehausser le goût et pour empêcher le développement des contaminants alimentaires (**Karakahina, 2016**).

Les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes en va hissant les denrées alimentaires (**Menaceur, 2015**).Maintenant, l'industrie agroalimentaire utilise les Huiles Essentielles dans les préparations sur gelées non seulement pour rehausser le goût mais aussi pour empêcher les contaminations alimentaires qui se développent (effet antimicrobien).(**Yaacoub, 2017**)

II.1.5Conservation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles de bonne qualité peuvent se conserver plusieurs années sous certaines conditions, jusque cinq ans pour les Huiles Essentielles. C.T par exemple. Seules les essences de Citrus se gardent un peu moins longtemps (trois ans). Les huiles essentielles sont volatiles, il ne faut donc pas oublier de bien fermer les flacons. Il est préférable de les conserver dans un flacon en aluminium ou en verre teinté (brun, vert, ou bleu) et de les garder à l'abri de la lumière à une température ambiante jusque vingt degrés. Il existe des normes spécifiques sur l'emballage, le conditionnement et le stockage des huiles essentielles (norme AFNOR NF T75-001,1996) ainsi que sur le marquage des récipients contenant des Huiles Essentielles (**Mayer,2012**)

II.1.5 Les Principales méthodes d'extraction Des Huiles Essentielles:

II.1.5.1 L'hydrodistillation :

Distillation à l'eau ou « hydrodistillation » (**Figure 3**): le matériel végétal est en contact direct avec l'eau. Lorsque le végétal est broyé on parle de turbo distillation (**Bruneton, 1999**), l'hydrodistillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité. Les inconvénients de cette méthode sont : la calcination du matériel végétal, ce qui entraîne une modification de la composition et des caractéristiques chimiques de l'huile essentielle (**Lamamra, 2018**).

Cette méthode est simple dans son principe et ne nécessite pas un appareillage coûteux. Cependant, à cause de l'eau, de l'acidité, de la température du milieu, il peut se produire les, de réarrangement, d'oxydation, d'isomérisation, etc.

Qui peuvent très sensiblement conduire à une dénaturation (**Brian, 1995**). Elles sont généralement utilisées en cas des huiles essentielles dont les constituants chimiques sont thermorésistants.

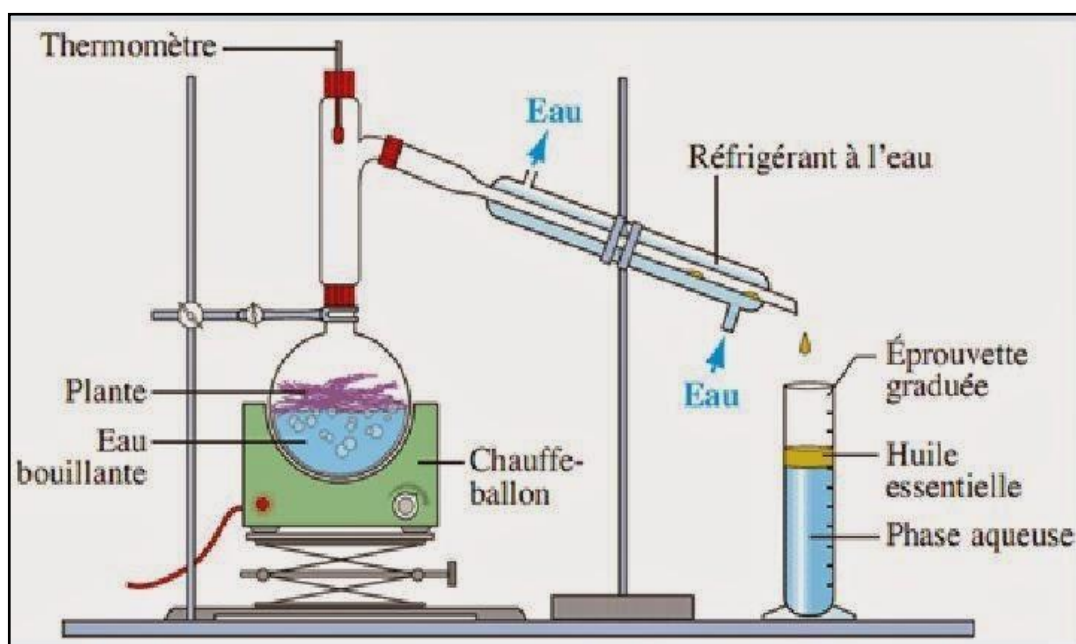


Figure 3 : le montage utilisé pour l'hydro-distillation.

Chapitre III : Les Composes phenalique

Chapitre III: Les composés et les activités biologiques

III.1 Généralité sur les composés phénoliques :

L'intérêt pour les composés phénoliques a augmenté au cours de la dernière décennie en raison de leur activité structurale et protectrice dans les plantes, mais aussi en raison des effets anti-allergéniques, antiathérogènes, anti-inflammatoires, antimicrobiens, anti-thrombotiques, cardio protecteurs et vasodilatateurs qu'ils présentent chez les animaux **(Balasundram et al, 2006)**.

Les composés phénoliques ou les polyphénols (PP) sont des produits du métabolisme secondaire des plantes **(Bahorun., 1997)**, caractérisé par la présence d'au moins un noyau aromatique (06 atomes de carbone liés en un hexagone) possédant plusieurs groupes hydroxyles substitués ou non **(Abderrazak et al, 2007)**.

Les polyphénols sont présents partout dans les racines, les tiges, les fleurs, les feuilles de tous les végétaux. Les principales sources alimentaires sont les fruits et légumes, les boissons (thé, café, jus de fruits), les céréales, les graines oléagineuses et les légumes secs.

Les fruits et légumes contribuent environ pour moitié à notre apport en polyphénols, les boissons telles que jus de fruits et surtout café, thé apportant le reste **(Middleton et al, 2000)**.

Les effets bénéfiques des polyphénols intéressent particulièrement deux domaines : la phytothérapie et l'hygiène alimentaire **(Leong et Shui, 2002)**.

III.2 Biosynthèse

Les composés phénoliques sont issus de deux voies de biosynthèse. La première est la voie des hikimate qui est la plus courante, la première réaction est la condensation du phosphoénolpyruvate (PEP) avec l'érythrose-4-phosphate pour former un composé en C7, le 3-désoxy-D-arabinoheptulosonate- 7-phosphate (DAHP), qui conduit aux acides aminés aromatiques (phénylalanine, tyrosine) puis, par désamination de ses derniers, aux acides cinnamiques et leurs dérivés (acide benzoïque, acétophénones, lignanes, coumarine) **(Bruneton, 1999)**.

La deuxième voie est celle issue de l'acétate, qui conduit à des poly β -coesters (polyacétates) de longueur variable menant par cyclisation à des composés polycycliques tels que les dihydroxy-1,8 anthraquinones ou les naphthoquinones. De plus, la diversité structurale des composés polyphénoliques due à cette double origine biosynthétique, est encore accrue par la possibilité d'une participation simultanée des deux voies dans l'élaboration de composés d'origine mixte, les flavonoïdes **(Martin and Andriantsitohaina, 2002)**.

III.3 Les principales classes des composés phénoliques :

Les composés phénoliques sont classés selon le nombre d'atome de carbone dans le squelette de base, ces structures peuvent être sous forme libres ou liées à l'ester ou hétérosides. **(Bruneton, 1999)**

III.3.1 Les saponines :

Le nom saponine dérive du mot latin « sapo », qui signifie savon, parce que ces composés moussent une fois agités avec de l'eau. Ils se composent d'aglycones non polaires liés à un ou à plusieurs sucres. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et non polaires en leurs molécules explique leur comportement moussant en solution aqueuse (**Salah Eddine. L, 2014**).

Comme définition, on dirait qu'une saponine est un glycosides de stéroïde ou de triterpène. Ainsi on distingue fondamentalement les saponines stéroïdiques et les saponines triterpéniques dérivant tous deux, bio synthétiquement de l'oxydosqualène. ils manifestent ont des propriétés hémolytique, antimicrobiennes insecticides, molluscicides, anti-inflammatoires et antalgiques. (**Salah Eddine. L, 2014**)

III.3.2 Les anthocyanes :

Sont des pigments hydrosolubles qui colores les plantes en bleu ; rouge, mauve, rose ou orange. Il appartient à la famille des polyphénols (**Malien 2004**).

Ce sont des dérivés glycosylées d'anthocyanidines

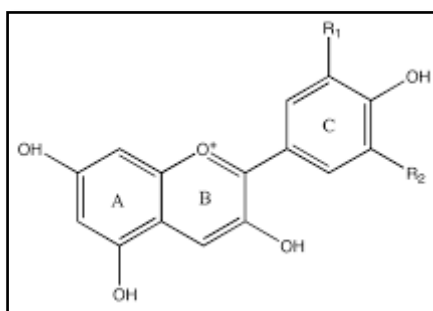


Figure 4 : Structure chimique des anthocyanes.

III.3.3 Les coumarines

La coumarine est un composé naturel organique aromatique.

- Elle est classée en deux groupes : coumarine simple et coumarine complexe.
- Elle est soluble dans l'alcool, les solvants organiques ou les solvants chlorés.
- Elle est utilisée en parfumerie, dans les produits cosmétiques
- On l'utilise dans les peintures, les insecticides, le caoutchouc et les matières plastiques.

En thérapeutique, elle joue un rôle anti-inflammatoire, stimulant de la microphagie et du drainage lymphatique, elle a également une action dans le lymphoedème. (**Boulberhane et al, 2017**)

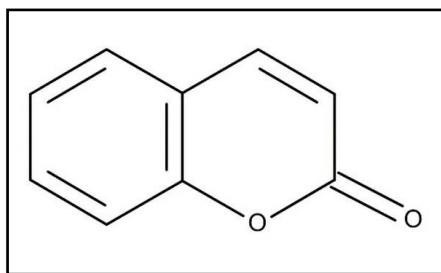


Figure.5 : Structure chimique de coumarines

III.3.4 Les alcaloïdes :

Il n'existe pas de définition simple et précise des alcaloïdes et il est parfois difficile de situer les frontières qui séparent les alcaloïdes et d'autres métabolites azotés naturels. Il est admis qu'un alcaloïde est un composé organique d'origine naturelle (le plus souvent végétale), azoté, plus ou moins basique, de distribution restreinte et doué à faible dose (**Bruneton, 1999**).

III.3.5 Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont un groupe de dérivés de benzo-g-pyrone. Ils se présentent sous la forme d'aglycones, de glycosides et de dérivés méthylés et sont largement distribués dans le règne végétal (**Škerget et al., 2005**). Ils apparaissent généralement sous forme glycosylée ce qui les rend moins réactifs et plus solubles dans l'eau. Le glucose est le sucre le plus fréquemment rencontré (**Macheix et al., 2005; Bruneton, 2009**). Leur structure de base est celle d'un diphenylpropane à 15 atomes de carbone (C₆-C₃-C₆), constitué de deux noyaux aromatiques (ou anneaux) que désignent les lettres A et B, reliés par un hétérocycle oxygéné, qui désigne la lettre C (**figure 5**) (**Dacosta Y, 2003**). Dans la plante, ils sont très souvent liés aux sucres, on parle alors d'hétérosides constitués d'une partie phénolique aglycone ou génine associée à un sucre (**Macheix et al., 2005; Bruneton J, 2009**).

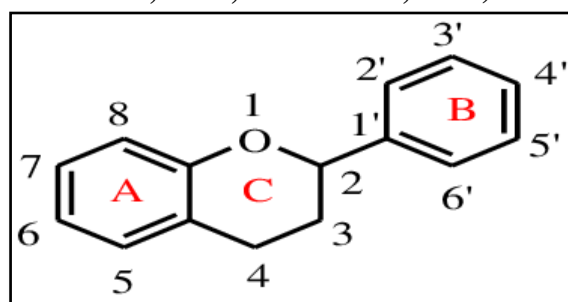


Figure 6: Structure de base des flavonoïdes

III.3.6 Les tanins :

Les tanins se trouvent dans l'ensemble des végétaux, et dans toutes leurs parties (écorces, racines, feuilles, etc.). Ils ont la capacité de former des complexes avec des macromolécules (les protéines) et des liaisons entre les fibres de collagènes, d'où leur viennent la plupart de leurs propriétés (**Paolini et al., 2003**).

Leur structure chimique est particulièrement variable, mais comporte toujours une partie polyphénolique ; il existe deux catégories de tanins, d'origine biosynthétiques différentes : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (**Paolini et al., 2003**).

III.3.7 Terpènes et stéroïdes :

Les terpénoïdes sont une vaste famille de composés naturels près de 15000 molécules différentes et de caractère généralement lipophiles, leurs grandes diversités dues au nombre de base qui constituent la chaîne principale de formule $(C_5H_8)_n$ selon la variation de nombre n , dont les composés monoterpènes, sesquiterpènes, diterpènes, triterpènes (**Wichtl et Anton, 2009**). Les molécules présentent en forme des huiles essentielles ; parfums et goût des plantes, pigments (carotène), hormones (acide abscissique), des stérols (cholestérol). Chez toutes les plantes on trouve ces composés liés avec un groupement alcool, nommés „stérols“ prenant une forme plane, glycosylée, analogues du cholestérol qui ne diffèrent de celui-ci que par leur chaîne latérale comme : B-Sitostérol, Stigmastérol (**Hopkins, 2003; Kadri et Abdoullahi, 2019**).

III.4 Les Activités biologiques

III.4.1 Les antioxydants :

Un antioxydant est défini comme toute substance ayant la capacité de retarder, prévenir ou réparer un dommage oxydatif d'une molécule cible (**Halliwell et Gutteridge, 2007**). Ainsi, ils servent à contrôler le niveau des espèces réactives pour minimiser le dommage oxydatif (**Tang et Halliwell, 2010**).

Les antioxydants piègent les radicaux libres en inhibant les réactions à l'intérieur des cellules provoquées par les molécules de dioxygène et de peroxyde, aussi appelées espèces oxygénées radicalaires (ERO) et espèces azotées radicalaires (ERN) (**Benbrook, 2005**).

Les molécules impliquées dans la défense antioxydante peuvent se diviser en des antioxydants endogènes (superoxyde dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathion peroxydase (GPX)...) et des antioxydants naturels (vitamine E, vitamine C, les caroténoïdes, des composés phénoliques, HEs...). Un régime alimentaire optimisé et riche en antioxydants naturels peut jouer un rôle primordial dans le système de défense antioxydant (**Willcox et al., 2004**). Récemment, la recherche d'antioxydants naturels spécialement à partir de plantes a largement augmenté et apparaît comme une alternative attractive pour substituer les antioxydants synthétiques (**Cherrat, 2013**).

Les antioxydants ont été largement utilisés comme additifs alimentaires pour fournir une protection contre la dégradation oxydative des aliments, la décoloration et pour allonger leur durée de vie surtout les aliments gras. Les antioxydants les plus utilisés commercialement sont synthétiques ex. hydroxytoluènebutylé (BHT) et hydroxyanisolebutylé (BHA) et le butyle hydroquinone tertiaire (TBQH); toutefois ils peuvent provoquer des effets secondaires toxiques sur la santé (**Dorman et Hiltunen, 2004 ; Tepe et al., 2006 ; Nickavar et al., 2008**).

III.4.2 Méthodes d'évaluation in vitro des propriétés antioxydantes :

L'examen des données bibliographiques fait apparaître de nombreuses méthodes spectrométriques de détermination de l'activité antioxydante. Parmi les tests les plus utilisés, nous présenterons ceux couramment cités et qui ont été utilisés au cours de notre étude : la méthode au DPPH (Diphénylpicrylhydrazyle) et la méthode de FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power).

III.4.2.1 Le test de piégeage du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) :

La molécule 1, 1-diphényl-2-picrylhydrazyl est caractérisée comme un radical libre stable en raison de la délocalisation de l'électron de rechange sur la molécule dans son ensemble, de sorte que la molécule ne se dimérise pas, comme ce serait le cas avec la plupart des autres radicaux libres.

La délocalisation de l'électron donne également naissance à la couleur violette profonde, caractérisée par une bande d'absorption dans une solution d'éthanol ou méthanol se situant vers 515-517 nm. Lorsqu'une solution de DPPH est mélangée à celle d'un substrat (AH) qui peut donner un atome d'hydrogène, alors cela donne la forme réduite avec la perte de cette couleur violette (Gouveia et Castilho, 2012).

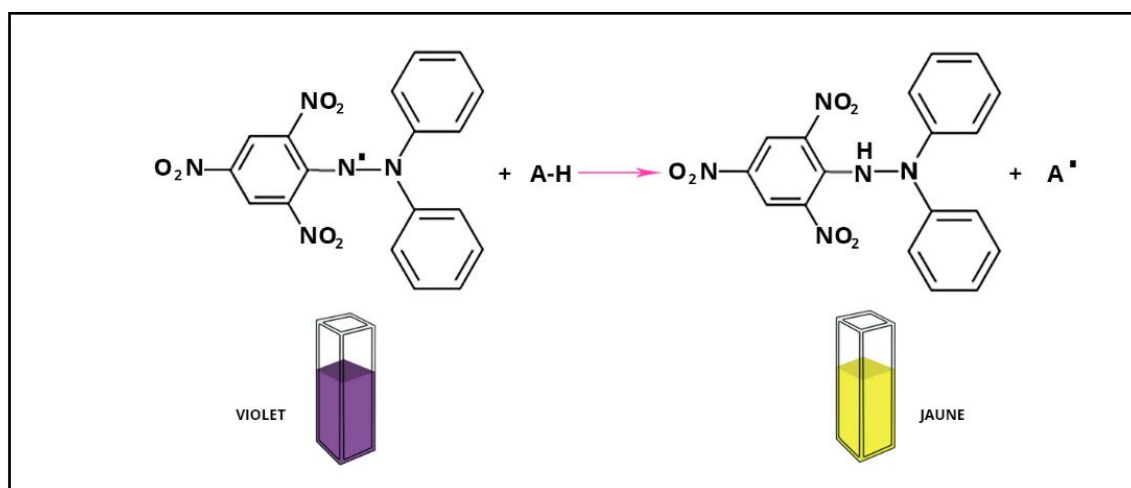


Figure 7 : Principe du test DPPH.

III.4.2.2 Le test de la réduction de fer (FRAP) :

Cette méthode mesure la capacité des antioxydants à réduire le fer ferrique. Il est basé sur la réduction du complexe ferrique de la tripyridyl-s-triazine 2.4.6 [Fe (III) - (TPTZ) 2]3+ au complexe ferreux coloré par le bleu [Fe (II) - (TPTZ) 2]2+ à faible pH (Alam et al., 2013). Cette réduction est suivie en mesurant le changement d'absorption à 700 nm (Oyaizu, 1986).

III.4.3 L'activité antioxydant des composés phénoliques et huiles essentielles :

Les poly phénols constituent une importante famille d'antioxydants dans les plantes, les fruits et les légumes puisqu'elles comprennent plus de 6000 molécules. Ils n'ont aucun effet nuisible sur la santé humaine, contrairement aux antioxydants synthétiques comme le butylhydroxyanisole (BHA) et le butylhydroxytoluène (BHT) (*Bounatirou et al., 2007*). Les acides phénoliques, les flavonoïdes sont les composés phénoliques de plantes qui possèdent des capacités de piégeage des radicaux libres, inhiber l'oxydation lipidique et prévenir les dommages oxydatifs de l'ADN (**KOUIRTOUT et al 2022**).

Les propriétés antioxydantes des huiles essentielles sont depuis peu massivement étudiées. Les huiles essentielles de cannelle, de muscade, de clou de girofle, d'origan et de thym possèdent de puissants composés antioxydants (**KOUIRTOUT et al 2022**). L'efficacité antioxydante des huiles essentielles peut être liée à l'activité de certains types de composés tels que les mono terpènes oxygénés, en particulier les alcools et les phénols (**KOUIRTOUT et al 2022**). De même, le terpinène-4-ol, géraniol, eugénol et thymol semblent avoir une activité anti-radicalaire intéressante (**Dorman et Deans, 2000**).

L'activité antioxydante des huiles essentielles est également attribuée à certains alcools, éthers, cétones et aldéhydes monoterpéniques : le linalool, le 1,8-cinéole, le géraniol/néral, le citronellal, et quelques monoterpènes : γ -terpinène et l' α -terpinolène (**KOUIRTOUT et al 2022**).

III.5 Activité antimicrobienne :

Le terme antimicrobien fait référence à un ensemble de composés qui ont la capacité d'éliminer ou de réduire la prolifération de microbes. Les microbes visés par un antimicrobien peuvent être des bactéries, des virus, des mycètes ou des parasites. Les traitements antibiotiques font partie également des antimicrobiens. Ils ciblent les champignons ou les bactéries.

L'utilisation des antibiotiques qui sont par définition, des produits microbiens, capables de tuer les micro-organismes sensibles ou d'inhiber leur croissance (**Perscott et al, 2018**), conduit dans la très grande majorité des cas à la sélection des populations microbiennes résistantes. Cette résistance est due à des mutations chromosomiques ou à l'acquisition des gènes de résistance portés par des éléments génétiques mobiles. Ces résistances ont conduit à chercher de nouveaux agents antimicrobiens possédant une efficacité plus importante que les drogues synthétiques d'une part et bien acceptés par l'organisme d'autre part l'exemple des alternatifs naturels (**Garcia-Ruiz et al, 2008 ; Kempf et Zeitouni., 2014**).

A cet effet, dans notre cas on a utilisées des huiles essentielles, car les études montrent que les huiles essentielles de *Clamintha officinalis* et *Lavandula officinalis* sont actives contre différentes souches car les plantes endémiques algériennes d'une part, et par leur richesse en HE phénoliques d'autre part et constitue une source incontournable de molécules bioactives. Ainsi, elle pourrait contribuer à lutter contre les infections.

III.5.1 Principales substances antimicrobiennes :

III.5.1.1 Agents physiques :

De nombreux agents physiques exercent un effet antagoniste vis-à-vis des microorganismes. La chaleur ou certains types de radiations ont une action létale qui permet leur emploi dans la stérilisation de différents milieux. D'autres agents moins agressifs, comme la dessiccation limitée sont utilisés à d'autres fins.

Les principaux agents physiques sont la chaleur (humide ou sèche), les radiations (micro-ondes, rayons ultra-violet, rayons gamma, rayons bêta, rayons alpha ; rayons X).

Chaque type de radiation a une longueur d'onde spécifique qui détermine son énergie, son mécanisme d'action et son domaine d'application (**Bousseboua 2001**).

III.5.1.2 Agents chimiques

Ils correspondent aux substances utilisées comme désinfectants et antiseptiques. Les désinfectants sont des agents antimicrobiens utilisés sur les matériaux inertes ; leur action est létale ou inhibitrice de la croissance microbienne. Les antiseptiques ont la même nature chimique que les désinfectants mais leur toxicité plus réduite permet leur emploi sur les tissus vivants. Les désinfectants et antiseptiques les plus largement employés sont les alcools, les composés phénoliques qui agissent par dénaturation des protéines et altération des membranes cellulaires, les aldéhydes, les halogènes et les détergents (**Bousseboua 2001**).

Les alcools sont les désinfectants et antiseptiques les plus largement employés, notamment comme désinfectants de la peau. Les composés phénoliques ont une utilisation avantageuse en raison de leur efficacité, de leur persistance dans le temps et de leur insensibilité relative à la présence de matière organique dans le milieu. L'aldéhyde de plus commun est le formaldéhyde, souvent commercialisé en solution à 40% (formol). Les halogènes sont des composés dérivés du chlore, du brome et de l'iode : hypochlorites et chloramines, hypobromites, iodures, qui ont une action bactéricide par l'oxydation dénaturante des protéines et d'autres composés cellulaires. Les détergents enfin, ont la propriété de solubiliser les résidus normalement peu solubles. Seuls les détergents cationiques sont des désinfectants efficaces (**Guiraud, 1998**).

III.5.1.3 Antibiotiques

Les antibiotiques sont définis par Turpin et Velu comme : « Tout composé chimique, élaboré par un organisme vivant ou produit par synthèse, à coefficient chimiothérapeutique élevé dont l'activité thérapeutique se manifeste à très faible dose, d'une manière spécifique, par l'inhibition de certains processus vitaux, à l'égard des virus, des micro-organismes ou même de certaines cellules des êtres pluricellulaires » (**SEDRAI, 2014**).

III.5.1.4 Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont définies comme étant des extraits volatils et odorants, que l'on extrait de certains végétaux par distillation à la vapeur d'eau, pressage ou incision des végétaux qu'ils les contiennent. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous-produits du métabolisme secondaire, les huiles essentielles ont des propriétés et des modes d'utilisations particuliers et ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie : l'aromathérapie (**Bruneton, 1999**).

III.5.1.5 Autres agents antimicrobiens

On désigne par agent antimicrobien tout agent chimique, physique ou biologique inhibant la croissance et/ou la survie des micro-organismes (**Asada et al., 1998**). Ces substances ayant une affinité pour les cellules des parasites et le pouvoir de les tuer plus forte que les dommages qu'elles causent à l'organisme. Ce qui rendra possible la destruction des parasites sans perturbation sérieuse de l'organisme (**Perry et al., 2002**).

Un agent chimiothérapeutique est un composé chimique ou de synthèse qui inhibe le développement des microorganismes. Ce composé agit à faibles doses, il exerce une action très spécifique sur le fonctionnement cellulaire tout en ayant une toxicité sélective. Il inhibe le développement de sa cible ou la tue tout en étant inoffensif pour l'hôte. Dans ce groupe, on retrouve les antibiotiques, les antifongiques et les antiviraux (**Guillaume, 2000**).

Il existe actuellement deux grandes catégories d'agents chimiothérapeutiques antibactériens : les sulfamides et les antibiotiques ; ils ont des modes d'action comparables et se distinguent principalement par leur origine. Les sulfamides sont des produits de synthèse alors que la majorité des antibiotiques sont d'origine naturelle (les plus anciens) d'autres de synthèse ou d'hémisynthèse. Les agents chimiothérapeutiques comprennent cinq groupes selon qu'ils affectent la synthèse de la paroi, les échanges cellulaires, la réplication et la transcription de l'ADN, la synthèse des protéines ou certaines réactions du métabolisme intermédiaire (**Prescott et al., 1995**).

Méthode d'évaluation de l'activité antimicrobienne :

II.3.2.3.1. Méthode de diffusion en milieu solide :

La méthode de diffusion à partir d'un disque solide a été utilisée pour mettre en évidence l'activité antimicrobienne des germes pathogènes vis-à-vis des antibiotiques et des extraits bruts. La diffusion de l'agent antimicrobien dans le milieu de cultureensemencé résulte d'un gradient de l'antimicrobien. Quand la concentration devient très diluée qu'il ne peut plus inhiber la croissance de la souche testée, la zone d'inhibition est démarquée (**El Kalamouni, 2010**)

II.3.2.3.2. Méthode des micros dilutions en milieu solide :

La méthode de dilution en milieu solide consiste à incorporer l'antibiotique à une concentration finale donnée dans du milieu de culture standard gélosé maintenu en surfusion à 45°C. Une série de boîtes de Pétri est préparée avec des concentrations d'antibiotique variant selon une progression géométrique de raison.

Chapitre III : Les Composes phenalique

Les inocula des différentes souches à tester sont réalisés sur les différentes boites de Pétri contenant les différentes concentrations de l'antibiotique à tester. L'inoculum standard est un dépôt d'environ 10^2 bactéries (à partir d'une suspension ajustée) pour la plupart des souches).

Les boitesensemencées sont incubées. La lecture est alors effectuée : il s'agit de repérer l'emplacement de chaque souche et de noter une croissance visible ou une absence de croissance visible.

Matériel et méthodes

II.1 Introduction :

Les plantes aromatiques constituent une richesse naturelle très importante dont la valorisation demande une parfaite connaissance des propriétés à mettre en valeur. Les propriétés des plantes dépendent de la présence d'agents bioactifs variés et appartenant à différentes classes chimiques (Mailhebiau, 1994).

Notre étude a comme objectif de visé les principaux axes suivants :

- Faire un screening phytochimique afin de déterminer les différentes familles des composés chimique qui existent dans nos plantes.
- Extraire l'huile essentielle afin de les mettre en évidence par tests biologique.
- Evaluer le pouvoir antioxydant de nos huiles par la méthode de piégeage des radicaux libre (DPPH).
- Evaluer l'activité antimicrobienne par le biais de six souches bactériennes l'aide des tests de sensibilités afin de déterminer le pouvoir inhibiteur de nos huiles vis-à-vis ces différents microorganismes.

II.2 Matériel végétal :

Les deux plantes *Clamintha officinalis* et *Lavandula officinalis* ont été récoltées en mois de février 2022-2023 de la région de de Sidi Ahmed la wilaya de Saïda (34° 33' 00" nord, 0° 15' 35" _est).

Le matériel végétal ainsi récolté a été trié, séché à l'air libre et à l'obscurité pendant une quinzaine de jours. Une fois séchées, une partie servira a l'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation et l'autre partie à été broyée en une poudre fine, pour être soumise à des tests phytochimiques et également à différentes extractions.

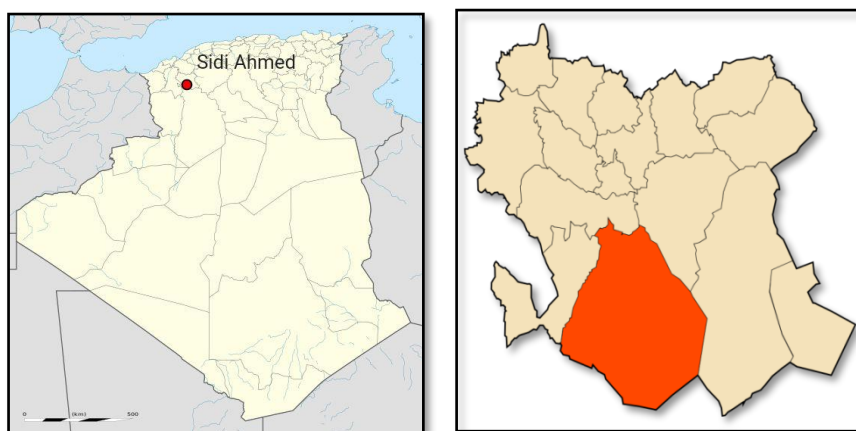


Figure 8 : Situation de la région de la récolte.



(a)

(b)

Photo 2 : les plantes sèche (a)*Lavandula officinalis* (b)*Clamintha officinalis*.

II.3 Tests phytochimiques:

Dans le cadre de la recherche des nouvelles molécules biologiques d'origine végétale, il est préférable de déterminer leurs compositions chimiques par un dépistage phytochimique, nous avons caractérisé les différents groupes chimiques (tanins, flavonoïdes, anthocyanes, coumarines, composés réducteurs, amidon stérols et stéroïdes, alcaloïdes et saponines) Pour connaître la composition chimique du matériel végétal.

Préparation des extraits:

Les extractions solide / liquide de ces plantes ont été réalisées selon trois modes de préparation : infusion aqueuse, extrait aqueux et extrait éthanolique, décrits par **Paris et al., en (1969)**.

Infusion aqueuse:

- Verser 100 ml d'eau distillée bouillante sur 5g du matériel végétal.
- Laisser le mélange 15-20 min
- Filtrer le mélange et récupérer le filtrat.

Extrait aqueux :

Dans un ballon surmonté d'un réfrigérant et porter sur une chauffe ballon :

- ❖ Mélanger 5g de matériel végétal avec 100 ml de l'eau distillée.
- ❖ Chauffer à une température minimum pendant 1 heure.
- ❖ Filtrer le mélange et récupérer le filtrat.

Extrait éthanolique:

Cet extrait est préparé de la même manière que l'extrait aqueux en utilisant l'éthanol à la place de l'eau distillée,

- ❖ Mélanger 5g de matériel végétal dans 100 ml de l'éthanol.
- ❖ Chauffer à une température minimum pendant 1 heure.
- ❖ Filtrer le mélange et récupérer le filtrat.



(a)

(b)

Photo 2: Infusion aqueuse du matériel végétal(a); Décoction du matériel végétal(b).

II.3.1 Différentes classes recherchées

II.3.1.1 Les saponosides :

2ml de l'infusion aqueux avec 2 ml d'eau distillé sont bien agiter pendant 2mn. La formation d'une mousse persistante après 15 min confirme la présence des saponosides. (Karumi et al; 2004)

II.3.1.2 Les anthocyanes:

Un volume de 2ml d'infusé aqueux est additionné à 2ml de Hcl 2N. L'apparition d'une coloration rose-rouge qui vire au bleu-violacé par addition d'ammoniac indique la présence d'anthocyanes (Debray et al., 1971 ; Paris et al., 1969).

II.3.1.3 L'amidon:

Traiter 5ml de l'extrait aqueux avec 10ml NaOH et le réactif d'Amidon.L'apparition d'une coloration bleu violacée indique la présence d'amidon. (Benmehdi ; 2000)

II.3.1.4 Les coumarines:

Une quantité de 1g de poudre végétal est solubilisée dans quelque gouttes d'eau chaude, la solution obtenue et recouverts avec du papier imbibé de NaOH dilué et sont portés à ébullition. L'examen est réalisé sous la lumière ultraviolette et l'apparition d'une fluorescence révèle la présence de coumarines. (Benmehdi ; 2000)

II.3.1.5 Les alcaloïdes:

Nous avons procédé à une macération de 24 heures de 2grammes de poudre végétale mélangés à 50ml de H₂SO₄ dilué au demi et à de l'eau distillée. Nous avons filtré le mélange et rincé à l'eau de manière à obtenir 50ml de filtrat. Ensuite nous avons pris deux tubes à essai dans lesquels nous avons introduit 1ml du macéra. Nous avons ajouté dans le tube n° 1, 5 gouttes de réactif de Mayer et dans le tube n° 2, 5 gouttes de réactif de Wagner.

La présence d'une turbidité ou d'un précipité, après 15 minutes indique la présence d'alcaloïdes.(Paris et al., 1969).

II.3.1.6 Les flavonoïdes:

On prend 5ml de l'extrait éthanolique et on ajoute, 1ml d'HCl concentré et 1g de tournures de magnésium. La présence des flavonoïdes est confirmée par l'apparition d'une couleur rouge-rose (+) présence des flavonoïdes, l'absence des flavonoïdes.(Karumi et al ; 2004)

II.3.1.7 Les tannins :

Un volume de 1ml de l'extrait éthanolique , est additionné à 2 à 3 gouttes de la solution de FeCl₃ à 1%. Après quelques minutes d'incubation, la coloration verdâtre qui indique la présence des tanins catéthiques ou bleu-noirâtre qui révèle l'existence des tanins galliques .(Karumi et al ; 2004)

II.3.1.8 Les composés réducteurs :

On ajout 20 gouttes de liqueur de Fehling à 1ml de l'extrait éthanolique avec l'eau distillé puis chauffer, un test positif est indique par l'apparition d'un précipité rouge brique.

II.3.1.10 Stérols et triterpènes :

Deux essais ont été effectués :

►Essai 1 : Test pour les stérols et stéroïdes :

Un volume de 10 ml de l'extrait éthanolique est placé dans un erlenemeyer. Après évaporation à sec, le résidu est solubilisé avec 10 ml de chloroforme anhydre. Ensuite, on mélange 5 ml de la solution chloroformique avec 5 ml d'anhydre acétique en y ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, on agite et on laisse la solution se reposer.

Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration violacée fugace virant au vert (maximum d'intensité en 30 minutes à 21°C) (Trease et Evans, 1987).

►Essai 2 : Test pour les hétérosides stéroïdiques et triterpéniques :

Il consiste à évaporer à sec l'extrait éthanolique correspondant à 10 ml. Ensuite, on dissout le résidu obtenu dans un mélange d'anhydre acétique/ chloroforme (5/5 : V/V) ; puis on filtre et on traite le filtrat par quelques gouttes d'acide sulfurique concentré (réaction de Liebermann-Burchardt).

Si cette réaction donne des colorations verte-bleue et verte-violette, elle indique alors la présence respective des hétérosides stéroïdiques et triterpéniques(Trease et Evans, 1987).

II.4 Extraction des huiles essentielles :

Extraction des huiles essentielles est effectuée par hydrodistillation en utilisant un appareil de type Clevenger selon les méthodes décrites par (DOB et al, 2005) . Des quantités 50g de la plante sèche est mises dans 600 ml d'eau distillé puis chauffées pendant 1 h 15 min. Les vapeurs d'eau chargées d'huile essentielle, en traversant le réfrigérant, se condensent et chutent dans une ampoule à décanter, l'eau et l'huile se séparent par différence de densité.

les huiles obtenues sont séchées à l'aide de sulfate de sodium anhydre et conservées dans des flacons de verre scellées à 4°C pour être ensuite analysées.

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

Le rendement en huile essentiel obtenue est determine comme suit:

$$R (\text{huile } \%) = \frac{PH}{PP} \times 100$$

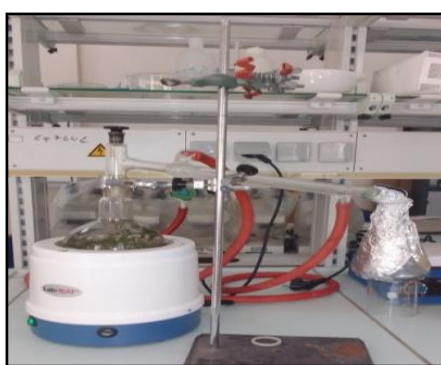
♦**R%**: rendement d'huile en pourcentage.

♦**PH** : poids de l'huile essentielle extraite en g.

♦**PP** : poids de la plante traitée en g.



(a)



(b)

Photos6 : (a) Extraction des huiles essentielles par hydro-distillation. (b) l'huile obtenues.

II.5 Evaluation d'activité antioxydant:

L'activité anti-radicalaire des huiles est déterminée en utilisant (le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) est généralement le substrat le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydant en raison de sa stabilité en forme radicale libre et la simplicité de l'analyse. Il absorbe dans le visible à la longueur d'onde de 515 nm (Gouveia et Castilho, 2012). La méthode de DPPH° présente plusieurs avantages du fait qu'elle soit indépendante, simple et rapide. Le test consiste à mettre le radical DPPH° (de couleur violette), en présence

des molécules dites « antioxydants » afin plus, ce qui se traduit par une diminution de l'absorbance à cette longueur d'onde.

II.5.1 Test de piégeage du radical libre DPPH :

Le protocole expérimental suivi est celui (d'Atoui et al 2005) : à différentes concentrations pour l'huile (1/2 ; 1/4 ; 1/8 ; 1/16) 50 µl et 100 µl pour huile de *Calamintha Officinalis* et 450 µl pour huile de *Lavandula officinalis* , sont ajoutés à 1950 µl d'une solution méthanolique de DPPH (0,0025g de DPPH dans 50 ml méthanol). La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc préparé pour chaque concentration à 515 nm après 30 min d'incubation à l'obscurité et à la température ambiante. la réduction du DPPH° s'accompagne par le passage de la couleur violette à la couleur jaune de la solution, la lecture des absorbances est effectuée à 515 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Le témoin positif utilisé est le DPPH°.

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition (PI%), calculés suite à la diminution de l'intensité de la coloration du mélange est répété 3 fois, selon la formule :

$$PI \% = (D.O_{\text{témoin}} - D.O_{\text{huile}} / D.O_{\text{témoin}}) \times 100$$

PI % : Pourcentage d'inhibition.

D.O témoin : Absorbance du témoin négatif.

D.O.huile : Absorbance d'huile.

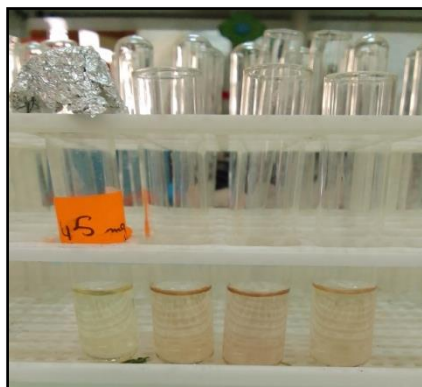


Photo 7 : Test de piégeage du radical libre DPPH.

II.5.2 Calcul des IC₅₀ :

Concentration inhibitrice de 50 % (aussi appelé ECI₅₀ pour efficient concentration 50) et la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50 % de radical DPPH les IC₅₀ sont calculés graphiquement par les régressions logarithmique des graphes tracée, pourcentages d'inhibitions en fonction de différentes concentration des fractions testées.

II.5.3 Calcul de l'activité anti-radicalaire (Scavenging activity) :

Nous pouvons déduire l'activité anti-radicalaire de nos huiles essentielles en calculant l'inverse des valeurs des IC₅₀ trouvées.

$$\text{AAR} = 1 / \text{IC}_{50}$$

II.7 Evaluation d'activité antimicrobienne :

C'est une méthode de mesure in-vitro du pouvoir antibactérien et antifongique des composées. Cette technique compte deux méthodes, la méthode des puits et la méthode de diffusion, nous avons adopté la dernière. C'est la technique de base utilisée pour étudier la capacité d'une substance à exercer un effet antimicrobienne (P.QUEZL et al 1962).

L'étude de l'activité antimicrobienne vis-à-vis des 06 souches de référence est réalisée comme suite :

- ✓ La technique de diffusion sur gélose.
- ✓ Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) et la Concentration Minimale Bactéricide (CMB).

II.6 Matériels biologiques :

II.6.1 Les souches bactériennes : Les souches bactériennes suivantes sont utilisées dans notre recherche :

- ❖ Les bactéries à Gram-négatif: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922, *MRS A3* ATCC 13311.
- ❖ Les bactéries à Gram-positif: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Lysteria monocytogenes* ATCC 15313.
- ❖ Ces souches bactériennes proviennent du Laboratoire d'hygiène de Saïda. Elles sont conservées dans le milieu MHB (Muller Hinton Broth) additionné de 10% (V/V) de glycérol à -20°C.

II.6.2 Les souches fongiques :

- ❖ Champignon filamenteux : *Aspergillus niger* MNHN 994294, *pénicillium sp*

II.6.3 Milieu de culture :

- Bouillon nutritif (milieu de repiquage)
- Gélose de PDA (milieu de l'activité antifongique)

- Gélose nutritif ou Mueller Hinton (milieux de l'activité antibactérienne)

II.6.4 Conservation des souches :

Les souches sont conservées à 6°C dans des Boites de pétrie stériles contenant milieu de culture (gélose nutritive)

II.6.5 Préparations des prés cultures :

Des colonies bien isolées des cultures pures ont été repiquées dans le bouillon nutritif puis incubées à 37 °C pendant 72h.

II.6.6 Préparation de l'inoculum :

Chaque souche est ensemencée au préalable sur une gélose nutritive, pour obtenir une culture de 18 à 24 h. Ensuite, 4 à 5 colonies bactériennes bien isolées sont mis en suspension dans un bouillon nutritif (ou en eau physiologique à 0,9 % NaCl). Puis cette suspension est ajustée au standard Mc Farland 0,5 à l'aide d'un spectrophotomètre, correspondant à une densité optique DO entre 0,08 à 0,1 lue à 625 nm, ce qui correspond à une suspension contenant environ 108 UFC/ ml (CA-SFM, 2010).

II.6.7 Préparation des disques :

Les disques sont préparés à partir de papier filtre de 6mm de diamètre ; stériles (stérilisation à 120°C pendant 20min par l'autoclavage).

II.6.8 Dilution des huiles essentielles des plantes étudiées :

Chaque 300 µl d'huile diluée dans 300 ml DMSO avec l'agitation a l'aide d'un vortex.

II.6.9 Ensemencement:

Le protocole suivi est celui décrit par (Mazari et al., 2010) ,-Des boites de Pétri stériles préalablement coulées, ensemencer la gélose nutritive avec la suspension par la méthode d'écouvillonnage. Laisser sécher.

- imprégner les disques dans 10µl de chaque dilution des huiles essentielles (la dilution dans la DMSO), sont disposés stérilement sur la surface de la gélose ensemencée. Un contrôle négatif est également effectué en utilisant un disque papier immergé dans 10µl de DMSO pour vérifier l'activité possible de ce solvant contre les bactéries testées.

- Chaque test effectué en triples.

- Après diffusion de l'huile durant 1 heure, étuve les boites à 37°C durant 18 à 24 h.

- L'activité antimicrobienne est déterminée à l'aide d'une règle mesurant le diamètre de la zone d'inhibition.



Photo 8 : L'activité antimicrobienne

II.7.10 La lecture des résultats :

Après la culture, la lecture s'effectue en mesurant sur chaque disque le diamètres d'inhibition du principe actif. Cette distance millimétrique est ensuite reportée sur l'échelle de concordance afin que la souche soit interprétée en sensible, intermédiaire ou résistante vis-à-vis de principe actif étudiée (Henry N, 2001) .

II.8 Etude et détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la Concentration Minimale Bactéricide (CMB):

Pour chaque huile, on prépare la méthode de double dilution, une gamme de concentration stérile avec DMSO (5%). On prépare également pour chaque souche bactérienne, un inoculum dont la turbidité est ajustée à 0,5 Mc Farland (soit 108 UFC / ml) et ramené à 106 UFC/ml dans du l'eau physiologie. Ensuite, on utilise une microplaque à 96 puits on ajout dans les puits, 50µl de chaque concentration et 150µl d'inoculum bactérien. La gamme de concentration de chaque huile suit comme suit : 2 ;1 ;0,5 ;0,25 et 0,12 mg/ml. Et pour l'huile : 1 /2; 1/4; 1/8; 1/16 on prépare également dans un puits témoin de croissance contenant 100µl DMSO et 100µl d'inoculum, sont incubés à 37°C pendant 24 h. après l'incubation, on examine la croissance bactérienne, dans chaque puits, qui se traduit par une turbidité. La CMI d'une huile vis-vis d'une souche donnée sera la plus petite des concentrations ne montrant aucune croissance visible de germe.

Pour déterminer la CMB, on effectue des repiquages en strie, sur une gélose, des puits sans croissance visible. Ces repiquages sont ensuite incubés à 37°C et 24h après, on surveille la croissance bactérienne.

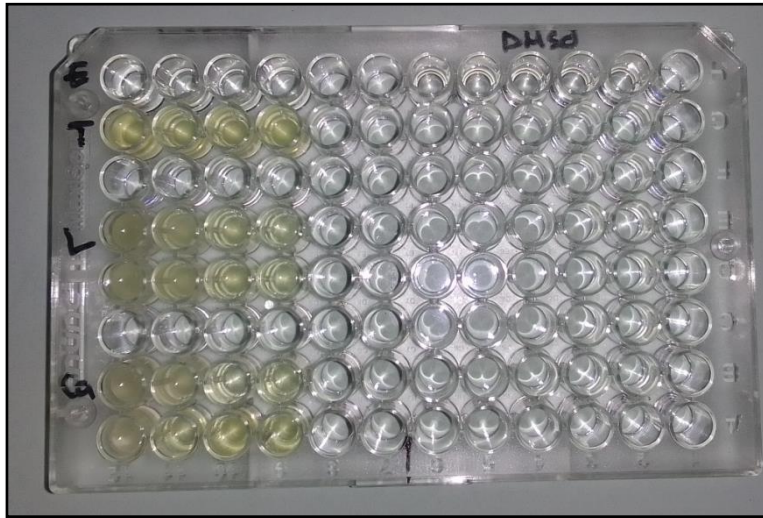


Photo 9 : Détermination de la concentration Minimale Inhibitrice (CMI)

Partie II. Résultats et discussion


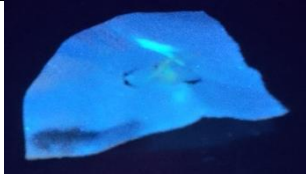
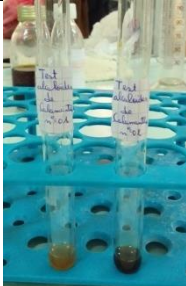
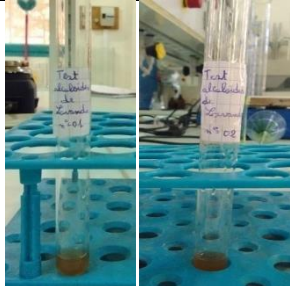


III.1 screening phytochimique des plantes:

Les tests phytochimiques ont été réalisés sur différents extraits préparés à partir des parties aériennes de *Calamintha officinalis* et *Lavandula officinalis* en utilisant des solvants de polarités différentes et des réactifs spécifiques de révélation. La détection de ces composés chimiques est basée sur des essais de solubilité des constituants, des réactions de précipitation et de turbidité, un changement de couleur spécifique ou un examen sous la lumière ultraviolette (Hagerman et al, 2000).

Tableau 1: Résultats des tests phytochimiques des huiles essentielles.

Extrait		<i>Calamintha officinalis</i>	<i>Lavandula officinalis</i>
Infusion aqueux	Saponoside	+	-
	Anthocyane	-	+
aqueux	Amidon	-	+
Poudre végétale	Coumarine	++	+
	Alcaloïdes	+	+
Éthanolique	Flavonoïdes	-	+
	Tannis	+	+
	Composés réducteurs	-	-
	Stérols	+	+
	Triterpènes	+	+

(+): Présence faible; (+++): Présence forte; (++): Présence moyenne; (-): Absence.

	<i>Calamintha officinalis</i>	<i>Lavandula officinalis</i>
Coumarine		
Alcaloïdes		
Stérols		

Photos 10 : Résultats des tests de screening phytochimique de deux huiles essentielles

Les tests phytochimiques des extraits de deux plantes *lavandula officinalis* et *Calamintha officinalis* nous ont permis en premier d'identifier les principaux groupes chimiques présents dans ces plantes.

Concernant *Lavandula officinalis* note la présence des flavonoïdes, tannis, les Anthocyane, les alcaloïdes, les stérols et les triterpènes avec des quantités variables. Comme on note l'absence d'autre classe chimique à savoir les saponosides et les composés réducteurs.

Ces résultats sont en accord pour la plupart des substances, avec ceux obtenues par **(Warda et al., 2009)** ayant travaillé sur *Lavandula stoechas*, cultivée en Maroc. En effet, ces auteurs signalent la présence de flavonoïdes, d'anthocyanes, des tanin totaux, tanins catéchiques, des tanins galliques, et l'absence d'alcaloïdes dans le travail d' **Imelouane et al., (2009)** qui porte sur le criblage phytochimique de *Lavanduladentata* du Maroc, ils révèlent la présence de coumarines, de tanins galliques. Ceci s'explique par l'influence du milieu sur la composition en substances bioactives produites par la lavande. Elle tient compte aussi de la saison de récolte et la partie utilisée. (**Boudjenna N et al 2019**).

Résultat des tests phytochimiques sur l'espèce *calamintha officinalise* :

Pour la *Calamintha officinalis* on note la présence faible des saponosides, les alcaloïdes, les tanins, et présence forte des coumarines, les stérols et les triterpènes avec des quantités variables. Comme on note qu'elles anthocyanes, les Amidons, les flavonoïdes, les Composés réducteurs, sont totalement absents

Ces résultats sont en accord pour la plupart des substances, avec ceux obtenues par (BENKHEMALLAHROKIA 2014) ayant travaillé sur *Satureja calamintha*, cultivée en Algérie.

D'après les résultats du screening phytochimique nous constatons que : Aucun de nos extraits ne contient ni de Composés réducteurs, flavonoïde tandis que ces mêmes extraits des fleurs de *calamintha officinalise* contiennent des , des tannins et des coumarines en quantités très importantes par rapport aux autres métabolites secondaires. Nous avons aussi noté la présence des alcaloïdes en quantités importantes.



Notre étude est en accord pas avec (djelloudi samira 2015) qui a obtenu la présence des flavonoïdes ayant travaillé sur *calamintha officinalis* M de la région de Kolea. Ceci s'explique par l'influence du milieu sur la composition en substances bioactives produites par la lavande. Elle tient compte aussi de la saison de récolte et la partie utilisée. (Boudjenna N et al 2019).

III.2 Rendement des huiles essentielles

III.2.1 Caractéristiques organoleptiques :

Les différentes caractéristiques organoleptiques et physiques (état, couleur, odeur) de l'essence des deux plantes *Lavandula officinalis* et *Calamintha officinalis*. ont été notées et présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Aspect organoleptiques et Aspect physique des huiles essentielles de *Lavandula officinalis* et *Calamintha officinalis*

	Aspect organoleptiques		Aspect physique
	Couleur	odeur	État physique
<i>Calamintha officinalis</i> 	jaune pale	Aromatique piquant et forte	Liquide
<i>Lavandula officinalis</i> 	jaune clair	Aromatique forte	Liquide

L'hydrodistillation des parties aériennes de *Lavandula officinalis*.et de *Clamintha officinalis* à donné respectivement une huile volatile jaune pâle caractérisée par une forte odeur avec un rendement moyen de 0.1 % pour la première et, jaunâtre caractérisée par une forte et piquante odeur avec un rendement moyen de 0.09 % pour la deuxième (**Figure 10**).

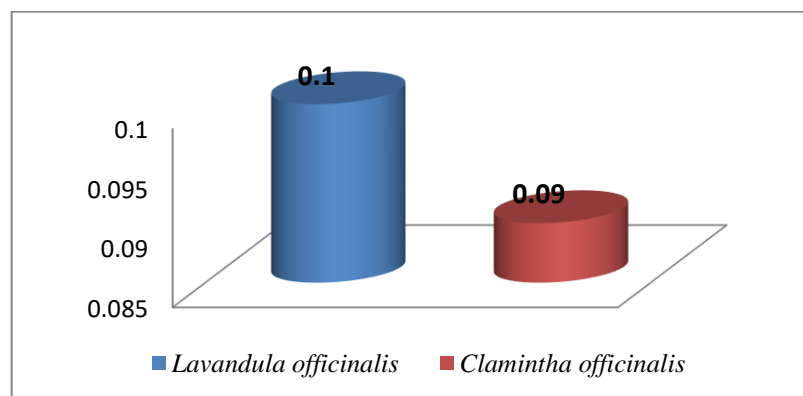


Figure 10 : Rendements en huiles essentielles des deux plantes étudiées

Le rendement de *Lavandula officinalis*. trouvé dans notre étude est moins élevé que ceux rapportés dans les études de **LAIB et al.(2012)** et **Sidi Boulouar et Ziane (2003)** qui indiquent que les fleurs sèches de la lavande présentent des teneurs en huile essentielle respectivement 1.36% et 0,70% .

Le rendement en huile essentielle de *Calamintha officinalis* été faible par rapport a ceux obtenus par **DjelLoudi s et al (2015)** et **KHIMA et al (2015)** qui ont indiqué que

les feuilles sèches de la calamanth présentent des teneurs en huile essentielle respectivement 0,37% et 0,68 % .

Ces variations de teneurs peuvent être dues à plusieurs facteurs notamment le degré de maturité des feuilles, l'interaction avec l'environnement (type de climat, sol), le moment de la récolte et la méthode d'extraction. (Botton B, et al 1990). Comme elle peut avoir une corrélation significative avec certains facteurs édaphiques (pH, teneur en K₂O, texture du sol) (Aboukhalid et al., 2017).

III.3 Les activités biologiques

III.3.1 Activité antioxydant des plantes étudiées (DPPH):

III .3.1.1 Méthodes du piégeage du radical libre (DPPH) :

Nous avons testé le pouvoir antioxydant par la méthode de piégeage du radical libre DPPH des deux huiles essentielles. Le test de réduction du radical DPPH est largement utilisé pour l'évaluation des activités antioxydants. le DPPH est un radical libre qui accepte un électron ou un atome d'hydrogène pour devenir une molécule stable non radicalaire, Un absorbance été évalué par spectrophotomètre suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette à la couleur jaune mesurable à 517 nm.

Les résultats obtenus nous ont permis de tracer les courbes pour chaque huile. Ces courbes correspondent à la variation des pourcentages d'inhibition en fonction des concentrations de nos huiles. Les IC₅₀ de chacun des différents huiles on été déterminées (Tableau3).

Les profils d'activité anti-radicalaire obtenus des différentes huiles de la plante sont étudiés afin de la localisation la fraction la plus active.

Tableau 3: les valeurs des IC₅₀ est AAR des deux huiles.

	IC ₅₀ en mg/ml	AAR=1/ IC ₅₀
<i>Clamintha officinalis</i>	38,7 mg / ml	0,025
<i>Lavandula officinalis</i>	185,75mg / ml	0,005

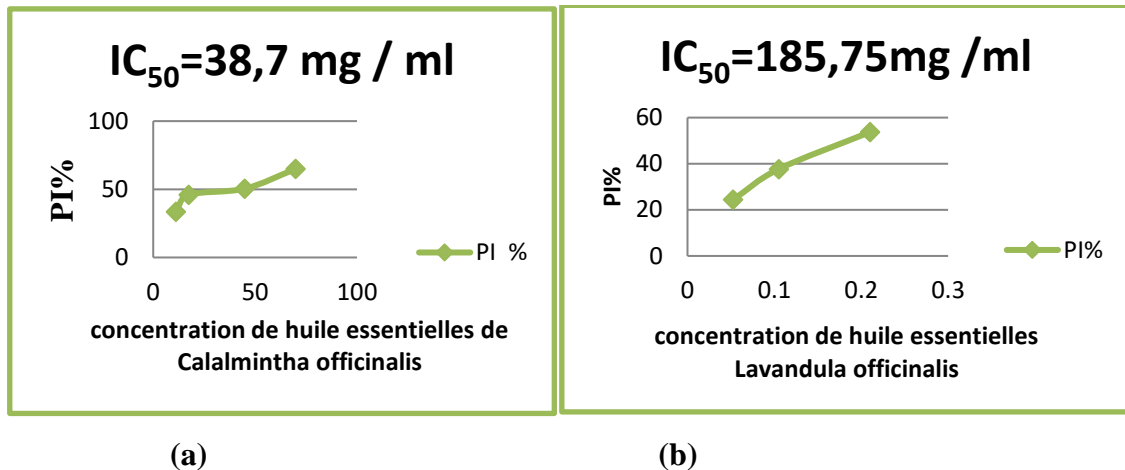


Figure 11: Fraction résiduelle du DPPH des huiles essentielles *Calamintha officinalis*(a) et *Lavandula officinalis*(b).

IC_{50} : Ce paramètre est défini comme la concentration d'antioxydant requise pour diminuer la concentration initiale de 50%, il est inverse mentlié à la capacité antioxydant

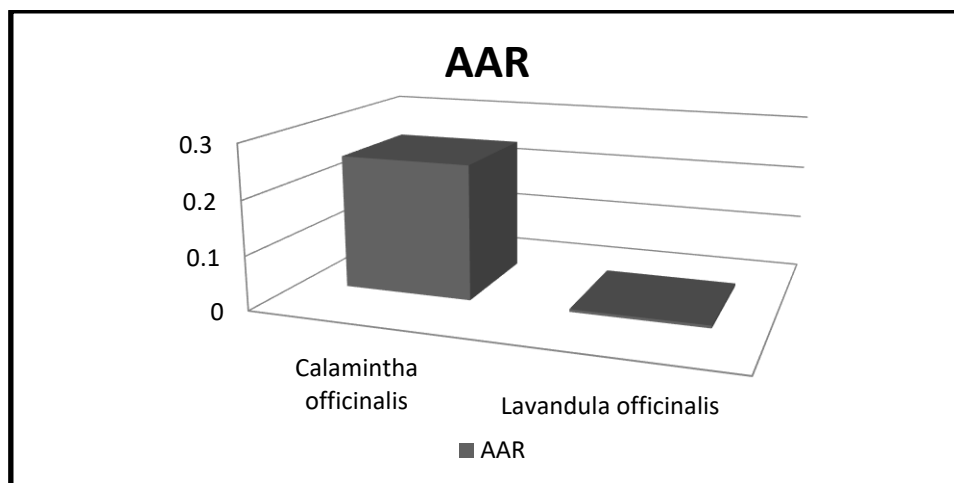


Figure 12 : Histogramme représenté l'activité anti radicalaire des huiles essentielles

Pour le piégeage du radical libre (DPPH) nos huiles essentielles elle montre un potentiel modéré avec une valeur de IC_{50} égale à 38,7 mg / ml pour huile essentielle de *Calamintha officinalis* et pour l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* un IC_{50} égale 185,75mg /ml.

Effet antioxydant des huiles essentielles de *Calamintha Officinalis* a été évalué

Huile essentielle de *Calamintha officinalis* donne un résultat + ou un activité anti oxydant mais faible avec une valeur de activité anti radicalaire égale a 0.025mg tandis que les huiles essentielles et leurs combinaison a présenté un pourcentage d'inhibition inférieur à 50 %

Nos résultat a été d'accord avec (Safaâ BOUNIMI) qui ont observée L'activité la plus faible a été pour *Calamintha officinalis* avec un pourcentage d'inhibition de $25,48 \pm 7$. et (Fateme

Sh 2018) qui ont a confirmé que huile essentielle de *Calamintha officinalis* peut protéger l'homme cellules contre les dommages oxydatifs.

Ces résultats montrent que l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* possède une activité antioxydant mais faible avec une valeur de IC50 égale à 185,75mg / ml , Où l'on remarque sur la courbe que le taux d'inhibition est inférieur à 60%

Notre résultat a été d` accord avec (**Laib et Barkat 2011**) et (**Mohammadi et al. 2011**) indiquent que les fleurs sèches de la lavande provenant de deux régions d'Algérie qui ont un résultat(+) de valeur de IC 50 égale a 584±0.58 pour l` activité antioxydant.

En effet, d'après (**Bettaieb et al, 2017**) L'examen des résultats de l'activité antioxydant témoigne de la variabilité intra spécifique très élevée chez la lavande ce quid`accord pas avec nos résultats.

Cette activité est tributaire de la mobilité de l'atome d'hydrogène du groupement hydroxyle des composés phénoliques de l'huile essentielle. En présence d'un radical libre DPPH·, l'atome H est transféré sur ce dernier alors transformé en une molécule stable DPPH, ceci provoque une diminution de la concentration du radical libre et également l'absorbance au cours du temps de réaction jusqu'à l'épuisement de la capacité d'antioxydant donneur d'hydrogène

III.4 Résultat d'activité antimicrobienne

Résultat de méthode de diffusion par disques (technique de Vincent) :

La méthode d'aromatogramme est la technique utilisée pour déterminer l'activité antimicrobienne de nos huiles essentielles et nos extraits. C'est la technique la plus répandue de l'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles. Elle sert à prédire la sensibilité d'un germe aux substances étudiées. L'activité antimicrobienne a été testée sur une large gamme de micro-organisme : bactéries (*Staphylococcus aureus*, *Lysteria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*).

Il s'agit de déterminer le diamètre d'inhibition selon la méthode de diffusion sur les disquesstériles. Nous avons testé l'effet de l'huile essentielle brute de la lavande officinalis , sur quatre souches bactériennes (*Staphylococcus aureus*, *Lysteria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*). Les résultats expériment aux présentés dans le Tableau 04

Tableau4 : Activité antimicrobienne des huiles des plantes étudiées.

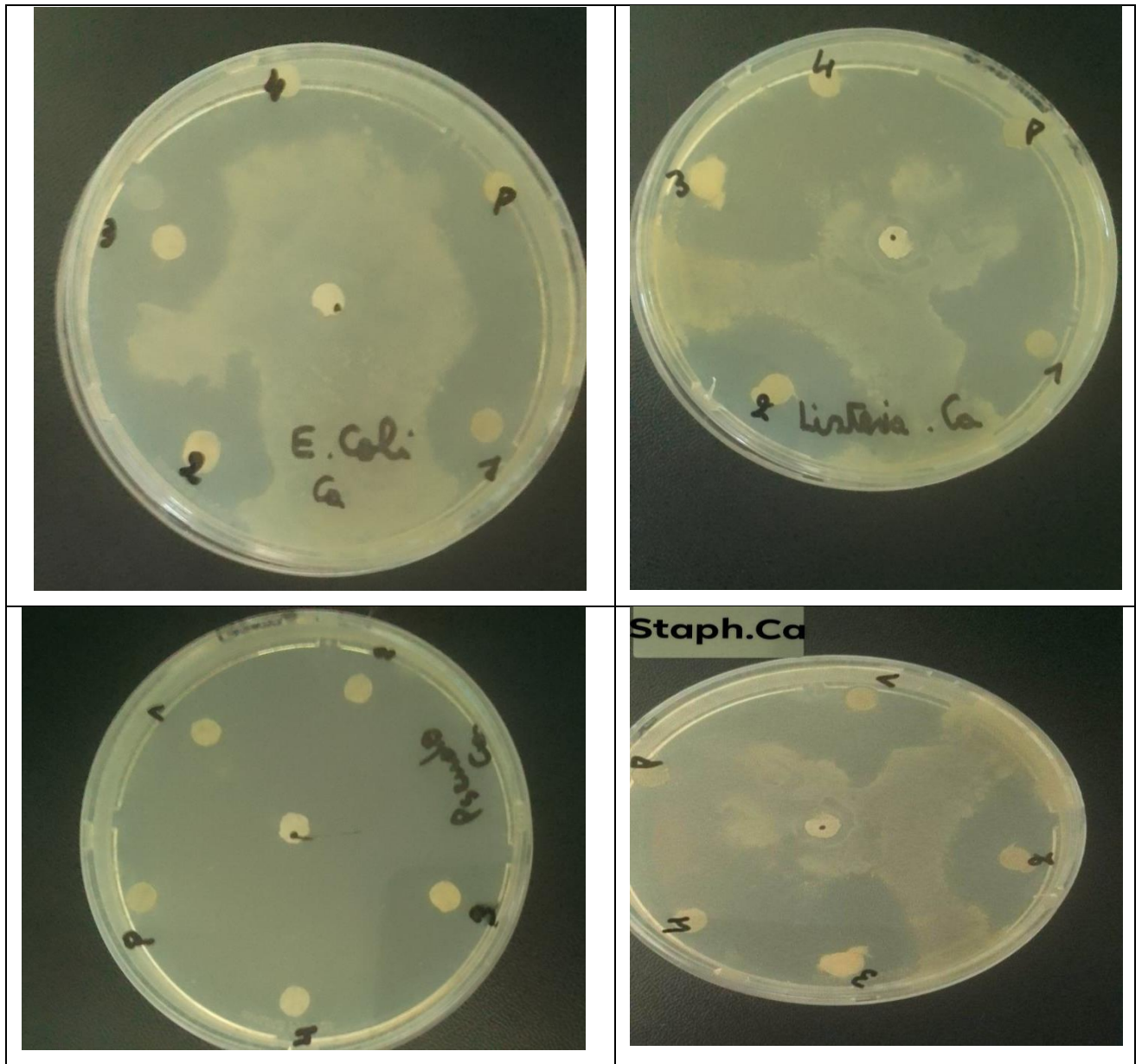
L'activité antimicrobienne

Résultats et discussions

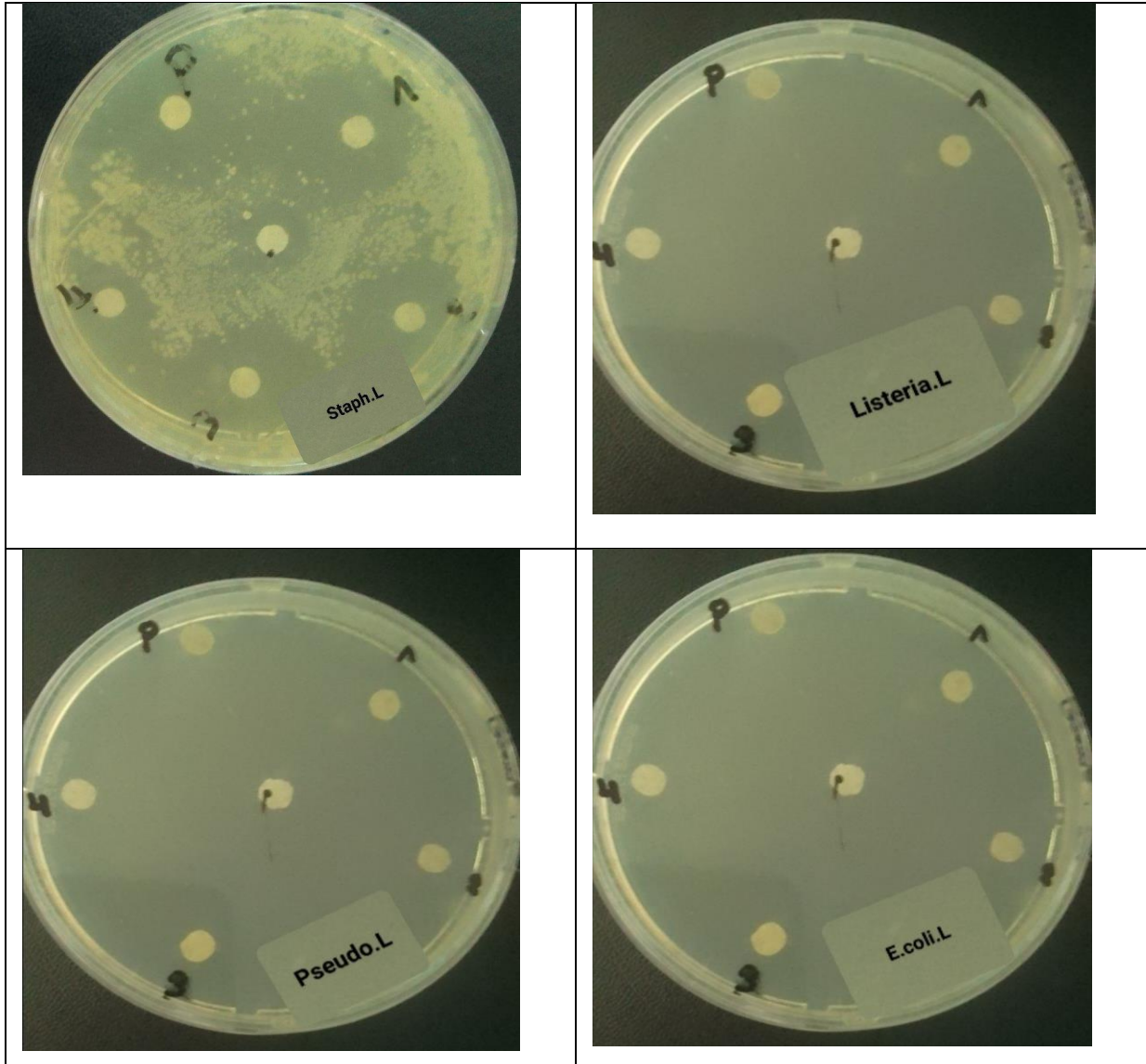
Les souches pathogènes		Diamètre de la zone d'inhibition (mm)									
		<i>Calamintha officinalis</i>					<i>Lavandula officinalis</i>				
		Huile pure	C1=0,7	C2=0,35	C3=0,17	C4=0,08	Huile pure	C1=0,45	C2=0,22	C3=0,11	C4=0,05
Bactéries Gram positif	<i>Staphylococcus aureus</i>	1,7	3,5	3,5	3,3	2,8	3,5	2,5	3	3,7	2,7
	<i>Lysteria monocytogenes</i>	2,8	4,4	3,5	3	3,2	Inhibition totale				
Bactéries Gram négatif	<i>Escherichia coli</i>	4,5	3,5	2,7	3,5	3,5	Inhibition totale				
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Inhibition totale					Inhibition totale				
Les champignons	<i>Aspergillus niger</i>	Inhibition totale					5	6,5	3,7	0,8	0
	<i>pénicillium sp</i>	Inhibition totale					Inhibition totale				

Tableau 5: résultat du test de l'antibiogramme

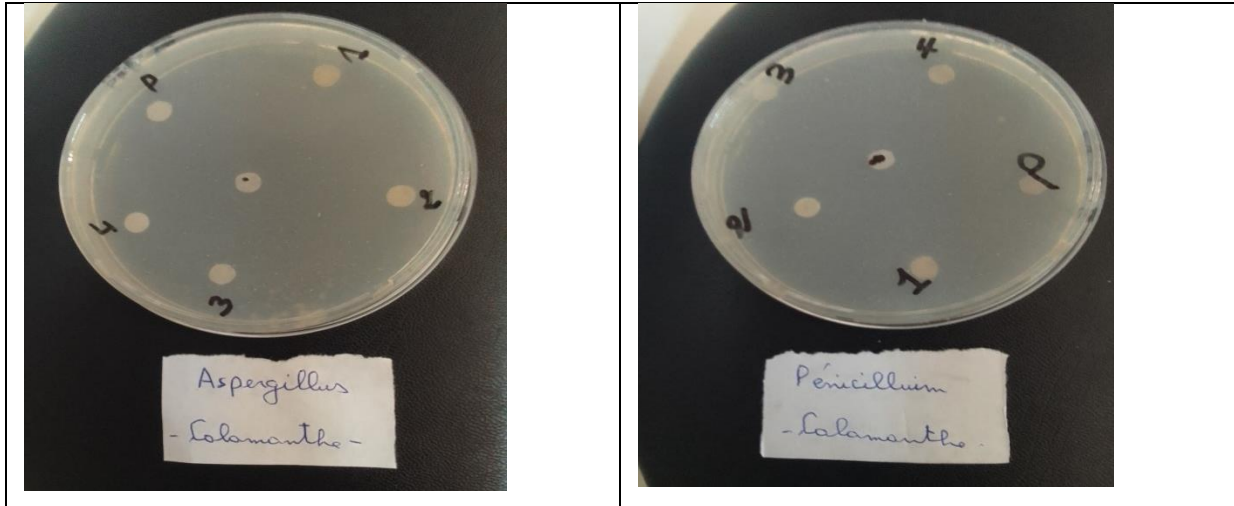
	AK 30	E 15	NIT 300	OX 5	CX 30	AMP 10
<i>Staphylococcus aureus</i>	S 30 mm	S 15	S 18	R	R	R
<i>Lysteria monocytogenes</i>	S 26	S 15	S 20	R	R	R
<i>Escherichia coli</i>	S 30	S 26	S 23	S 17	S 23	S 20



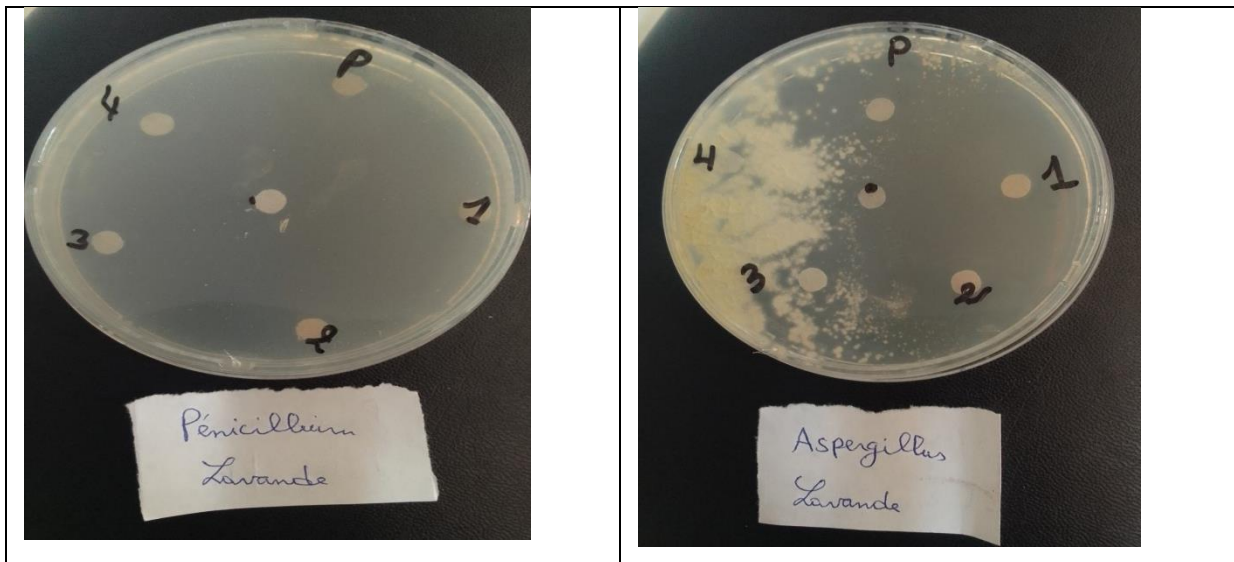
Photos 11 :Résultats de l'activité antibactérienne de huile essentielle de *Calamintha officinalis*



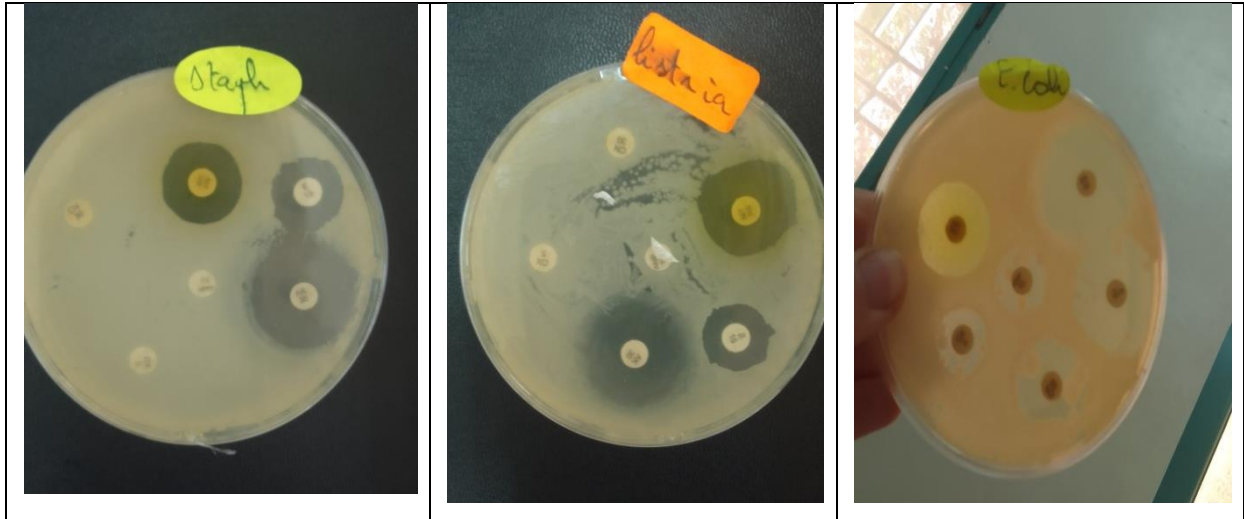
Photos 12 :Résultats de l'activité antibactérienne de huile essentielle de *Lavandula officinalis*



Photos 13 : Résultats de l'activité antifongique de huile essentielle de *Calamintha officinalis*



Photos 14 : Résultats de l'activité antifongique de huile essentielle de *Lavandula officinalis*



Photos 15 : Résultats de l'antibiogramme des quelques souches bactériennes

Dans notre étude nous observons l'activité de l'huile essentielle de *lavandula officinalis* vis-à-vis les souches bactériennes à Gram (-) est plus sensible que les bactéries à Gram +

On a une inhibition totale pour les deux bactéries à Gram (-) *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et la bactérie *Listeria monocytogenes* à Gram (+) et une activité sur la souche *Staphylococcus aureus* avec un diamètre de 3,5 mm

Montrent que l'huile essentielle de la lavande extraite présente une activité importante. Plusieurs travaux (Xianfei *et al.*, 2007 ; Sandri *et al.*, 2007 ; Zarai *et al.*, 2011 ; Al-Bayati, 2008) ont rapporté que les bactéries Gram(+) sont plus sensibles aux huiles essentielles que les bactéries Gram (-) attribuée à la présence d'une membrane externe, imperméable aux composés hydrophobes grâce à son revêtement lipopolysaccharide.

L'absence de cette barrière, chez les bactéries Gram(+) permet le contact direct des constituants hydrophobes de l'huile essentielle avec la bicouche phospholipidique de la membrane cellulaire, provoquant ainsi soit, une augmentation de la perméabilité des ions et la fuite des constituants intracellulaires vitaux, soit une déficience au niveau du système enzymatique (Sandri *et al.*, 2007 ; Zarai *et al.*, 2011 ; Al-Bayati, 2008 ; Randrianarivelo *et al.*, 2009).

Nos résultats sont en d` accord pas avec ceux de (**Chahboun et boughendjioua 2017**) qui ont observé une sensibilité importante chez *Staphylococcus aureus* et vis-à-vis l`huile essentielle de la lavande.

Activité antifongique de *lavandula officinalis* :

C`est une méthode de mesure in-vitro du pouvoir antibactérien et antifongique des composées. Cette technique compte deux méthodes, la méthode des puits et la méthode de diffusion, nous avons adopté la dernière. C'est la technique de base utilisée pour étudier la capacité d'une substance à exercer un effet antimicrobienne

Les huiles essentielles de *lavandula officinalis* ont eu des activités variables sur les souches testées, *Aspergillus niger* et *penicillium sp* on a resultat de diametre de 5 mm et inhibition totale

Nos résultats sont en accord avec (**LAIB Imène 2011**) qui Concernant *Aspergillus niger*, l`huile essentielle de *Lavandula officinalis* a donné des taux d`inhibition supérieurs à 50% pour des concentrations d`huile essentielle allant de 1000µg/ml à 4000µg/ml.

Les inhibitions totales de la croissance de filaments sont obtenues avec des concentrations allant de 210mg /ml pour le genre *Penicillium.sp*

Les genres *Aspergillus niger* et *Penicillium sp* ont paru sensibles à l`huile essentielle : deux concentrations ont donné des taux d`inhibition supérieurs à 50% pour *Aspergillus niger* et inhibition totale pour *Penicillium sp*.

Activité antifongique de *calamintha officinalis* :

Seule l`activité antifongique de l`Huile Essentielle de *Calamintha officinalis* a été évaluée vis-à-vis de 02 champignons sur le milieu PDA.

Le huile essentielle de *Calamintha officinalis* ont eu des activités fort sur les souches testées, *Aspergillus niger* et *penicillium sp* on a resultat d`inhibition totale.

Les études de (**MERAH S 2020**) On L`activité antifongique de l`Huile Essentielle de *S. montana* une inhibition importante sur toutes les moisissures testées et avec un Pourcentage

d'inhibition qui varie de 70.37% pour *Aspergillus niger* Vous êtes d'accord avec notre résultat.

Activité antibactérienne de *calamintha officinalis* :

Dans notre étude nous observons l'activité de l'huile essentielle de *calamintha officinalis* vis-à-vis les trois souches bactériennes (*Staphylococcus aureus*, *Lysteria monocytogenes*, *Escherichia coli*) avec des diamètres de 17mm, 28mm, 45mm, et inhibition totale pour *Pseudomonas aeruginosa*.

Plusieurs études ont été réalisées sur l'évaluation de l'activité antimicrobienne des espèces du genre *Satureja* (Karami-Osboo et al., 2010; Vagionas et al., 2007), mais il y a un manque sur les travaux concernant *S. Calamintha*. Deux travaux, ceux de (Castilho et al., 2007 et Cherrat et al., 2014) montrent une activité antimicrobienne remarquable de l'huile essentielle de *S. Calamintha* contre *Escherichia coli*, ce qui est en accord avec nos résultats.

Les résultats obtenus du test de l'antibiogramme des antibiotiques **AK 30 ; E 15 ; NIT 300 ; OX 5 ; CX 30 ; AMP 10** vis-à-vis les trois souches bactériennes (*Staphylococcus aureus*, *Lysteria monocytogenes*, *Escherichia coli*)

Nous avons enregistré ces résultats :

Antibiotique AK 30 vis-à-vis les trois souches bactériennes sont sensibles avec les diamètres (*Staphylococcus aureus* 30mm, *Lysteria monocytogenes* 26 mm, *Escherichia coli* 30mm;)

Antibiotique E 15 vis-à-vis les trois souches bactériennes sont sensibles avec les diamètres (*Staphylococcus aureus* 15mm, *Lysteria monocytogenes* 15mm, *Escherichia coli* 26mm)

Antibiotique NIT 300 vis-à-vis les trois souches bactériennes sont sensibles avec les diamètres (*Staphylococcus aureus* 18mm, *Lysteria monocytogenes* 20 mm, *Escherichia coli* 23mm)

Antibiotique OX 5 vis-à-vis les trois souches bactériennes on a des réactions de résistance des bactéries *Staphylococcus aureus*, *Lysteria monocytogenes* et réaction sensible pour (*Escherichia coli*) avec un diamètre d'inhibition de 17mm.

Antibiotique CX 30 : on a des réactions de résistance dans la bactérie *Staphylococcus aureus*, *Lysteria monocytogenes* et réaction sensible pour *Escherichia coli* avec un diamètre de 23mm

Résultats et discussions

Antibiotique AMP 10 vis a vis les trois souches bactérienne on a des réactions résistance des bactéries *Staphylococcus aureus*, *Lysteria monocytogenes* et réaction sensible avec diamètre (*Escherichia coli* 20mm).

Quand on compare l'efficacité des antibiotiques à l'efficacité des huiles essentielles pour chacun des deux plantes médicinales (*lavandula officinalis* et *calamintha officinalis*) Contre ces quatre espèces bactériennes, **on arrive à une conclusion :**

Huile essentielle de *lavandula officinalis* est possède une activité antibactériennes plus efficacité que les sept types antibiotiques (Antibiotique **AK 30 ; CX 30 ; AMP 10 ; OX 5 ; NIT 300 ; AK 30 ; E 15**) contre *Staphylococcus aureus*,

Huile essentielle de *lavandula officinalis* est possède une activité antibactériennes plus forte que les sept types antibiotiques (Antibiotique **AK 30 ; CX 30 ; AMP 10 ; OX 5 ; NIT 300 ; AK 30 ; E 15**) contre *Lysteria monocytogenes*,

Huile essentielle de *lavandula officinalis* est possède une activité antibactériennes plus forte que les deux type antibiotique (**AK 30 ; CX 30**) contre *Escherichia coli*

Huile essentielle de *Calamintha officinalis* est possède une activité antibactériennes faible par rapport à l` antibiotique **AK 30** contre *Staphylococcus aureus*, ces dernier sensible avec diamètre de 30 mm

Le genre Lysteria monocytogenes, a été sensible que huile essentielle de Calamintha officinalis avec diamètre de 44 mm plus efficacité que les antibiotique avec diamètre de 26mm à l` antibiotique AK 30

Huile essentielle de *Calamintha officinalis* est possède une activité antibactériennes plus fort avec diamètre de 45mm par rapport à l` antibiotique **AK 30** avec diamètre de 30mm contre, *Escherichia coli*

Tableau: Résultats de CMI de les huiles essentielles de les deux plantes.

Souches bactériennes	CMI (mg /l)	
	<i>Calamintha officinalis</i>	<i>Lavandula officinalis</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,021	0,014

Résultats et discussions

<i>Lysteria monocytogenes</i>	0,021	0,003
<i>Escherichia coli</i>	0,005	0,007

Conclusion

Conclusion

Etant donné la toxicité et/ou les effets secondaires indésirables des molécules de synthèse ainsi que la résistance de certains germes microbiens faceaux médicaments existants, l'utilisation des plantes qui contiennent des composés bioactives synthétisées par ces plantes possédant des propriétés biologiques: antioxydants, antibactériennes, et antifongique est en progression constante. En effet, compte tenu de leur meilleure biocompatibilité on observe une demande croissante des produits d'origine naturelle.

Notre présente étude a porté sur l'étude des activités biologiques et screening phytochimiques des huiles essentielles de deux plantes aromatiques originaires de la région de Saida, il s'agit de deux plantes *lavandula officinalis* et *calamintha officinalis* qui poussent spontanément sidi-ahmed respectivement.

La première partie de notre travail est consacré, une analyse phytochimique est faite en se basant sur les propriétés physicochimiques de ces métabolites. La quantification de quelques classes des composés phénoliques (alcaloïdes, flavonoïdes ,coumarines et tanins condensés...)

Nos résultats montrent que nos plantes contiennent toutes des composés phénoliques celle qui en contient le genre *lavandula officinalis* qui est riche en coumarine .

La deuxième partie de notre étude nous a permis de déterminer l'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles est déterminée contre quatre bactéries pathogènes et deux champignons par la méthode de diffusion sur gélose.

Les résultats suggèrent que l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* a une activité antimicrobienne forte sur les deux souches [*Staphylococcus aureus* , *Aspergillus niger*], et inhibition totale sur [*Lysteria monocytogenes* , *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* , *pénicillium sp*]

Calamintha officinalis ont montrée une inhibition significative sur trois souches

Les souches les plus sensibles sont *Pseudomonas aeruginosa* , *pénicillium sp*

L'activité antioxydant des huiles essentielles est évaluée en utilisant le test de piégeage des radicaux libres DPPH, l'huile essentielle de *calamintha officinalis* a montré une activité antioxydant avec un IC50=38,7 mg / ml

Alors que l'huile essentielle de *lavandula officinalise* montre un potentiel de piégeage des radicaux DPPH modéré avec une valeur de CI50 égale à 185,75mg / ml

Ils errait intéressant de pour suivre et faire des études sur ces plantes dans le but d'identifier leurs métabolites secondaires et mis en évidence par une évaluation de leurs propriétés antimicrobiennes et antioxydants. Il apparaît que ces plantes présentent des propriétés antimicrobiennes et antioxydants intéressantes.

Cette étude valide scientifiquement l'usage traditionnel de ces plantes et révèle leur intérêt dans le cadre d'une exploitation en biotechnologie et leurs efficacités pour déterminer l'utilité de ces derniers dans le domaine pharmaceutique et/ou alimentaires.

Références bibliographiques

Référence bibliographique

A

- Abderrazak m. Et joël r. (2007). La botanique de a à z. Ed. Dunod. Paris. 177p. Lutge u., Kluge m., Bauer g. (2002). Botanique 3ème ed : technique et documentation. Lavoisier .paris. 211p.
- Alam, m. N., Bristi, n. J., & Rafiquzzaman, m. (2013). Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. Saudi pharmaceutical journal, 21(2), 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2012.05.002>.
- Asada, t. Oshikawa, welli, antimicrobial flavonoids from glycyrrhiza glabra hairy root cultures. Planta medica, 1998, 64(8): 746-747.

B

- Bahorum t. (1997). Substances naturelles actives. La flore mauricienne. Une source d'approvisionnement potentielle food and agricultural research council mauritias. P 83-94.
- Bakkali f, averbeck s, averbeck d, 2018 review mi-biological effects of essential oils- areview food and chemical toxicology;;pp446–475.2008.
- Bakkali f, averbeck s, averbeck d, 2018 review mi-biological effects of essential oils- areview food and chemicaltoxicology;;pp446–475.2008.
- Bakkalif,2007.biological effectso f essentialoils–areview,food.chem.,toxicol
- Balasundram n, sundram k, samman s. Composés phénoliques dans les plantes et les sous-produits agro-industriels : activité antioxydante, occurrence et utilisations potentielles. Chimie alimentaire. 2006 ; 99 :191–203. Doi : 10.1016/j.foodchem.2005.07.042.
- Barbier (Alina). La torture des femmes pendant la guerre d'Algérie à travers le regard de la Commission de sauvegarde des droits et libertés individuels (1957-1962)
- barlier, l., Etat des lieux de l'utilisation des huiles essentielles au CHU d'angers. 2014. Thèse de Doctorat, université Angers (france)
- Bellakhdar, j. (1997). Contribution à l'étude de la pharmacopée traditionnelle au maroc: la situation actuelle, les produits, les sources du savoir (enquête ethno pharmacologique de terrain réalisée de1969à1992).université paul verlaine-metz.
- BELMONT, M. (2013). Lavandulaangustifolia M., Lavandulalatifolia M.,Lavandula x intermedia E.: ÉTUDES BOTANIKES, CHIMIQUES ET THÉRAPEUTIQUES
- Benbrook M. 2005 : accroitre la teneur antioxydants des aliments grâce à l'agriculture et à la transformation alimentaire biologiques. Ed. The organic center: 6-8.
- Bendif H.(2017). Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae:Ajugaiva(L.) Schreb.
- Benmehdi. H ; 2000 . Valorisation des plantes médicinales à activité hypoglycémiantes comme la coloquinte. Thèse de magister. Chimie organique appliqué. Université de tlemcen.

Référence bibliographique

- Besombes C, 2008. Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées, Thèse de doctorat, Université de La Rochelle, p.289.
- Bettaieb, R. et al. (2017). Phytochemical composition and antioxidant activity of *Lavandula*
- Beyould si saidz, (2014). Activités biologiques des huiles essentielles des feuilles et du fruit d'une plante médicinale *eucalyptus globulus*. Mémoire de magister, département des sciences alimentaires, université Abderrahmane Mirabejaïa: 109p.
- Botton B., Bertron A., Fevère M., Gauthier S., Guffé D., Plarpent J., Reymond P., Sanglier J.J., Vaysser Y., Veau S. Moisissures utiles et nuisibles importance industrielle. Ed: Masson collection biotechnologies., Paris. (1990).
- Botton B., Bertron A., Fevère M., Gauthier S., Guffé D., Plarpent J., Reymond P., Sanglier J.J., Vaysser Y., Veau S. Moisissures utiles et nuisibles importance industrielle. Ed: Masson collection biotechnologies., Paris. (1990).
- Bouabdelli S. 2020. Screening phytochimique, analyse chromatographique et activité antioxydante
- Bouamer A, Bellaghit M et Mollay Amara. Etude comparative entre l'huile essentielle de la menthe verte et la menthe poivrée de la région de Ouargla ; mémoire des universités Ouargla, 2004 p.2-5;10;19;21-22.
- Bouguerra A et Zeghou K. (2009). Etude des activités antioxydante et antibactérienne de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula stoechas* L. Mémoire d'ingénieur INATAA.
- Bouhadid S., Idaomar M., Zhiri A., Baudoux D., Skali N. S. Et Abrini J., 2006. Thymus essential oils : chemical composition and in vitro antioxidant and antimicrobial activities in congrès international de biochimie, 09-12 mai 2006, Agadir (Maroc).
Biochimie, substances naturelles et environnement
- Boulberhane Saoussene Nabti Hichem . Etude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne et l'activité antifongique des deux plantes : *Artemisia compestris* L. Et *Ephedra alata* Alenda Staph. thèse de master . Université des frères mentouri Constantine 2017 – 2018 p.19
- Boumaazao, Etbourafa Y, (2013). Valorisation de deux populations de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) A travers quelques paramètres physicochimiques « nord-est algérien ». Mémoire de master, département de biologie, université d'El Tarf, El Tarf.
- Bounatirou S., Smiti S., Miguel M. G., Faleiro L., Rejeb M. N., Neffati M., Costa M. M., Figueiredo A. C., Barroso J. G. & Pedro L. G. (2007). Chemical composition,

antioxydant and antibacterial activities of the essential oils isolated from tunisian thymus capitatus hoff. *Etlink. Food chemistry*, 105: 146-155.

- Bousseboua, *elements de microbiologie generale*, 2001, 2006, 32.pp: 160-167.
- Brian M.L., 1995. *The isolation of aromatic materials from plant product*, R.J. Reynolds Tobacco Company, Winston- Salem (USA), p.57-148.
- Bruneton J, 1987. *Elément de phytochimie et pharmacognosie*, paris : lavoisier - tech. & doc, 584
- Bruneton J, 1993. *pharmacognosie ,phytochimie, plantes médicinales. technique et documentation*.ed.lavoisier, paris, 915 p.
- Bruneton J. (2009). *Pharmacognosie, phytochimie, plante médicinales (lavoisier)*.
- Bruneton J.(2016). *pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales . 5è édition ,Lavoisier , 200 p*
- Bruneton J., (1999). *Pharmacognosie, phytochimie plantes médicinales 3^{ème} édition .éd.lavoisier.paris. Pp. 263-27622.*
- Bruneton j., 1993. *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed. Lavoisier, 2^{ème}ed., paris. 623 p.*
- Bruneton J., 1999 : *pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed. Médicales internationales editions technique & documentation, cachan, 647-673.*
- Bruneton J., 1999. *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème}ed . Paris: tec & doc lavoisier, p. 207-211. 585 p.*
- Bruneton, 3eme ed, *pharmacognosie, phytochimie plantes medicinales, techniques*
- Bruneton, j. (1993). *Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 2^{ème} édition. Tec.doc., lavoisier, paris, france.*
- Bruneton, j. (1999) *pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales. 3e édition, revue et augmentée, tec & doc, paris.*
- Bruneton, j. (2008) : *plantes toxiques. Végétaux dangereux pour l'homme et les animaux. Editions lavoisier. 3^{ème} édition, 1120.*
- Bruneton, J. (2016). *Pharmacognosie - phytochimie, plantes médicinales - (5^o édition).lavoisier.*
- Bruneton, J., 1999 : *pharmacognosie, phytochimie – plantes médicinales – 3^{ème} ed techniques et documentations. Paris, 227-310-312-313-314.494.*

C

-Ca-sfm, 2010

Référence bibliographique

- Chahboun N., Esmail A., Abedl H., Barrahi M., Amiyare R., Berrabeh M., Oudda H etOuhssine M. Evaluation de l'activité bactériostatique d'huile essentielle de *la Lavandulaofficinalis* vis-à-vis des souches d'origine clinique résistantes aux antibiotiques, (2015), 1191
- Cherrat Lamia. 2013 : evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles de 5 plantes aromatiques et médicinales du maroc et évaluation de leurs effets combinés avec des méthodes de conservation alimentaire. Université abdelmalek essaadi. Faculté des science et techniques- tanger. Cnrs, paris.

D

- Dacosta Y. (2003). Les phytonutriments bioactifs. (yves dacos).
- Debray, M ; jacquemin, h ; razafindrambo, r. (1971). Travaux et documents de l'orstom. (paris, n°8)
- *dentate* extracts. Journal of new sciences. Agriculture and Biotechnology. 39(2). 2096-2105.
- Devoyer, J. (2012). Stéphane korsia-meffre, rédacteur et coordinateur du guide des plantes qui soignent(éd.vidal). Publiée,28,2012.
- Djelloudi samira et semmache hannane etude ethnobotanique phytochimique évaluation de quelques activités biologiques (anti-inflammatoire antimicrobienne et antipasmodique) d'une plante aromatique le calamath (*calamintha officinalis m*) de la région de kléa . Université de blida. 2015.
- Dob et al, 2005 dob t, dahmane d, benabdelkader t, chelghoum c. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of thymus fontanesii- journal of pharmaceutical biology (pharm. Bio.); vol.44; n°8; pp 607-612. Documentations. Paris, 1999, pp : 227-310-3 i 2-313-314-494-1120
- Dorman, H.J. And deans, S.G. (2000) antimicrobial agents from plants antibacterial activity of plant volatile oils. Journal of applied microbiology.

E

- El kalamouni, chaker. Caractérisations chimiques et biologique ... Oubliées de midi-pyrénées. Phd, institut national polytechnique de universite de Toulouse, 2010.
- essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis*, *Revue de génie industriel*, 6, 46-54.

F

- Fabienne, 2006).les huiles glissent sur l'essentiel, magazine que choisir
- Festy D., 2008. Ma bible des huiles essentielles. Editions Quotidien Malin ; Paris

Référence bibliographique

-Fettah., étude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydante - antibactérienne)des extraits de la plante teucriumpoliuml. Sous espèce thymoïdes de la région beni souik, biskra, thèse de doctorat ,université mohamed khider biskra,2019.

-Florine. B et Paul. G, 2014. Phytothérapie en odontologie. Guide clinique. Projet scientifique à l'Institut Français de la Recherche en odontologie (IFRO). . Collection Initiative Santé .CdP (Ed.). France. 978-2-84361-244-2

G

-Garcia-ruiz a. Bartolome b . Martinez-redriguez a.j ; pueyo e . Martin-alvarez p.j and moreno-arribas M.V, 2008 . Potential of phenolic compounds for controlling lactic acid bacteria growth in wine. Food control . 19 :835-841

-Ghermanc,culeam,cozaro.(2000).comparative analysis of some active principles of herb plants by gc/ms.53:253 62.

-Gouveia ... JS câmara, PC castilho. Analytical and bioanalytical chemistry 403 (4), 1049-1058, 2012.

-Gouveia, S., & castilho, P. C. (2012). Helichrysum monizii lowe: phenolic composition and antioxidant potential. Phytochemical analysis, 23(1), 72–83.

-Guillaume. (2000), www. Second euro-bioweb.com/microbiologie/ microbiologie cours. Html.

-Guiraud, ED. Dunod, microbiologie alimentaire, 1998, pp: 71-75.

H

-H. Laama., étude de l'activité antibactérienne et antioxydante de l'huile essentielle de petroselinum sativum de la région d'ain defla, mémoire de master, université djilali bounaama khemis miliana,2015.

-Halliwell B and gutteridge J M C. 2007: free radicals in biology and medicine. Oxford university press, oxford (fourth edition).

-Henry N. Le Houe H rou (biogeography of the arid steppeland north of the Sahara ;2001

-Hopkins, W. G. (2003): physiologie végétale. 2ème édition américaine, de boeck et lancier s a, paris: 514. <https://doi.org/10.1002/pca.1326>.

- Imelouane, B., amhamdi, h., wathelet, j.-p., ankit, m., khedid, k., & el bachiri, a. (2009). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of thyme (thymus vulgaris) from eastern morocco. Int. J. Agric. Biol, 11(2), 205–208.

Référence bibliographique

- Iserin,P.,masson,m.,restellini,j.p.,ybert,e.,delaagedemeux,a.,moulard, f.,zha,z.,de laroque, R., de la roque, O., &vican, P. (2001). Larousse des plantes médicinales identification, préparation ,soins. Editions larousse, paris,15.

J

- Jean,2009. Les plantes en pharmacie propriétés et utilisation. Edition douphin.

K

- K. Sidi Boulenouar & A Ziane. Etude phytochimique des huiles essentielles de lavandula stoechas l. De la région de tlemcen. Mémoire de des en biochimie. Université abou baker belkaid, tlemcen, (2003) 54 p.
- Kadri, M., abdoullahi, F., (2019): etude ethnobotanique et antimicrobienne de carthamus tinctorius et ammodaucus leucotrichus à adrar.
- Kara S et Zerguine M.,(2016). Dosage des anthocyanes et de la glycine bétaine en conditions de stress hydrique et étude des mécanismes de tolérances chez dix variétés du blé dur (triticumdurumDesf.). Mémoire. Université des Frères Mentouri Constantine1. p : 1-9-19-28-29-34
- Karumi Y ; ogugb uaja; v.o (2004). Identification of active principales of balsamina (balsam apple) leaf extrat. J .med.scien . 4 : 179-182
- Khenaka, K. (2011). Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur laméthanogèneseruminale chez l’ovine, diplôme de magister en microbiologie appliquée, universitémentouriconstantine.p19,
- Khima Souhila & merabti celia evaluation de l’activité antioxydante des huiles essentielles de calamintha officinalis et abies numidica. Thèse de master. Université a. Mira – bejaia 2015
- Kouirtout Imene, Bouzahzah Zineb screening phytochimique et activités biologiques de trois plantes (thymus ciliatus, globularia alypum l et phillyrea angustifolia) de la région de saida . Thèse de master . Saida : université moulay tahar, saida 2022
- KunkeleU.,&lobmeyer,t.r.(2007).plantes médicinales,identification,récolte,propriétés etemplois.editionparragon.319p.

L

- Laama., étude de l’activité antibactérienne et antioxydante de l’huile essentielle de petroselinum sativum de la région d’ain defla, mémoire de master, université djilali bounaama khemis miliana,2015.

Référence bibliographique

- Laboratoires JZ produits naturels. All rights reserved 1997 – 2016
- Laib I et Barbat M. (2011). Composition chimique et activité antioxydante de l'huile
- Laib Imène etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de *lavandula officinalis* : application aux moisissures des légumes secs. Institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agro alimentaires, inataa, université de constantine mentouri, algérie. 2011. Article
- Laïbi, R. (2011). Evolution quaternaire et dynamique actuelle des cordons barrières de l'estuaire du Mono-Couffo dans le littoral du Bénin (Golfe de Guinée, Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat en cotutelle entre l'Université d'Abomey-Calavi (UAC, Bénin) et l'Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO, France). 277p.
- Lambinonet al 2012 livres pratiques pour vivre l'écologie au quotidien
- Laraquif, 2016: kothe hw., (2007). 1000 plantes aromatiques et médicinales. Terres editions. Isbn :978-2-35530-pp3 5.
- Leong, L. P., & Shui, G. (2002). An investigation of antioxidant capacity of fruits in singapore markets. Food chemistry, 76(1), 69-75.

M

- M.lamamra., contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *tinguarrasicula* (l.) Parl. Et de *filipen* du la hexapeta la gibb ,mémoire de magister, université ferhat abbas-sétif
- MacheixJj., fleuriet, A., & jay-allemand, C. (2005). Les composés phénoliques des
- Mailhebiau P, 1994 . La nouvelle aromathérapie : biochimie aromatique et influence psychosensorielle des odeurs .
- Martin, S. And andriantsitohaina, r., 2002. Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. Ann. Cardiol. Angéiol., 51(6): 304-315.
- Mayer, F. 2012. Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles:etude de cas en maison de retrait .thèse ,université de lorraine, diplôme d'état de docteur en pharmacie
- Mazari K , bendinerad N , benkhochi CH , fernandez X . (2010). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil isolated from algerian *juniperus phoenicea* l and *cupressus sempervirens* . Medicinal plants research. 4(10) : 959-964 méridionales. Editions du centre national de la recherche scientifique. Tome ii. Ed.
- Menaceur, F. (2015). Contribution a l'étude phytochimique et biologique de l'erigeron, du fenouil commun, de lavande et du genévrier. These de doctorat, ecole nationale superieure agronomiqueel-harrach–alger:189 p.

Référence bibliographique

- Middleton, E., kandaswami, c., & theoharides, t. C. (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological reviews*, 52(4), 673-751.
- Miller NJ, rice-evans c, davies mj, gopinathan v et milner a. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant capacity of human plasma. *Free radical biology and medicine*, 16(1), 701-710.
- Mohammedi Z et Atik F. (2011). *Nature & Technologie*, 6, 34-39.
- Mohammedi Z., 2006. Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Mémoire de Magistère, Département de biologie, Faculté des sciences, UABB de Tlemcen
- Moyse, H. (1969). Précis de matière médicale. Paris : masson. Paris r et N
- N. Bougandoura, N. Bendimerad, Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* sp. *Nepeta* (L.) Briq, *Nature & Technologie*, 2012, 9, 14-19.
- N. Bougandoura, N. Bendimerad, Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* sp. *Nepeta* (L.) Briq, *Nature & Technologie*, 2012, 9, 14-19.
- Naghibi, f., mosaddegh, m., mohammadi motamed s. & ghorbani, a. (2005). Labiataefamily in folk medicine in iran: from ethnobotany to pharmacology. *Iranian journal of pharmaceutical research*..
- Neche.z.2019, evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de mélissa officinalis

O

- Oyaizu, m. (1986). Studies on products of browning reaction. Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *The japanese journal of nutrition and dietetics*, 44(6), 307–315. <https://doi.org/10.5264/eiyogakuzashi.44.307>.

P

- P.quezl et s. Santa {nouvelle flore de l'algérie et des régions désertique miridionales} tome paris (1962). P 187 -188 ,2018
- Paolini v., dorchies ph., hoste h., 2003 : effet des tanins condensés et des plantes à tanins sur les strongyloses gastro-intestinales chez le mouton et la chèvre. *Alter. Agri.*, 17-19.
- Pelt,j.m.(1980). Les drogues: leur histoire, leurs effets.doin
- Perry, j. Staley, s. Lory et al, microbiologie. Cours et question de revision. Dunod: 2002 159-160.
- Prescott et al. (2018) focused exclusively on longitudinal studies that investigated the effects of vvg on subsequent physical aggression.
- Prescott, microbiologie. Bruxelles. De boeck université, 1995.

S

Référence bibliographique

- Salah eddine laouini. Etude photochimique et activité biologique d'extrait de des feuilles de phoenix dactylifera l dans la région du sud d'algerie (la région d'oued souf). Thèse de doctorat. Biskra: université mohamed khider de biskra, 2014, 161p disponible sur: http://thesis.univ-biskra.dz/931/1/chimi_ind_d2_2014.Pdf
- Sandri I.G., Zacaria J., Fracaro F., Delamare A.P.L and Echeverrigaray S. (2007). Antimicrobial activity of the essential oils of Brazilian species of the genus *Cunila* against food borne pathogens and spoiling bacteria, *Food Chemistry*, Vol. 103, 823-828
- Sanon a., garba m., auger j., huiganrt j., 2002. Journal of stored products research
- Sedrati, etude de l'antibioresistance des souches bacteriennes a l'origine des infections infantiles a l'eph d'ouargla. Memoire master academique, universite kasdi merbah-ouargla, 2014.
- Skerget, m., kotnik, p., hadolin, m., hras, a. R., simonic, m., & knez, ž. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food chemistry*, 89(2), 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.025>.

T

- Tang s y and halliwell b. 2010: medicinal plants and antioxidants: what do we learn from cell culture and caenorhabditis elegans studies? *Biochemical and biophysical research communications*. 394, 1-5.
- *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord & Fourr. Thèse de Doctorat en Biotechnologies Végétales, L'école Normale Supérieure De Kouba-Alger, Alger, 69 -70
- Trease, e; et evans, w.c. (1987). *Pharmacognosie, billiaire tindall*. London 13 th edition. p 61-62. In karumi y, onyeyili pa et ogugduaja vo, 2004. Identification des principes actifs de l'extrait de feuilles de *m. Balsamia* (baume du pommé). *Journal of medicine and scientific*. 4(3), 179-182. Nigeria. Issn 1682-4474.
- Triki.b.2021, evaluation de la conformité des tisanes conditionnées produites en algérie (évaluation qualitative et quantitative)

V

- Vârban d.i., duda m., vârban r., muntean s.; 2009: research concerning the organic technology for *satureja hortensis* 19 végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique couverture (ppur press).

Référence bibliographique

- Vernex-lozet, 2011 christelle. «thèse:les possibilités de la phytothérapie en gériatrie canine i. 2011.

- Vialard,2008 .remèdes etrecettes à la lavande. Rustica édition

W

- Warda, k., markouk, m., bekkouche, k., larhsini, m., abbad, a., romane, a., & bouskraoui, m. (2009). Antibacterial evaluation of selected moroccan medicinal plants against streptococcus pneumoniae. African journal of pharmacy and pharmacology, 3(3), 101–104.

- Wichtl m, anton r (2009). Plantes thérapeutiques : tradition, pratique offi cinale, science et thérapeutique. Paris, lavoisier tec et doc, 692 pages.

- Willcox j.k., ash j.l and catignani g.l. 2004: antioxidants and prevention of chronic disease. Critical reviews in food science and nutrition, 44, 275-295.

- Wilson M. et Girard G., 2007, Fleurs comestibles du jardin à la table, Ed. Fides

Y

- Yaacoub rahma, t. I, (2017.2018). L’huile, caractérisation physico-chimiques etanalyses biologiques de huiles essentielle des grains de cuminum cyminum l. Et de foeni culumvulgare mill. Extraite par hydrodistillation et co2 supercritique : etude comparative. Thèse ,université larbi ben m’hidi oum el bouaghi,diplome de master en géniechimique

- Younes.f étude botanique, phytochimique et activités biologiques d’une espèce végétale utilisé aumédecine traditionnelle algérienne,2020

Annexes

Annexe 01 :

Réactifs et réaction de caractérisation

Les réactifs utilisés lors des tests phytochimiques sont les suivants :

- **Réactif de Wagner :** Dissoudre 2g de KI et 1,27g d'I₂ dans 75 ml d'eau. Ajuster le volume total à 100ml d'eau.
- **Réactif de Mayer :** Dissoudre 1,358 g de HgCl₂ dans 60ml d'eau et également 5 g de KI dans 10 ml d'eau. Mélanger les deux solutions puis ajuster le volume total à 100ml d'eau.
- **Réactif d'amidon :** Dissoudre 1,2 g d'iode dans 50 ml d'eau distillée contenant 2,5g d'iodure de potassium. Chauffer dans un bain marie 5 ml de la solution à tester avec 10 ml d'une solution de NaCl saturée jusqu'à ébullition.

Annexe 02 :

Composition des milieux de culture

Eau physiologique

Na Cl 9 g

Eau distillée 1000 ml qsp

Bouillon Mueller Hinton

Infusion de viande de bœuf 02,0g

Hydrolysate acide de caséine 17.5g

Amidon 01.5g

Eau distillée 1000 ml qsp

pH : 7.4

Gélose Mueller Hinton

Infusion de viande de bœuf 4,0g

Hydrolysate acide de caséine 17.5g

Amidon 1.5g

Agar 15g

Eau distillée 1000 ml qsp

pH = 6,8 (±0,2) à 37°C

Gélose nutritive

Extrait de levure 2 g

Extrait de viande 10g

Peptone 5 g

Glucose 20 g

Nacl 5g

Agar agar 20g

Eau distillée 1000 ml qsp

Bouillon nutritif

Extrait de levure 2 g

Extrait de viande 10g

Peptone 5 g

Glucose 20 g

Nacl 5g

Eau distillée 1000 ml qsp

NB : Tous les milieux sont stérilisés par autoclavage à 121 °C Pendant 20 min

Annexe 03 :

Valeurs du piégeage du radical DPPH exprimées en densités optique (D.O) par L'huile essentielle de *Calamintha officinalis* en fonction des concentrations (mg/ml).

	DO1	DO2	DO3	PI %
C1=70 mg/ ml	0,247	0,308	0,333	65
C2 =45 mg/ ml	0,379	0,434	0,325	50,513113
C3 = 17,5 mg/ ml	0,54	0,475	0,452	46,022727
C4=11,25 mg/ml	0,576	0,583	//	33,523375

Annexe 04 :

Valeurs du piégeage du radical DPPH exprimées en densités optique (D.O) par L'huile essentielle de *Lavandula officinalis* en fonction des concentrations (mg/ml).

	DO1	DO2	DO3	PI%
C1=210 mg/ ml (0,21 g/ ml)	0,399	0,387	0,382	53,708134
C2= 105 mg/ ml (0,105 g/ ml)	0,471	0,521	0,521	37,679426
C3= 52,5 mg/ ml (0,525 g/ ml)	0,602	0,632	0,576	24,401914

