

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



كلية العلوم

Faculté des Sciences

قسم البيولوجيا

Département de Biologie

N° d'Ordre

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master**

En Biotechnologie

**Spécialité : Biotechnologie Végétale**

Thème

**Extraction et évaluation biologique des composés  
phénolique de *Salvia officinalis* L et *Mentha rotundifolia* L de  
région de Saida**

Présenté par :

- Melle : CHELLALI Ahlem chames el houda
- Melle : MOULAI Siham

Soutenu le : **26/06/2023**

Devant le jury composé de :

Président	<b>Mr. AMMAM Abdelkader</b>	<b>(MCA)</b>
Examineur	<b>Mme. FARES Soraya</b>	<b>(MCB)</b>
Rapporteur	<b>Mme. GHOUTI Dalila</b>	<b>(MCB)</b>

**Année universitaire 2022/2023**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## ***Dédicaces***

*À la bougie qui est la source de la lumière de ma vie, qui se fond toujours pour éclairer ma route, à **mon cher père** je dédie ce travail et je lui souhaite une longue belle vie;*

*À la fleur qui rehausse et aromatise mes jours, qui garde les nuits pour que je me rendorme, à **ma très chère mère** je dédie ce travail et je lui souhaite une longue belle vie.*

*À mon frère; **Mohammed Abdelmoudjib***

*À mes soeurs; **Nouha, Zahra et Yamina***

*À ma copines et ma binôm **Sihem***

*À toute ma famille de près ou de loin.*

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

*A mes amies que j'ai vécu avec elles des beaux moments au  
cours de mon cursus à l'université.*

**AHLEM**

## *Dédicaces*

Louange à **ALLAH**, le Tout Puissant, qui nous a permis de mener à bien ce modeste travail. Que je dédie : A mes chère frère **Hawari**

Mon fidèle conseiller et ami qui m'a aidé dans les moments difficiles et m'a gentiment pris par la main et m'a soutenu à chaque étape de mes études.

**Ma chère mère et mon cher père** ceux que j'aime du fond de mon coeur, à qui je dois la vie et qui n'ont cessé, à aucun moment, de me soutenir et de m'encourager par leurs prières et leurs sacrifices.

A mes chères adorables **frères et sœur Mohammed Salah Eddine, Ossama Zaineb.**

A mon binôme **Ahlem chamse el houda**, ma soeur que Dieu m'a donné sur le chemin de l'aventure. A mes chère ma famelle et mes amies Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont participé directement ou indirectement à la réalisation de ce travail

**SIHAM**

## **Remerciements**

*Nous remercions Allah qui nous a donné la force et la patience  
pour terminer ce travail.*

*Nous voudrions présenter nos reconnaissances  
et vifs remerciements à notre encadreur ( Mdm. **GOUTI Dalila**) pour  
ses efforts et sa présence , merci infiniment .  
on va jamais oublier ta douceur avec nous .*

*Nous voudrions également lui témoigner notre gratitude  
pour sa patience et son soutien qui nous a été précieux afin de mener  
notre travail à bon port .*

Nous vifs remerciement vont également aux membres de jury **MR.AMMAM  
Abdelkader** et **Mme.FARES Soraya** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre  
recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs  
propositions.

*Nous exprimons bien évidemment toute la gratitude  
à tous l'équipe de laboratoire de **SAIDA** et **NAAMA** pour leurs efforts :  
chefs laboratoire, les ingénieures et les doctorantes.*

### Liste des abréviations

**%:** Pourcentage.

**ADN:** Acid désoxyribonucléique

**AFNOR:** Agence française de normalization

**AINS :** Les Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens

**BHA :** Butylhydroxyanisol

**BHT :** Butylhydroxytoluène

**C5 :** Atomes De Carbone

**Cm:** Centimètre

**CMB:** Concentration Minimale Bactéricide

**CT:** Toxine cholérique

**CMI:** Concentration Minimale Inhibitrice

**DMSO:** le di méthylsulfoxyde..

**DPPH:** Le 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle

**E. coli:** Escherichia coli

**FRAP:** Ferric ion reducing antioxyant parameter

**G:** Gramme.

**HCL:** l'acide chlorhydrique

**HE:** huile essentiel.

**IC50:** Concentration inhibitrice à 50%.

**IUPAC:** international union of pure and applied chemistry

***M. rotundifolia:*** *Mentha rotundifolia*

**MH:** Mueller-Hinton

**Min:** minutes

**ML:** millilitre.

## Liste des abréviations

---

**OMS:** Organisation mondiale de santé.

**PDA:** Pomme de terre dextrose agar

***S.offisinalis:*** *Salvia Offisinalis*

**SFME:** Extraction sans solvant assistée par micro-ondes (Free Microwave assisted Extraction)

**TBHQ :** Tertbutylhydroquinone

**UV:** ultraviolet.

**V:** volume.

**µl:** microlitre.

**Liste des tableaux**

**Tableau 01:** les principales classes des polyphénols .....14

**Tableau 02:** Ils révèlent la présence ou l'absence d'un groupe de métabolites secondaires. ....53

**Tableau 03:** Activité antimicrobienne des extraits des plantes étudiées.....58

**Tableau 04:** Résultat du test de l'antibiogramme .....60

---

**Liste des figures**

<b>Figure 01:</b> la sauge ( <i>salvia officinalis</i> ) .....	7
<b>Figure 02:</b> Répartition géographique du genre <i>Salvia</i> dans le monde .....	9
<b>Figure 03:</b> <i>Mentha rotundifolia</i> .....	11
<b>Figure 04:</b> Structure de base des flavonoides .....	15
<b>Figure05:</b> Structure de molécule d'isoprène .....	18
<b>Figure06:</b> Quelques exemples de stéroïdes .....	19
<b>Figure 07:</b> Structure de l'isoprène (C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> ).....	21
<b>Figure 08:</b> Structure chimiques de quelques compés terpéniques .....	22
<b>Figure 09:</b> Structure chimiques de quelques compés aromatiques .....	23
<b>Figure 10:</b> Les étapes de l'obtention d'une huiles essentielle .....	24
<b>Figure11 :</b> Schéma du principe de la technique d'hydro distillation .....	25
<b>Figure12 :</b> Schéma de distillation des huiles essentilles à échelle industrielle par entrainement à la vapeur d'eau .....	26
<b>Figure 13:</b> Montage d'extraction par hydrodiffusion .....	26
<b>Figure 14:</b> Technique d'extraction par solvants .....	27
<b>Figure 15 :</b> Technique d'extraction par les corps gras .....	28
<b>Figure 16 :</b> Montage d'extraction assistée par micro-onde .....	29
<b>Figure 17:</b> Structure du 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH).....	31
<b>Figure 18 :</b> Mécanisme de réaction.....	32
<b>Figure 19:</b> Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH.....	32
<b>Figure 20 :</b> Principe réactionnel du test FRAP .....	33
<b>Figure 21:</b> Structure chimique de $\beta$ -carotène. ....	33
<b>Figure 22:</b> Structure de la paroi bactérienne .....	35
<b>Figure 23:</b> Rendement en huiles essentielles de l'espèce <i>Salvia officinalis</i> et <i>Mentha rotundifolia</i> .....	54

**Figure 24 :** Valeurs des IC<sub>50</sub> du test de piégeage des radicaux libres des extraits des plantes étudiées.....55

**Figure25 :** Résultats des CMI des huiles étudiées..... 63

### Liste des photos

<b>Photo 01:</b> photo qui represente les plantes etudée. ....	42
<b>Photo 02 :</b> Montage d'extraction de l'huile essentiel de salvia. ....	45
<b>Photo 03:</b> Ensemencement et préparations des disques. ....	49
<b>Photo 04:</b> Déterminer de la concentration miniale bactericide. ....	50
<b>Photo 05 :</b> A-huil obtenu de <i>M.rotundifolia</i> b-huile obtenu de <i>S.Officinalis</i> .....	55
<b>Photo 06:</b> Résultars des souches bactériennes tsté pour l'huile essentielle de <i>Salvia officinalis L</i> .....	59
<b>Photo 07 :</b> Résultats des souches bactériennes tsté pour l'huile essentielle de <i>Mantha rotundifolia L</i> .....	59
<b>Photo 08 :</b> Résulta de souche fongique testés pour l'huile essentielle <i>Salvia ofcinalis L</i> .....	59
<b>Photo 09 :</b> Résultats des souches fongiques testés pour l'uile essentielle <i>Mantha rotundifolia L</i> .....	59
<b>Photo 10 :</b> Résultats de l'antibiogram .....	60

### Liste des planches

<b>Planche 01 :</b> Les parties aériennes de <i>Salvia officinalis L.</i> .....	8
<b>Planche 2 :</b> La plante <i>Mentha rotundifolia</i> .....	12

### Résumé :

Ce travail est une contribution à la valorisation des plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle. Il a pour objectifs la recherche et l'étude de nouveaux agents biologiquement actifs issus des plantes médicinales très utilisées telle que *Salvia officinalis* L et *Mentha rotundifolia* L dans la wilaya de Saida. Ces plantes possèdent des métabolites reconnus à travers diverses activités biologiques à savoir l'activité antioxydant, antibactérienne et anti-fongique. Le screening phytochimique pour les deux plantes a mis en évidence la présence des composés phénoliques tel que les flavonoïdes, les tannins, stéroïls, stéroïds et coumarine et l'absence de l'amidon et composé réducteur. Le rendement de *M.rotundifolia* L et *salvia officinalis* L est de (30mg/ml et 27mg/ml) respectivement.

L'activité antioxydante évaluée par le test DPPH a montré une activité modérée des huiles de *Salvia officinalis* L et *Mentha rotundifolia* L avec (IC<sub>50</sub>=27.17 et 30mg/ml) dans cet ordre.

L'activité antibactérienne in vitro des huiles essentielles des deux plantes donne une bonne activité, avec une sensibilité totale aux souches gram positives par rapport au gram négatif, leurs concentrations minimales inhibitrices (CMI) se situaient entre 0.005 et 0.086 mg/mL. Les souches Gram négatif *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ont montré une bonne activité avec des CMI allant de 0.022 à 0.044 mg/mL et de 0.021 à 0.086 mg/mL pour *Salvia officinalis* L et *Mentha rotundifolia* L respectivement. Concernant l'activité antifongique, la souche fongique *Aspergillus niger* a montré une sensibilité totale vis-à-vis l'huile essentielle de *Mentha rotundifolia* et donne un diamètre de zone inhibition de 27 mm contre l'huile essentielle de *Salvia officinalis* L.

La détermination des concentrations minimales bactéricides (CMB) met en évidence l'effet bactériostatique des huiles essentielles des deux plantes étudiées. La présence contemporaine de bioactivités suggère que *Salvia officinalis* L. et *Mentha rotundifolia* L. peuvent être une source de tels nouveaux conservateurs dans les industries alimentaires et pharmaceutiques.

**Mots clés:** *Salvia officinalis* L, *Mentha rotundifolia* L, activité antioxydant, activité antimicrobienne, screening phytochimique, huile essentielle.

**Abstract**

This work is a contribution to the valorization of medicinal plants used in traditional medicine. Its objectives are the research and study of new biologically active agents derived from widely used medicinal plants such as *Salvia officinalis* L and *Mentha rotundifolia* L in the wilaya of Saida. These plants possess metabolites recognized through various biological activities, namely antioxidant, antibacterial and antifungal activity. The phytochemical screening for the two plants highlighted the presence of phenolic compounds such as flavonoids, tannins, sterols, steroids and coumarin and the absence of starch and reducing compound. The yield of *M.rotundifolia* L and *salvia officinalis* L is (30mg/ml and 27mg/ml) respectively.

The antioxidant activity evaluated by the DPPH test showed a moderate activity of the oils of *Salvia officinalis* L and *Mentha rotundifolia* L with (IC<sub>50</sub>=27.17 and 30mg / ml) in this order.

The in vitro antibacterial activity of the essential oils of the two plants gives a good activity, with a total sensitivity to gram-positive strains compared to gram-negative, their minimum inhibitory concentrations (MIC) were between 0.005 and 0.086 mg/mL. The Gram-negative strains *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* showed good activity with MIC ranging from 0.022 to 0.044mg/mL and from 0.021 to 0.086mg/mL for *Salvia officinalis* L and *Mentha rotundifolia* L respectively. Regarding the antifungal activity, the fungal strain *Aspergillus niger* showed a total sensitivity to the essential oil of *Mentha rotundifolia* and gives an inhibition zone diameter of 27mm against the essential oil of *Salvia officinalis* L.

The determination of the minimum bactericidal concentrations (CMB) highlights the bacteriostatic effect of the essential oils of the two plants studied. The contemporary presence of bioactivities suggests that *Salvia officinalis* L. and *Mentha rotundifolia* L. may be a source of such new preservatives in the food and pharmaceutical industries.

**Key words:** *Salvia officinalis* L, *Mentha rotundifolia* L, antioxidant activity, antimicrobial activity, phytochemical screening, essential oil.

## ملخص

هذا العمل هو مساهمة في تثمين النباتات الطبية المستخدمة في الطب التقليدي. هدفه هو البحث ودراسة عوامل نشطة بيولوجية جديدة المستخدمة على نطاق واسع مثل *Salvia officinalis L* و *Mentha rotundifolia L* في ولاية سعيدة. تمتلك هذه النباتات مستقبلات من خلال أنشطة بيولوجية مختلفة مثل أنشطة مضادة للاكسدة و مضادة للبكتيريا و مضادة للفطريات. سلط الفحص الكيميائي النباتي على وجود مركبات فينولية مثل فلافونويد و العفص و الستيرول و كومارين و غياب النشا و مركبات الاختزال . مردودية زيت *Salvia officinalis L* و *Mentha rotundifolia L* هو (30 ملغ/مل و 27 ملغ/مل) على التوالي .

اظهر النشاط المضاد للاكسدة الذي تم تقييمه بواسطة اختبار DPPH نشاط معتدل لزيت *Salvia officinalis* و *Mentha rotundifolia L* (IC50=30 و 27.17 ملغ/مل) على الترتيب.

يعطي النشاط المضاد للبكتيريا في المختبر لزيت الاساسية لنباتين نشاطا جيدا مع حساسية كاملة للسلاسل موجبة الغرام مقارنة بالسلاسل سالبة الغرام و كان الحد الادنى لتركيزاتها المثبطة (CMI) بين 0.005 و 0.086 ملغ/مل. أظهرت السلاسل سالبة غرام *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* نشاطا جيدا مع CMI يتراوح من 0.022 الى 0.044 مغ /مل و 0.021 الى 0.086 مغ/مل ل *Salvia officinalis L* و *Mentha rotundifolia L* على التوالي . بالنسبة لنشاط المضاد للفطريات، أظهرت السلالة الفطرية *Aspergillus niger* حساسية تامة لزيت العطري *Mentha rotundifolia* و اعطت منطقة تثبيط قطرها 27 مم ضد الزيت العطري من *Salvia officinalis*.

تحديد الحد الادنى من تركيزات مبيد الجراثيم (CMB) يسلط الضوء على تأثير الجراثيم من الزيوت الاساسية لنباتات المدروسة. تشير وجود الأنشطة الحيوية الى ان *salvia officinalis L* و *Mentha rotundifolia L* قد تكون مصدر لمثل هذه المواد الحافظة الجديدة في الصناعات الغذائية و الصيدلانية.

**الكلمات المفتاحية :** *Mentha rotundifolia L* ، *Salvia officinalis L*، نشاط مضاد للأكسدة ، نشاط

مضاد للميكروبات ، فحص كيميائي نباتي ، زيت عطري.

**Table des matières**

Dédicace  
 Remerciement  
 Liste des abreviation  
 Liste des figures  
 Liste des tableaux  
 Liste photos  
 Liste planches  
 Résumé  
 Abstract  
 ملخص

**Partie I. Introduction**

**Partie I I .Synthèse bibliographique**

II.1. Généralités sur les plantes médicinales .....5  
 II.1.1. Définition d’une plante médicinale .....5  
 II.1.2. Intérêts des plantes médicinales .....5  
 II.1.3. La phytothérapie .....5  
 II.1.4. Présentation des plantes étudiées .....6  
 II.1.4.1. *Salvia officinalis* .....6  
 II.1.4.1.1. Définition et nomenclature .....6  
 II.1.4.1.2. Classification de *Salvia officinalis* .....7  
 II.1.4.1.3. Description botanique de *Salvia officinalis* .....7  
 II.1.4.1.4. Répartition géographique dans le monde .....8  
 II.1.4.1.5. Usage traditionnelle du salvia officinalis .....9  
 II.1.4.1.6. Les principes actifs de la plante *Salvia officinalis*.....10  
 II.1.4.2. *Mentha rotundifolia* .....10  
 II.1.4.2.1. Définition et nomuclature .....10  
 II.1.4.2.2. Classification de *Mentha rotundifolia* .....11  
 II.1.4.2.3. Description botanique de *Mentha rotundifolia* .....11  
 II.1.4.2.4. Répartition géographique dans le monde .....12  
 II.1.4.2.5. Propriétés et emplois de *Mentha rotundifolia* .....12  
 II.2. Les métabolites secondaires .....13  
 II.2.1. Classification des métabolites secondaires .....13

II.2.1.1. Les composés phénoliques .....	13
II.2.1.2. Les principales classes des composés phénoliques .....	14
II.2.1.2.1. Les flavonoïdes .....	15
II.2.1.2.2. Les tanins .....	15
II.2.1.2.3. Les coumarines .....	16
II.2.1.2.4. Les alcaloïdes .....	16
II.2.1.2.5. Les saponines.....	17
II.2.1.2.6. Les terpènes et les stérols .....	17
II.2.1.2.6.1. Les terpènes .....	17
II.2.1.2.6.2. Les stérols.....	18
II.2.1.3. Les huiles essentielles .....	19
II.2.1.3.1. Généralités sur les huiles essentielles .....	19
II.2.1.3.2. Origine et localisation des huiles essentielles .....	20
II.2.1.3.3. Composition chimique et Les facteurs influençant.....	20
II.2.1.3.3.1. Composition chimique .....	20
II.2.1.3.3.2. Les composés aromatiques .....	23
II.2.1.3.3.3. Les composés d'origine diverses .....	23
II.2.1.3.3.4. Les facteurs influençant .....	24
II.2.1.3.4. Méthodes d'extraction des huiles essentielles .....	24
II.2.1.3.4.1. Extraction par hydro-distillation.....	25
II.2.1.3.4.2. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau.....	25
II.2.1.3.4.3. L'hydrodiffusion.....	26
II.2.1.3.4.4. Extraction par solvant .....	27
II.2.1.3.4.5. L'expression à froid.....	27
II.2.1.3.4.6. Extraction par les corps gras.....	28
II.2.1.3.4.7. Extraction par micro-ondes .....	28
II.3. Les activités biologiques des composés phénoliques .....	29
II.3.1. Les activités antioxydants .....	29
II.3.1.1. Types d'antioxydants .....	30
II.3.1.1.1. Antioxydants de synthèse.....	30
II.3.1.1.2. Les antioxydants naturels .....	30
II.3.1.2. Activité de piégeage des radicaux libres DPPH .....	31
II.3.1.3. Le test de la réduction de fer (FRAP) .....	32
II.3.1.4. B-carotène .....	33

II.3.1.5. Propriétés anti oxydantes .....	33
II.3.2. Activité antimicrobienne .....	34
II.3.2.1. Les propriétés antimicrobiennes importantes .....	34
II.3.3. Activité antibactériennes .....	34
II.3.3.1. Mode d'action contre les bactéries .....	37
II.3.3.2. Méthodes d'évaluation de l'activité antibactérienne .....	37
II.3.4. Activité antifongique .....	38
II.3.5. Activité inflammatoire .....	39

### **Partie III.Matériel méthode**

III.1. Introduction .....	41
III.2. Matériel végétal .....	41
III.2.1. Screening photochimique .....	42
III.2.1.1. Différentes classes recherchées.....	42
III.2.1.1.1. Les flavonoïdes.....	42
III.2.1.1.2. Les tannins .....	42
III.2.1.1.3. Les coumarines .....	43
III.2.1.1.4. Les composés réducteurs .....	43
III.2.1.1.5. Saponosides.....	43
III.2.1.1.6. Amidon .....	43
III.2.1.1.7. Test d'Anthocyanes .....	43
III.2.1.1.8. Les alcaloïdes .....	43
III.2.1.1.9. Stérols et triterpènes. ....	44
III.2.2. Les procédures d'extraction.....	44
III.2.2.1. Extraction des huiles essentielle.....	44
III.2.2.2. Procédé d'extraction.....	45
III.2.2.3. Calcul du rendement .....	45
III.2.3. Evaluation de l'activité antioxydant.....	46
III.2.3.1. Dosage de l'activité anti-radicalaire (test DPPH) .....	46
III.3. Evaluation de l'activité antimicrobienne.....	47
III.3.1. Matériels biologiques .....	47
III.3.1.1. Les souches bactériennes .....	47
Les souches bactériennes suivantes sont utilisées dans notre recherche .....	47
III.3.1.2. Les souches fongiques .....	47

III.3.1.3. Milieu de culture .....	47
III.3.1.4. Conservation des souches .....	48
III.3.1.5. Préparations des prés cultures .....	48
III.3.1.6. Préparation de l'inoculum.....	48
III.3.1.7. Dilution des huiles des plantes étudiées .....	48
III.3.1.8. Mode opératoire .....	48
III.3.1.9. La lecture des resultants.....	49
III.3.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) .....	49
III.3.3. Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB) .....	50
IV.1. Screening phytochimique et potentiel bioactif in vitro des plantes <i>Salvia officinalis L</i> <i>et Mentha rotundifolia</i> : .....	52
IV.2. Rendement des huiles essentielles .....	54
IV.3. Activité antioxydant des plantes étudiées (Dpph) .....	55
IV.4. Activité antimicrobienne des plantes étudiées .....	57
IV.4.1. Évaluation de l'activité antibactérienne .....	57
IV.4.2. Évaluation de l'activité antifongique .....	62
IV.4.3. Résultats de la CMI et la CMB .....	63

V.1. Conclusion :

VI.1. Références bibliographiques

VII.1. Annexes

**PARTIE I.**  
**INTRODUCTION**  
**GENERAL**

Les plantes médicinales sont utilisées comme médicaments pour diverses maladies depuis l'Antiquité car elles contiennent de riches composants de principes thérapeutiques. **(Khaldi et al., 2012)**. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), près de 80 % de la population dépend de la médecine traditionnelle. La plupart des plantes sont utilisées empiriquement sans vérifier scientifiquement son efficacité et sa sécurité **(Moutinho, 2013)**.

L'application généralisée des plantes médicinales dans le traitement des maladies est due au fait que les plantes ou leurs dérivés sont considérés comme des médicaments sûrs et efficaces avec peu d'effets secondaires et des prix bas. Les connaissances en médecine alternative basées sur l'utilisation des plantes dans la guérison représentent des siècles d'héritage oral ou écrit transmis de génération en génération, et considérant que le patrimoine traditionnel peut être menacé d'extinction car il n'est pas transmis à la génération suivante, reste limité. seulement à l'ancienne **(Riaz et al, 2020)**.

Avec une superficie de 2 381 741 kilomètres carrés, l'Algérie est le plus grand pays de la côte méditerranéenne. Il est connu pour sa variété de plantes médicinales et aromatiques et leurs diverses utilisations populaires dans toutes les régions du pays. Ce sont des savoir-faire ancestraux transmis de génération en génération dans une population, le plus souvent rurale. Il s'agit d'une transmission familiale orale qui prédomine surtout chez les femmes aux cheveux gris et analphabètes **(Ilbert et al, 2016)**. La flore algérienne contient un grand nombre d'espèces classées selon leur rareté : 289 assez rares, 647 rares, 640 très rares, 35 extrêmement rares et 168 endémiques **(FAO, 2012)**.

Les espèces de la famille des Lamiacées sont des espèces médicinales et aromatiques qui englobent un certain nombre de plantes à valeur économique (ex. Menthe poivrée, sauge, lavande, etc.), utilisées comme épices, aromates, conservateurs et pour leur intérêt médicinal et culinaire. **(Quezel et Santa, 1963)**.

Certaines de ces espèces, c'est le cas de *M.rotundifolia L* et *salvia officinalis L* présentent peu d'applications dans les domaines de la pharmacie, agroalimentaire et cosmétique. Ces espèces sont connues pour produire des HE **(Benayad, 2008)**. Les raisons du peu d'intérêt de la part des industriels envers ces plantes et leurs HE résident essentiellement sur le peu de connaissance qu'on a sur ces substances végétales et leurs préparations (HE, extraits, etc.), sur le volet scientifique notamment leurs propriétés biologique, pharmacologique et leur innocuité. Un autre paramètre important et critique

dans le développement industriel d'un produit réside dans l'assurance de l'approvisionnement à partir de matière première de qualité reproductible (**Wchtl et Anton, 2003**).

Cette étude a été initiée sur (*Mentha rotundifolia L* et *salvia officinalis L*) avec comme double objectif :

- Une introduction générale dans les plantes médicinales et les plantes étudiées
- La première partie aborde une étude bibliographique concernant les plantes médicinales en général et étudiées en particulier, les composés phénoliques et les huiles essentielles ainsi que leurs activités biologiques.
- La seconde partie comprend une description du matériel et méthodes utilisés.
- La troisième partie contient les résultats et leurs discussions.
- La conclusion générale et les annexes sont placées en fin de manuscrit.

**PARTIE II. SYNTHÈSE  
BIBLIOGRAPHIQUE**

---

## II.1. Généralités sur les plantes médicinales

### II.1.1. Définition d'une plante médicinale :

Depuis des milliers d'années, les humains utilisent les plantes pour traiter divers maux. Le monde végétal est à l'origine d'une grande variété de médicaments, et malgré la présence et l'influence des systèmes d'hygiène modernes, les plantes médicinales répondent encore à un besoin important. 35 000 espèces de plantes sont utilisées en médecine dans le monde. , qui est représentatif de la plus grande biodiversité utilisée par l'homme (**Fransworth et al, 1986**).

Nous appelons une plante médicinale qui contient d'un ou plusieurs composants actifs qui peuvent empêcher, soulager ou guérir les maladies (**Schauenberg et Paris, 2006**). Les plantes d'aromathérapie sont employé comme médicaments, parfums, cosmétiques et cuisine et assaisonnement (**El amri et al, 2014**).

### II.1.2. Intérêts des plantes médicinales:

La majorité des espèces végétales renfermées des matières qui peuvent agir sur organismes humains et animaux. Ils sont employés aussi beaucoup en médecine traditionnel qu'en phytothérapie. En fait, ils ont l'avantage que les médicaments ont généralement insuffisant (**Iserin, 2001**).

Les plantes médicinales sont très essentielles pour l'étude et le développement de médicaments. Elles peuvent être directement utilisées comme agents thérapeutiques, matières premières pour la synthèse de médicaments ou modèles pour des composés médicamenteux actifs (**Decaux, 2002**).

La cause essentiel est que les principes actifs végétaux proviennent de processus biologiques largement répandus dans le monde biologique, alors que les principaux des médicaments de synthèse sont des substances exogènes et que leurs effets secondaires sont difficiles à contrôler (**Bruneton, 2009**).

### II.1.3. La phytothérapie :

Selon (**l'OMS, 2000**), la phytothérapie est la somme totale des notions, des compétences et des usages basées sur des théories, des croyances et des

expériences spécifiques à la culture, utilisées pour assurer la santé humaine ; ainsi éviter, diagnostiquer, traiter et guérir les maladies physiques, psychique ou les instabilités sociaux. Le mot phytothérapie se compose étymologiquement de deux racines grecques «photon» et «thérapie» qui signifient respectivement «plante» et «traitement» (Mansour., 2015). Il s'agit d'expériences pratiques et d'observations donnée de génération en génération et transmises oralement ou par écrit (Grozat., 2001). La phytothérapie est la science de la guérison par les plantes médicinales ou plantes médicinales, l'une des méthodes de traitement des maladies basée sur l'observation ou l'analyse, confirmant des observations faites depuis des milliers d'années. (Provost., 1991 ; Beloued., 2001).

### II.1.4. Présentation des plantes étudiées :

Les lamiacées sont l'une des premières familles distinguées par les botanistes, les lamiacées sont des angiospermes dicotylédones appartenant à l'ordre des lamiformes. La famille comprend environ 260 genres et plus de 6500 espèces (Spichiger *et al*, 2004). Dans la flore algérienne, les Lamiacées comptent 28 genres et 146 espèces. Espèce extrême (Bendif, 2017).

#### II.1.4.1. *Salvia officinalis*

##### II.1.4.1.1. Définition et nomenclature :

Le mot *Salvia* au latin signifie "sauver" et "guérir". Une plante sacrée et antique (Quezel et Santa, 1963), annuelle et bisannuelle en Méditerranée, de la famille des Lamiacées. (Djerroumi et Nacef., 2004).

Il existe près de 900 espèces identifiées dans le monde. Et en Algérie il y a environ 30 espèce (Maksimovic *et al*, 2007).

- ❖ **Nom scientifique:** *Salvia Officinalis* L (Figure 01)
- ❖ **Noms Communs:** Herbe sacrée, thé de Grèce, herbe sage (Fabre *et al*, 1992)
- ❖ **Nom Français:** Grande sauge, thé d'Europe, herbe sacrée (Zerrouki, 2017).
- ❖ **Nom Anglais:** Sage, great sage, garden sage (Zerrouki, 2017).
- ❖ **Nom Arabe:** Salma (Beloued., 2014), Souak en nebi, salmia et maramia (Baba Aissa., 2000).



**Figure 01:** La sauge (*salvia officinalis* L) (Marabout., 2014)

#### **II.1.4.1.2. Classification de *Salvia officinalis* :**

Selon (Fruleux, 2009) la sauge suit la classification suivante :

- **Règne :** Plantae
- **Embranchement :** Phanérogames
- **Classe :** Eudicots
- **Sous-classe :** Asteridae
- **Ordre :** Lamiales
- **Famille :** Lamiaceae
- **Genre :** *Salvia*
- **Espèce :** *Salvia officinalis* L

#### **II.1.4.1.3. Description botanique de *Salvia officinalis* :**

Environ 900 espèces différentes de sauge existent dans le monde ; en Europe, la sauge (ou sauge éclatée) est la plante médicinale la plus utilisée. La sauge est une plante commune dans les pays méditerranéens, préfère les emplacements ensoleillés et se sème au printemps. Elle est remonte tous les 3 à 4 ans et récolte les feuilles en été. (Walker *et al.*, 2004).

Cette plante vigoureuse possède une base élancée et un buisson pouvant atteindre une hauteur de 80 cm. Ses rameaux sont verts et ses feuilles sont grandes, épaisses et opposées. Ses fleurs bleu-violet sont claires et disposées par groupes de 3 à 6 le long des verticilles. Les fruits ont la forme de tétraakènes et le calice est campanulé avec cinq longues dents, une corolle supérieure bilabée et une lèvre inférieure trilobée. (Madi, 2010).



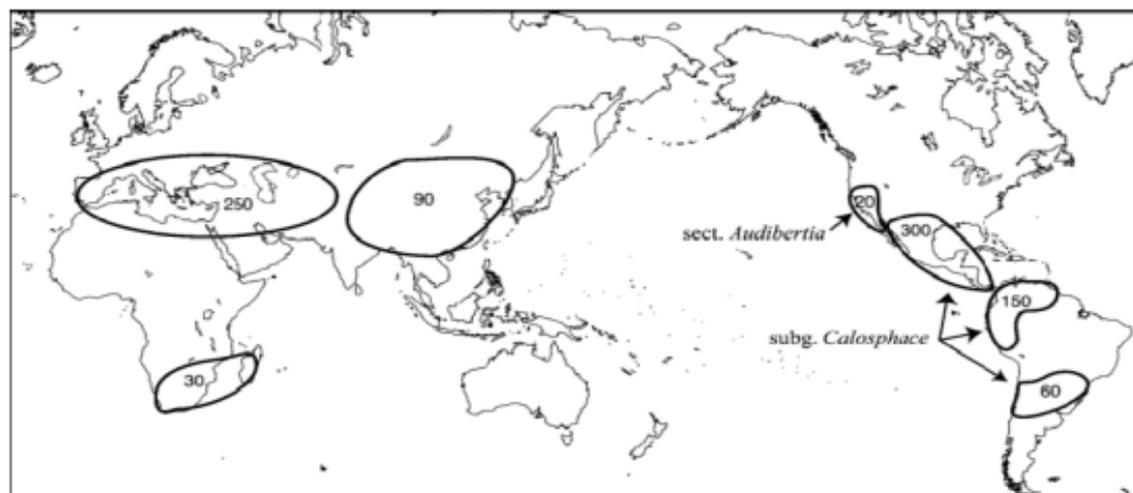
A. graines (fruit) de *S.officinalis* L. B.Fleur de *S.officinalis* L. C.Feuille de *S.officinalis* L

**Planche 01** : Les parties aériennes de *Salvia officinalis* L. (Dahmani *et al*, 2018).

### II.1.4.1.4. Répartition géographique dans le monde :

La salvia est un grand groupe mondial de plus de 1000 espèces qui présente une gamme remarquable de variabilité. Trois grandes régions du monde l'incluent : l'Amérique centrale et du Sud (500 espèces), l'Asie centrale et méditerranéenne (250 espèces), l'Asie de l'Est (90 espèces) et l'Afrique australe (30 espèces). (Walker *et al.*, 2004)

La sauge croit naturellement et culturellement sur tout le bassin méditerranéen, de l'Espagne à la Turquie et à l'Afrique du Nord (**Figure 3**). Cette plante est suffisante et cultivé en Algérie (Alloun, 2013).



**Figure 02:** Répartition géographique du genre *Salvia* dans le monde (Walker et al, 2004).

#### II.1.4.1.5. Usage traditionnelle du *salvia officinalis* :

Compte tenu de ses caractéristiques importantes, la sauge est traitée comme l'une des plantes les plus utilisées; comme stimulant pour les personnes anémiques, également pour les personnes stressées et déprimées, et recommandée aux étudiants lors des examens. Lorsqu'il est appliqué localement, il est utilisé comme rinçage-bouche pour l'inflammation buccale, les abcès et pour le nettoyage et la cicatrisation des plaies (Djerroumi et Nacef, 2004).

Les infusions de sauge peuvent être utilisées pour traiter une variété de troubles circulatoires, de troubles digestifs et de problèmes du système nerveux (Radulescu et al, 2004). Cette herbe aromatique est exploitée en cuisine pour sa saveur camphrée forte et légèrement amère. (Duling., 2007).

De plus, le thé à la sauge est traditionnellement utilisé pour traiter les troubles digestifs et circulatoires, la bronchite, la toux, l'asthme, l'angine de poitrine, l'inflammation de la bouche et de la gorge, la dépression, l'hyperhidrose, les troubles cutanés et de nombreux autres maux. Par conséquent, elle est utilisée pour traiter une variété de maladies du système nerveux, de la circulation cardiaque et sanguine, du système respiratoire, du système digestif, ainsi que des maladies métaboliques et endocriniennes. De plus, cette huile a des propriétés antispasmodiques, carminatives, antiseptiques et astringentes (Hamidpour et al, 2014).

#### II.1.4.1.6. Les principes actifs de la plante *Salvia officinalis* :

La sauge contient de l'huile essentielle (les cétones monoterpéniques) sont considérées des composants principales, des tanins de catéchine, des acides polyphénols carboxyliques (rosmarinique, caféique, chlorogénique, p-comarique, férulique), des principes amers diterpénique, des triterpènespenta cycliques (acides ursolique, cratégorique, oléanolique etc.), des phytostérols, flavonoïdes (Said et al, 2002).

#### II.1.4.2. *Mentha rotundifolia* :

##### II.1.4.2.1. Définition et nomenclature :

*Mentha rotundifolia*, dont le nom vernaculaire en arabe long est «timarssat», est un hybride de *Mentha longifolia* et *Mentha suaveolens* (Lorenzo et al, 2002), alors que pour d'autres auteurs, *Mentha rotundifolia* et *Mentha suaveolens* correspondent à la même espèce (Hendriks et al, 1976).

- ❖ **En français** : Menthe à feuilles rondes ou menthe sauvage (Lucien, 2008).
- ❖ **En Berbère** : Timijja, timersad (Bounihi, 2016).
- ❖ **Nom arabe**: *M. rotundifolia* connue par les population locale « Megne essif» porte différentes dénominations à savoir «timarssat» en Algérie (Khadraoui et al.,2013), «Timija» ou «la menthe en épi» au Maroc (El Arch et al., 2003), «Applemint» (Umemoto, 1998), «Baume sauvage», «Ment astre», «menthe douce à feuilles ronde» (Kothe, 2007).
- ❖ **Synonymes** : Menthe à feuilles rondes / Baume sauvage/ Menthe de cheval/ Menthe sauvage (Benazzouz, 2012).



**Figure 03:** *Mentha rotundifolia* L

#### **II.1.4.2.2. Classification de *Mentha rotundifolia* :**

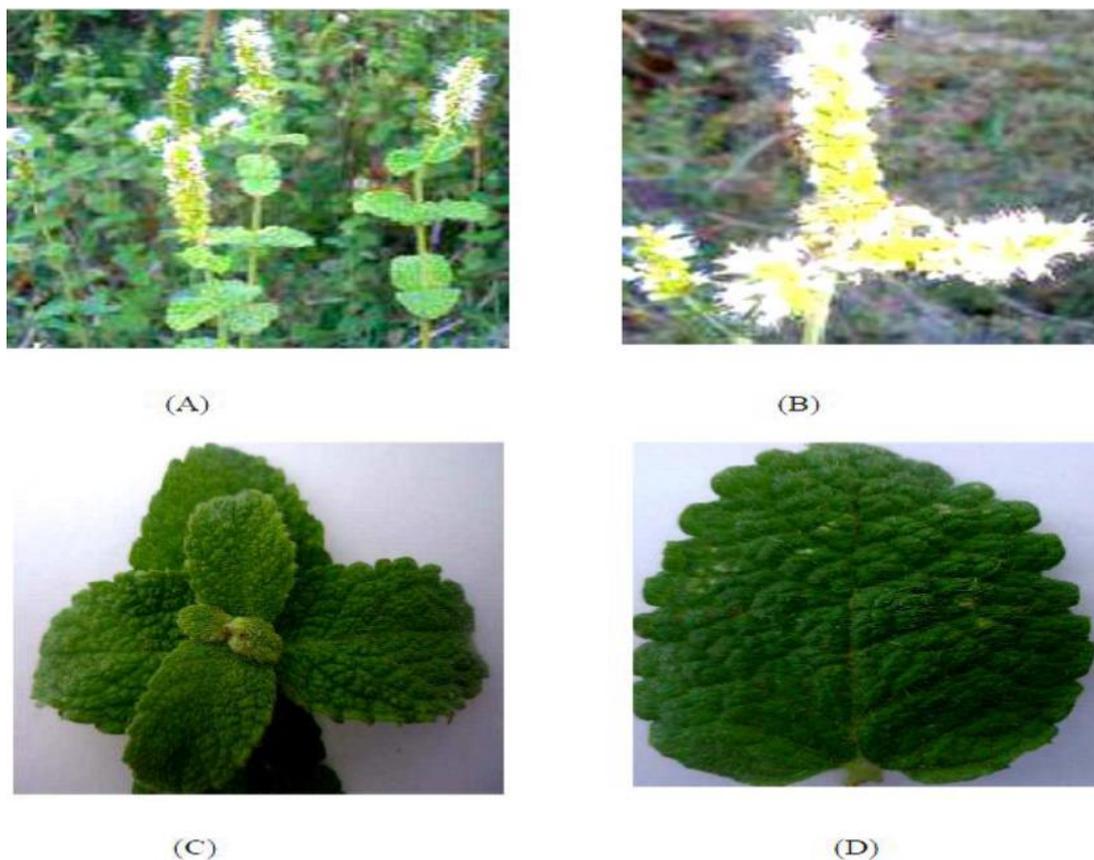
Selon (Quezel et Santha, 1963) la classification botanique de *Mentha rotundifolia* L. est la suivante:

- ❖ **Règne :** Plantae.
- ❖ **Embranchement :** Spermaphyte
- ❖ **Classe :** Dicotylédone
- ❖ **Ordre :** Lamiales.
- ❖ **Famille :** Lamiaceae.
- ❖ **Genre:** *Mentha*.
- ❖ **Espèce:** *Mentha rotundifolia* L.

#### **II.1.4.2.3. Description botanique de *Mentha rotundifolia* L:**

C'est une herbe vivace de 25 à 80 cm de hauteur. Les feuilles sont distinctement pédonculées, ovales, obtuses, moins de 2 fois plus longues que larges, ridées en réseau. Inflorescences en épis en têtes ou en verticilles. (Quezel et Santa., 1963).

Toute la plante est recouverte de poils blancs épais, doux au toucher ; comme toutes les menthes, elle a une forte odeur caractéristique, qui chez cette plante rappelle celle des pommes. Les petites fleurs sont réunies en épis à l'extrémité des rameaux. La hauteur de la plante est de 25 à 80 cm et la longueur de la fleur est de 5 mm. (Bounihi, 2016).



**Planche 2 :** La plante *Mentha rotundifolia* (d'octobre 2012), dans la région de sidi boubker. Wilaya de Saida (A) parties aériennes, (B) fleures, (C), (D) feuilles.

#### II.1.4.2.4. Répartition géographique dans le monde :

La *mentha rotundifolia* est distribuée dans les lieux humides et inondés, elle pousse sous les climats semi-arides et humides a variantes chaudes et tempérées (El rhaffari, 2008); et on trouve dans de autour du bassin méditerranéen en Amérique et en occident Asie, dans l'Afrique du nord (Algérie, Maroc, Tunisie...).

La *mentha rotundifolia* ont a trouvé presque dans toute l'Algérie (Quezel et Santa, 1963). Les parties aériennes de *Mentha rotundifolia* ont été récoltées durant le mois de novembre 2004 dans trois localités du nord de l'Algérie: Sandjas (W. Chlef), Miliana et Rouina (W. Ain Defla) ayant pour altitude respectivement 500, 780 et 280 m. Les specimens ont été déposés dans l'herbier de la Faculté des Sciences agronomiques et de Biologie de l'Université Hassiba Ben Bouali de Chlef (Algérie) (Moussa et al, 2007)

#### II.1.4.2.5. Propriétés et emplois de *Mentha rotundifolia* :

La *Mentha rotundifolia* a des effets sédatifs, relaxants musculaires, anticonvulsivants et non nocive à des proportions thérapeutiques, selon une batterie de tests utilisés par les scientifiques en psychopharmacologie (**Hadouche; 2010**).

Dans le codex traditionnel, il est utilisé comme antidouleur en infusion et en comprimé. Infusions antiseptiques (respiratoires et digestives) et antiseptiques pour nettoyer l'eau. Il est utilisé pour la grippe et le rhume, les nausées, les douleurs de dents, les piqûres d'insectes rafraîchissantes (**Brada et al, 2007**).

En Algérie les feuilles et les tiges sont couramment utilisées en décoctions orales pour les malaises et les coliques digestives, les vertiges et les rhumes, les feuilles séchées sont utilisées comme laxatif elles sont également utilisées dans les boissons culinaires (alcool, vin, sirop, vinaigre), Condiments (rôtis, salades, viandes, légumes), desserts (fruits, glaces, confitures), sauces et pains. Ses feuilles fraîches ou séchées sont également utilisées pour aromatiser le thé (**Hadouche, 2010**).

### **II.2. Les métabolites secondaires :**

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes qui remplissent des fonctions non essentielles, leur absence n'est donc pas létale pour l'organisme, contrairement à métabolites primaires. Ils sont principalement divisés en trois groupes : les polyphénols ; les terpènes ; les alcaloïdes (**Mourad et al, 2011**).

#### **II.2.1. Classification des métabolites secondaires :**

Les substances phytochimiques peuvent être classées en fonction de leur origine biosynthétique. Composés phénoliques, composés terpéniques, composés alcaloïdes, etc. Une classification intéressante a été proposée. (**Liu., 2004**).

##### **II.2.1.1. Les composés phénoliques :**

Les polyphénols, aussi appelés composés phénoliques, sont des molécules spécifiques au règne végétal. Ce terme générique désigne un grand nombre de substances de structures différentes qu'il est difficile à définir, cependant l'élément structurel de base est un noyau benzénique auquel sont directement

rattachés un ou plusieurs groupe hydroxyles, libres ou engagés dans une autre fonction chimique (éther, ester, hétéroside...). (Bruneton J., 1999; Lugasi A., *et al* 2003 ; Sarni-Manchado P, Veronique C, 2006)

Ce sont des métabolites secondaires présents dans toutes les plantes vasculaires (Lebham, 2005). Ils rassemblent un vaste ensemble de plus de 8000 molécules dans environ 10 classes chimiques, et qui présentent toutes un point commun (Beta.Tet *al*, 2005). En effet, ces composés présentent une grande diversité de structures, parmi lesquelles des quinones (anthracénosides), des coumarines, des acides phénoliques, des flavonoïdes, des tanins, des stilbénosides, des lignanes et des xanthones. (Hennebelle, T, *et a.*, 2004; Stalikas, C. D, 2007).

### II.2.1.2. Les principales classes des composés phénoliques :

Les composés phénoliques constituent le groupe le plus abondant et le plus nombreuse distribuée dans le règne végétal, et il existe plus de 8 000 structures phénoliques connues (Lugasi *et al*, 2003). Ces composés peuvent être divisés en plusieurs classes Le premier est la complexité du squelette de base, puis le degré de modification de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, etc.), et enfin le Liaisons possibles entre ces molécules de base et d'autres molécules, généralement des glucides (Dacosta, 2003) On particularisé les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, Coumarines, stilbènes et quinones (Bragazza L. & Freeman C, 2007)

Squelette carboné	Classes
C <sub>6</sub>	Phénols simples
C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	Acides hydroxybenzoïques
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Naphto quinones
C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>	Stilbènes
C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>	Flavonoïdes
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>	Lingnanes
(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Tannins

**Tableau 01:** les principales classes des polyphénols (Karkola *et al*, 2008).

### II.2.1.2.1. Les flavonoïdes:

Le mot flavonoïdes indique une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (Seyoum *et al*, 2006). Ils représentent l'un des plus grands groupes de produits phénoliques naturels. Ils interviennent dans la pigmentation des fleurs, dans la protection des plantes contre les rayonnements UV de type B et dans leur défense contre les herbivores et les attaques microbiennes. (Harborne et Williams, 2000).

Les flavonoïdes sont des dérivés des benzo- $\gamma$ -pyranes. On les trouve sous forme d'aglycones, de glycosides ou de dérivés méthylés. Le squelette de base des flavonoïdes a 15 atomes de carbone et se compose de deux cycles benzéniques C<sub>6</sub> liés par une chaîne C<sub>3</sub>. Un pont à trois carbones entre deux groupes phényle forme généralement un troisième cycle pyrone. Les sous-classes se distinguent selon la conformation de cette structure centrale C (Bruneton., 2009).

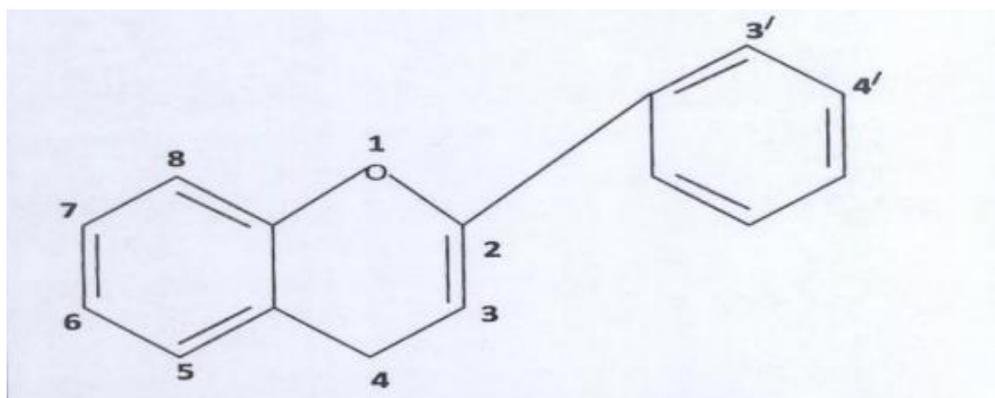


Figure 04: Structure de base des flavonoïdes (Bruneton., 2009).

### II.2.1.2.2. Les tanins :

Le terme tanin vient de l'ancienne pratique consistant à utiliser des extraits de plantes pour tanner les peaux d'animaux, en d'autres termes, transformer les peaux brutes en cuir (HOPKINS., 2003). Les tanins sont des polyphénols présents dans de nombreuses plantes. Leurs structures complexes consistent en des unités monomères répétitives dont les centres asymétriques, les degrés d'oxydation (Hemingway, R.1992) et l'astringence varient, mais qui ont en commun des propriétés de tanner la peau. Cette capacité est liée à leurs propriétés de liaison aux protéines. Leur poids moléculaire est compris entre 500 et 3000 g/mol (Guignard., 2000; Cavin.,1999). Ces tanins sont des donneurs de

protons pour les radicaux libres lipidiques générés lors de la peroxydation. Des radicaux tanniques plus stables se forment alors, ce qui a pour effet de stopper la réaction en chaîne d'auto-oxydation des lipides<sup>41/43</sup> (**Bennick., 2002; Koivikko., et al 2008**)

On distingue :

1. les tanins hydrolysables, esters d'un sucre, qui est très généralement le glucose, et de l'acide gallique 3 ou de l'acide ellagique (**Wakibara et al, 2001**).

2. les tanins condensés ou proanthocyanidols, non hydrolysables résultant de la polymérisation d'unités flavan-3-ols (**Page et al, 1997**).

### II.2.1.2.3. Les coumarines:

Historiquement, le nom coumarine vient de "cumaru", le nom de l'arbre de la fève tonka (*dipteryx odorata willd*, légumineuse), la langue amazonienne pour ses légumineuses

Contient 1% à 3% de coumarine. La coumarine a été isolée pour la première fois en 1820. Ces composés sont une classe essentielle de produits naturels qui ont une odeur caractéristique similaire au foin fraîchement coupé, ils sont présents dans de nombreuses espèces végétales et possèdent des propriétés très diverses. Plus d'un millier de structures coumarines ont été décrites, dont la plus simple est largement répandue dans le règne végétal et très abondante chez les angiospermes (**Iserin., 2001**). Les familles les plus riches en coumarine sont : Les fabacées, les rutacées, les apiécées et les thymelacées. On les trouve dans toutes les parties des plantes, en particulier les fruits et les graines.<sup>53/54</sup> (**Deiana S., et al 2003 ; Booth, et al 2004**).

### II.2.1.2.4. Les alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont des substances organiques naturelles hétérocycliques. Le mot alcaloïde a été introduit par W. Meisner au début du 19<sup>e</sup> siècle pour désigner des substances naturelles qui réagissent comme des alcalis, tels que les alcalis (de l'arabe al kaly, soda et du grec eidos, aspects) (**Zenk M., Juenger M., 2007**). Il contient au moins un atome d'azote dans sa structure chimique et a différents degrés d'alcalinité. Depuis l'identification du premier alcaloïde, la morphine, à partir de l'opium en 1806, ils constituent l'un des plus grands groupes de

métabolites secondaires, avec près de 10 000 à 12 000 structures différentes. (Roberts et Vink., 1998; Stöckigt *et al*, 2002).

Ainsi, on divise les alcaloïdes en trois genre : les alcaloïdes vrais, les pseudo- alcaloïdes, les proto-alcaloïdes (Waller G., Nowakcki E., 1978).

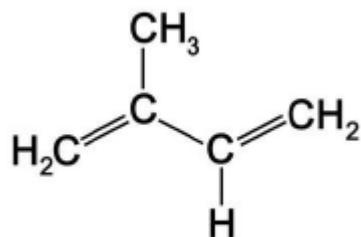
### II.2.1.2.5. Les saponines:

Les saponines ou saponines sont un groupe de métabolites secondaires abondamment présents dans certaines familles du règne végétal. Ils sont notamment produits par des plantes supérieures, mais aussi par des animales marines inférieures et telles bactéries. Leur nom vient du latin *sapo*, signifiant "savon", en raison de leur propriété de former une solution moussante en présence d'eau. Ce sont des glycosides de haut poids moléculaire constitués d'un fragment lipophile, d'un aglycone (ou aglycone) et d'un fragment sucre hydrophile. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et non polaires dans les molécules explique leur comportement moussant dans les solutions aqueuses. (Betina, 2014; Das T K., 2012)

### II.2.1.2.6. Les terpènes et les stérols:

#### II.2.1.2.6.1. Les terpènes:

Les terpènes sont des hydrocarbures naturels avec des structures cycliques ou à chaîne ouverte leur formule moléculaire d'origine est  $(C_5H_X)_n$  où  $x$  varie selon le degré d'insaturation de la molécule et  $n$  peut prendre des valeurs de (1-8), sauf dans le polyterpène ou il peut atteindre plus de 100 (caoutchouc). La molécule de base est l'isoprène de formule  $C_5H_8$  (Figure 05). Le terme terpénoïdes désigne un ensemble de substances qui présentent un squelette terpénique avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide, lactone, etc.) (Malecky, M.2005). La plupart de ces composés proviennent de plantes. Ils sont synthétisés par les plantes, les organismes marins, les champignons et même les animaux (Benaissa O., 2011).



**Figure 05:** Structure de la molécule d'isoprène.

#### II.2.1.2.6.2. Les stérols:

La structure chimique des stérols est similaire à celle du cholestérol. Cette proximité leur permet de tromper le corps en limitant le passage du cholestérol de l'intestin dans la circulation sanguine. Ce sont des substances stéroïdiennes naturelles caractérisées par un noyau polycyclique à fonction alcool (**Bruneton; 1993**).

D'après l'IUPAC les stéroïdes comprennent tous les lipides avec un noyau cyclopentanophénanthrénique (stérane) ou ses dérivés (**Benaissa.,2011**) Cette définition ne classe pas les différents types de stéroïdes. Cependant, l'IUPAC précise que "les stérols sont des stéroïdes" caractérisés par la présence d'un groupe hydroxyle -OH au niveau du carbone C3, par exemple le cholestérol (**Figure 06**).

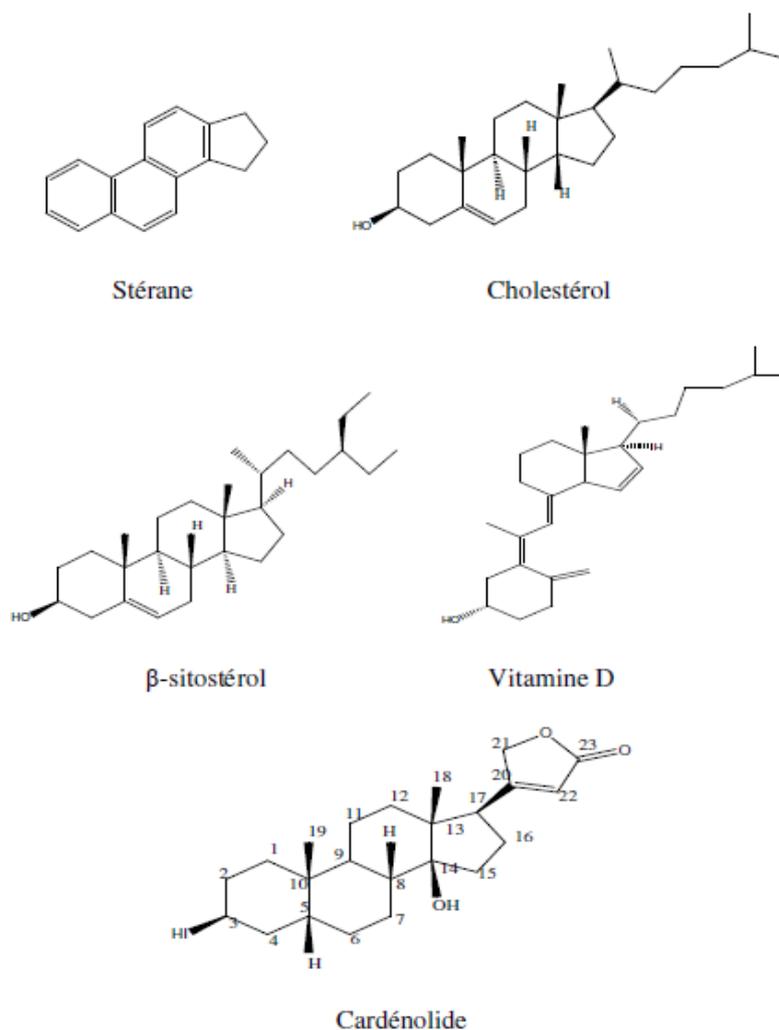


Figure 06: Quelques exemples de stéroïdes.

### II.2.1.3. Les huiles essentielles:

#### II.2.1.3.1. Généralités sur les huiles essentielles :

Le monde végétal fournit les éléments essentiels à l'existence humaine. Les plantes fabriquent une variété de substances naturelles (El Abed, et Kambouche, 2003).

Selon (Telphon., 2005) une huile essentielle est un produit volatil, liquide ou semi-liquide constitué de molécules aromatiques sécrétées par certaines plantes ou arbres. Comme toute huile, elle est insoluble dans l'eau, mais ce n'est pas strictement un produit gras. La volatilité de l'huile essentielle lui donne son parfum souvent très parfumé. On dit que plus l'huile est volatile, plus son parfum est fort.

D'après la norme (IUPAC) une huile essentielle (HE) est un produit obtenu à partir de substance végétale par vapeur ou hydrodistillation. La séparation de l'HE de la phase aqueuse par un procédé physique (AFNOR, 2000). Cette explication est restrictive en ce qu'elle n'inclut pas les produits extraits à l'aide de solvants ni obtenus par toute autre méthode. Le mot "huile" s'explique par la propriété de ces composés à se dissoudre dans les graisses et leur hydrophobicité. Le mot "essentielle" fait référence au parfum, en référence à l'odeur plus ou moins forte que dégage la plante (Anton et Lobstein., 2005).

### II.2.1.3.2. Origine et localisation des huiles essentielles :

Les huiles volatiles peuvent être considérées comme des résidus du métabolisme des plantes. Après la photosynthèse au niveau des chloroplastes, l'énergie produite (sous forme de glucide, de NADPH et d'ATP) contribue au développement de la plante et facilite indirectement la biosynthèse de plusieurs composés secondaires, parmi elles les huiles essentielles (Narishetty, *et al* 2004)

En principe, les huiles essentielles sont présentes dans toutes les parties vivantes des plantes, mais elles sont généralement présentes surtout dans : les brindilles, les fleurs, les feuilles, les racines et les graines. Les cellules sécrétoires peuvent être situées à la surface de différents organes des plantes, appelée localisation exogène, ou à l'intérieur de l'organe, appelée localisation endogène. (Charchari., *et al* 2007).

### II.2.1.3.3. Composition chimique et Les facteurs influençant :

#### II.2.1.3.3.1. Composition chimique:

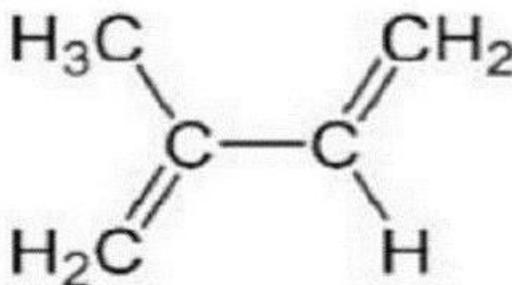
La composition chimique des huiles essentielles est très diversifiée. Même s'il s'agit de la même espèce, la composition sera différente selon le climat, la zone de production, le mode de culture, la saison, la récolte, la partie végétale utilisée, l'équipement et la technologie d'extraction (Duraffourd et Lapraz, 2002).

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et variables dont les constituants appartiennent entièrement à deux groupes aux spécificités d'origine biologique distinctes : les terpènes volatils et les composés odorants dérivés des phénylpropanes (Bruneton., 1999).

Nous citons parmi eux :

**(a) Les composés terpéniques:**

C'est une famille de composés très répandue dans le règne végétal. Ils sont formés par ensembles de cinq atomes de carbone (C5) et sont nommés isoprène (Bakkali et al, 2008)



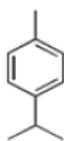
**Figure 07:** Structure de l'isoprène (C5H8). (Bakkali et al., 2008).

-Ils sont classés d'après (Couic-Marinier et Lobstein, 2013) :

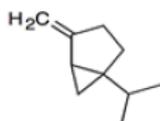
- ❖ **Leurs fonctions :** alcools (géraniol, linalol), esters (acétate de linalyle) aldéhydes (citral, Citronellal), cétones (menthone, camphre, thuyone), éthers-oxydes (cinéole)
- ❖ **Leur structure :** linéaire (farnésène, farnésol) ou cyclique : monocyclique (humulène, Zingiberène), bicyclique (cadinène, caryophyllène, chamazulène) ou tricyclique (cubébol, Patchoulol, viridiflorol).

-Il est à noter que seuls des terpènes de faible poids moléculaires (mono et sesquiterpènes) contenus dans les huiles essentielles (Bruneton, 1999). Il leur confère une caractère éphémère et des propriétés olfactives (Pibiri, 2006).

Monoterpènes



Carbure monocyclique Cymene ('γ')  
Or p-cymene



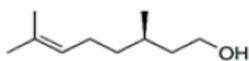
Sabinene



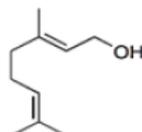
Carbure bicyclique  
Alpha-pinene



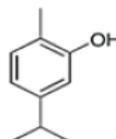
Beta-pinene



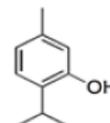
Alcool acyclique Citronellol



Geraniol

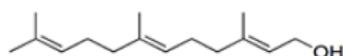


Phenol Carvacrol

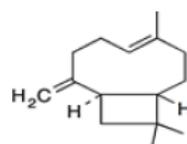


Thymol

Sesquiterpène



Carbure Farnesol



Alcool caryophyll

Figure 08: Structure Chimiques de quelques composés terpéniques.

(b) Mono terpènes:

Ils sont résultent de la liaison de deux unités isoprène (C10), formant 90% des huiles essentielles de structures différentes (Bakkali et al, 2008).

A de multiples fonctions (Georges, 1979) :

Carbures : peuvent être de structure acyclique, monocyclique ou bicyclique

- Acyclique : ex : « myrcene », « ocimene », etc.

- Monocyclique : ex : « terpinenes », « p-cimene », « phellandrenes », etc.

- Bicyclique : ex : « pinenes », « camphene », « sabinene », etc.

Ex : *Huile essentielle de sauge* : contient « thuyone ». Esters :

- Acyclique : linalyl acetate or propionate, citronellyl acetate, etc.

- Monocyclique : menthyl or a-terpinyl acetate, etc.

- Bicyclique : isobornyl acetate, etc.

(c) Sesquiterpènes:

Selon (Bekkali et al, 2008) ils sont assemblés à partir de trois unités isoprène (C15). Cependant, leurs structures et leurs fonctions sont similaires à celles des odorant

monoterpénoïdes dérivés du phénylpropane. Ils sont présents en bien moindre quantité dans les huiles essentielles que les terpènes. Ils comprennent :

- Aldéhyde : «cinnamaldehyde», ex : **huile essentielle de cannelle**.
- Alcool : «cinnamique alcool».
- Phénols : «chavicol», «eugénol», ex : **huile essentielle de girofle** (eugénol).

Dérivés méthoxyle: «anéthol», «élémicine», «estragol», «methyleugénols», ex : **huile essentielle de fenouil** (anéthol).

Composés de méthylène dioxyde: «apicole», «myristicine», «safrole», ex: **huile essentielle de persil** (apicole).

### II.2.1.3.3.2. Les composés aromatiques:

La quantité en dérivés du phénylpropane est inférieure à celle des terpénoïdes. Cette classe comprend des composés odoriférants tels que la vanilline, l'eugénol, l'anéthole, le trou de ver et autres. On les trouve plus couramment dans les HE de la famille d'Apiaceae (anis, fenouil, cannelle, basilic) (Bruneton, 1999)

#### Composés aromatiques

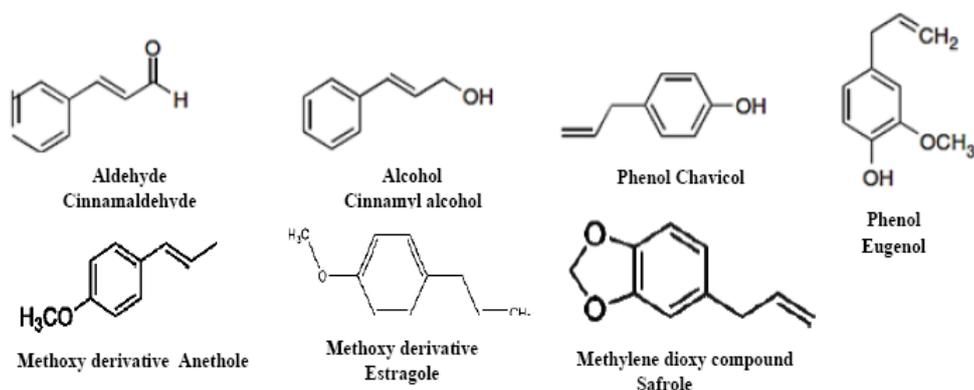


Figure 09: Structure Chimiques de quelques composés aromatiques.

### II.2.1.3.3.3. Les composés d'origine diverses:

Il existe un grand nombre de produits issus de la conversion de molécules non volatiles issues de la dégradation des terpènes non volatils par auto-oxydation, tels que le carotène ou des acides gras tels que l'acide linoléique et l'acide  $\alpha$ -linoléique en (3-cis hexanol, decanal,  $\beta$ -ionone) (Piochon, 2008)

#### II.2.1.3.3.4. Les facteurs influençant:

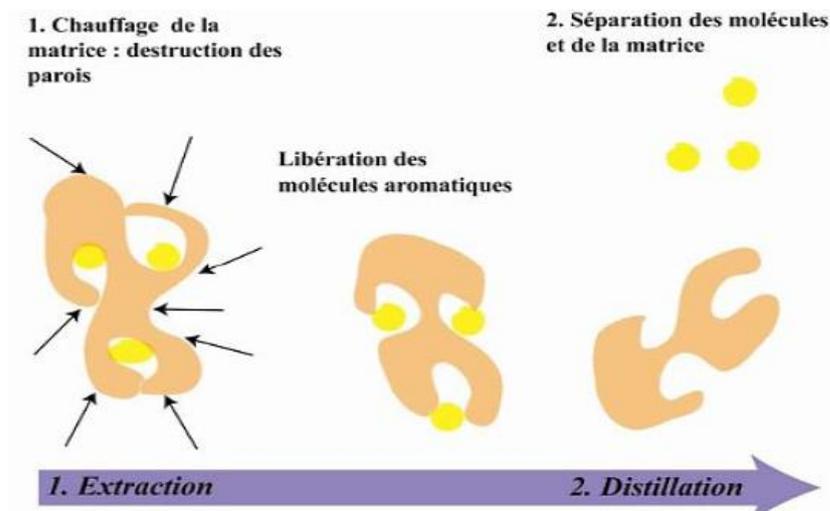
Il existe plusieurs des facteurs externes pouvant influencer la composition chimique et le rendement de l'huile essentielle.

La température, l'humidité, la période d'ensoleillement, la composition du sol sont autant de facteurs environnementaux qui peuvent produire des changements chimiques, (Piochon; 2008)

Ainsi que le génotype, l'origine géographique, la durée de récolte, le séchage, le lieu de séchage, le temps de séchage, les ravageurs, les virus et les mauvaises herbes. Par conséquent, l'effet de l'huile est le résultat d'une combinaison de composés actifs et inactifs, le composé inactif peut affecter la biodisponibilité du composé actif, et plusieurs ingrédients actifs peuvent avoir un effet synergique. (Mohammedi; 2006)

#### II.2.1.3.4. Méthodes d'extraction des huiles essentielles:

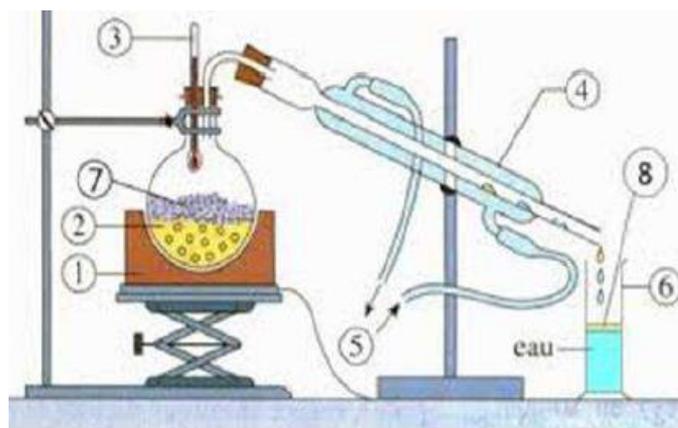
Il existe différentes technique d'extraction les huiles essentielles. Les principaux sont basés sur la distillation à la vapeur, l'expression, la solubilité et la volatilité. Le choix de la méthode la plus adaptée en fonction de la nature du matériel végétal à traiter, des propriétés physico-chimiques de l'essence à extraire, d'utilisation de l'extrait et l'arôme initial lors du processus d'extraction (Samate ; 2001)



**Figure10:** Les étapes de l'obtention d'une huile essentielle (Marie., 2005).

### II.2.1.3.4.1. Extraction par hydro-distillation:

C'est la méthode la plus ancienne, la plus courante et la plus rentable introduite en Europe par les Arabes entre le VIII<sup>e</sup> et le Xe siècle. Il s'agit de placer du matériel végétal dans un alambic, rempli d'eau placé sur une source de chaleur. **(Figure 11)** Après la condensation de la vapeur hétérogène sur une surface froide, les huiles essentielles se séparent en raison des différences de densité **(Bruneton J.2009)**

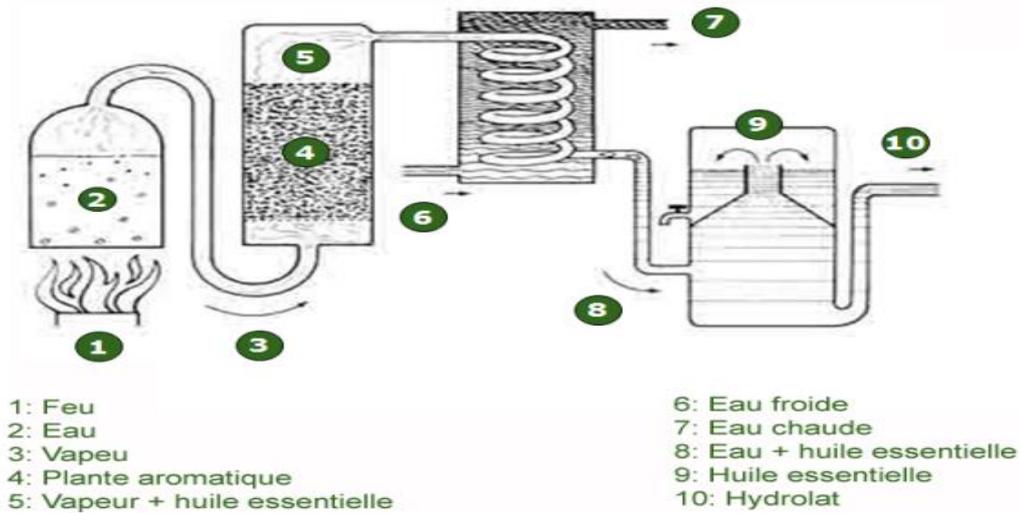


- 1- Chauffe ballon 2- Ballon 3- Thermomètre 4-Réfrigérant 5 - Entrée et sortie d'eau 6 – Erlenmeyer 7 - Matière à extraire l'essence 8 - La couche

**Figure11:** Schéma du principe de la technique d'hydro distillation **(Bruneton J.2009)**

### II.2.1.3.4.2. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau:

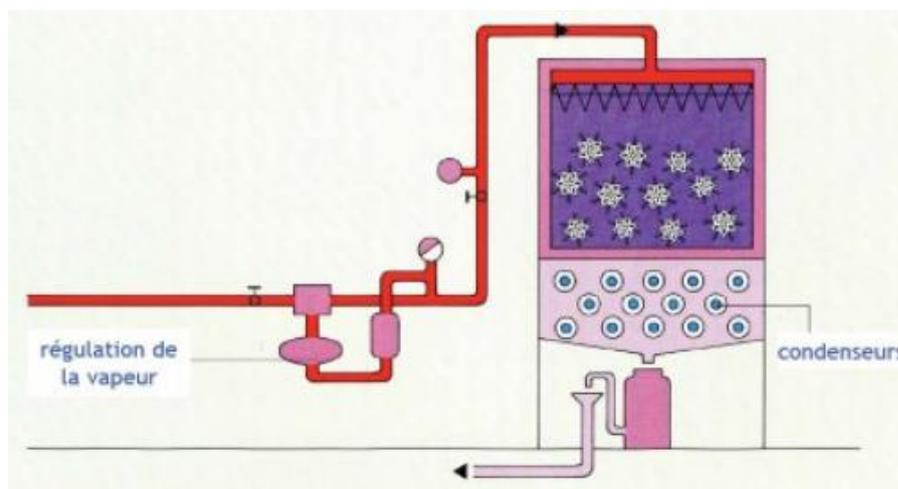
Contrairement à l'hydrodistillation, cette technique ne met pas l'eau en contact direct avec la matière végétale à traiter. La vapeur d'eau fournie par la chaudière traverse la matière végétale située au-dessus de la grille. La vapeur décompose la structure des cellules végétales, ce qui libère des molécules volatiles, formant un mélange «eau + huile essentielle». Le mélange est ensuite envoyé vers un condenseur et parfum, qui se sépare alors en une phase aqueuse et une phase organique « huile essentielle ». L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, et entre l'eau et les molécules d'arôme évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation qui pourraient affecter la qualité de l'huile. **(Marie, 2005)**



**Figure 12:** Schéma de distillation des huiles essentielles à échelle industrielle par entraînement à la vapeur d'eau. (Bassereau *et al.*, 2007).

#### II.2.1.3.4.3. L'hydrodiffusion:

L'hydrodiffusion est un type de distillation à la vapeur. Cette technique spéciale relativement nouvelle. Par conséquent, il profite de l'effet de perméation de la vapeur d'eau. Il consiste à faire passer la vapeur d'eau de haut en bas sous pression réduite. La vapeur d'eau au travers de matrice végétale (**Figure.13**). Les avantages de cette méthode sont que le processus est rapide, moins nocif pour les composés volatils et qu'il n'y a pas de contact entre le matériel végétal et l'eau. De plus, L'hydrodiffusion raccourcit le temps de distillation et réduit la consommation de vapeur, permettant ainsi des économies d'énergie. (Abderrahim E, 2011)



**Figure 13:** Montage d'extraction par hydrodiffusion

#### II.2.1.3.4.4. Extraction par solvant:

La technique "classique" d'extraction par solvant consiste à placer un solvant volatil et la matière végétale à traiter dans un extracteur. Du fait du lavage en continu, le solvant va être saturé en molécules aromatiques puis envoyé au concentrateur où il est distillé à pression atmosphérique. (Marie., 2005)

L'extraction par solvants organiques volatils reste la méthode la plus généralement employée. Les solvants les plus utilisés aujourd'hui sont l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol, le méthanol, le dichlorométhane et l'acétone. (Benouali., 2015)

En plus d'être agréé, le solvant choisi doit également présenter une certaine stabilité face à la chaleur, à la lumière ou à l'oxygène. Son point d'ébullition est de préférence plus bas pour faciliter son élimination, et il ne peut pas réagir chimiquement avec l'extrait. L'extraction est réalisée avec un appareil de Soxhlet ou un appareil de Lickens-Nickerson (Abderrahim., 2011)

Ces solvants ont un pouvoir d'extraction supérieur à l'eau, de sorte que l'extrait ne contient pas seulement des composés volatils, mais également des composés non volatils tels que des cires, des pigments, des acides gras et autres substances. (Hernandez., 2005).

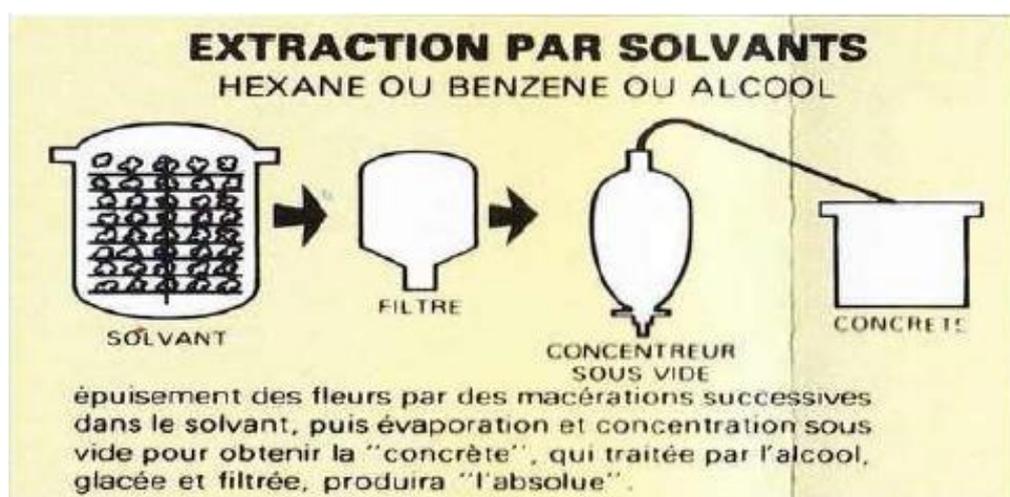


Figure 14: Technique d'extraction par solvants.

#### II.2.1.3.4.5. L'expression à froid:

L'extraction à froid est couramment utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes tels que les citrons, les oranges et les mandarines. Le

principe est de détruire mécaniquement les poches d'essence. Les huiles essentielles sont séparées par décantation ou centrifugation. D'autres machines ouvrent les poches et collectent les huiles essentielles directement par broyage pour éviter la décomposition due à l'exposition à l'eau. (Chaintreau, *et al*; 2003)

#### II.2.1.3.4.6. Extraction par les corps gras:

La méthode par extraction des corps gras est utilisée pour le traitement de la floraison des parties délicates des plantes, telles que les fleurs qui sont très sensibles à l'effet de la température. Il utilise la liposolubilité des composants aromatiques végétaux dans les corps gras. Le principe consiste à mettre les fleurs en contact avec un corps gras, qui sature l'essence végétale. Le produit obtenu est une pommade florale qui est ensuite aspirée avec le solvant éliminé sous pression réduite. Dans cette technique, on distingue la méthode de l'enfleurage, dans laquelle la saturation se fait par diffusion de l'arôme dans le corps gras à température ambiante, et par digestion thermique en immergeant les organes végétaux dans le corps gras. (Lawrence, 1995)

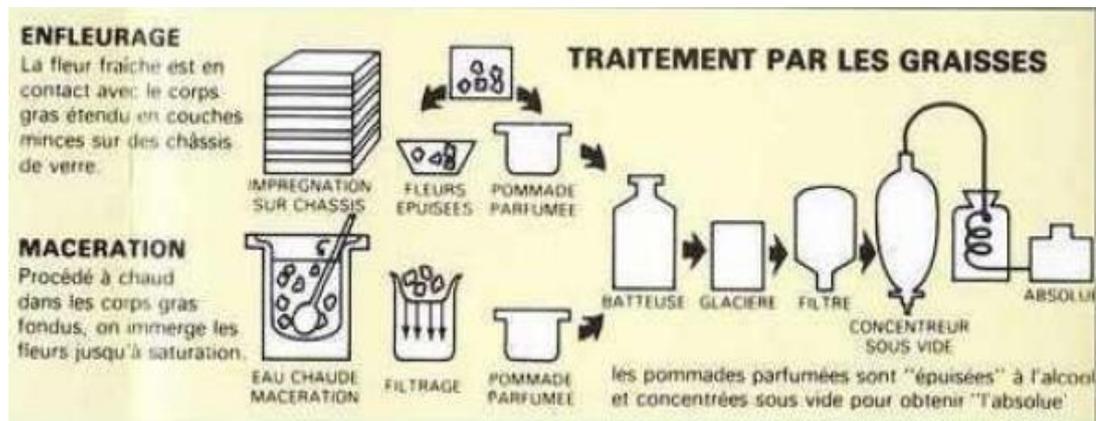


Figure 15: Technique d'extraction par les corps gras.

#### II.2.1.3.4.7. Extraction par micro-ondes:

Une méthode d'extraction assistée par micro-ondes sans solvant conçue pour les applications de laboratoire pour extraire les huiles essentielles des plantes aromatiques. Cette technologie est une combinaison de chauffage par micro-ondes et de distillation à pression atmosphérique. (Figure 16). Basée sur un principe relativement simple, la méthode consiste à placer du matériel végétal dans un réacteur à micro-ondes sans ajout de solvants organiques ni d'eau. Le chauffage de l'eau contenue dans la plante rompt les glandes qui contiennent les

huiles essentielles. Cette étape libère les huiles essentielles, qui sont ensuite alimentées par la vapeur d'eau produite par les plantes. Un système de refroidissement hors micro-ondes permet au distillat, composé d'eau et d'huiles essentielles, de se condenser, qui peut ensuite être facilement séparé par simple décantation. D'un point de vue qualitatif et quantitatif, le procédé SFME apparaît plus compétitif et économique que les méthodes traditionnelles telles que l'hydrodistillation ou la distillation à la vapeur. (Lucchesi *et al*, 2004)

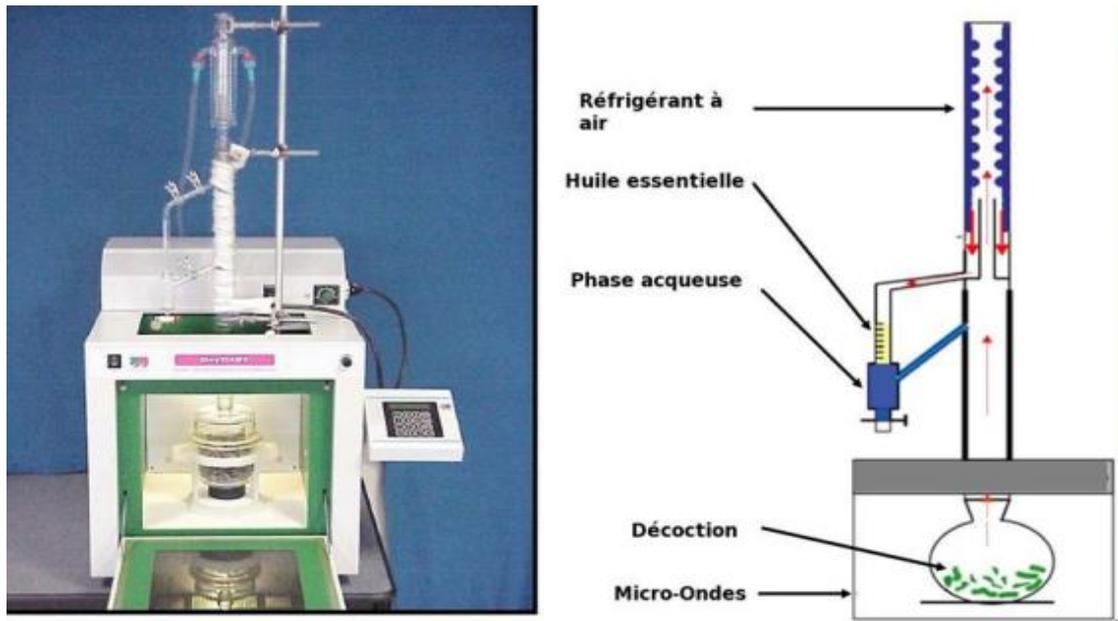


Figure 16: Montage d'extraction assistée par micro-onde

### II.3. Les activités biologiques des composés phénoliques :

Les huiles essentielles ont de nombreuses activités. En phytothérapie elles sont utilisées pour leurs caractéristiques antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine fongique, les dermatophytes (Savajol, 2004).

Ceux d'origine bactérienne, par exemple contre les bactéries lumineales (Savajol, 2004 ; Singh *et al*, 1988)

#### II.3.1. Les activités antioxydants :

Le corps a développé un système de défense très efficace contre la fabrication de RL. Les molécules contrôlant cette production sont désignées par le terme "Antioxydant." d'un point de vue biologique, un antioxydant est toute substance qui Comparé au substrat oxydable, le substrat est significativement oxydé à faible

concentration (**Rizzo AM et al, 2011**), et son produit de réaction est le même que l'oxydant est non toxique. (**Tang S. Y. Et; 2010**).

### **II.3.1.1. Types d'antioxydants :**

#### **II.3.1.1.1. Antioxydants de synthèse**

Les antioxydants de synthèse habituellement utilisés sont les composés phénoliques comme le butylhydroxytoluène (BHT), le butylhydroxyanisole (BHA), le tertbutylhydroquinone (TBHQ) et les esters de l'acide gallique,... etc. Les antioxydants phénoliques sont toujours substitués par les alkyls qui ont prouvé une plus grande solubilité dans les graisses et les huiles. (**Ribeiro et al., 2001 ; Marongiu et al., 2004**).

#### **II.3.1.1.2. Les antioxydants naturels :**

Les antioxydants d'origines naturelles sont présents dans toutes les plantes supérieures et dans toutes les parties de la plante et sont en générales : les composés phénoliques, le bêta carotène, l'albumine, l'acide urique, les oestrogènes, les polyamines, les flavonoïdes, la vitamine E,...etc. Ils agissent par la désactivation des radicaux par création d'addition covalente, la réduction des métaux ou de peroxydes, la complexation d'ions et de métaux de transition et le captage de l'oxygène singulet (**Herodez et al; 2003**).

➤ **La vitamine E:**

Selon (**Delattre; 2005**), capable d'une part de piéger chimiquement l'oxygène singulet (O<sub>2</sub>) en s'oxydant en quinone, d'autre part, de réagir avec le radical hydroxyle .

➤ **La vitamine C:**

C'est un piègeur très efficace des anions superoxydes, du peroxyde d'hydrogène et de l'oxygène singulet.

➤ **La Caroténoïdes:**

Leur rôle protecteur dans les systèmes biologiques implique la désactivation d'espèces électroniquement activées telles l'oxygène singulet O<sub>2</sub> et la désactivation d'espèces chimiques réactives telles les radicaux peroxydes ROO• et alkyles R•, qui peuvent être générés à l'intérieur des cellules et occasionner des dommages oxydatifs.

➤ **Le Zinc:**

Le Zinc joue un rôle antioxydant indirect en assurant la stabilisation de la Cu-znsod, cependant il possède d'autres propriétés antioxydantes dont le mécanisme précis est encore incomplètement connu.

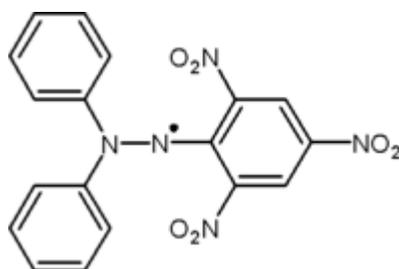
➤ **Le Sélénium:**

Joue un rôle dans la protection des cellules et de leurs constituants contre l'attaque radicalaire, le maintien de l'intégrité membranaire réduit la probabilité de propagation de lésions oxydative à des biomolécules.

### II.3.1.2. Activité de piégeage des radicaux libres DPPH :

Le principe du test se résume en la capacité des huiles à réduire le radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) de couleur violette foncée, qui se transforme en coloration jaunâtre (après réduction). Cette décoloration est mesurable par spectrophotométrie (**BRAND-WILLIAMS et al, 1995**).

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 17:** Structure du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH). (**Site web**).

Le composé chimique 1,1-diphényle-2-picrylhydrazyle fut l'un des premiers radicaux libres utilisé pour étudier la relation structure-activité anti-oxydante des composés phénoliques. Il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. Du fait de cette délocalisation, les molécules du radical ne forment pas des dimères, DPPH• reste dans sa forme monomère relativement stable à température ordinaire. La délocalisation provoque aussi la couleur bleue bien caractéristique de la solution de DPPH•. La mesure de l'efficacité d'un anti-oxydant se fait en suivant la diminution de la coloration bleue, due à une recombinaison des radicaux DPPH•, mesurable par spectrophotométrie à  $\lambda = 517$  nm.

(**Foti, M.C; 2004**).

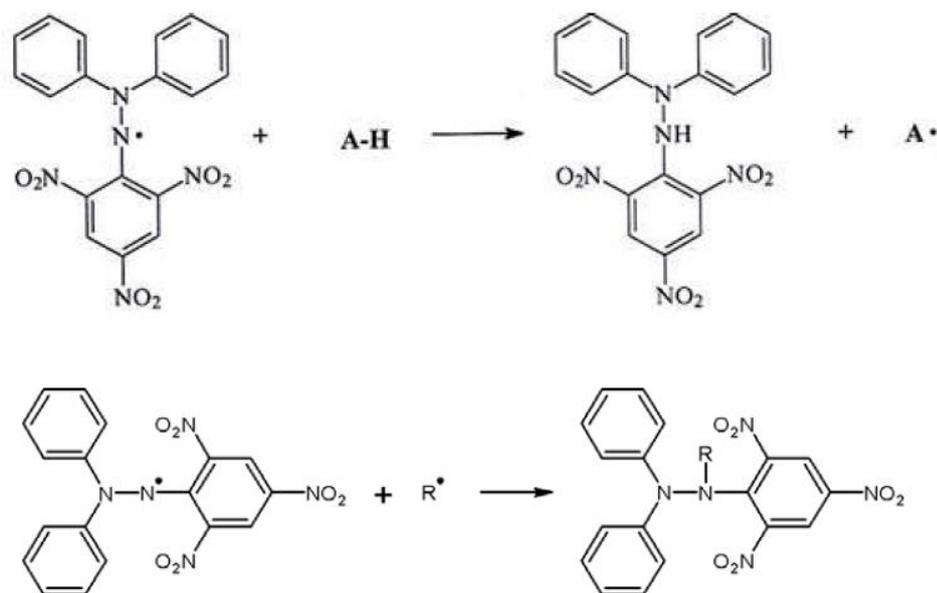


Figure 18: Mécanisme de réaction.

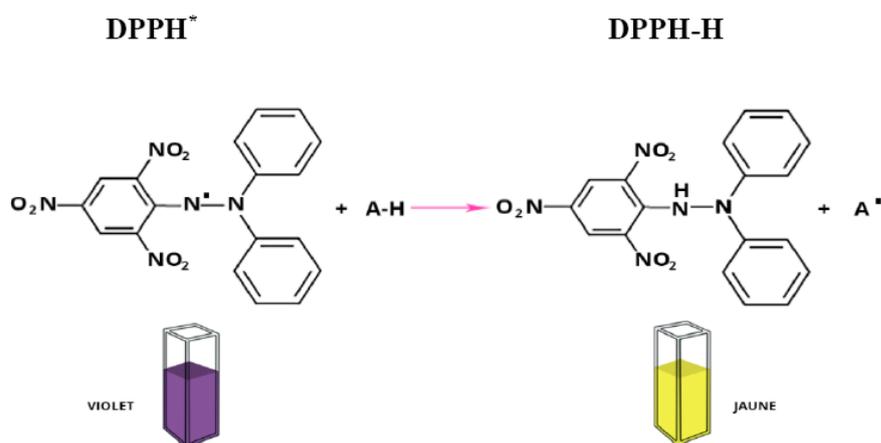


Figure 19: Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH.

### II.3.1.3. Le test de la réduction de fer (FRAP) :

Cette méthode basé sur la réduction du complexe ferrique de la tripyridyl-s-triazine 2.4.6 [Fe (III) - (TPTZ) 2]3<sup>+</sup> au complexe ferreux coloré par le bleu [Fe (II) - (TPTZ) 2]2<sup>+</sup> à faible ph a pour but est mesure la capacité des antioxydants à réduire le fer ferrique). Cette réduction est suivie en mesurant le changement d'absorption à 700 nm (Oyaizu, 1986).

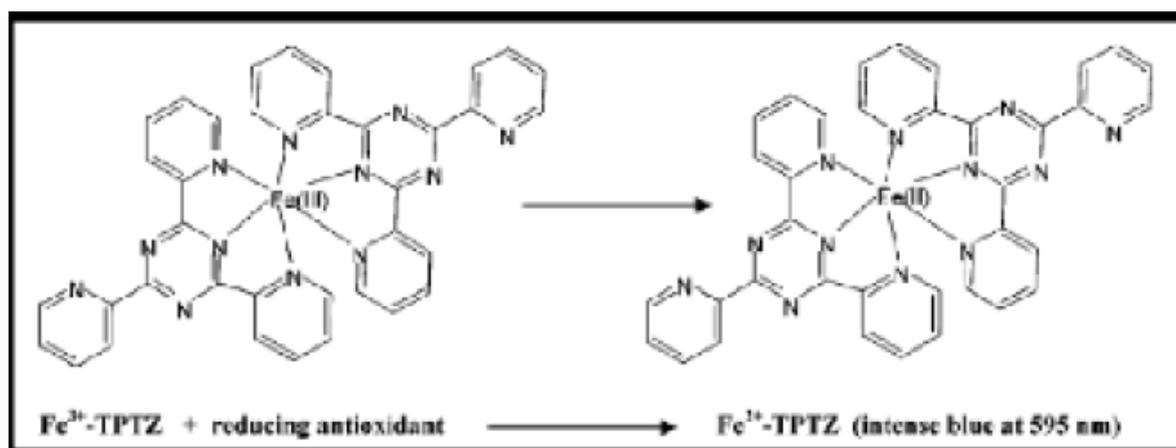


Figure 20: Principe réactionnel du test FRAP.

#### II.3.1.4. B-carotène :

Il a été démontré que la supplémentation en  $\beta$ -carotène protège contre la photosensibilité associée à des maladies cutanées héréditaires comme la protoporphyrie érythropoïétique (**Mathews-Roth, 1989**). Des caroténoïdes sont présents dans la peau humaine et leur concentration diminue après une exposition à l'uv-A et à l'uv-B (**White et al, 1988**). L'exposition à la lumière ultraviolette réduit également certaines fonctions immunitaires, y compris l'hypersensibilité retardée (**Kim et al, 1990**) (Fig.21.)

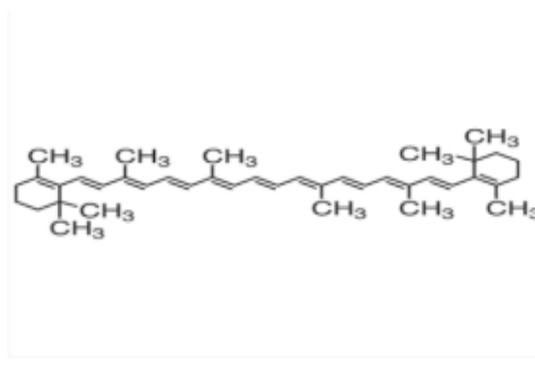


Figure21: Structure chimique de  $\beta$ -carotène. (Site web).

#### II.3.1.5. Propriétés anti oxydantes :

Selon; (**Valko M et al ; 2006**), Un composé est considéré comme un antioxydant in vivo lorsque les propriétés suivantes sont requises :

- Agit spécifiquement contre les radicaux libres;
- Métaux de transition chélatés ;

- Fonctionne en synergie avec d'autres antioxydants pour régénérer;
- Agit à des concentrations physiologiques relativement faibles;
- La demi-vie d'un antioxydant doit être suffisamment longue pour réagir avec l'agent oxydant.

### II.3.2. 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 propriétés antimicrobiennes des plantes médicinales sont bien connues depuis les temps anciens. Cependant, jusqu'au début du XXe siècle, les scientifiques commencent à s'y intéresser. Ces propriétés antimicrobiennes sont dues à la présence d'une huile essentielle contenue dans une plante. Maintenant sur 3 000 huiles, (Haddouche., 2008)

#### II.3.2.1. Les propriétés antimicrobiennes importantes :

Dans la grande majorité des cas, l'utilisation d'antibiotiques entraîne la sélection de populations microbiennes résistantes. Cette résistance est due à l'acquisition de gènes de résistance portés par des chromosomes ou des éléments génétiques mobiles (plasmides, phages, transposons et intégrons). Ces résistances ont mené à la recherche de nouveaux agents antimicrobiens avec une plus grande efficacité. D'une part, il est plus essentiel que les drogues synthétiques et, d'autre part, il est largement accepté par le corps humain. Partiellement (aucun effet nocif sur la santé humaine). (Garcia-Ruiz A; 2008) (Kempf S; 2009).

L'activité antibactérienne a été étudiée par de nombreux groupes de recherche. Extraits de plantes médicinales, ils ont trouvé que ces extraits avaient des propriétés actives non seulement contre les bactéries, mais aussi contre les champignons, les levures et les virus. (Jürgen R ; 2009) (Xia E.Q; 2011).

### II.3.3. Activité antibactériennes :

La bactérie est un micro-organisme ubiquiste, unicellulaire et sans noyau (procaryote) dont le génome est constitué d'ADN. Celui-ci consiste en un seul chromosome, et on note éventuellement la présence de plasmides (petit morceau d'ADN circulaire). L'ensemble des bactéries forme le règne des eubactéries (*Eubacteria*).

Le traitement des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents peut

entraîner la sélection de souches multi-résistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers la découverte de nouvelles voies qui constituent une source d'inspiration de nouveaux médicaments à base des plantes (Jürgen *et al*, 2009).

Elles peuvent être grandes, petites, ovales grosses, longues, courtes ou encore plus épaisses. Les bactéries peuvent être divisées en deux groupes (Gram positif+ et Gram négatif-), basés sur la différence de la structure et de la composition chimique de la paroi cellulaire (Figure 22)

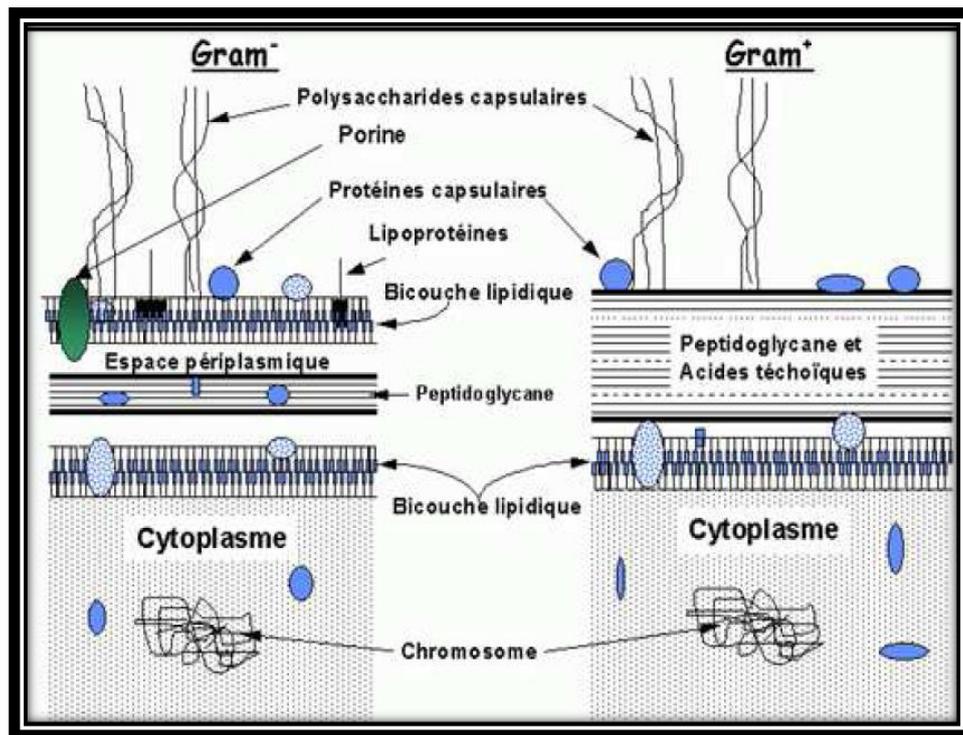


Figure 22: Structure de la paroi bactérienne (site web)

➤ **Escherichia coli :**

C'est une bactérie Gram-négative qui est associée au tube digestif humain et animal, appartenant à la famille des enterobacteriaceae. C'est une forme non spore, de type aérobie facultatif, généralement mobile grâce aux flagelles. Sa longueur varie de 2 à 6  $\mu\text{m}$ , tandis que sa largeur est de 1,1 à 1,5  $\mu\text{m}$ . Escherichia coli est la bactérie la plus courante impliqué dans les infections aiguës des voies urinaires, il provoque également diarrhée estivale, diarrhée infantile et intoxication alimentaire (Kaper J.B ; 2004).

➤ **Staphylococcus aureus :**

Ce sont des cocci à Gram positif appartenant à la famille des micrococcus avec 0,5 à 1,5  $\mu\text{m}$  de diamètre, ne forment pas de sporulation, ont tendance à s'agréger par paires, et

Petites chaînes, généralement non encapsulées ou avec des capsules limitées. Eux est une bactérie anaérobie facultative. *Staphylococcus aureus* est un agent pathogène commun Infection de plaie postopératoire, endocardite aiguë et empoisonnement manger. (**Dworkin M.M. et al ; 2006**).

### ➤ ***Pseudomonas aeruginosa* :**

Ce sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, aérobies et la mobilité est possible grâce à la présence de 1 ou 2 flagelles. Ces bactéries synthétisent principalement deux Types de pigments pyocyanine : phénazine bleue, pyoverdine : jaune-vert. C'est Les bactéries sont résistantes à plusieurs antibiotiques (**Percival S et al;2004**). *Pseudomonas aeruginosa* est responsable de 16 % des cas de pneumonies nosocomiales, 12 % des infections urinaires et 8 % des Infections après plaies chirurgicales (**Van Delden C et al; 1998**).

### ➤ ***Candida albicans* :**

*Candida albicans* est le plus souvent à l'origine de la plupart des manifestations pathologiques chez l'homme. On la rencontre habituellement, à l'état saprophytique, dans le tube digestif de l'homme et, par contiguïté, elle peut être retrouvée au niveau de la muqueuse vulvo-vaginale, ou de la bouche. Mais on ne retrouve qu'exceptionnellement *Candida albicans* au niveau de la peau. Cette espèce est responsable de plus de 80% des infections connues sous le terme de candidose, comme les infections superficielles cutanées et superficielles muco-cutanées (**Delorme J et al; 1997**).

### ➤ ***Salmonella* :**

Bacille à Gram négatif appartenant à la famille des Enterobacteriaceae et au genre *Salmonella*. Ce genre comporte 2 espèces (*S. Enterica* et *S.bongori*). C'est la première cause de toxi-infections alimentaires collectives bactériennes dans le monde. Elle est l'une des préoccupations majeures des laboratoires de contrôle de qualité alimentaire. *S. Typhimurium* est largement répandue dans les différents réservoirs animaux (porcs, bovins, volailles...) et dans certaines denrées destinées à l'homme. (**Kaloustian J et al 2008**).

### ➤ ***Vibrio* :**

*Vibrio cholerae* est un bacille courbe, en forme de bâtonnet, oxydase positive et Gram négatif. Il a une motilité puissante et un flagelle unipolaire. Cette bactérie de 1

à 3 µm x 0,5 à 0,8 µm est une bactérie anaérobie facultative de la famille Vibrio. Les sérogroupes O1 (biotypes classique et El Tor) et O139 sont les principaux agents pathogènes impliqués dans les épidémies de choléra. Les sérogroupes pathogènes produisent la toxine cholérique (CT), qui peut ou non être produite par des souches non pathogènes cette toxine. (Kaloustian J *et al* ; 2008).

➤ **Klebsiella oxytoca :**

Inactif, recouvert de colonies ressemblant à des muqueuses, sensible à la gentamicine, à la cardamycine, aux céphalosporines et à la polymyxine B, mais pas à la pénicilline. Ils sont commensaux du tube digestif et peuvent être à l'origine d'infections urinaires ou respiratoires, parfois compliquées de sepsis et d'infections nosocomiales

Klebsiella spp. Enterobacteriaceae, avec des bacilles à Gram négatif, fixés et capsulés (sauf pour 6% des souches de Klebsiella pneumoniae subsp. Pneumoniae). Ils sont abondants dans le sol et dans l'eau et sont des fixateurs d'azote atmosphérique. (François D *et al*; 2007).

### II.3.3.1. Mode d'action contre les bactéries :

Selon (El Kalamouni; 2010), d'une manière générale, l'action des huiles essentielles se déroule en trois phases :

- Attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- Destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie.

### II.3.3.2. Méthodes d'évaluation de l'activité antibactérienne :

➤ **Méthode de diffusion en milieu solide :**

La méthode consiste, après ensemencement de la suspension bactérienne, à étaler l'antibiotique dans des puits de 6 mm de diamètre et de 3 mm de profondeur, et à creuser un puits témoin dans une boîte de Pétri contenant du milieu de Muller Hinton. Incuber ensuite à 37°C pendant 18 à 24 heures. Mesurer le diamètre de la zone d'inhibition à l'aide d'un pied à coulisse (El Kalamouni, 2010).

➤ **Méthode de diffusion sur disque :**

Ces méthodes peuvent être appliquées à la gélose ou au bouillon, à partir desquels on peut déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI) (Prescott et al, 2010). Il existe une relation simple entre le diamètre de la zone d'inhibition et la CMI mesurée par la technique de dilution. Cette relation est appelée ligne de concordance ou de régression (Guérin-Faublée et Carret, 1999), et sa zone d'inhibition est inversement proportionnelle à la CMI testée (El kalamouni et al ; 2010).

### ➤ **Méthode de dilution de milieu liquide:**

La méthode de dilution vise à déterminer la plus faible concentration de l'antimicrobien testé qui inhibe la croissance des bactéries testées. Dans un milieu liquide, les bactéries se dispersent librement et leur multiplication entraîne une turbidité. Dans un premier temps, pour les grandes dilutions, dans une série de tubes d'un volume minimum de 2 ml, ou pour les microdilutions en puits de plaque, répartir des concentrations décroissantes d'antibiotique en volumes égaux et ajouter à volumes égaux dans chaque tube ou puits, une culture bactérienne en exponentielle phase de croissance. La CMI d'un antibiotique contre la souche étudiée a été définie comme la concentration minimale inhibitrice de toute croissance visible à l'œil nu après 18 à 24 heures d'exposition à 37°C (Freidman et al, 2002).

### **II.3.4. Activité antifongique :**

L'augmentation de la résistance fongique vis-à-vis les médicaments classiques, les frais de traitement et le fait que les antifongiques les plus disponibles n'ont que l'activité fongistatique, justifient la recherche de nouvelles stratégies (RAPP, 2004).

Les huiles essentielles de nombreuses plantes sont reconnues qu'elles possèdent une activité antifongique (KALEMBA et al, 2003). Cependant, seulement des informations limitées existent sur l'activité vers les champignons pathogènes humains (OKOH, 2010). Les huiles essentielles ont la capacité de pénétrer et de perturber la paroi cellulaire des champignons et des membranes cytoplasmiques grâce à un processus de perméabilisation, qui conduit à la désintégration des membranes mitochondriales. Cela est dû à des altérations du débit. Il peut endommager les lipides, les protéines et les acides nucléiques contenus dans les cellules infectées par des champignons pathogènes (Arnal-Schnebelen et al, 2004).

### II.3.5. Activité inflammatoire :

L'inflammation est une réaction normale du corps pour se protéger des dommages causés par un traumatisme physique, des agents chimiques ou des microbes pathogènes. C'est la réponse de l'organisme pour inactiver ou détruire les organismes envahisseurs.

Elle est déclenchée par la libération de médiateurs chimiques des tissus lésés et la migration cellulaire. Les médicaments les plus couramment utilisés pour gérer les affections inflammatoires sont les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), qui ont plusieurs effets indésirables, en particulier une irritation gastrique entraînant la formation d'ulcères gastriques (**Bennett et Brown, 2005 ; Tripathi, 2008**).

Existente deux stades de l'inflammation, l'inflammation aiguë et chronique. L'inflammation aiguë est une étape initiale de l'inflammation (de l'immunité innée), qui est médiée par l'activation du système immunitaire. Ce type d'inflammation persiste seulement pendant un court laps de temps et est généralement bénéfique pour l'hôte. Si l'inflammation dure pendant une longue période, la deuxième étape de l'inflammation ou inflammation chronique s'installe dans l'hôte et peut prédisposer à diverses maladies chroniques, y compris le cancer (**Lin and Karin, 2007**).

L'effet anti-inflammatoire des polyphénols a été mis en évidence chez le lapin par la prévention des lésions dues à une application externe d'huile de croton (**HELME et al, 1999**), et chez les rats par test des flavonoïdes sur une réaction inflammatoire induite par une substance appelée carrageenan (**EMIM et al, 1994**).

**PARTIE III. MATERIEL  
ET METHODES**

---

### III.1. Introduction :

L'Algérie, par sa situation géographique, possède une végétation riche et variée du fait .Un grand nombre de plantes aromatiques y poussent naturellement. L'intérêt pour ces plantes n'a cessé de croître ces dernières années.

A cet effet, on s'est intéressé à étudier l'huile essentielle de les deux plantes *Salvia officinalis* et *Mentha rotundifolia* ainsi que l'évaluation de leurs activités biologiques (antioxydant, antibactérienne, antifongique).

L'objectif de ce travail est :

- L'extraction des HEs de *Salvia officinallis* et *Mentha rotundifolia* par l'hydrodistillation et leur caractérisation.

- L'étude de l'activité antibactérienne de ces huiles essentielles sur certains germes pathogènes: *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*

- L'étude de l'activité antifongique de ces huiles essentielles sur certains germes pathogènes: *Aspergillus* et *piniciline*.

- L'étude de l'activité antioxydante des huiles essentielles extraites par la méthode de piégeage des radicaux libre(DPPH).

Notre étude s'inscrit dans le cadre de la valorisation des plantes médicinales à travers la détermination de l'effet in vitro de l'association de l'huile essentielle sur les bactéries.

### III.2. Matériel végétal :

La partie aérienne de *Salvia officinalis* L a été récoltées de la région de Saida (la forêt récréative située à la sortie Sud de la ville) pendant la période de floraison (février 2023). et *Mantha rotundifolia* L a été récoltée de la région de Saida (Sidi boubekour 35° 01' 44" Nord, 0° 03' 25" Est) Les deux premiers plantes ont été identifiées par Dr.Terras (La Boratoire De Recherche Les Ressource Hydrique Et Environnement). Le matériel végétal a été récoltée est rincée et laissée sécher à l'ombre dans un endroit sec et aéré. Une fois séchée, une partie a été broyée en une poudre fine, pour être soumise à des tests phytochimiques et également à différentes extractions.



(A)

(B)

(A): *Mantha rotundifolia* L, (B): *Salvia officinilis* L.

**Photo 01:** les plantes étudiées.

### III.2.1. Screening photochimique:

Pour déterminer les différents groupes chimiques contenus dans un organe végétal, nous avons fait un dépistage phytochimique. Celui-ci est basé des réactions physicochimiques qui permettent d'identifier la présence des substances chimiques. Les groupes phytochimiques sont nombreux, mais on a fait les principaux : les alcaloïdes, les polyphénols (flavonoïdes, anthocyanes, tannins), les saponosides, les stéroïdes, les coumarines, composés réducteurs, amidon, les stérols, les terpènes.

#### III.2.1.1. Différentes classes recherchées:

##### III.2.1.1.1. Les flavonoïdes:

On prend 5 ml de l'extrait éthanolique et on 1 ml d'HCL concentré et 0.5g de tournures de magnésium. La présence des flavoniodes est confirmée par l'apparition d'une couleur rouge ou rose: (+) présence des flavonoides, (-) l'absence des flavonoïdes. (Karumi *et al*, 2004).

##### III.2.1.1.2. Les tannins:

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

#### **III.2.1.1.3. Les coumarines :**

Une quantité de 1g de poudre végétal est solubilise dans quelques gouttes d'eau chaude, La solution obtenue est 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 intense révèle la présence de coumarines. (Benmehdi; 2000)

#### **III.2.1.1.4. Les composés réducteurs :**

Leur détection consiste à traiter 1 ml de l'extrait éthanolique avec de l'eau distillée et 20 gouttes de la liqueur de Fehling puis chauffer. Un test positif est révélé par la formation d'un précipité rouge brique (Trease et Evans, 1987).

#### **III.2.1.1.5. Saponosides:**

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

#### **III.2.1.1.6. Amidon:**

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

#### **III.2.1.1.7. Test d'Anthocyanes :**

2 ml d'infusé aqueux sont ajoutés à 2 ml d'acide chlorhydrique HCl 2N, l'apparition d'une coloration rose- rouge qui vire au bleu violacé par addition d'ammoniac indique la présence d'anthocyanes. (BENZEGGOUTA, 2015).

#### **III.2.1.1.8. Les alcaloïdes:**

Nous avons procédé à une macération de 24 heures de 2g de poudre végétale mélangés à 50ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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).

#### **III.2.1.1.9. Stérois et triterpénés: (Trease et Evans, 1987).**

Deux essais ont été effectués:

➤ **Essai 1** : Test pour les stérois 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).

➤ **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.

### **III.2.2. Les procédures d'extraction:**

#### **III.2.2.1. Extraction des huiles essentielle:**

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger. Une fois que la matière végétale est récoltée, la partie aérienne de la plante (feuilles) est récupérée et nettoyée de la terre et des autres herbes contaminants.

**l'hydrodistillation (water distillation):** IL s'agit de la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée. Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Tout est ensuite porté à ébullition.

### III.2.2.2. Procédé d'extraction:

L'extraction de l'huile essentielle a été effectuée par hydro distillation en utilisant l'appareil de Clévenger. IL est constitué d'un chauffe ballon qui permet la distribution homogène de la chaleur dans le ballon. Celui-ci est en général en verre pyrex dans lequel on place le matériel végétal séché et l'eau distillée, une colonne de condensation de la vapeur (réfrigérant) qui vient de l'échauffement du ballon, un collecteur qui reçoit les produits de la distillation.

Avant l'emploi, l'appareil à été nettoyé par l'acétone puis l'eau distillée pour éviter toute contamination. Dans un ballon, on ajoute 200 g des parties aériennes de la plante (feuilles) sont mises en contact avec 1000 ml d'eau distillée dans le ballon. L'ensemble est porté à ébullition pendant 3h. L'huile essentielle est alors entraînée par la vapeur d'eau. Elle est ensuite condensée en passant par le condensateur. Le liquide recueilli résulte en un distillat avec une couche d'huile mince à la surface qui sera par la suite séparée, après repos du liquide. Cette extraction est réalisée au laboratoire pédagogique de microbiologie de la faculté des sciences à centre universitaire DR.SALHI AHMED- Naama-.

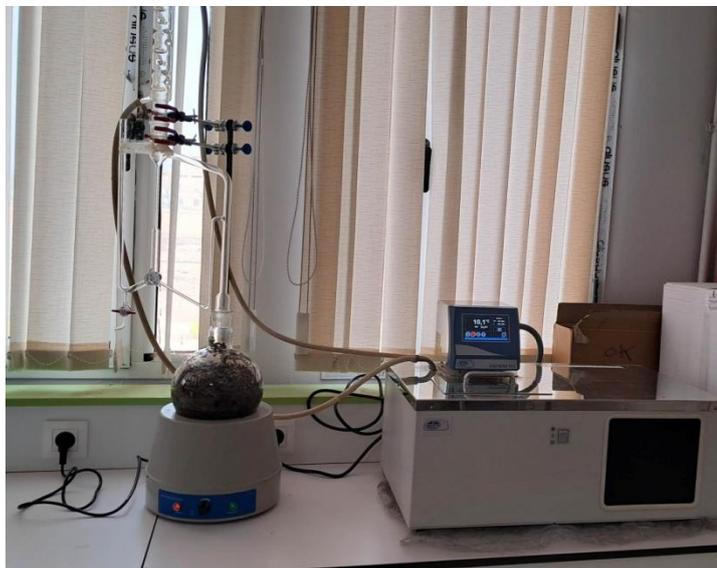


Photo 02 : Montage d'extraction de l'huile essentielle de *salvia*.

### III.2.2.3. Calcul du rendement:

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la plante à traiter. Le rendement, exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante:

$$\text{Huile \% (v / p)} = \text{poids d'huile extraite en (g)} / \text{poids de l'échantillon traitée en (g)} \times 100$$

### III.2.3. Evaluation de l'activité antioxydant:

Beaucoup de tests sont utilisées pour évaluer l'activité antioxydant des extraits. La plupart de ces tests sont basées sur la coloration ou la décoloration d'un réactif dans le milieu réactionnel. Dans notre étude nous avons utilisé: **Le test DPPH.**

#### ❖ Test DPPH

L'activité antioxydante des extraits à été mesurée in vitro par le 2,2.-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), dont le DPPH est un radical libre stable de couleur violacée photométrable 517 nm. La réduction du radical par un donneur d'atome d'hydrogène conduit à la formation de 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazine DPPH de coloration jaune-verte. L'intensité de la couleur est proportionnelle a la capacité des antioxydants présents dans le milieu a donner des protons (**Sánchez-Moreno, 2002**).

#### III.2.3.1. Dosage de l'activité anti-radicalaire (test DPPH):

Le protocole expérimental suivi et celui (**d'Atoui et al 2005**) :à différentes concentrations pour l'huile (1/2 ;1/4; 1/8 ; 1/16; 1/24) 50 µl de chaque extrait et l'huile, sont ajoutés à 1950µl d'une solution méthanolique de DPPH° à 47.36mg/mL (0,1421g dans 3 ml éthanol) pour *Salvia* et poue *Mentha* 8.6mg/ml (0.0172g dans 3 ml) Parallèlement, un contrôle positif est préparé en mélangeant 50 µl du éthanol avec 1950 µl d'une solution méthanolique de DPPH° à la même concentration utilisée.

Après incubation à l'obscurité pendant 30 min 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 et le DPPH°.Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition, calculés suite à la diminution de l'intensité de la coloration du mélange est répété 3 fois, selon la formule:

$$\text{PI} = (\text{D.Otémoin} - \text{D.Oextrait} / \text{D.Otémoin}) \times 100$$

**PI:** Pourcentage d'inhibition.

**D.O témoin:** Absorbance du témoin négatif.

**D.O.extrait:** Absorbance de l'extrait.

### **III.3. Evaluation de l'activité antimicrobienne:**

C'est une méthode de mesure in-vitro, du pouvoir antibactérien des composés. La technique utilisée est celle du contact direct qui compte deux méthodes, la méthode des puits et la méthode de diffusion. Nous avons choisi la dernière méthode. Bien qu'il s'agisse d'une méthode plus ancienne, elle est encore largement utilisée dans les laboratoires bactériologiques pour mesurer l'efficacité antimicrobienne des antibiotiques de synthèse.

#### **III.3.1. Matériels biologiques:**

##### **III.3.1.1. 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.
- ❖ Les bactéries à Gram-positif: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Listeria 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

##### **III.3.1.2. Les souches fongiques:**

- ❖ Champignon filamenteux : *Aspergillus niger* et *pénicillium* sp.

##### **III.3.1.3. Milieu de culture:**

- ❖ bouillon nutritif (milieu de repiquage)
- ❖ Gélose dextrose à la pomme de terre (milieu de l'activité antifongique)
- ❖ Gélose Mueller Hinton (milieu de l'activité antibactérienne)

#### **III.3.1.4. Conservation des souches:**

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

#### **III.3.1.5. Préparations des prés cultures:**

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

#### **III.3.1.6. Préparation de l'inoculum:**

Pour préparer l'inoculum, on racle 4 à 5 colonies bien isolées et parfaitement identiques à partir d'une culture de 18h, sur le milieu d'isolement puis déchargées dans un bouillon nutritif (ou en eau physiologique à 0,9 % NaCl). La suspension bactérienne est ensuite homogénéisée à l'aide d'un vortex et sa turbidité est ajustée à 0,5 Mc Farland 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.

#### **III.3.1.7. Dilution des huiles des plantes étudiées:**

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

#### **III.3.1.8. Mode opératoire:**

Milieu de culture utilisé pour l'évaluation de l'activité antibactérienne est la gélose Mueller Hinton et le milieu PDA pour l'activité antifongique. La technique des puits utilisée pour étudier la capacité d'une substance à exercer un effet antimicrobien est aussi appelée la technique de dilution en gélose pour la détermination des extraits actifs. Des boîtes de Pétri contenant de la gélose Mueller Hinton sontensemencées aseptiquement par une suspension qui provient d'une culture jeune de bactéries et des autres boîtes contenant du PDA pour les moisissures .L'ensemencement se fait par écouvillonnage, le frottement de l'écouvillon sur la même boîte de pétri a été répété à trois reprises en tournant à chaque fois la boîte d'un angle de 60°. Les disques de papier filtre (6 mm de diamètre) sont imprégnés individuellement avec 10 µl des huiles puis placés sur le milieu gélose déjà inoculé avec les microorganismes testés. Les boîtes de Pétri

sont stockées à 4 °C pendant 2 h puis incubées à 37 °C / 24h pour les bactéries, à 30 °C / 48 h pour les champignons. Les diamètres des zones d'inhibition (mm) sont mesurés y compris le diamètre des disques. Les disques d'antibiotiques sont utilisés comme témoins positifs pour les bactéries, quant au solvant DMSO (5%), IL est utilisé comme témoin négatif.



**Photo 03:** Ensemencement et préparation des disques.

### **III.3.1.9. La lecture des resultants:**

S'effectue par mesure des diamètres des zones d'inhibitions. Un produit est considéré actif lorsque le diamètre de la zone d'inhibition est supérieur à 8 mm (QUEZEL.1963).

### **III.3.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI):**

Les concentrations minimales inhibitrices (CMI) sont déterminées à l'aide des plaques de microdilution stérilisées selon (Okusa *et al* 2007) avec modifications mineures. Les essais sont réalisés dans le Muller Hinton bouillon pour les bactéries. Les huiles essentielles sont d'abord dissoutes dans 5% de diméthylsulfoxyde (DMSO) et des séries de dilutions sont préparées dans des microplaques à 96 puits (200 µl /puits). Ensuite, les souches sont ajustées à 0.5McFarland (10<sup>8</sup> cellules / ml pour les bactéries), diluées à 1/100 pour atteindre (10<sup>6</sup> et 10<sup>4</sup> cellules / ml pour les bactéries) et rajoutées à chaque puits (100 ul / puits). Enfin, les souches sont incubées pendant 24 heures à 37 °C. La CMI est défini comme la concentration la plus faible des échantillons pour laquelle Les

micro-organismes ne démontrent pas de croissance visible à l'oeil nu comme indiquée par la turbidité.

Le DMSO est le contrôle négatif et le contrôle de la stérilité est préparé en utilisant le bouillon Muller Hinton seul.

### **III.3.3. Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB):**

La concentration minimale bactéricide (CMB) est la plus faible concentration de substance qui laisse plus de 0,01% de germes survivants. C'est la plus petite concentration d'une substance qui peut tuer les bactéries après 18h de culture à 37°C. On peut la déterminer, soit en milieu liquide soit en milieu solide. (Soussy, 2000) (Weber, 2003).

Pour déterminer la CMB nous avons procédé à des sous culture, à partir des tubes qui ne contiennent aucune croissance bactérienne visible. Donc c'est la concentration minimale d'une sous culture il n'y a pas de poussée bactérienne.



**Photo 04:**Déterminer de la concentration miniale bactericide.

# **PARTIE IV. RESULTATS ET DISCUSSION**

---

### IV.1. Screening phytochimique et potentiel bioactif in vitro des plantes

#### *Salvia officinalis L et Mentha rotundifolia L:*

Le screening phytochimique nous permettent de mettre en évidence la présence de métabolites secondaires dans les tissus végétaux de nos plantes et de bien comprendre leur activité pharmacologique. Ces métabolites le protègent de attaque par des bactéries, des champignons et des insecticides, donc responsable de l'activité antimicrobienne contre certains micro-organismes (Marjorie; 1999)

La détection de ces composés chimiques est basée sur des essais de solubilité des constituants, des réactions de précipitation et du changement de couleur.

Les résultats obtenus au terme des tests préliminaires pour le criblage phytochimique, réalisés sur la partie aérienne de *Salvia officinalis L et Mentha rotundifolia L* sont résumés dans le **tableau 02** :

Extrait	Métabolite testé	Réaction	Résultats	
			Salvia	Mentha
Ethanolique	Les flavonoïdes	HCL et tournures de magnésium	+++ (Guezgouz et Ramdani; 2018)	+ (FERDJIOUI, 2018)
	Les tannins	FeCl <sub>3</sub>	Tanins Cathéchiques	Tanins Cathéchiques
	Stérols et stéroïdes	Acide sulfurique concentré	+	+
	Composé réducteur	Liqueur de Fehling	-	-
Infusion Aqueux	Saponosides	Test demousse	+++	-
	Anthocyanes	HCl 2N	-	-

<b>Poudre Végétale</b>	<b>Coumarine</b>	Fluorescence UV	+++	+
	<b>Alcaloïdes</b>	Mayer	-	-
		Wagner	+	-
<b>Aqueux</b>	<b>L'amidon</b>	NaOH	-	-

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

**Tableau 02:** Ils révèlent la présence ou l'absence d'un groupe de métabolites secondaires.

Ces résultats nous ont permis de mettre en évidence la présence de métabolites secondaires à savoir tannins catéchiques, saponosides, stérols et triterpènes, coumarines et l'absence des amidons et des composées réductrices. Du point de vue biologique, ces groupes constituent des principes potentiellement actifs rencontrés dans toute ou une partie de la plante. (Sofowora., 1993).

Pour la plante *Salvia officinalis L.*, nous a permis de détecter les composés suivants: les polyphénols, les saponines, les glycosides, les flavonoïdes, les tanins, les coumarines, et les alcaloïdes seuls à faible concentration. Ces résultats d'analyses phytochimiques s'accordent avec ceux obtenus par (Ghorbani et Esmaeilzadeh., 2017).

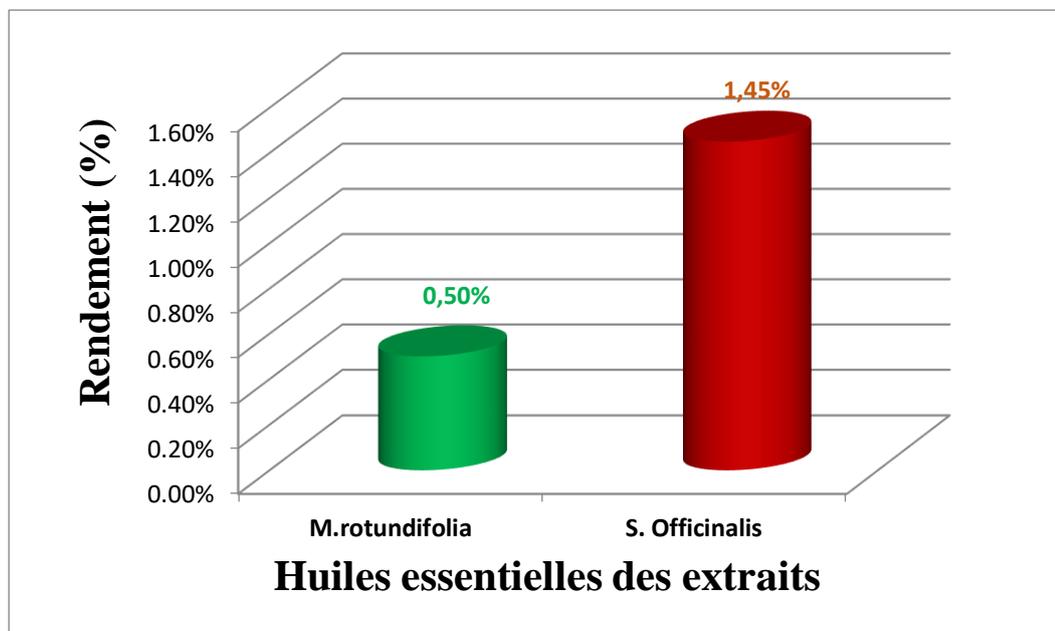
De même les résultats réalisés par (Lu et Foo., 2002) et par (lima et al, 2007); montrent que les feuilles de SO renferment les flavonoïdes, les glycosides et les tanins et ceci s'accordent avec nos résultats.

Pour la plante *Mentha rotundifoli L.* Les résultats obtenus montrent la présence des stérols et terpénoïds, les coumarines, tanins et l'absence des saponines, flavonoïdes, les alcaloïdes, amidon et les composants réducteurs

D'après (Ferdjioui, S.2018) Les résultats obtenus de screening de la plante *Mentha rotundifolia L.* Montrent la présence des terpénoïds, quinone, anthraquinone, polyphénols, flavonoïdes, tanins et l'absence des saponines et anthraquinones.

## IV.2. Rendement des huiles essentielles :

Les huiles essentielles ont été extraites à partir des feuilles de les plantes *Salvia officinalis* L et *Mentha rotundifolia* L par hydrodistillation sur un appareil de Clevenger. Les échantillons d'huile essentielle est récupéré, puis conservé au réfrigérateur.



**Figure 23:** Rendement en huiles essentielles de l'espèce *Salvia officinalis* L et *Mentha rotundifolia* L

Le rendement d'extraction des huiles essentielles de *S.officinalis* L est faible, il est égal à 1.45%. Par rapport les différents résultat suivants: trouvé par (Chalchat et al, 1998), France (2.05%), Hongrie (2.50%), Portugal (2.90%), Roumanie (2.30%), (Fellah et al, 2006), Tunisie Djebel ouest (2.55%) et Algérie (0,08%) (Djeddi et al., 2012).

Selon (Benazzouz et Hamdane ,2012) le rendement de l'HE de *M. rotundifolia* L (0.93%).En effet d'après (Derwich et al; 2010) la *M. rotundifolia* L renferme (1,54 %). Ces résultats variant considérablement entre les différents essais .Cette différence pourrait être expliquée par le choix de la période de récolte car elle est primordiale en termes de rendement et qualité de l'HE. Le climat, la zone géographique, la génétique de la plante, l'organe de la plante utilisé, le degré de fraîcheur, la période de séchage, la méthode d'extraction

employée, etc. Ce sont des facteurs entre autre qui peuvent avoir un impact direct sur le rendement en HE.

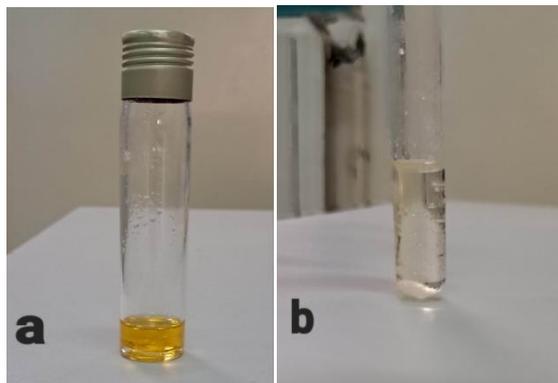


Photo 05 : A-huil obtenu de *M.rotundifolia* b-huile obtenu de *S.Officinalis*

### IV.3. Activité antioxydant des plantes étudiées (Dpph):

Dans cette étude, la méthode choisie pour l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits préparés de cette plante, est le piégeage du radical libre DPPH car cette technique est reconnue comme étant simple, rapide et efficace, en raison de la grande stabilité du radical.

Les résultats obtenus du test de mesure de l'absorbance du radical libre DPPH (Annexe), nous a permis de tracer l'histogramme de variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de chaque extrait de la plante étudiée (Figure 24).

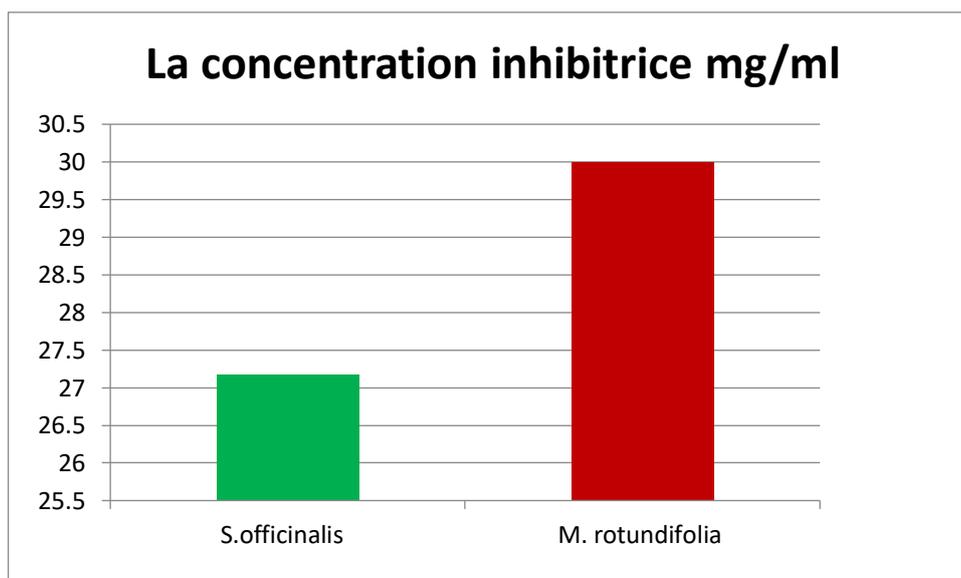
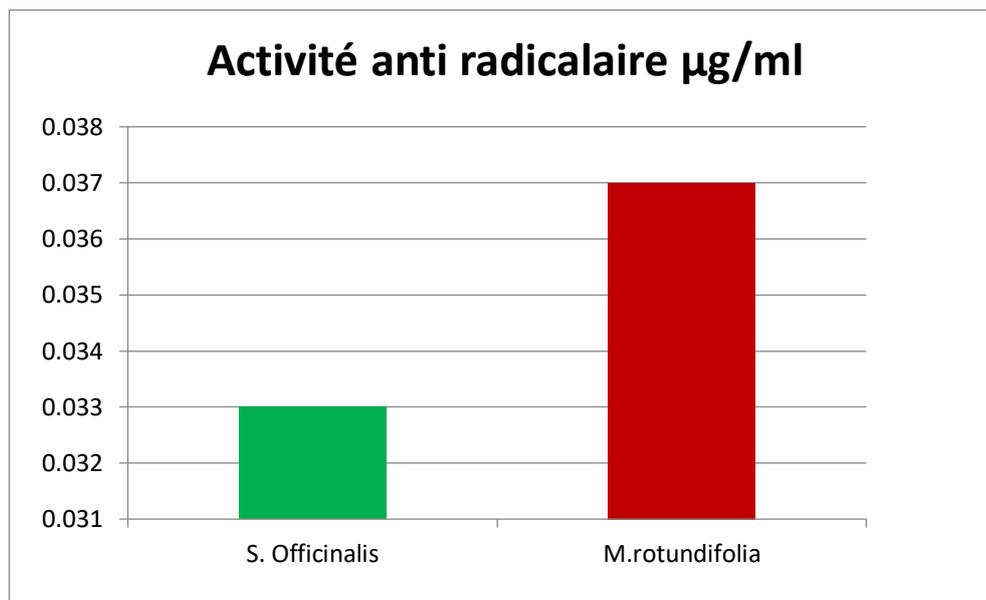


Figure 24: Valeurs des IC<sub>50</sub> du test de piégeage des radicaux libres des extraits des plantes étudiées



**Figure 24:** Valeurs de l'activité anti radicalaire des extraits des plantes étudiées

À la lumière de ces résultats, on constate que l'huile essentielle de *M. rotundifolia* L peut ramener le radical libre stable 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) au diphenyl-picrylhydrazine avec un IC50 30mg/ml et l'huile de *S. officinalis* un IC50 27.17mg/ml ont manifesté une faible activité antioxydante

Nos résultats ne concordent pas avec ceux enregistrés par (FERDJIOUI, 2018) qui ont étudié l'activité antioxydante des extraits éthanoliques de quatre plantes médicinales du genre *Mentha* dont *Mentha rotundifolia* L qui a donné une valeur d'IC50 de  $1755 \pm 0,006$  µg/ml.

En revanche, dans une étude faite par (Benazzouz 2012) qui obtient avec un IC50 de 35,42 µg/ml montrant une valeur inférieure à celle signalée dans notre étude Les travaux concernant l'évaluation de la capacité d'huile essentielle de *S. officinalis* L nt donné des résultats différents variant .

Comparé à nos extraits, (Bozin et al; 2007), ont constaté que l'huile essentielle de *S.officinalis* L collectée en Serbie a exercé une forte efficacité antioxydant vis-à-vis du radical DPPH, qui s'est traduite par une IC50 de l'ordre de 1,78µL/mL.

Cette différence dans les valeurs des IC50 peut être attribuée à la différence dans la concentration de DPPH• utilisée dans le test et le temps d'incubation d'une part (Sharma

et *al*, 2009) et à l'influence des autres facteurs intrinsèques et extrinsèques qui peuvent affecter la composition chimique des plantes d'autre part.

#### **IV.4. Activité antimicrobienne des plantes étudiées :**

Lors de cette étude, nous avons testé l'action des huiles essentielle de la plante *Salvia officinalis* L et *Mentha rotundifolia* L vis-à-vis de quelques souches bactériennes. par la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosés solide MH.

Nous avons effectué un criblage de l'activité antimicrobienne sur 4 bactéries pathgène (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Lysteria monocytogeneses*) et 2 souches fongiques (*Penicillium sp*, *Aspergillus niger*).

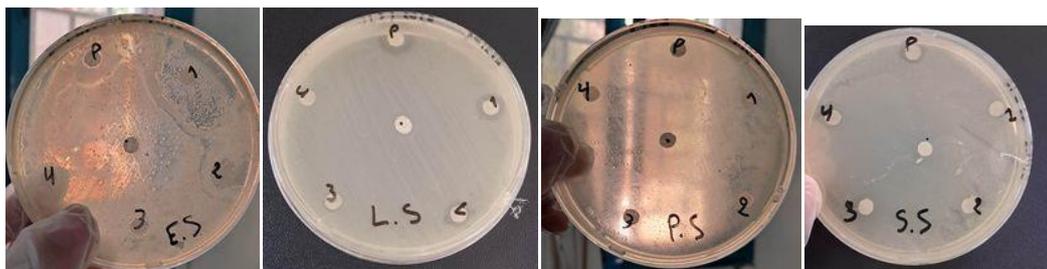
##### **IV.4.1. Évaluation de l'activité antibactérienne :**

L'activité antimicrobienne des extraits de plantes médicinales testées in vitro vis-à-vis des micro-organismes a été qualitativement et quantitativement évaluée par la présence ou L'absence des zones d'inhibition (**Hayouni et al**, 2007).

Tableau 03: Activité antimicrobienne des extraits des plantes étudiées

	Activité antimicrobienne									
	<i>Salvia officinalis L</i>					<i>Mentha rotundifolia L</i>				
	P	½	1/4	1/8	1/16	P	½	1/4	1/8	1/16
<b>Gram-négative</b>	<b>DD</b>									
<i>Escherichia coli</i>	7	30	15	7	8	15	8	20	20	15
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Inhibition total					Inhibition total				
<b>Gram-positif</b>	<b>DD</b>									
<i>Staphylococcus aureus</i>	13	10	/	/	/	/	20	15	17	40
<i>Lysteria monocytogenes</i>	12	10	10	8	/	15	30	20	23	25
<b>Les souches fongiques</b>	<b>DD</b>									
<i>Aspergillus niger</i>	09	20	23	27	18	Inhibition total				
<i>pénicillium sp</i>	Non étudié					30	20	25	10	30

DD: diamètre de la zone d'inhibition (mm) y compris le diamètre de puits de 6 mm, -: non testé



*E.coli*                      *Lysteria*                      *pseudomonas*                      *staphylococcus*

**Photo 06:** Résultats des souches bactériennes tsté pour l’huile essentielle de *Salvia officinalis L*



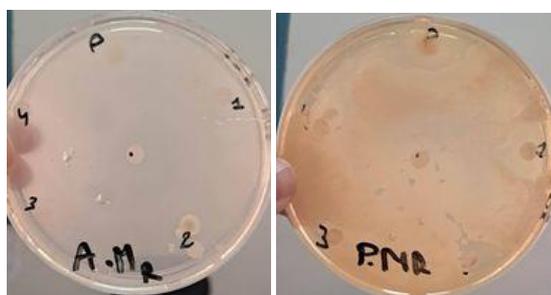
*Pseudomonas*                      *E.coli*                      *staphylococcus*                      *Lysteria*

**Photo 07 :** Résultats des souches bactériennes tsté pour l’huile essentielle de *Mantha rotundifolia L*



*Aspergillus niger*

**Photo 08 :** Résulta de souche fongique testés pour l’huile essentielle *Salvia officinalis L*.



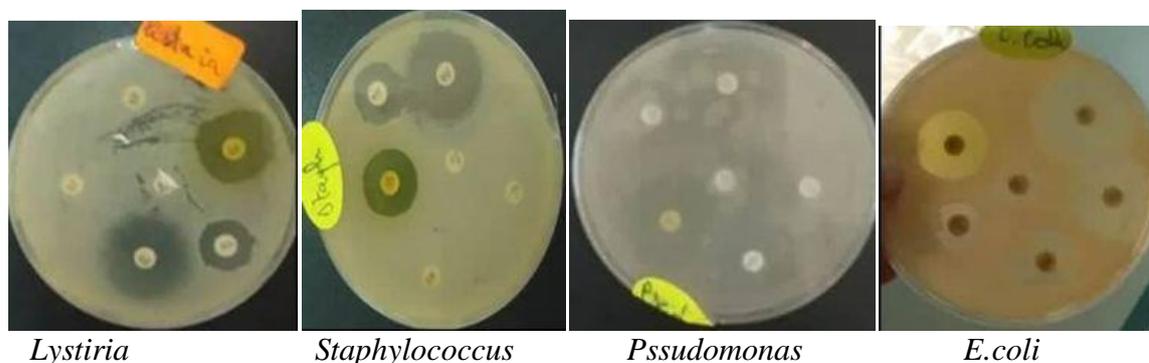
*Aspergillus niger*                      *Pénicillium sp*

**Photo 09 :** Résultats des souches fongiques testés pour l’uile essentielle *Mantha rotundifolia L*.

**Tableau 04:** Résultat du test de l'antibiogramme

<b>Souche</b> <b>AB</b>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
AK 30	S 30	S 26	S 30	S
E 15	S 15	S 15	S 26	S
NIT 300	S 18	S 20	S 23	S 26
OX 5	R	R	S 17	S
CX 30	R	R	S 23	S
AMP 10	R	R	S 20	S

**R** : Résistant ; **S** : Sensible.



**Photo 10 :** Résultats de l'antibiogramme

Six antibiotiques (AK30µg, E15µg, NIT300 µg .OX5 µg, CN 30 µg AMP 10µg) ont été testé par la méthode standard des disques. Les mesures des zones d'inhibition figurant dans le (tableau04) ont permis de classifier les souches selon les antibiotiques. La plupart des souches testées ont montré des sensibilités différentes aux antibiotiques standards testés. Les résultats des tests des antibiogrammes sont obtenus comme suit : Pour l'antibiotique (ATB) AK 30 µg les souches bactériennes, l'E.coli ; *listeria monocytogenes* et *staphylococcus aureus* sont assez sensibles avec des zones d'inhibition de 30mm ±26 mm ; 30mm respectivement, et pour ATB E15µg les souches bactériennes, l'E.coli ; *listeria monocytogenes* et *staphylococcus aureus* sont assez sensibles avec des zones d'inhibition de 26mm ; 15mm ; 15mm, Pour ATB NIT300µg tout les souches bactéries sont très sensibles avec des zones d'inhibition de 23mm pou *E.coli*, *pseudomonas aeruginosa* 26mm ; *lysteria monocytogene* 20mm, et pour *staphylococcus aureus* 18mm. toutes les souches bactériennes testés sont

résistantes aux ATB (OX5, GN 30, AMP 10) sauf *E.coli* est sensible avec des zones d'inhibition de 17mm, 23mm, 20 mm respectivement.

- **L'huile de *Salvia officinalis* L**

Ces résultats présente dans tableau on observe une inhibition totale dans l'huile de *Salvia officinalis* dans la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* et une grande activité dans la bactérie *E. coli* avec diamètre 30 mm alors que très sensible, en suite dans le cas la bactérie *Staphylococcus aureus* et *Lysteria monocytogenes* aussi présente une activité faible c'est-à-dire résistant, avec diamètre entre (13mm, 8mm)

Des tests de l'activité antibactérienne évaluée, il ressort que les huiles essentielles de *Salvia officinalis* L.sont très efficaces contre toutes les bactéries testées et plus particulièrement à la concentration ¼. Les meilleurs résultats sont constatés envers des souches d'*Escherichia coli* que celle de *Proteus* qui ne joue qu'occasionnellement un rôle pathogène (BENKHERARA *et al* ; 2011).

De même, (Bouajaj *et al* ; 2013) ont constaté que l'huile essentielle de la sauge a exercé une forte inhibition vis-à-vis d'*Escherichia coli* avec 13mm de diamètre de la zone D'inhibition comparée à *Pseudomonas aeruginosa* qui a manifesté une résistance à cette huile Essentielle.

D'un autre point de vue ces auteurs ont constaté que l'huile essentielle extraite par La technique de micro-ondes a été plus efficace que celle de la technique d'hydro-distillation Et ils attribuent cette différence à la différence de composition chimique.

De plus (Bozin *et al* ; 2007) a montré que les huiles essentielles de la sauge possèdent une forte efficacité antimicrobienne vis-à-vis des différentes souches bactériennes testées.

- **L'huile de *Mentha rotundifolia* L**

Les résultats concernant ce tableau de l'activité antimicrobienne in vitro montrent que l'activité d'HE est très fort dans des bactéries cibles. On remarque une inhibition totale dans la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* et une grande activité dans la bactérie *Lysteria monocytogenes* avec diamètre 30 mm alors que très sensible, en suite dans le cas la bactérie *Staphylococcus aureus* et *E.coli* aussi sensible

Les effets antimicrobiens manifestés par les HE de notre plante sont proches à ceux obtenus par (Ladjel et al ; 2011) sur la même espèce provenant d'Ouargla où l'huile essentielle a montré un pouvoir antimicrobien vis-à-vis d'*Escherichia coli* (24 mm), *Pseudomonas aeruginosa* (11 mm).

Cependant, (Riahi et al ; 2013) rapportent que l'HE de *Mentha rotundifolia* L provenant de Tunisie possède des effets plus importants sur les bactéries que sur les champignons.

Les activités antimicrobiennes des huiles essentielles sont difficiles à attribuer à un composé spécifique à cause de leur complexité et variabilité. En général, l'activité antimicrobienne est principalement expliquée par la présence de mono et sesquiterpènes avec des cycles aromatiques et des groupes hydroxyles phénoliques capables de former des liaisons d'hydrogène avec les sites actifs des enzymes cibles (Rojas et al ; 2007).

### IV.4.2. Évaluation de l'activité antifongique :

L'activité antifongique se traduit par le diamètre radical de la zone d'inhibition, dans les boîtes pétries qui contiennent le milieu PDA mélangée avec l'extrait, ces diamètres sont différenciés selon les doses utilisées et l'espèce fongique étudiée.

Des études antérieures ont démontré la capacité de l'huile essentielle des différentes espèces à retarder et inhiber la croissance de diverses souches fongiques d'origine alimentaire y compris les espèces d'*Aspergillus* (Paster et al, 1995; Rahbar et al, 2012).

Les résultats concernant ce tableau de l'activité antifongique in vitro montrent que l'activité d'HE est très forte dans champignon.

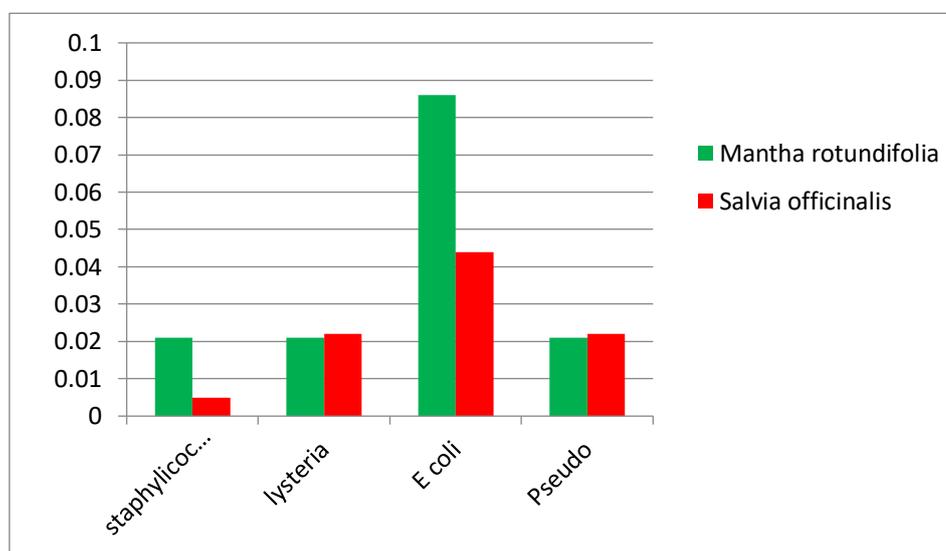
D'après ces résultats on remarque une inhibition totale dans champignon *Aspergillus niger* et une forte activité dans *Penicillium sp.*

Selon (FERDJIOUL; 2018) l'huile essentielle possède une activité moyenne sur les souches bactérienne et une activité forte sur les champignons qui est supérieure à celle obtenue par les antifongiques standards. D'après les résultats obtenus ; les champignons ont été donc plus sensibles que les bactéries à l'huile essentielle de *Mentha rotundifolia* L.

#### IV.4.3. Résultats de la CMI et la CMB :

Les valeurs obtenues des CMI et CMB des huiles essentielles des plantes étudiées, sur la souche *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 sont illustrés dans le (Figure25).

On appelle **CMI**, la plus faible concentration d'une substance, qui peut inhiber le développement des bactéries pendant 18 à 24 h à 37 °C et la **CMB**, la concentration d'antibiotique qui laisse moins de 5% de survivants après 18 heures. Les antibiotiques classés comme bactéricides sont ceux pour lesquels il y a peu d'écart entre la CMI et la CMB (Havsteen., 2002).



**Figure25** : Résultats des CMI des huiles étudiées

L'activité antibactérienne in vitro des huiles essentielles des deux plantes donne une bonne activité, avec une sensibilité totale aux souches gram positives par rapport au gram négatif, leurs concentrations minimales inhibitrices (CMI) se situaient entre 0.005 et 0.086 mg/mL. Les souches Gram négatif *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ont montré une bonne activité avec des CMI allant de 0.022 à 0.044 mg/mL et de 0.021 à 0.086 mg/mL pour *Salvia officinalis* L et *Mentha rotundifolia* L respectivement. Concernant l'activité antifongique, la souche fongique *Aspergillus niger* a montré une sensibilité totale vis-à-vis l'huile essentielle de *Mentha rotundifolia* et donne un diamètre de zone inhibition de 27 mm contre l'huile essentielle de *Salvia officinalis* L.

La détermination des concentrations minimales bactéricides (CMB) met en évidence l'effet bactériostatique des huiles essentielles des deux plantes étudiées.



**PARTIE V. CONCLUSION  
ET PERSPECTIVES**

---

### V.1. Conclusion :

L'Algérie bénéficie d'un climat très diversifié, les poussant en abondances dans les régions côtières, montagneuses et également sahariennes. Ces plantes constituent des remèdes naturels potentiels qui peuvent être utilisés en traitement curatif et préventif. Pour cette raison nous nous sommes intéressées à l'étude de diversité des activités biologiques des plantes médicinales surtout en Algérie car elle est connue par sa richesse et la diversité de sa flore qui constitue un véritable réservoir phylogénétique. Notre présente étude a porté sur l'étude des activités biologiques et screening photochimiques de l'huile essentielle et des extraits de quelques plantes médicinales originaires de la région de Saida, il s'agit de deux plantes *salvia officinalis* L et *Mentha rotundifolia* L qui poussent spontanément dans la wilaya de Saida et Sidi Bou Bekker respectivement.

Nos résultats montrent que nos plantes contiennent toutes des composés phénoliques, celle qui en contient le plus est *salvia officinalis* L et le *M.rotundifolia* L qui est riche en flavonoïdes.

L'extraction des huiles essentielles des feuilles de la *Salvia officinalis* et la *Mentha rotundifolia* par hydrodistillation s'est révélée l'une des techniques plus appropriées par rapport aux rendements relativement assez élevés (0.5 % et 1.45 % respectivement).

L'activité antioxydante des extraits des *Salvia officinalis* et *Mentha rotundifolia* a été évaluée par la méthode du radical libre DPPH qui montre un IC<sub>50</sub> égale à 27.17mg/ml avec IC<sub>50</sub> égale à 30mg/ml. Respectivement.

Notre étude nous a permis de déterminer l'évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits et de l'huile essentielle est déterminée contre des bactéries pathogènes et les champignons par la méthode de diffusion sur gélose. Les résultats suggèrent que l'huile essentielle de *salvia officinalis* a une activité antimicrobienne forte sur toutes les souches testées. Alors que l'extrait de *M.rotundifolia* a montré une activité antimicrobienne très forte sur toutes les souches testées. Ainsi que déterminée les résultats des activités antibactériennes de deux plantes étudiées ont montré que les huiles essentielles de la sauge possèdent une forte activité sur les souches. Les meilleurs résultats sont constatés sur les souches d'E.coli. et l'extrait de *M.rotundifolia* a montré une forte activité dans des bactéries cibles et ont montré une inhibition de quelque bactérie (E.coli...). Des CMI ont montré une bonne activité *Pseudomonas aeruginosa* pour *Salvia officinalis* L et *Mentha rotundifolia* L respectivement.

La détermination des concentrations minimales bactéricides (CMB) met en évidence l'effet bactériostatique des huiles essentielles des deux plantes étudiée.

### **Perspectives :**

- Élargir l'étude des huiles essentielles *salvia officinalis* de la M. *Rotundifolia L* d'autres régions d'Algérie.
- Suivre la variation de la composition des huiles essentielles en fonction des périodes de croissance des plantes.
- Approfondir l'étude des produits lourds extraits par solvants (identifier les produits lourds).
- Isolement des composés actifs.
- Evaluer et tester les différentes molécules *in vivo* sur différents modèles biologique en vue de les utiliser à des fins thérapeutiques.
- Une étude plus poussée de l'activité antimicrobienne et antioxydant, il serait intéressant de continuer ces travaux notamment sur d'autres bactéries pathogènes, afin de confirmer l'efficacité ou non des différents extraits.



**PARTIE VI. REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES**

---

### VI.1. Références bibliographiques

- **Abderrahim EL HAIB(2011)**, valorisation de terpenes naturels issus de plantesmarocaines par transformations catalytiques.these du doctorat, Université deToulouse,.
- **Abderrahim EL HAIB(2011)**, valorisation de terpenes naturels issus de plantes
- **AFNOR. (2000)**. Échantillonnage et méthodes d'analyse (Tome 1) - Monographies relatives aux Huiles essentielles (Tom2).<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.12.014>
- **Alloun, K. (2013)**.Composition chimique et activités antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de l'aneth (*Anethumgraveolens L.*), de la sauge (*Salvia officinalis L.*) et de la rue des montagnes (*Rutamontana L.*) [en ligne]. Thèse de magister en agronomie : alimentation et nutrition. El Harrach, Alger : école national supérieure agronomique El Harrach, 119P. Disponible sur : [http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/385/1/alloun\\_k.pdf](http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/385/1/alloun_k.pdf) (page consultée le 04/02/2022).
- **Alvarez P.J., and Moreno-Arribas M.V. (2008)**. Potential of phenolic compounds  
antioxidant activity of pearled ubeat and roller-milled fonctions,Creal chem.. pp: 390-393.
- **Anton, R., Lobstein, A. (2005)**. Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles Essentielles. Paris, Lavoisier, 522p. (Technique et Documentation).
- **Arnal-Schnebelen, B., Hadji-Minaglou, F., Peroteau, J.F., Ribeyre, F., De Billerbeck, V.G. (2004)**. Essential oils in infectious gynaecological disease : a statistical study of 658 cases. *International Journal of Aromatherapy*.14(4) :192–197.
- **Baba Aissa F., (2000)**. Encyclopédie des plantes utiles. « Flore d'Algérie et du Maghreb ». Ed : Librairie moderne Rouiba , 252. – 253 .
- **Bakkali f ,Averbeck S , Averbeck D, Idaomar M (2008)** review biological effects of essentielles oils-A review food and chemical toxicology ,vol-46(2) ; pp 446-475

- **Bassereau M., Chaintreau A, Duperrex S, Joulain D, Leijs H, Loesing G , OWEN N , Sherlock A , Schippa C , Thorel PJ , VEY M. , (2007).**GC MS Quantification of suspected volatile allergens in fragrances.Data treatment strategies and method performances . J Agric Food Chem ; .55 : 25-31
- **Beloued A. (2001)** - Les plantes médicinales d'Algérie- Ed. O PU, Alger, 277p
- **Beloued, A. (2014).** Plante médicinale d'Algérie. Ben Aknoun : Edition OPU, 296P. ISBN 978.9961.0.0304.6.
- **Benaissa O., (2011).** Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres Chrysanthemum et Rhantherium. Activité Biologique, Thèse Doctorat, université Mentouri Constantine. 63p.
- **Benaissa O., (2011).** Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres Chrysanthemum et Rhantherium. Activité Biologique,Thèse Doctorat, université Mentouri Constantine. 63p
- **Benayad N., Ebrahim W., Hakiki A., and Mosaddak M., 2012.** Chemical characterization and insecticidal evaluation of the essential oil of *Mentha suaveolens* L. And *Mentha pulegium* L. Growing in Morocco, *Sci. Study Res. Chem. Chem. Eng. Biotechnol. Food Ind.*, 13(1): 27-32
- **Benazzouz A et Hamdane A. 2012.** Etude et analyse des plantes médicinales Algérienne : *Mentha pulegium*, *Mentha rotundifolia* et *Mentha spicata* L. Mémoire de fin de cycle Pour l'obtention du diplôme de Master, Département de chimie, Université Mouloud Mammeri, TIZI-OUZOU.
- **BENAZZOZ, Amina et HAMDANE, Akila.** *Etude et analyse des plantes médicinales Algérienne: Mentha pulegium, Mentha rotundifolia et Mentha spicata* L. 2012. Thèse de doctorat. UMMTO.
- **-Bendif H. 2017.** Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga iva* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *Coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord & Fourr., thèse de doctorat, département des sciences naturelles, biotechnologie végétale, l'école normale supérieure de KOUBA, Alger, PP : 26.
- **BENKHERARA Salah, BORDJIBA Ouahiba, et DJAHRA Ali Boutlelis.(2011)** Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la Sauge officinale:

- Salvia officinalis L. sur quelques entérobactéries pathogènes. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 2011, vol. 23, p. 72-80.
- **Benmehdi, H: (2000)**. Valorisation des plantes médicinales à activité hypoglycémiantes comme la coloquinte. Thèse de Magister. Chimie organique appliquée. Université Tlemcen
  - **Bennett P.N., Brown M.J. (2005)**. Clinical pharmacology. Churchill Livingstone: New Delhi.
  - **Bennick, A, (2002)**. Interaction of plant polyphenols with salivary proteins. *Croit. Revy.Oral.Biol. Med*, pp: 184-196
  - **BENOUALI Djillali, (2015)**. Extraction et identification des huiles essentielles,
  - **BENZEGGOUTA Naïrouz. (2015)** Evaluation des Effets Biologiques des Extraits Aqueux de Plantes Médicinales Seules et Combinées [en ligne]. Thèse del Doctorat. Constantine: Université Mentouri de Constantine, 118 p Disponible sur: <http://www.umc.edu.dz/buc/theses/chimie/BEN4319.pdf> (consulté le 29.11.2015)
  - **Benzie, I. F. F. Et Strain, J. J (1996)**. The Ferric Reducing Ability Of Plasma (FRAP) As A Measure Of Antioxidant Power: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239; pp:70-76.
  - **Beta.T; Nams.S; Dexter.J.E; Sapirstein. H. D, (2005)**. Phenolic content and
  - **Betina Bencharif Soumeya., (2014)**. Isolement et caractérisation de saponosides
  - **Booth, D.B., J.R. Karr, S. Schauman, C.P. Konrad, S.A. Morley, M.G. Larson, and S.J. Burges, (2004)**. Reviving urban streams: land use, hydrology, biology, and human behavior. *Journal of the American Water Resource Association*, October 1351-1364
  - **Bouajaj, S., Benyamna, A., Bouamama, H., Romane, A., Falconieri, D., Piras, A., & Marongiu, B. (2013)**. Antibacterial, allelopathic and antioxidant activities of essential oil of *Salvia officinalis* L. growing wild in the Atlas Mountains of Morocco. *Natural Product Research*, 27(18), 1673-1676.
  - **Bounihi, A. (2016)**. Criblage phytochimique, étude toxicologique et valorisation pharmaceutique de *Millissa officinal* et de *Mentha rotundifolia (lamiacées)*. Thèse de Doctorat, univ mohamed V. Faculté de médecine et de pharmacie, Rabat.

- **Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., & Jovin, E. (2007).** Antimicrobial and Antioxidant Properties of Rosemary and Sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) Essential Oils. *J. Agric. Food Chem.*, **55**:787-7879–7885.
- **Brada M., Bezzina M., Marlier M., Carlier A et Lognay G (2007).** Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles de *Mentha rotundifolia* du Nord de l'Algérie. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 11(1)
- **Bragazza L. & Freeman C, (2007).** High nitrogen availability reduces polyphenol
- **Brand-william, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.* , 28, pp. 25-30.
- **Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales., 3ème édition, Ed. TEC et DOC, Paris.
- **Bruneton J. (2009) -** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 4e éd : Lavoisier : Paris. , 1269p.
- **Bruneton J. (2009).** Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 4ème éd., revue et augmentée, Tec et Doc. éditions médicales internationales, Paris : 1288
- **Bruneton J., (1999)** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 1999
- **Bruneton, (1993).** Phytochimie et plantes médicinales; Paris, Pharmacognosie 2 édition, Techniques et documentation, Lavoisier, pp.200-274.
- **Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. 4e éd, revue et augmentée, Paris, Tec & Doc, Éditions médicales internationales, 1288p. Dibong SD, MpondoMpondo E, Ngoye A, Kwin NF, Betti JL. 2011a.
- **Bruneton, J., (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 3ème Ed.
- **Cavin, A, (1999).** Investigation phytochimique de trois plantes Indonésiennes aux
- **Chaintreau, A., D. Joulain, C. Marin, C.-O. Schmidt, and M. (2003)** Vey, GC-MS quantitation of fragrance compounds suspected to cause skin reactions. 1. *Journal of agricultural and food chemistry*,. **51**(22): p. 6398-6403.
- **Charchari, S. and S. Hamadi, (2007).** Kinetic study of *Artemisia judaica* L. essential oil steam distillation. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, .10(4): p. 304-309. Collection sciences et techniques agroalimentaires, édition TEC et DOC, Paris (France).p: 398. content in *Sphagnum peat*. *Science of the Total Environment*. 377, pp: 439–443.

- **Couic-Marinier F., Lobstein A. (2013).** Composition chimique des huiles essentielles. *Actual pharm* ; 52 (525) : 22-25.
- **Dacosta Y, (2003).** Les phytonutriments bioactifs. Ed Yves Dacosta. Paris. p: 317.
- **Dahmani S, Dahmani F. 2018.** Evaluation de l'activité biologique des différents extraits, et des huiles essentielles de la plante : *Salvia officinalis* L. Mémoire de Master Académique. Algérie. M'SILA. Université Mohamed Boudiaf .66p.  
<http://dspace.univmsila.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7634/CD%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed>
- **Das T K., Banerjee D., Chakraborty D., Pakhira M C, Shrivastava B, Kuhad R C.,(2012).** Saponin: Role in Animal system. *Vet. World.* 5(4): 248-254
- **Decaux I. (2002)-** Phytothérapie : Mode d'emploi. Ed : Le bien public. 6p.
- **Deiana S, Gessa CE, Palma A, Premoli A, Senette C, (2003).** Influence of organic acids exuded by plants on the interaction of copper with the polysaccharidic components of the root mucilage, *Organic Geochemistry*, vol. 34 (pp: 651-660).
- **Delattre J., Beaudoux J .L et Bonnefont Rousselot D (2005).** Radicaux libres et stress oxydant, Aspect biologiques et pathologiques. édition Tec & Doc, Lavoisier.
- **Delorme J. et Robert A., (1997).** Mycologie médicale. Ed. DÉCARIE, Mont-Royal Québec. p.184. derivatives. In: *Lpant polyphenols: synthesis, proprieties, significande.* Laks P.E,
- **Djerroumi A et Nacef M (2004) :** 100 plantes médicinales d'Algérie. Edition Palais du livre P135-131
- **Duling, E.N., Catchpole, O.J., Grey, J.B., Webby, F.R., Mitchell, K.M., Foo, L.Y. and Perry, N.B. (2007).** Extraction of phenolic and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis* L) using ethanol- water mixture. *Food chemistry*, 101(4), 1417- 1424. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.03.050.
- **Dworkin M.M. et FALKOW S., (2006).** Proteobacteria: Gamma subclass. Ed. Springer, New York. p.1248.
- **El amri Jalila., Elbadaoui Khalid., ZairTouria, bouharbHayate., chakir Saïd & Alaoui Taj Imolk. (2014) :** Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium capitatum* L et l'extrait de *Silene vulgaris* sur différentes souches testées, *Journal of Applied Biosciences.*,82:7481– 7492.

- **-El Arch M.,** Satrani B., Farah A., Bennani L., Boriky D., Fechtal M., Blaghen M. and Talbi M. 2013. Composition chimique et activités antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Mentha rotundifolia* du Maroc. *Acta Botanica Gallica*. 50(3): 267-274.
- **El Kalamouni, Chaker.** Caractérisations chimiques et ... oubliées de Midi-Pyrénées. PhD, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2010.
- **El rhaffari, L. (2008).** Catalogue des plantes potentielles pour la conception de tisanes. " Empowering the rural poor by strengthening their identity, income opportunities and nutritional security through the improved use and marketing of neglected and underutilized species". Maroc
- **El Abed D et Kambouche N. (2003),** Les huiles essentielles , Edition Dar Elgharb.
- **Emim, J. A., Oliveira, A. B., & Lapa, A. J. (1994).** Pharmacological evaluation of the anti-inflammatory activity of a citrus bioflavonoid, hesperidin, and the isoflavonoids, dauricin and coumestrol, in rats and mice. *J. Pharm. Pharmacol* , 46, pp. 118-122. évaluation de leur activité anti-inflammatoire. Thèse de Doctorat en cotutelle Université de Constantine1/Université de Bourgogne. extraits de deux plantes médicinales : *Cyclamen africanum*, *Zygophyllum cornutum*, et
- **Fabre M-C., Genin A., Merigoux J Et Moget E. 1992:** Herboristerie Familiale, Des Recettes Simples, Pour Résoudre Les Problèmes Simples. 103P. [19/03/2019] <https://www.livresatelecharger.ca/book/herboristerie-familiale>.
- **FAO., (2012) .** Etat actuel des ressources génétiques forestières mondiales. Rapport national Algérie. Rome : 63 p.
- **FERDJIOUI, Siham.** *Activités antioxydante et antimicrobienne des extraits méthanoliques et de l'huile essentielle de la plante mentha rotundifolia.* 2018. Thèse de doctorat.
- **Figure B-carotène** <https://www.tcichemicals.com/BE/fr/p/C0560>
- Figure : [1] <http://www.Produit-saquisante.com/radicaux-libre-et-antioxydante> for controlling lactic acid bacteria growth in wine. *Food Control*. 19; pp:835–841.
- **Foti, M.C., Daquino, C., Geraci, C.(2004).** Electron- Transfer Reaction of Cinnamic Acids and Their Methyl Esters with the DPPH Radical assay, *Journal Org Chem*, Vol.69; pp: 2309-2461

- **François Denis, Marie-Cécile Ploy (2007).** Bactériologie médicale: techniques usuelles. Elsevier Masson, p.573.
- **Fransworth N., Akerele O., Binget A.S., Soejarto D.D et Guoz.,( 1986)** - Place des plantes médicinales dans la thérapeutique .Bulletin de l'organisation mondiale de la santé . 64(2):159-164.
- **Freidman, M. Henika, P.R. et Mandrell,R.E. (2002).** Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against campylobacter jejuni, Escherichia coli, Listeria monocytogenes, and Salmonella enteric. Journal of food protection, 64: 1445-1560
- **Fruleux Loïc (2009).** L3 environnementaliste: Monographie Salvia officinalis. P7. [.http://galerie.pierre.free.fr/Labo\\_Ouvert/pdf/salvia\\_officinalis.pdf](http://galerie.pierre.free.fr/Labo_Ouvert/pdf/salvia_officinalis.pdf)
- **Garcia-Ruiz A., Bartolomé B., Martinez-Rodriguez A.J., Pueyo E., Martin-**
- **Georges Sens-Olive, (1979)** « Les huiles essentielles – généralités et définitions », dans Traité de phytothérapie et d'aromathérapie, éd. Maloine.
- **Ghorbani. A, Esmaeilzadeh. M, (2017).** Pharmacological properties of Salvia officinalis and its components, Journal of Traditional and Complementary Medicine,
- **Gouveia, S., & Castilho, P. C. (2012).** Helichrysum monizii lowe: Phenolic composition and antioxidant potential. *Phytochemical Analysis*, 23(1), 72–83.
- **Grozat S. (2001)** - Contribution de l'ethnobotanique à la restauration des Jardins historiques recherches appliquées sur l'histoire des végétaux .Ed les nouvelles de l'archéologie paris, pp 83 – 84
- **Guérin-Faublée, V., Carret. (1999).** L'antibiogramme : principes, méthodologie, intérêt élimés. Journées nationales GTV-INRA, 5-12.
- **GUEZGOUZ YASMINA, Ramdani Sawsen.** Etude phytochimique et évaluation de l'activité anti-inflammatoire de Salvia officinalis (la sauge) in vitro et in vivo. 2018.
- **Guignard J.L, (2000).** Biochimie végétale. 2ème Ed. Dunod. Paris.
- **Haddouche F et Benmansour A (2008).** Article de synthèse: Huiles essentielles et activités biologiques, Application à deux plantes aromatiques. Journal les technologies de laboratoire N°8. p:65-71.

- **Haddouche F et Benmansour A. 2008.** Article de synthèse: Huiles essentielles et activités biologiques, Application à deux plantes aromatiques. Journal les technologies de laboratoire N°8.  
Halophytes et des Algues au sein de l'Institut Universitaire Européen de la Mer. (IVEM). Université de Bretagne Occidentale (UBO).
- **Hamidpour M. R. S, Shahlari M (2014).** Chemistry, Pharmacology, and Medicinal Property of Sage (*Salvia*) to Prevent and Cure Illnesses such as Obesity, Diabetes, Depression, Dementia, Lupus, Autism, Heart Disease, and Cancer. Vol.4, N°, pp.82– 88.
- **Harborne, J. B., & Williams, C. A. (2000).** Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55(6), 481–504.
- **Havsteen B. H., (2002).** The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology et Therapeutics*, vol. 96: 67–202
- **Hayouni, E.A., Abedrabba, M., Bouix, M., Hamdi, M. (2007).** The effects of solvents and Extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera L. and Juniperus phoenicea L.* fruit extracts. *Food Chem.* (inpress).
- **Helme, J. P., Chazan, J. B., & Perrin, J. L. (1999).** Les antioxydants. Dans M.-C. Martini, & M. Seiller, *Actifs et additifs en cosmétologie* (éd. 2ième édition, pp. 337-352). Paris, France: Éditions Tec & Doc.  
Hemingway R.W New York.
- **Hemingway, R.W, (1992).** Structural variation in proanthocyanidins and their
- **Hendriks H., Van Os F.H.L., 1976.** Essential Oils of two chemotypes of *M. suaveolens* during ontogenesis. *Phytochemistry*, 15: 1127–1130.
- **Hennebelle, T., Sahpaz, S., Bailleul, F., (2004).** Polyphénols végétaux, sources,
- **Hernandez-Ochoa L.R., (2005).** Substitution de solvants et de matières actives de synthèse par une combine « solvant/actif » d'origine végétale. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse
- **Herodez S. S., Hadolinb M., Skergeta M. and Zeljko Knez, (2003).** Solvent extraction study of antioxidants from Balm (*Melissa officinalis L.*) leaves, *Food Chemistry*, 80, 275–282.
- **HOPKINS., (2003).** Physiologie végétale, 2ème édition, Boeck, pp: 276-280.

- <http://ebiblio.univmosta.dz/bitstream/handle/123456789/525/Th%C3%A8se.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

<https://doi.org/10.1002/pca.1326>.

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Ffigure%2Fstructure-de-la-paroi-bacterienne-Source-Corvec-2009\\_fig5\\_324679318&psig=AOvVaw2akYqxJyLac-Y-64n9HiaY&ust=1685860561833000&source=images&cd=vfe&ved=0CBAQjhxqFwoTCLCXzJK-pv8CFQAAAAAdAAAAABAD](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Ffigure%2Fstructure-de-la-paroi-bacterienne-Source-Corvec-2009_fig5_324679318&psig=AOvVaw2akYqxJyLac-Y-64n9HiaY&ust=1685860561833000&source=images&cd=vfe&ved=0CBAQjhxqFwoTCLCXzJK-pv8CFQAAAAAdAAAAABAD)

- **Ilbert , H., Hoxha, V., Sahi, L., Courivaud, A., chaillan;C.,(2016 )** . Le marché des plantes aromatiques et médicinales : analyse des tendances du marché mondial et stratégies économiques en Albanie et Algérie, CIHEAM, Option méditerranéenne, Série B : Etudes et recherches, 73, France, 226 p.
- **Iserin P. (2001)** - Larousse encyclopédie des plantes médicinales : Identification, préparation, soins. (Ed) Larousse-Bordas. 14/ 335p.
- **Jürgen R., Paul .S., Ulrike S., and Reinhard S. (2009)**. Essential Oils of Aromatic Plants with Antibacterial, Antifungal, Antiviral, and Cytotoxic Properties— an Overview: *Forsch Komplementmed.*16; pp:79–90.
- **Kalemba, D., & Kunicka, A. (2003)**. Antibacterial and antifungal properties of essential oils "Review". *Curr. Med. Chem* , 10, pp. 813-829.
- **Kaloustian J., Chevalier J., Mikail C., Martino M., Abou L. & Vergnes M.F. (2008)**. Etude de six huiles essentielles: composition chimique et activité antibactérienne. *Phytotherapie.* 6 ; pp:160-4
- **Kaper J.B., Nataro J.P., et Mobley H.L. (2004)**. Pathogenic *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol.* 2(2); pp:123-140
- **karumi Onyeyili, P.A; Ogugb uaja, V.0; (2004)**. Identification of active principales of balsamina (Balsam apple) leaf extract. *J. Med. Scien.* 4: 179-182.
- Paris R, Moyse H. Précis de matière médicinale. Paris: Masson. 1969
- **Kempf S. Zeitouni. (2009)**. Coût biologique de la résistance aux antibiotiques: analyse et conséquences *Pathologie Biologie* : article in press.
- **Khadraoui A., Khelifa A., Hamitouche H., and Mehdaoui R. 2013**. Inhibitive effect by extract of *Mentha rotundifolia* leaves on the corrosion of steel in 1MHCl solution. *Res Chem Intermed.* DOI: 10.1007/ s 11164- 012-1014.

- **Khaldi A., Meddah B., Moussaoui A., Benmehdi H. (2012).** Screening phytochimique et effet antifongique de certains extraits de plantes sur le développement *in vitro* des moisissures. *European Journal of Scientific Research* **80(3)**: 311-321
- **Kim, T. Y., Kripke, M. L., & Ullrich, S. E. (1990).** Immunosuppression by factors released from UV-irradiated epidermal cells: selective effects on the generation of contact and delayed hypersensitivity after exposure to UVA or UVB radiation. *Journal of investigative dermatology*, 94(1), 26-32.
- **Koivikko R., Loponen J., Eränen J.K. and Jormalainen V, (2008).** Variation of
- **Kothe H.W.(2007).** 1000 plantes aromatiques et médicinales. Ed *terres*. pp: 201.
- **Ladjel S., Gherraf N., and Hamada D. (2011).** Antimicrobial effect of essential oils from the algerian medicinal plant *Mentha rotundifolia l.* *Journal of Applied Sciences Research* **7(11)**: 1665-1667.
- **Lawrence, B.M.(1995),** The isolation of aromatic materials from natural plant products.
- **Lebham, (2005).** Thèse au laboratoire d'Ecophysiologie et de Biotechnologie des
- **Lima C.F., Patricia C., Valentao R., Andrade P.B., Seabra.R.M., Fernandes-Ferreira.M., et pereira-Wilson C. 2007.** Water and méthanolic extracts of *Salvia officinalis* protect HepG2 cells from t-BHP induce oxidative damage. *Chemiobiological interaction.*, 167 : 107-115.
- **Lin, W. W., & Karin, M. (2007).** A cytokine-mediated link between innate immunity, inflammation, and cancer. *The Journal of clinical investigation*, 117(5), 1175-1183.
- **Liu, R. H. (2004).** Potentialsynergy of phytochemicals in cancer prevention:mechanism of action. *The Journal of Nutrition*, 134(12), 3479S-3485S.
- **Lorenzo D., Paz D., Dellacassa E., Davies P., Vila R., Canigueral S., 2002.** Essential Oils of *Mentha pulegium* and *Mentha rotundifolia* from Uruguay. *Bras. Arch. Boil. Technol*,45(4) : 519-524.
- **Lu Y. et Foo L. Y. (2002).** Polyphenolics of *Salvia*. *Phytochemistry Review*, 59, 117 – 140

- **Lucchesi, M.E., F. Chemat, and J. Smadja, (2004)** An original solvent free microwave extraction of essential oils from spices. *Flavour and Fragrance Journal*, **19**(2): p. 134-138.
- **Lucien, S.(2008).***les plantes sauvages, connaitre, cueillir et utiliser.*
- **Lugasi A ; Hovari J ; Sagi K.V ; et Biro L, (2003).** The role of antioxidant
- **Lugasi A., Hovari J., SagiK., and Biro L (2003).** The role of antioxidant
- **Madi, A. (2010).**Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et Saugé) et la mise en évidence de leurs activités biologiques, Mémoire de Magister. Université Mentouri de Constantine.
- **Maksimovic M, Danijela V, Mladen M, Sabaheta ET Sonja S.Y (2007):** Effet of the environmental condition on essential oil profile in tow dinaric Salvia species: Salvia brachydonvandas and salvia officinalis L. *Biochemical systematics and Ecology*. 35: 473- 478
- **Malecky, M. (2005).** Métabolisme des terpenoïdes chez les caprins, thèse Pour obtenir le grade de docteur de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech. p 9, 13-19, 20, 27.
- **Mansour S. (2015)** - Evolution de l'effet anti-inflammatoire de trois médicinales Artemisia obsitinthuim, Artenisia herba alba Asso, et hypericum scarboides. Etude in vivo. Thèse de doctorat Unio Mohamed Boudiaf, Oran, 119 p
- **Marabout ,2014.**mini guide illustré des Plantes médicinales édition Fanny Delahaye, p n°121
- **Marie Elisabeth Lucchesi(2005).** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. these doc. Universite de la reunion.
- **Marjorie M.C., (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology Reviews*, 12, 564-582. marocaines par transformations catalytiques.these du doctorat, Université de Toulouse,.
- **Marongiu B. , Porcedda S., Piras A., Rosa A., Deiana M. and A. Dessi, (2004).** Antioxidant Activity of Supercritical Extract of Melissa officinalis Subsp. Inodora, *Phytoter. Res.*, 18; 789-792.
- **Mathews-Roth, M. M. (1989).** Beta-carotene: clinical aspects. *New protective roles for selected nutrients*, 17-38.

Merremia emarginata (Convolvacées) et Oropea enneanda (Annonacées). Thèse de doctorat Lausanne, p. 241.

- **Mohammedi Z (2006)**. Etude de pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen ,thèse de magister en biologie option Produits naturels ,activités biologiques et synthèse .Université Abu Bakr Belkaid ,Tlemcen
- **Mourad, B., Mihoub, Z. M., & Sétif, U. F. A. (2011)**. Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'Artemisia campestris L
- **Moutinho C. (2013)**. Antispasmodic activity of aqueous extracts from *Mentha piperita* native from Trás-os- Montes region (Portugal). *International Journal of Indigenous Medicinal Plants* **29(1)**: 1167-1174
- **Narishetty, S.T.K. and R. Panchagnula, (2004)** Transdermal delivery of zidovudine: effect of terpenes and their mechanism of action. *Journal of Controlled Release*,. 95(3): p. 367-379
- **Okoh, O. O. (2010)**. Chemical transformations and phytochemical studies of bioactive components from extracts of *rosmarinus officinalis* L. *A thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy* , 198pp. Faculty of Science and Agriculture at the University of Fort Hare.
- **Okusa, P.N., Penge, O., Devleeschouwer, M., Duez, P., (2007)**. *Direct and indirect antimicrobial effects and antioxidant activity of Cordia gillettii De Wild (Boraginaceae)*. *J. Ethnopharmacol.* **112**, 476–481.
- **OMS (2000)** - Rapport sur la santé dans le monde : pour un système de la santé plus performant.
- **Oyaizu, M. (1986)** Studies on Products of Browning Reactions: Antioxidative Activities of product of Browning Reaction Prepared from Glucosamine. *Japan Journal*
- **Page, J. E., Huffman, M. A., Smith, V., & Towers, G. H. M. (1997)**. Chemical basis for medicinal consumption of Aspilialeaves by chimpanzees:are-analysis. *J. Chem. Ecol*, **23**, 2211–2225
- **Paris , R ; et Moyses, H. (1969)**. Précis de matière médicale. Paris : Masson. Paris.

- **Percival S., Chalmers R., Embrey M., Hunter P., Sellwood J. et Wynjones P.,(2004).** Microbiology of waterborne diseases. Edition: Elsevier Academic Press, Amsterdam. p.480.
- **Pereira J. A., Oliveira I., Sousa A, Valenta P.c., Andrade PB., Ferreira I C.F.R., Ferreres F. , Bento A. ,Seabra R., Estevinho LC. (2007).** Walnut (*Juglans regia* L) leaves: Phenolic compounds,antibacterial activity and antioxidant potential of different cultivars *Food and Chemical Toxicology*. 45: 2287–2295.  
phlorotannins among three populations of *Fucus vesiculosus* as revealed by HPLC and colorimetric quantification. *Journal of Chemical Ecology*, 34; pp: 57-64.  
phytonutrients in the prevention of diseases.*J.Acta.biologica. szegediensis*. 47 (1-4)  
phytonutriments in the prevention of diseases. *Acta. Biologica Szegediensis* 1-4. pp:119-125.
- **Pibiri M. C.2006.** Assainissement microbiologique de l’air et des systèmes de ventilation Au moyen d’huiles essentielles. Thèse Doctorat 2006, EPFL Lausanne, p.161.
- **Piochon M (2008).**Étude Des Huiles Essentielles D'espèces Végétales De La Flore Laurentienne: Composition Chimique, Activités Pharmacologiques Et Hémi-Synthèse. Université Du Québec À Chicoutimi.
- **Piochon, M.,(2008)** Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse.: ProQuest. pp:119-125.(Cited in Mohammedi Z, 2005). préparations, soins. Larousse, Paris. propriétés antioxydantes et antiradicalaires: *Tinos poracispa* (Menispermacées),
- **Provost M. (1991)** - Des plantes qui guérissent .Ed .bibliothèque Québécoise, Canada 13 p.
- **Quezel et Santa 1963.** Nouvelle flore d’Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 2.785-786
- **Quezel P. and Santa S. 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Editions du centre national de la recherche scientifique: Paris, France, pp : 34- 132.

- **Quezel P., Santa S. (1962-1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques
- **Radulescu, V., Silvia, C. and Eliza, O. (2004).** Capillary gas chromatography-mass Spectrometry of volatile and semi volatile compound of *Salvia officinalis*. Journal of Chromatography A. Vol.1027, 121-126.
- **Rapp, R. P. (2004).** Changing strategies for the management of invasive fungal infections. *Pharmacotherapy*, 24, pp. 4S-28S.
- **Riahi L., Elferchichi M., Ghazghazi H., Jebali J., Ziadi S., Aouadhi C., Hnia Chograni H., Yosr Zaouali Y., Nejia Zoghلامي N. and Mliki A. (2013).** Phytochemistry, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oils of *Mentha rotundifolia* L. in Tunisia. *Industrial Crops and Products* 49: 883- 889.
- **Riaz U., Alghtani A., Noman O., Algahtani A., Ibn moussa S., and Bourhia M. 2020.** A review on ethno-medicinal plants used in traditional medicine in the Kingdom of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*.
- **Ribeiro M.A., Bernardo-Gil M.G. and Esquivel M.M., (2001).** Melissa officinalis L.: study of antioxidant activity in supercritical residues, *Journal of Supercritical Fluids*, 21 51-60.
- **Rizzo AM., Berselli P., Zava S., et al. (2011).** Endogenous antioxidants and radical scavengers. *Adv Exp Med Biol*, Vol. 698; pp: 52-67.
- **Roberts M et Vink K. (1998).** Alkaloids, Biochemistry, ecology and medicinal application. Plenum Press. New York, 79p. Citer par Mamadou B. (2011).
- **Rojas J., Velasco J., Rojas L. B., Díaz T., Carmonac J. and Morales A. (2007).** Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Baccharis latifolia* pers. and *B. prunifolia* H. B. &K. (Asteraceae). *Natural product communications*. 2(12): 1245 -1248.
- **Said, O., Khalil, K., Fulder, S., Azaizels, H. (2002).** Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region; *Journal of ethnopharmacology*, 83 :251-263.
- **Samate Abdoul D, (2001).** Composition chimique d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanaise du Burkina Faso: valorisation, thèse de doctorat univ de Ouagadougou, Burkina Faso

- **Sánchez-Moreno C., (2002).** "Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems." *Food science and technology international* 8(3): 121-137.
- **Sarni-Manchado P, Veronique C, (2006).** Les polyphénols en agroalimentaires.
- **Savajol N., 2004.** Expérimentation sur un antipaludique, l'*Artemisia annua*, au Cambodge. Mémoire de fin d'études. Nomad RSI, Toulouse.
- **Schauenberg P & Paris F. (2006) :** Guides Des Plantes Médicinales Analyse, Description Et utilisation de 400 plantes. Edition delachaux et niestlé, Paris, pp 33-34.
- **Seyoum, A., Asres, K., & El-Fiky, F. K. (2006).** Structure–radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Phytochemistry*, 67(18), 2058–2070.
- **Sharma O. P. and Bhat T. K. (2009).** DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry* 113: 1202-1205.
- **Singh A, Vishw akarma R.A., Husan A., 1988.** Evaluation of *Artemisia annua* strain for higher artemisinin production. *Planta medica*, 7: 475-476.
- **Sofowora, A.O. (1993).** Medicinal Plants and Traditional Medicine in Africa. University of Ife Press 2nd Ed. pp 320.
- **Soussy, C., (2000).** Antibiotiques, généralités. Freney J, Renaud F, Hansen W, Bollet C. Précis de bactériologie clinique. Eska, Paris.
- **Spichiger R. E., Vincent V. S., Figeat M. et Jeanmonod D. (2004).** Botanique systématique des plantes à fleurs : une approche polygénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. 3ème Ed. press polytechniques et universitaire romandes Lausanne, Suisse. P : 328.
- **Stalikas, C. D (2007).** Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids Review. *J. Sep. Sci.* 30, pp: 3268–3295.
- **Stöckigt J., Sheludko, Y., Unger, M., Gerasimenko, I., Warzecha, H., Stöckigt, D., (2002).** High-performance liquid chromatographic, capillary electrophoretic and capillary electrophoretic–electrospray ionisation mass spectrometric analysis of selected alkaloid groups Review *Journal of Chromatography A.* 967, 85–113. Citer par Mauro M. (2006).

- **Tang S. Y. et Halliwell B. (2010).** Medicinal plants and antioxydants: What do we learn from cell culture and *Caenorhabditis elegans* studies? *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 394; pp:1-5.
- **Teixeira I.M., Carvalho m., Da siqueira G., Facklam R.R. (2007).** *Enterococcus*. In P. R. Murray (Ed.), *Manual of Clinical Microbiology*, pp : 430442.
- **Telphon,( 2005).**, ABC des huiles essentielles, Ed. Grancher
- **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.
- **Tripathi, K.D. (2008).** *Essentials of medical pharmacology*. 6th ed. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd. : New Delhi.
- **Umamoto K. 1998.** Two New Stereoisomers of 1, 2- Epoxymenthyl acetate from self- pollinated plant oils of *Mentha rotundifolia*. *Natural Product Letters*. 11:161-165. universite des sciences et de la technologie d'oranutilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 1, pp: 3-6.
- **Valko M., Rhodes C.J., Moncol J., Izakovic M. et Mazur M. (2006).** Free radicals, metals and antioxydants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*. 160:1-40.
- **Van Delden C. et Iglewski B.H., (1998).** Cell-to-cell signaling and *Pseudomonas aeruginosa* infections. *Emerging Infectious Diseases*. 4; pp:551-560.
- **Wakibara, J. V, Huffman, M. A., Wink, M., Reich, S., Aufreiter, S., Hancock, R. G. V, Sodhi, R., Mahaney, W. C., & Russel, S. (2001).** The adaptive significance of geophagy for Japanese macaques (*Macaca fasciata*) at Arashiyama, Japan. *International Journal of Primatology*, 22(3), 495– 520. .
- **Walker J. B, Sytsma K. J, Treutlein J, ET Wink, M (2004).** *Salvia* (Lamiaceae) is not monophyletic: implications for the systematics, radiation, and ecological specializations of *Salvia* and tribe *Menthaeae*. *American Journal of Botany*, 91(7), 1115-1125. Wechsler, B., & Chosidow, O. (1997). *Corticoïdes et corticothérapie*. John Libbey Eurotex

- **Walker J. B, Sytsma K. J, Treutlein J, ET Wink, M (2004).** Salvia (Lamiaceae) is not monophyletic: implications for the systematics, radiation, and ecological specializations of Salvia and tribe Mentheae. *American Journal of Botany*, 91(7), 1115-1125. Wechsler, B., & Chosidow, O. (1997). *Corticoïdes et corticothérapie*. John Libbey Eurotex
- **Waller G and Nowakcki E. (1978).** Alkaloids biology and metabolism in plants. Plenum Press, New York. 294p. Citer par Maria R. (2012).
- **Weber, M. (2003).** Les pièges de l'antibiogramme. *Revue Française des Laboratoires*. (352), pp :21-26.
- **White, W. S., Kim, C. I., Kalkwarf, H. J., Bustos, P., & Roe, D. A. (1988).** Ultraviolet light-induced reductions in plasma carotenoid levels. *The American journal of clinical nutrition*, 47(5), 879-883.
- **Wichtl M., Anton R., 2003.** *Plantes thérapeutiques*, Edition Tec & Doc. Lavoisier .
- **Xia E.Q., Deng G.F., Guo Y. J. et Li H.B., (2011).** Biological activities of polyphenols from grapes. *International Journal of Molecular Sciences*. 11(2) : 622-646.
- **Zenk M., Juenger M. (2007)** .Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compounds. *Phytochemistry Review* 68, 2757 – 2772.
- **Zerrouki K. 2017.** L'effet Antioxydant De Quelques Plantes Médicinales Sur La Neurotoxicité Et Les Maladies Neurodégénératives Dues Aux Métaux Lourds (Aluminium Et Plomb) : « Étude Expérimentale Chez La Souris ». Thèse de doctorat: Biochimie. Mostaganem: Université Abdelhamid Ibn-Badis. 196P. [15/03/2022].

# **PARTIE VII. ANNEXES**

---

### **VII.1. Annexe 1**

#### **Annexe 01 : Muller Hinton :**

Macération de viande 300 ml

Peptone de caséine 17,5 ml

Amidon 1,5 ml

Agar 71g

Ph 7,4

#### **Annexe 02 : Réactif de Wagner**

KI 2g

I<sub>2</sub> 1,27 g

L'eau distillée 100ml

#### **Annexe 03 : Réactif de Mayer**

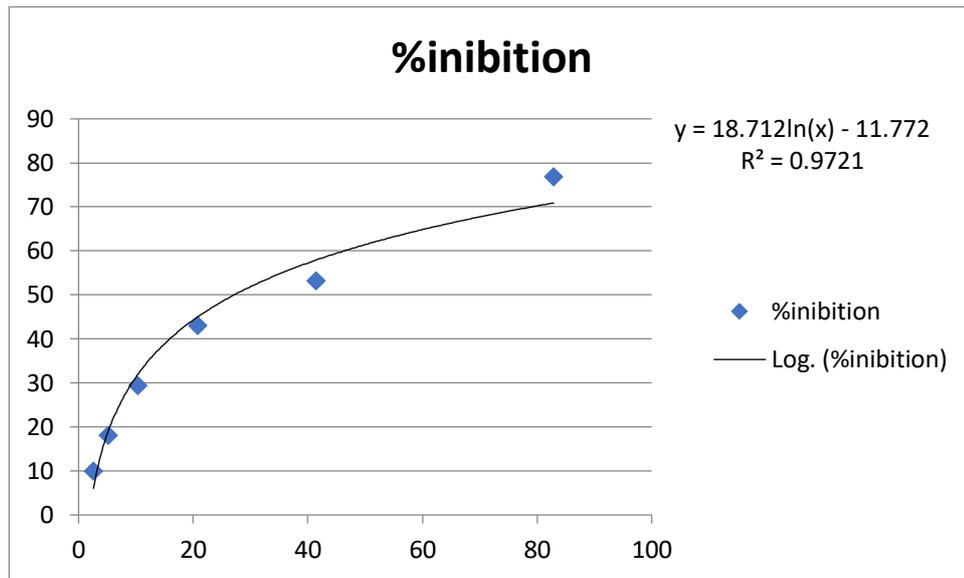
Hgcl<sub>2</sub> 1,358g

KI 5g

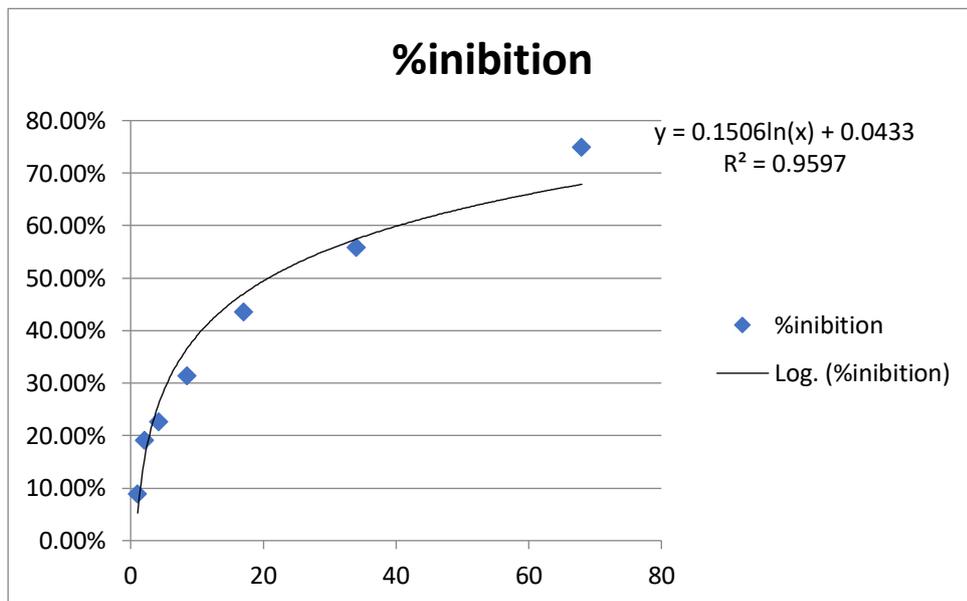
#### **Annexe 04 : Réactif d'amidon**

Dissoudre 1,2 g d'iode dans 50 ml d'eau distillée contenant 2,5 g d'iodure de potassium. Chauffer dans un bain marie 5ml de la solution à tester avec 10 ml d'une solution de NaCl saturée jusqu'à ébullition

## Annexe 05 :

Figure: Courbe d'activité antioxydant de huile de plante *Salvia officinalis*

## Annexe 06 :

Figure: Courbe d'activité antioxydant de huile de plante *Mentha rotundifolia*