

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
تعماجي للابلاج تماعنوب  
Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana  
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département des sciences biologiques



## *Mémoire de fin d'études*

En vue de l'obtention de diplôme de **Master** en

**Domaine:** Sciences de la nature et de la vie

**Filière:** Sciences biologiques

**Spécialité:** Physiologie cellulaire et physiopathologie

# **Caractérisation physicochimique des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* et évaluation de leur pouvoir antioxydant**

**Présenté par:**

- *Hadjdjilani Nassima*
- *Hamrat Meriem*
- *Michali Ahlam*

**Devant le jury :**

Mr . Cheurfa .M	MCA	Président	(U.D.B Khemis Miliana)
Mme .Benouaklil .F	MCA	Promotrice	(U.D.B Khemis Miliana)
Mr . Ansel .S	MCB	Examineur	(U.D.B Khemis Miliana)

**Année universitaire : 2021/2022**

# Remerciements

Avant tout, Nous remercions le bon dieu tout puissant pour son aide de nous avoir offert la patience et le courage pour accomplir notre travail.

Nous tenons à remercier particulièrement notre excellente promotrice **Mme Benouaklil F.**, maitre de conférences au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Khemis Miliana, Pour avoir accepté de diriger ce travail avec patience et compétence, pour ses précieux conseils et toute l'attention qu'elle nous a accordée tout au long de ce travail.

Nous adressons aussi nos vifs remerciements aux membres du jury.

**Mr Cheurfa M** .pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

**Mr Ansel S**.pour avoir bien voulu examiner ce modeste travail.

Nos remerciements s'adressent également à **Mr Saïfi .**, qui nous a facilité la tâche en nous procurant les huiles essentielles.

Nos sincères remerciements s'adressent **Mr Chaouchi** .pour son aide et ses conseils efficaces pour ce travail.

A la fin, un grand merci à tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin à la réalisation de ce, ce modeste travail, Sans oublier nos collègues d'études .

# Dédicace

Je dédie ce travail

A mes chers « **parents** », pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A ma belle sœur « **Leila** » et leurs enfants « **Aminou et Abdallatif** » pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mes chers frères « **Abd el razak , Hamid ,Mourad ,Farouk** » pour leur appui et leur encouragement

A ma chère amie « **Fella** » pour leur soutien

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,  
Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien  
infaillible,

Merci d'être toujours là pour moi.

**Nassima**

# Dédicace

Je remercie mon dieu **ALLAH** qui toujours présent avec moi dans le meilleur et dans la pire.

Je dédie ce modeste travail

A mes cher parents, **HAMRAT ABDELAZIZ** et **CHOT MALIKA**, source de vie et d'amour pour leur soutien, leur patience, leur encouragement, durant mon parcours scolaire.

A mon cher mari **MOHAMED**, pour la patience et le soutien dont il fait preuve pendant toute la durée de ce travail.

A mes sœurs, **ZAHIA, LAILA, GHANIA, FATIHA** et leurs enfants qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A mes frères **AHMED, TAYEB, FATEH, MOHAMED** et leurs enfants .

A tous mes amis, tous particulièrement **FOLLA, GHANIA** pour leur soutien.

**Meriem**

# Dédicace

Les louanges sont à « **Allah** » seigneur des mondes qui m'a comblé de grâce en me permettant d'achever en bonne santé ce modeste travail.

Je dédie ce modeste travail en signe de respect, d'amour et de reconnaissance à : Celui qui a toujours garni mes chemins avec force et lumière .... Mon très cher père « **Moussa** » et ma tendre mère « **zohra** », la plus belle perle du monde.

A ma chère sœur « **khadidja** », et ses enfants « **Mohamed Taher et Imran** » Que dieu les protège.

A mes chers frères « **Bilal, Abdel el Kader, Mohamed, Abdallah, Radwan** », pour leur soutien.

A les femmes de mes frères « **Norhan et Hanaan** », et leurs enfants « **Djawed et Asilou, Farah et Besma** » .

A ma belle copine que je considère comme ma sœur « **Aicha** », pour leur aide.

A ma très chère amie « **Asmaa** », pour leurs encouragements.

A tous ceux que j'aime, « **Fatiha, Marwa, Hanaa** ».

A toutes ma famille « **Mechali** ».

A toutes les personnes que je porte dans mon cœur.

**Ahlam**

## Résumé

Notre travail porte sur l'analyse et l'étude de l'activité biologique des huiles essentielles de *Lavandula latifolia* et *Lavandula dentata*.

L'étude est menée en Algérie sur les huiles essentielles de *Lavandula latifolia* et *Lavandula dentata* obtenues par hydrodistillation. On a obtenu un rendement estimé respectivement de 2% et 1%. Les analyses réalisées sur les caractères organoleptiques des huiles essentielles ont révélé un aspect liquide de couleur jaune et odeur camphrée pour *Lavandula dentata* et incolore avec une odeur camphrée pour *Lavandula latifolia*.

Le contrôle physicochimique des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* a permis de mettre en évidence la qualité de ces huiles. Elles se distinguent par une densité relative de 0.876 pour la lavande dentée et de 0.848 pour la lavande aspic, un indice de réfraction de 1.469 et de 1.466 pour les huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* respectivement, un pH de 4.5 pour la lavande dentée et de 5 pour la lavande aspic et enfin un indice d'acide de 2.24 pour *Lavandula dentata* et 1.12 pour *Lavandula latifolia*.

L'étude de l'effet antioxydant des huiles essentielles de la lavande aspic et de la lavande dentée montre leur pouvoir de piégeage du radical libre DPPH ( $IC_{50}$  de *Lavandula latifolia* = 19.9  $\mu$ g/ml,  $IC_{50}$  de *Lavandula dentata* = 1.77  $\mu$ g/ml et  $IC_{50}$  de l'acide ascorbique = 0.092  $\mu$ g/ml).

*Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* possèdent une activité antioxydante.

**Mots clés :** *Lavandula latifolia*, *Lavandula dentata*, huile essentielle, activité antioxydante, DPPH.

## ملخص

يركز عملنا على تحليل ودراسة النشاط البيولوجي للزيوت العطرية *Lavandula* و *Lavandula latifolia*

*dentata*

أجريت الدراسة في الجزائر على الزيوت العطرية *Lavandula latifolia* و *Lavandula dentata* التي تم الحصول عليها عن طريق التقطير المائي ، وكشفت عن عائد يقدر بنسبة 2% و 1% على التوالي. كشفت التحليلات التي أجريت على الخصائص الحسية للزيوت العطرية عن وجود جانب سائل ذو لون أصفر ورائحة الكافور في *Lavanduladentata* و عديم اللون مع رائحة الكافور في *Lavandula latifolia*.

أتاح التحكم الفيزيائي و الكيميائي للزيوت العطرية *Lavandula dentata* و *Lavandula latifolia* تسليط الضوء على جودة هذه الزيوت. تتميز بكثافة نسبية تبلغ 0.876 للخزامة المسنن و 0.848 للخزامة سبائك ، ومعامل انكسار 1.469 و 1.466 للزيوت العطرية *Lavandula dentata* و *Lavandula latifolia* على التوالي ، ودرجة الحموضة 4.5 للخزامة المسنن و 5 للخزامة سبائك و أخيراً مؤشر حمضي قدره 2.24 للخزامة المسنن و 1.12 للخزامة سبائك.

توضح دراسة التأثير المضاد للأوكسدة للزيوت العطرية للخزامة سبائك والخزامة المسنن قدرتها على إزالة

الجزور الحرة. DPPH.

$IC_{50}$  من *Lavandula latifolia* = 19.9 ميكروغرام / مل ،  $IC_{50}$  من *Lavanduladentata* = 1.77 ميكروغرام / مل و  $IC_{50}$  من حمض أسكوربيك = 0.092 ميكروغرام / مل

تمتلك *Lavandula dentata* و *Lavandula latifolia* نشاطاً مضاداً للأوكسدة.

الكلمات المفتاحية: *Lavandula latifolia* ، *Lavandula dentata* ، الزيوت العطرية ، نشاط مضادات الأوكسدة ،

.DPPH

## Abstract

Our work focuses on the analysis and study of the biological activity of essential oils of *Lavandula latifolia* and *Lavandula dentata*

The study is conducted in Algeria on the essential oils of *Lavandula latifolia* and *Lavandula dentata* obtained by hydrodistillation revealed an estimated yield of 2% and 1% respectively. The analyzes carried out on the organoleptic characteristics of the essential oils revealed a liquid aspect of yellow color and camphor odor for *Lavandula dentata* and colorless with a camphor odor for *Lavandula latifolia*.

The physicochemical control of the essential oils of *Lavandula dentata* and *Lavandula latifolia* has made it possible to highlight the quality of these oils. They are distinguished by a relative density of 0.876 for toothed lavender and 0.848 for aspic lavender. A refractive index of 1.469 and 1.466 for the essential oils of *Lavandula dentata* and *Lavandula latifolia* respectively, a pH of 4.5 for toothed lavender and 5 for aspic lavender and finally an acid number of 2.24 for *lavandula dentata* and 1.12 for *lavandula latifolia*.

The study of the antioxidant effect of the essential oils of spike lavender and toothed lavender shows their DPPH free radical scavenging power (IC<sub>50</sub> of *Lavandulalatifolia*=19.9µg /ml, IC<sub>50</sub> of *Lavandula dentata*=1.77µg /ml and IC<sub>50</sub> of ascorbic acid=0.092µg /ml).

*Lavandula dentata* and *Lavandula latifolia* possess antioxidant activity.

**Key words:** *Lavandula latifolia*, *Lavandula dentata*, essential oil, antioxidant activity, DPPH.

## Liste des tableaux

<b>Tableau III 2</b> Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i> et <i>Lavandula latifolia</i> .....	21
<b>Tableau III 3</b> : Composition chimique de l'huile essentielle de la lavande aspic en %.....	23
<b>Tableau III 4</b> : Composition chimique de l'huile essentielle de la lavande dentée en % .....	24
<b>Tableau III 5</b> :Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i> et <i>Lavandula latifolia</i> .....	26
<b>Tableau III 6</b> :IC50 d'acide ascorbique et des huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i> et <i>Lavandula latifolia</i> .....	33

## Liste des figures

<b>Figure I. 1:</b> Aspect morphologique de <i>Lavandula latifolia</i> : a : fleur,b : Arbuste (Bussmann et Paniagua-Zambrana., 2020). .....	5
<b>Figure I. 2 :</b> Aspect morphologique de <i>Lavandula dentata</i> : a :Arbuste , b :Fleur (Paniagua- .....	7
<b>Figure II. 1 :</b> Structures du 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle et de sa forme réduite, la 1,1-diphényl-2-picrylhydrazine(Sagar et Singh .,2011). .....	18
<b>Figure III. 2 :</b> Densité relative des huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i> et <i>Lavandula latifolia</i> ...	26
<b>Figure III. 3:</b> Indice de réfraction des huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i> et <i>Lavandula latifolia</i> .....	27
Figure III. 4: Potentiel d'hydrogène de <i>Lavandula dentata</i> et <i>Lavandula latifolia</i> .....	28
<b>Figure III. 5:</b> Indice d'acide de <i>Lavandula latifolia</i> et <i>Lavandula dentata</i> .....	29
<b>Figure III. 6 :</b> Indice d'ester de <i>Lavandula dentata</i> et <i>Lavandula latifolia</i> .....	30
<b>Figure III. 7 :</b> Pourcentage d'inhibition du pouvoir oxydant du DPPH en fonction de la concentration de l'huile essentielle de <i>Lavandula dentata</i> . .....	31
<b>Figure III. 8 :</b> Pourcentage d'inhibition du pouvoir oxydant du DPPH en fonction de la concentration de l'huile essentielle de <i>Lavandula latifolia</i> .....	31
<b>Figure III. 9 :</b> Pourcentage d'inhibition du pouvoir oxydant du DPPH en fonction de la concentration de l'acide ascorbique .....	32

## Liste des abréviations

<b>AFNOR:</b>	Association française de normalisation
<b>CG-SM :</b>	Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse
<b>IC 50 :</b>	Concentration inhibitrice à 50%
<b>DPPH :</b>	1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle
<b>HE:</b>	Huile essentielle

# TABLE DES MATIERES

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
المخلص	
Abstract	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapitre I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	1
<b>I.1. genre <i>Lavandula</i></b> .....	4
<b>I.1.1.Lavande Aspic (<i>Lavandula latifolia</i>)</b> .....	4
<b>I.1.2.Position systématique</b> .....	4
<b>I.1.3.Noms communs</b> .....	4
<b>I.1 .4.Caractéristiques botaniques</b> .....	4
<b>I.3.1.4. Répartition géographique</b> .....	5
<b>I.3.1.5. Domaines d'utilisation</b> .....	6
<b>I.1.2. Lavande dentée( <i>Lavandou dentata</i> )</b> .....	6
<b>I.1.2.1. Position systématique</b> .....	6
<b>I.1.2.2.Noms communs</b> .....	7
<b>I.1.2.3.Caractéristiques botaniques</b> .....	7
<b>I.1.2.4. Répartition géographique</b> .....	8
<b>I.1.2.5. Domaines d'utilisation</b> .....	8
<b>I.2. Huiles essentielles</b> .....	8
<b>I.2.1.Définition</b> .....	8
<b>I.2.2.Composition chimique des huiles essentielles</b> .....	9
<b>I.2.2.1.Composés terpéniques</b> .....	9
<b>I.2.2.2. Composés dérivés du phénylpropane</b> .....	10
<b>I.2.3. Extraction des huiles essentielles</b> .....	10
<b>I.2.3.1. Extraction par hydro distillation</b> .....	10
<b>I.2.3.2.Extraction assistée par micro-onde</b> .....	10
<b>I.2.3.3.Extraction par entraînement à la vapeur d'eau</b> .....	11
<b>I.2.3.4. Extraction par enfleurage</b> .....	11
<b>I.2.4.Propriétés physiologiques des huiles essentielles</b> .....	11
<b>I.3. Activité antioxydante</b> .....	12

I.3.1. Radicaux libres.....	12
Chapitre II : Matériel et Méthodes.....	4
II.1. Matériel.....	14
II.1.1. Matériel non biologique.....	14
II.1.2. Matériel végétal.....	14
II.2. Méthodes.....	14
II.2.1. Extraction des huiles essentielles.....	14
II.2.2. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles.....	15
II.2.3. Rendement en huile essentielle.....	15
II.3. Etude analytique des huiles essentielles.....	15
II.3.1. Mesure des grandeurs physiques.....	15
II.3.1.1. Densité relative.....	15
II.3.1.2. Indice de réfraction.....	16
II.3.2. Mesure des grandeurs chimiques.....	16
II.3.2.1. Indice d'acide.....	16
II.3.2.2. Indice d'ester.....	17
II.3.2.3. Potentiel d'Hydrogène (PH).....	18
II.4. Activité antioxydante.....	18
II.4.1 Principe du test DPPH.....	18
II.4.2. Mode opératoire.....	18
II.4.3. Détermination de la concentration inhibitrice à 50% IC <sub>50</sub> .....	19
Chapitre III : Résultats et discussion.....	14
III.1. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles.....	21
III.2. Rendement en huiles essentielles.....	21
III.3. Composition chimique des huiles essentielles de <i>Lavanduladentata</i> et <i>Lavandulalatifolia</i> dans la littérature.....	22
III.4. Etude analytique des huiles essentielles.....	25
III.4.1. Densité relative.....	26
III.4.2. Indice de réfraction.....	27
III.4.3. Potentiel d'hydrogène.....	27
III.4.4. Indice d'acide.....	28
III.4.5. Indice d'ester.....	29
III.5. Activité antioxydante.....	30
III.5.1. Détermination du pourcentage d'inhibition.....	30

<b>III.5.2.Détermination d'IC<sub>50</sub></b> .....	32
<b>Conclusion</b> .....	36
<b>Références Bibliographiques</b> .....	36
<b>Annexes</b> .....	38

# **Introduction**

### Introduction

L'utilisation des plantes aromatiques et médicinales par l'Homme est une pratique antique. Du fait de leurs abondances dans la nature et de leurs propriétés aromatiques, elles représentent des sources potentielles très riches en molécules bioactives. Ces plantes possèdent un atout considérable grâce à la découverte progressive des applications de leurs huiles essentielles (Bakkali et *al.*, 2008).

Aujourd'hui encore, la science confirme les différentes vertus des plantes aromatiques et de leurs huiles essentielles obtenues. Généralement, elles sont très variées et possèdent de nombreuses propriétés pharmacologiques telle que la propriété antioxydant qui a attiré l'attention de nombreux laboratoires et chercheurs dans le cadre de la recherche d'antioxydants naturels utilisés dans les industries alimentaires comme additifs pour retarder l'oxydation des aliments (Bouzouita et *al.*, 2008).

Aujourd'hui encore, la science confirme les différentes vertus des plantes aromatiques et de leurs huiles essentielles obtenues. Généralement, elles sont très variées et possèdent de nombreuses propriétés pharmacologiques telle que la propriété antioxydant qui a attiré l'attention de nombreux laboratoires et chercheurs dans le cadre de la recherche d'antioxydants naturels utilisés dans les industries alimentaires comme additifs pour retarder l'oxydation des aliments (Bouzouita et *al.*, 2008).

Plusieurs travaux de recherche ont démontré les propriétés antioxydantes, antifongiques et antibactériennes des huiles essentielles. Il existe un grand intérêt pour trouver de nouvelles méthodes de conservation des aliments à l'aide de composés naturels. À cette fin, les huiles essentielles sont de bons alternatives comme additifs antibactériens. Plusieurs études *in vitro* ont montré une grande efficacité des huiles essentielles contre les agents pathogènes d'origine alimentaire et les bactéries d'altération. Elles sont connues à la fois pour leurs propriétés aromatisantes et antimicrobiennes et leur faible toxicité comparée à celle des additifs alimentaires synthétiques (Bassolé et *al.*, 2010).

En Algérie, on a longtemps eu un recours énorme à la médecine traditionnelle grâce à sa richesse en espèces médicinales et sa diversité floristique qui constitue un véritable réservoir phytogénétique, avec environ 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques (Haddouchi et Benmansour, 2008). Parmi ces espèces existe la lavande qui a été utilisée dans la médecine traditionnelle. La lavande entre autres *Lavandula stoechas* ou

lavande papillon qui est largement distribuée à travers toute la périphérie nord du pays. Cette plante est connue par ces propriétés antioxydantes, antibactérienne et antifongique. L'importance médicinale de ce genre est bien documentée, les extraits préparés à partir de ces plantes sont enregistrés dans beaucoup de pharmacopées. De nos jours, les savants et les chercheurs ont pu développer de nombreuses études sur d'autres espèces de lavande dont la lavande dentée et la lavande aspic. Dans le but de mieux faire connaître les effets thérapeutiques de ces dernières et leur propriété antioxydante, nous nous sommes intéressées à ces deux espèces.

L'objectif de ce travail consiste à étudier l'effet antioxydant des huiles essentielles de la Lavande dentée et lavande aspic récoltées au niveau d'un champ cultivé, situé à Ain naga de la Wilaya de Biskra. Dans cette optique, notre travail présenté dans ce manuscrit est réparti en trois chapitres :

Le premier chapitre aborde la synthèse bibliographique par la présentation des huiles essentielles des deux plantes de Lavande étudiées et leur activité antioxydante.

Le deuxième chapitre représente la partie expérimentale où nous présenterons le matériel et les méthodes utilisées pour l'extraction et l'étude analytique des huiles essentielles.

Le troisième chapitre aborde les résultats obtenus et leur discussion, notamment l'étude analytique et l'activité antioxydante par la méthode de DPPH.

Enfin, Le travail est clôturé par une conclusion générale qui résumera l'ensemble des résultats obtenus et proposera les perspectives générales.

**Chapitre I : SYNTHESE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## I.1. genre *Lavandula*

Le genre *Lavandula* est l'un des plus importants genres de la famille des Lamiacées. Sous-arbrisseaux aromatique produisant une essence odorante très utilisée en cosmétique, médecine et alimentation (fourrager) (Bachiri et al., 2015).

### I.1.1.Lavande Aspic (*Lavandula latifolia*)

*Lavandula latifolia* (lavande aspic), de la famille des Lamiacées. C'est un arbuste aromatique originaire de la région méditerranéenne et cultivé dans le monde entier. L'huile de la lavande aspic est très prisée dans le commerce (Munoz-Bertomeuetal., 2007).

### I.1.2.Position systématique

Selon AFTAB SEDDIQUI et al., (2016) ,FERNANDEZ et al ., (2014),*lavandula latifolia* est classée comme suit :

Règne : Plantae

Division :Magnoliophyta

Classe :Magnoliopsida

Ordre :Lamiales

Famille : Lamiacée/Labiatae

Genre : *Lavandula*

Espèce: *Lavandula latifolia*

### I.1.3.Noms communs

Français : Lavande mâle, grande lavande, spic, aspic (Seidemann.,2015).

Anglais : Spike lavender (Seidemann .,2015).

### I.1 .4.Caractéristiques botaniques

*Lavandula latifolia* est un Arbuste de 50-70 cm. Ces Feuilles sont grises et linéaires-lancéolées à spatulées dans leur contour. La tige à inflorescence est clairement ramifiée formant généralement un épi floral en forme de trident, atteignant 25 cm de hauteur (Figure I.1).

Les Bractées sous-tendant les cymes, sont de forme linéaire-lancéolée. Les bractéoles distinctes atteignent jusqu'à 4 mm de long. (Bussmann et Paniaguua-Zambrana .,2020).Les bourgeons axillaires opposés sous le bourgeon apical croissent de façon plus ou moins symétrique (Alonso et *al.*,2017).



**Figure I. 1:** Aspect morphologique de *Lavandula latifolia* : a : fleur, b : Arbuste (Bussmann et Paniagua-Zambrana., 2020).

#### **I.3.1.4. Répartition géographique**

*Lavandula latifolia* pousse spontanément dans la région méditerranéenne dans des zones avec une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 350 et 600 mm. Elle préfère les zones ensoleillées avec des sols rocheux et calcaires secs et relativement pauvres en matière organique (Burillo ., 2003).

La lavande aspic est présente en Espagne (Catalogne), en France et au sud de l'Angleterre où elle affectionne les zones de petite montagne, au climat méditerranéen, mais également dans les montagnes pyrénéennes séparant les provinces de Valence et de l'Aragon (Couic-Marinier et Laurain-Mattar.,2020).

### I.3.1.5. Domaines d'utilisation

La lavande aspic est connue depuis l'antiquité romaine pour son parfum et son arôme. Elle était déjà employée dans les domaines alimentaire et pharmaceutique avant le début de notre ère. Aussi, elle est utilisée dans la phytothérapie, l'aromathérapie et la parfumerie (Martinetti., 2013).

L'huile essentielle de lavande aspic anti-infectieuse, est indiquée dans les infections microbiennes (angines, bronchites, sinusites, rhino-pharyngites, cystites, vaginites, dermites). Elle agit efficacement contre le virus du zona et de l'hépatite. Anti-inflammatoire et cicatrisante, elle est conseillée pour l'acné et l'eczéma, les piqûres et les morsures d'insectes et pour soigner les brûlures bénignes (Fernandez et *al.*, 2014).

Pour son action sédative, elle est utilisée pour lutter contre les insomnies. Elle est utilisée aussi comme insecticide et dans l'industrie des vernis (Fernandez et *al.*, 2014). Elle est connue aussi pour son usage culinaire, où les fleurs sont utilisées dans la confection des confitures, des vinaigres, des pâtisseries, des crèmes et des plats provençaux (Martinetti ., 2013).

### I.1.2. Lavande dentée ( *Lavandula dentata* )

Selon SUDRIA et *al.*, (1999), *Lavandula dentata* L. est une plante de la famille des Labiées, qui pousse à l'état sauvage dans les régions arides du sud et de l'est de l'Espagne. Ses sommités florales contiennent une huile essentielle qui est importante pour l'industrie des parfums, des produits cosmétiques et des produits pharmaceutiques.

#### I.1.2.1. Position systématique

Selon SUDRIA et *al.* ,(1999) et AFTAB SIDDIQUI et *al.* ,( 2016), *Lavandula dentata* est classée comme suit :

Règne : Plantae

Division: Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre: Lamiales

Famille: Lamiaceae/ Labiatae

Genre: *Lavandula*

Espèce: *Lavandula dentata*

### I.1.2.2.Noms communs

Français: Lavande Dentée (Lim., 2014).

Anglais: French Lavender, Fringed Lavender, Gray French Lavender, Lavender, Toothed Lavender (Lim., 2014).

### I.1.2.3.Caractéristiques botaniques

*Lavandula dentata* est un arbuste très aromatique aux branches dressées, ligneuses à la base (Figure I.2) ,qui produit de longues tiges florales (Claudia et al .,2020). Selon LIM., (2014), ses feuilles sont sessiles et étroites, avec des bords carrés à déchiquetés, collantes ,de 3 cm de long qui poussent en verticilles sur des tiges ligneuses quadrilatérales. Les fleurs forment des grappes épineuses serrées sur de longues tiges grises minces et sans feuilles.

Elles sont composées de bractées bleu-violet, papyracées et de petites fleurs bleu-violet clair. Il y a un groupe de grandes bractées stériles et voyantes au sommet de la panicule, c'est la partie la plus évidente de l'inflorescence.



**Figure I. 2:** Aspect morphologique de *Lavandula dentata* : a :Arbuste , b :Fleur (Paniagua-Zambrana et Bussmann., 2020)

#### **I.1.2.4. Répartition géographique**

Selon Baba Aissa (2011), *Lavandula dentata* L. est une espèce méditerranéenne commune dans l'Atlas tellien occidental, originaire de sud-ouest de la méditerranée (Portugal, Espagne, Maroc).

Elle se rencontre aussi dans le sud-ouest de la péninsule arabique (Arabie saoudite et République arabe du Yémen) et l'Éthiopie (hauts plateaux d'Abyssinie). Elle est naturalisée au Portugal et en Corse et largement cultivée ailleurs, principalement comme plante ornementale (Lisbalchin., 2002).

#### **I.1.2.5. Domaines d'utilisation**

*Lavandula dentata* L. est une plante médicinale utilisée dans la médecine traditionnelle comme antidiabétique, antispasmodique, anti-hypertensive et contre la grippe commune et les coliques néphrétiques. Elle est également utilisée dans l'ornementation et comme plante mellifère (Justus et al., 2018). Cette lavande a aussi des effets positifs sur les plaies, les infections urinaires, les maladies cardiaques et l'eczéma (Girre., 2001). Ses huiles essentielles sont utilisées en aromathérapie et comme parfums dans les crèmes cosmétiques (Claudia et al., 2020).

### **I.2. Huiles essentielles**

#### **I.2.1. Définition**

De très nombreux auteurs ont tenté de donner une définition aux huiles essentielles. Selon AFNOR (2000), « l'huile essentielle est le produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus soit par distillation sèche. L'huile est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques » .

Ces composés volatils ont la propriété de se solubiliser dans les huiles et les graisses et par la même ont reçu empiriquement le nom d'huile essentielle. Le terme huile souligne le caractère visqueux et hydrophobe de ces substances, tandis que, le terme essentielle souligne les exhalaisons de la plante odorante (Bruneton., 2009).

## I.2.2. Composition chimique des huiles essentielles

La composition chimique d'une huile essentielle est très complexe. Elle est soumise à de très nombreuses variables. Connaître avec exactitude les constituants d'une huile essentielle est fondamental, à la fois pour vérifier sa qualité, expliquer ses propriétés et prévoir sa toxicité potentielle (Couic-Marinier et Lobstein ., 2013).

Une huile essentielle renferme majoritairement des terpènes volatils, issus de la condensation des unités isopréniques, et des dérivés aromatiques dérivés du phénylpropane (Couic-Marinier et Lobstein., 2013).

### I.2.2.1. Composés terpéniques

Les terpènes qui appartiennent à la vaste famille des isoprénoides constituent la classe la plus large des métabolites secondaires. La majorité des substances de cette classe sont généralement insolubles dans l'eau (Taiz et Zeiger .,2002).

Les isoprénoïdes ont une structure plus ou moins complexe issue de la condensation des molécules à chaîne carbonée linéaire à 5 atomes de carbone dérivant de l'isoprène (Taiz et Zeiger .,2002).

Après extraction des huiles essentielles, seuls les terpènes les plus volatils dont le poids moléculaire est faible sont identifiés. Ce sont les monoterpènes et les sesquiterpènes (Guignarde., 2000).

#### a. Monoterpènes

Ce sont des molécules à 10 atomes de carbone. Ils existent sous la forme hydrocarbure simple qui peut être acyclique (Myrcène, Ocimène), monocyclique (p-cimène, a-terpinène) ou bicyclique (Camphène, pinène) (Singh et al., 1989, Kaufman et al., 1999).

À côté des hydrocarbures, des dérivés oxygénés divers sont rencontrés: les aldéhydes (néral et Géraniol), les alcools (Citronellol et Géraniol), les acides (Acide linaléique) et les esters (Acétat de linalyle...) (Singh et al., 1989, Kaufman et al., 1999).

### **b.Sesquiterpènes**

Ce sont des molécules à 15 atomes de carbone, constituées par trois unités isopréniques. Ils forment un sous-groupe réparti de la même façon que les monoterpènes (Wink .,2003).

Ils sont abondant dans les essences dont ils constituent par fois une partie considérable. Ils se distinguent des autres terpènes par leur point d'ébullition, par leur densité et par leur indice de réfraction plus élevés (Bruneton .,2009).

Parmi les sesquiterpènes caractéristiques des huiles essentielles existent les hydrocarbures (bisabolène et longifolène), les alcools (carotol et farnésol), les aldéhydes (sinensal) et les esters (acétatedecedryle)(Wink .,2003).

#### **I.2.2.2. Composés dérivés du phénylpropane**

La plupart des huiles essentielles contiennent une forte teneur en dérivés aromatiques (Bruneton., 2009). Ces composés odorants sont de type phénylpropanoï des dont la biogénèse est différente de celle des terpènes (Birnard et *al* .,1988).

### **I.2.3. Extraction des huiles essentielles**

#### **I.2.3.1. Extraction par hydro distillation**

C'est la méthode la plus utilisée pour extraire les huiles essentielles à l'état pur (Bruneton., 2009).Elle consiste à immerger la matière première dans un bain d'eau et l'ensemble est porté à ébullition (Farhat, 2010). L'extraction qui s'effectue à Température élevée durant une période plus au moins longue peut engendrer des réactions secondaires au sein de l'huile essentielle à savoir : l'hydrolyse, lacyclisation et le réarrangement (Benhabiles., 1995).

#### **I.2.3.2.Extraction assistée par micro-onde**

Cette technique est rapide et économique (sans solvants) (Mandal et *al.*, 2007 ; Golmakani et *al.*, 2008). Le réacteur contenant seulement le matériel végétal est chauffé par les micro-ondes à l'intérieur d'un four. Les vapeurs sont ensuite entraînées dans le col

de cygne avant d'être condensées dans le réfrigérant puis recueillies dans un essencier (Lucchesi., 2005).

### **I.2.3.3.Extraction par entraînement à la vapeur d'eau**

Ce mode de distillation est l'un des procédés d'extraction de l'huile essentielle les plus anciens. Il consiste en l'usage de la vapeur d'eau pour entraîner les molécules aromatiques (Pharmacopée Européenne .,2007 ; Bruneton ., 2009).

Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur sans macération préalable. Les vapeurs saturées en composés volatils sont condensées puis décantées dans l'essencier, avant d'être séparées en une phase aqueuse et une phase organique (huile essentielle).L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques, évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile (Raaman., 2006). Les conditions opératoires et, notamment, la durée de distillation ont une influence considérable sur le rendement et la composition de l'huile essentielle (Boukhatem et *al.*, 2019).

### **I.2.3.4. Extraction par enfleurage**

L'enfleurage est une ancienne méthode d'extraction manuelle des essences. Complexe et très coûteuse, qu'elle n'est plus tellement pratiquée de nos jours. Elle est utilisée essentiellement pour les végétaux dont l'arôme est trop fragile pour supporter d'autres méthodes d'extractions (Moro., 2008).

Une fois l'arôme des fleurs est absorbé par un corps gras, les fleurs sont remplacées par d'autres fraîches. Et ceci jusqu'à saturation du corps gras. Au bout de 24 heures, le corps gras et les huiles essentielles sont séparés (Moro., 2008).

## **I.2.4.Propriétés physiologiques des huiles essentielles**

Il est connu depuis l'Antiquité, que les huiles essentielles largement utilisées présentent des activités biologiques très diverses telles que l'activité antiseptique non négligeable (Kaloustian et *al.*, 2008).

Aussi, elles sont connues pour leur activité antibactérienne, notamment dans les maladies respiratoires, mais également contre *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*... Les

huiles essentielles présentant une bonne activité antibactérienne, sont aussi de bons antifongiques et antimycosiques (Kaloustian et *al.*, 2008).

Selon FABRICE (2009), Les huiles essentielles possèdent aussi un pouvoir cicatrisant incontesté favorisé par leurs propriétés microbicide et antivirale.

Les propriétés anti-oxydantes jouent également un rôle central dans certaines des activités biologiques des huiles essentielles. Ces attributs sont dus à la capacité inhérente de certains de leurs composants, en particulier les phénols, d'arrêter ou de retarder l'oxydation aérobie de la matière organique (Amorati et *al.*.,2013).

### **I.3. Activité antioxydante**

Radicaux libres, espèces oxygénées activées (EOA), stress oxydant et antioxydants sont devenus des termes familiers tant dans le monde médical que dans le grand public. Au début des années 2000, ces notions n'étaient généralement évoquées que dans les congrès scientifiques. Mais ces dernières années, l'industrie pharmaceutique, les laboratoires d'analyses médicales et la presse grand public ont massivement diffusé des informations relatives aux antioxydants (Efraigne et *al.*, 2008).

#### **I.3.1. Radicaux libres**

les radicaux libres sont des espèces atomiques ou moléculaires possédant au moins un électron non apparié sur leur orbitale la plus externe (Griveau et Le Lannou., 1995). En effet, ces radicaux libres auraient toujours tendance à remplir leur orbitale en captant un électron pour devenir plus stables : ils vont donc se réduire en oxydant un autre composé (Goudable et Favier.,1997).

Selon FAVIER.,( 2006), les humains sont souvent exposés aux radicaux libres. En fait, il existe de nombreuses sources exogènes de radicaux libres telles que la pollution de l'air, les cigarettes, les rayonnements (ultraviolet, ionisant, cosmique), l'inflammation et les métaux toxiques.

Lorsqu'il s'agit de sources endogènes, il s'agit principalement de résidus de la chaîne respiratoire mitochondriale des cellules biologiques aérobiques (environ 2% de l'oxygène consommé au niveau mitochondrial est transformé en substances réactives contenant de l'oxygène), d'un dysfonctionnement du système enzymatique ou du manque d'antioxydants

et de l'inflammation, qui sont des sources importantes de radicaux libres d'oxygène produits directement par les phagocytes activés (Puppo et Halliwell., 1988).

# **Chapitre II : Matériel et Méthodes**

L'objectif de ce travail est d'étudier le pouvoir antioxydant de deux espèces de lavande (*Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia*) et de mesurer certaines grandeurs physico-chimiques tels que la densité, l'indice de réfraction, le pH, l'indice d'acide et l'indice d'ester. Les différentes expérimentations menées entre avril et juin 2021 ont été réalisées dans les laboratoires suivants :

- Laboratoire des projets de fin d'études(PFE), à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Djillali Bounaama à khmiss Miliana, où l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles a été effectuée.
- Laboratoire des projets de fin d'études (PFE), à la faculté des sciences et de la technologie de l'université Djillali Bounaama à khmiss Miliana, où l'activité antioxydante a été effectuée.

## **II.1. Matériel**

### **II.1.1. Matériel non biologique**

Le matériel de laboratoire (verrerie, appareillage et réactifs) utilisé pour évaluer les paramètres physico-chimiques et étudier l'activité antioxydante des huiles essentielles est présenté en annexe 1.

### **II.1.2. Matériel végétal**

La plante "*Lavandula dentata*" a été récoltée dans la région d'Ain Naga à la wilaya de Biskra en Mars 2021. Bien que la plante "*Lavandula latifolia*" ait été récoltée dans la même zone, la période de récolte diffère (juillet 2021). Après la récolte, les échantillons ont été séchés à température ambiante dans un endroit ventilé et ombré pour mieux garder les molécules sensibles à la chaleur et à la lumière.

## **II.2. Méthodes**

### **II.2.1. Extraction des huiles essentielles**

L'entraînement à la vapeur est la méthode utilisée pour extraire les huiles essentielles dans notre étude. Pour chaque espèce, le matériel végétal a été réparti uniformément dans la grille d'un distillateur de 500 litres. La vapeur d'une chaudière d'une capacité de 150 l/h est introduite dans le distillateur par un tuyau placé sous la grille. La vapeur conduite vers le haut à travers le lit de la matière végétale transporte des huiles

essentielles. Le mélange de vapeur d'eau et d'huile pénètre dans le condenseur, où il est refroidi et condensé. Le distillat est recueilli dans le récepteur. L'huile essentielle est séparée de l'eau du distillat par décantation.

### **II.2.2. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles**

L'évaluation des différentes propriétés organoleptiques (aspect, couleur, odeur) est une étape nécessaire de vérification et de contrôle de la qualité des huiles essentielles (Amara et *al.*,2017).

### **II.2.3.Rendement en huile essentielle**

Selon la norme AFNOR(1986), le rendement en huile essentielle (Rd), est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après extraction (M') et la masse de la matière végétale utilisée (M). Il est donné par la formule suivante :

$$RD = (M' / M) * 100$$

Rd: Rendement en huile essentielle exprimée en pourcentage(%).

M': Masse de l'huile essentielle obtenue en gramme (g).

M : Masse de la matière végétale sèche utilisée en gramme (g)

## **II.3. Etude analytique des huiles essentielles**

Les propriétés physico-chimiques tels que : le pouvoir rotatoire, l'indice de réfraction l'indice d'acide, l'indice d'ester et l'indice de carbonyle constituent un moyen de vérification et de contrôle de la qualité de l'huile essentielle. Ces essais sont déterminés selon des protocoles précis qui obéissent à des normes édictées par l'Organisation Internationale de Normalisation (I.S.O)( Fellah et *al.*,2006).

### **II.3.1.Mesure des grandeurs physiques**

#### **II.3.1.1.Densité relative**

##### **a. Principe**

C'est le rapport de la masse d'un certain volume d'huile essentielle à la masse d'un volume égal d'eau à 20°C (Boukhatem et *al.*,2010).

### b. Mode opératoire

Un volume de 1 ml de chaque huile essentielle a été prélevé à l'aide d'une micropipette et pesé avec une balance analytique de précision en prenant en considération le coefficient de correction de température [NF ISO 279.1999 ] :

$$d_{20}^{20} = \left( \frac{m_{HE}}{m_{H2O}} \right) + (0.00073 \times (T^{\circ}_{Ech} - 20))$$

M : masse en gramme

T : température en °C

### II.3.1.2. Indice de réfraction

#### a. Principe

C'est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air à l'huile essentielle maintenue à une température constante (Boukhatem *et al.*, 2010).

#### b. Mode opératoire

L'indice de réfraction a été mesuré avec le réfractomètre ( Noudogbessi *et al.*., 2008).

### II.3.2. Mesure des grandeurs chimiques

#### II.3.2.1. Indice d'acide

##### a. Principe

C'est le nombre de mg de KOH nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans 1g d'huile essentielle. Les acides libres sont neutralisés par une solution d'éthanol titrée (Boukhatem *et al.*, 2010).

##### b. Mode opératoire

Un gramme d'huile essentielle et deux gouttes de phénolphthaléine sont introduits dans cinq millilitres d'alcool éthanolique neutralisé. Après homogénéisation, le mélange est titré avec une solution d'hydroxyde de potassium (0,05N) de KOH (Noudogbessi *et al.*., 2008).

$$I_a = \frac{N(OH^-) \times V \times 56.11}{M}$$

NOH- =normalité d'hydroxyde de potassium

m = masse d'huile essentielle prélevée en g

V = volume de solution d'hydroxyde de potassium versée en ml

56,11g / mol = masse moléculaire du KOH

### II.3.2.2. Indice d'ester

#### a. Principe

C'est le nombre de mg de KOH nécessaire à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans 1g d'huile essentielle, L'hydrolyse des esters présents dans l'huile essentielle se fait par chauffage, dans des conditions définies (Boukhatem et *al.*, 2010).

#### b. Mode opératoire

Nous introduisons dans un ballon de 100 ml, 1g d'huile essentielle et 25ml d'une solution alcoolique d'hydroxyde de potassium (KOH) à 0,5 M à l'aide d'une burette, ainsi que quelques pierres ponce. L'ensemble est porté au reflux pendant 1h. Après refroidissement de la solution, Nous ajoutons 20 ml d'eau distillée et 5 gouttes de phénolphtaléine. L'excès de KOH est titré avec une solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0,5N jusqu'à la disparition de la couleur rose. Une opération à blanc est réalisée dans les mêmes conditions que précédemment. L'indice d'ester (Ie) est calculé à l'aide de la relation suivante (AFNOR., 2000):

$$I_e = 28.05 / m (V_0 - V_1) - I_a$$

V<sub>0</sub>: Volume en ml de la solution d'HCl (0,1N) mesuré pour l'essai à blanc.

V<sub>1</sub>: Volume en ml de la solution d'HCl (0,1N) mesuré pour le calcul de Ie.

m: Masse en g de la prise d'essai.

I<sub>a</sub> : Valeur d'indice d'acide.

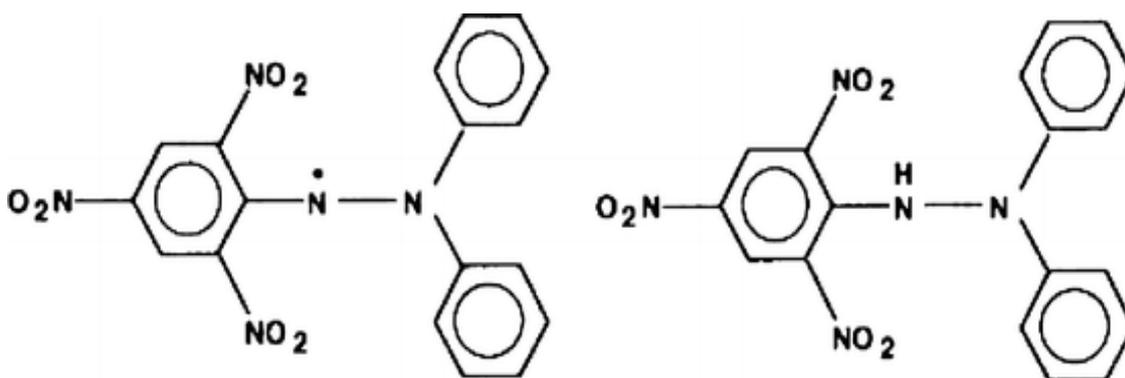
### II.3.2.3. Potentiel d'Hydrogène (PH)

Le potentiel d'Hydrogène a été évalué à l'aide d'un pH-mètre (Boukhatem et al.,2010).

## II.4.Activitéantioxydante

### II.4.1 Principe du test DPPH

Le test est une méthode largement utilisée dans l'analyse de l'activité antioxydante. En effet, le radical DPPH (forme oxydée) se caractérise par sa capacité à produire des radicaux libres stables. Cette stabilité est due à la délocalisation des électrons libres au sein de la molécule. La présence de ces radicaux DPPH donne lieu à une coloration violette foncée de la solution, qui absorbe aux environs de 515 nm. La réduction des radicaux DPPH par un agent antioxydant entraîne une décoloration de la solution (formeréduite) (Molyneux., 2004).



**Figure II. 1 :** Structures du 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle et de sa forme réduite, la 1,1-diphényl-2-picrylhydrazine(Sagar et Singh .,2011).

### II.4.2.Mode opératoire

L'activité antioxydante in vitro a été évaluée par la mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl). Le pouvoir antioxydant des huiles essentielles a été estimé par comparaison avec un antioxydant de synthèse (acide ascorbique).

Nous avons utilisé la méthode mise au point par BENTABET et al., (2008) :

Une solution de 0,0025% (2,5 mg/ 100 ml) de DPPH dilué dans l'éthanol a été préparée et stockée dans l'obscurité jusqu'à son utilisation. La solution donne une couleur violette.

Pour vérifier la qualité de notre préparation et pour mieux préciser les valeurs d'absorbances, un balayage spectrophotométrique de la solution éthanolique du DPPH

préparée a été réalisé en variant la longueur d'onde et en mesurant l'absorbance correspondante afin de déduire la longueur d'onde maximale ( $\lambda_{\max}$  pour une absorption maximale).

Un volume de 50  $\mu\text{l}$  de différentes concentrations (0.5, 10, 20, 60, 80, 100  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) de chaque huile essentielle est ajouté à 1950 $\mu\text{l}$  de la solution éthanolique du DPPH (0,025 g/l) fraîchement préparée. Le contrôle négatif a été préparé en parallèle en mélangeant 50  $\mu\text{l}$  de l'éthanol avec 1950 $\mu\text{l}$  d'une solution éthanolique de DPPH. Le contrôle positif a été préparé en utilisant l'acide ascorbique dont les concentrations varient entre 20 et 200  $\mu\text{g}/\text{ml}$ .

Après incubation à l'obscurité pendant 30 minutes et à température ambiante, la lecture des absorbances est effectuée à  $\lambda_{\max} = 515,5\text{nm}$  à l'aide d'un spectrophotomètre UV-1601 (Shimadzu, Kyoto, Japan), contre un blanc pour chaque concentration. Le blanc contient 50  $\mu\text{l}$  de chaque concentration de l'huile essentielle à tester et 1950 $\mu\text{l}$  d'éthanol.

Le pourcentage d'inhibition du DPPH ( $I\%$ ) est calculé selon l'équation suivante :

$$I\% = \frac{Abs_C - Abs_E}{Abs_C} \times 100$$

$I\%$  : Pourcentage d'inhibition du DPPH

$Abs_C$  : Absorbance du contrôle négatif

$Abs_E$  : Absorbance de l'échantillon.

#### II.4.3. Détermination de la concentration inhibitrice à 50% $IC_{50}$

Ce paramètre  $IC_{50}$  est défini comme étant la concentration d'extrait nécessaire qui cause la perte de 50% de l'activité de DPPH. L' $IC_{50}$  est calculée graphiquement par la régression linéaire du graphe tracé ; pourcentage d'inhibition en fonction de différentes concentrations des fractions testées (Molyneux., 2004).

## **Chapitre III : Résultats et discussion**

### III.1. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles

Les caractères organoleptiques des huiles essentielles des plantes étudiées ont été obtenus via des tests olfactifs. Ils sont représentés dans le tableau III.1 ci-dessous :

**Tableau III 1**Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandu latifolia*

Huiles essentielles	Aspect	Couleur	Odeur
<i>Lavandula dentata</i>	Liquide	Jaune	Odeur très camphrée, Aromatique délicate.
<i>Lavandula latifolia</i>	Liquide	Incolore	Odeur camphrée, Aromatique

L'huile essentielle obtenue par entraînement à la vapeur d'eau de *Lavandula dentata* est d'aspect liquide de couleur jaune avec une odeur aromatique délicate très camphrée, Tandis que l'huile essentielle de *Lavandula latifolia* était incolore d'odeur aromatique camphrée.

D'après l'étude de EL ABDALI et *al.*,(2022) sur l'huile essentielle des parties aériennes de *Lavandula dentata* du Maroc extraite par hydrodistillation, cette dernière est de couleur jaune-vert pâle avec une odeur fraîche.

Selon COUIC-MARINIER et *al.* , (2020) ,l'huile essentielle de *Lavandula latifolia* est caractérisée par un aspect liquide limpide, avec une couleur jeune claire à jaune vert et une odeur évoquant le cinéole et le camphre.

Selon AFNOR, (2000), les huiles essentielles sont habituellement liquides à température ambiante et volatiles, Elles sont plus ou moins colorées et très odorantes.

### III.2. Rendement en huiles essentielles

Les rendements moyens en huiles essentielles sont calculés à partir de matières végétales sèches des extrémités fleuries des plantes étudiées. Les échantillons de *Lavandula latifolia* ont fourni un rendement d'environ 2 % (Figure III.1) supérieur à celui obtenu avec *Lavandula dentata*(1%).

Selon SOUIHI et *al.*,(2017), qui ont fait une étude sur les feuilles de *lavandula dentata* au sud tunisien, le rendement en huile essentielle de *lavandula dentata* extraite par

hydrodistillation était de 1.02% .Une autre étude de BACHIRI et *al.* ,(2016) a été effectuée sur la partie aérienne de *Lavandula dentata* du Maroc. Le rendement suite à l'extraction par hydrodistillation était égal à 2.9%.Les rendements dans ces deux études sont supérieurs aux résultats que nous avons obtenus.

Selon l'étude de AL- ANSARI et *al.* ,(2021) sur *Lavandula latifolia* qui a été récoltée dans les Ghâts occidentaux, Tamilnadu en Inde. Des épis de fleurons de lavande fraîchement récoltés ont été utilisés pour l'extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation. Le rendement était de 4,6 %.Ce qui est supérieur à nos résultats.

Une autre étude de CARRASCO et *al.*, (2015) sur *Lavandula latifolia* du sud-est de l'Espagne extraite par hydrodistillation dévoilé un rendement de 1,2%. Ce rendement est inférieur au notre.

Cette différence de rendement en huiles essentielles est justifiée, puisque le rendement dépend de plusieurs facteurs à savoir l'espèce, l'environnement, la période de récolte, le lieu de séchage et l'emplacement géographique (Bachiri et *al.* , 2017).

### **III.3.Composition chimique des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* dans la littérature**

Les résultats de AL-ANSARI et *al.* ,(2021) en Inde et HERRAIZ-PENALVER et *al.*, (2013) en Espagne et KARACA et *al.*, (2020) en Turquie sur la composition chimique de la lavande aspic sont mentionnés dans le tableau III.2 ci-dessous :

**Tableau III 2** : Composition chimique de l'huile essentielle de la lavande aspic en %

Composés chimiques	Inde (AL-Ansari et <i>al.</i> , 2021)	Espagne (Herraiz-Penalver et <i>al.</i> ,2013)	Turquie (Karaca et <i>al.</i> ,2020)
Camphène	2.32	0.24	0.5
Sabinène	0.08	0.02	/
$\beta$ -Pinène	3.1	0.04	2.0
$\alpha$ -Phellandrène	0.8	/	/
1,4 - Cineole	3.7	/	/
1,8- Cineole	10.2	6.6	25.6
(E)- $\beta$ _ Ocimène	1.1	0.15	0.1
Gamma-tripinène	26.8	/	/
Linalool	8.9	3.7	45.2
Camphre	13.8	1.1	12.2
Lavandulol	9.3	/	/
Terpinen-4-ol	9.1	0.33	/
Isoborneol	0.03	/	0.5
$\alpha$ - terpineol	2.3	0.10	1.5
Longifolene	0.52	/	/
$\beta$ - Cubebène	0.21	/	/
$\alpha$ - Pinène	–	3.2	2.4

/ : Aucun résultat

D'après les travaux de AL-ANSARI et *al.*,(2021) sur l'huile essentielle de *Lavandula latifolia* extraite par hydrodistillation, un total de 22 constituants a été identifié. Des composés tels que le gamma-terpinène (26,8 %), le camphre (13,8 %), le 1,8-cinéole (10,2 %), la lavandulol (9,3 %), le terpinen-4-ol (9,1 %), le linalol (8,9 %), le  $\beta$ -pinène (3,1 %), le 1,4-cinéole (3,07 %), le camphène (2,32 %), le  $\alpha$ -terpinéol (2,3 %) et le  $\alpha$ -copaène (2,2 %) ont été identifiés.

D'après l'étude de HERRAIZ-PENALVER et *al.*, (2013), qui a trouvé un total de 35 composés représentant entre 93,3 et 99,0% de la fraction volatile, les principaux composés étaient les monoterpènes oxygénés : le 1,8-cinéole (57,1%), le linalol (61,1%) et le camphre (46,7%), qui représentaient plus de 70 % de l'huile essentielle. D'autres

composés présents dans les échantillons sont l' $\alpha$  et le  $\beta$ -pinène (0,2-3,2% et 0,0-2,1%, respectivement), le camphène (5,3%), le  $\beta$ -phellandrène (3,7%), le limonène (3,4%), le terpinène-4-ol (6,3%), le bornéol (5,9%), l' $\alpha$ -terpinéol (2,9%), la trans-caryophyllène (1,1%), le ledol (1,33%), la viridiflorol (1,9%) et le farnesol (0,5%).

Selon KARACA et al.,(2020),l'huile essentielle de lavande aspic à 24 principaux composants. Dans cette étude, les principaux composés de l'huile essentielle de lavande en épi ont été identifiés comme étant le linalol (45,2%), le 1,8-cinéole (25,6 %) et le camphre (12,2 %).

D'après ces recherches sur l'huile essentielle de *Lavandula latifolia*, Nous constatons que le linalol , le camphre et le 1,8-cinéole sont les principaux composés de l'huile essentielle de la lavande aspic .

Les résultats de WAGNER et al.,(2021) en Argentine et DAMMAK et al., (2019) en Tunisie et EL-ABDELI et al., (2022) au Maroc sur la composition chimique de la lavande dentée sont mentionnés dans le tableau III.3 ci-dessous :

**Tableau III 3** : Composition chimique de l'huile essentielle de la lavande dentée en %

Composés chimiques	Argentine (Wagner et al., 2021)	Tunisie (Dammak et al.,2019)	Maroc (EL ABDALI et al., 2022)
$\alpha$ -Pinène	1.46	2.5 $\pm$ 0.2	/
Eucalyptol	34.33	/	/
$\beta$ -Pinène	1.94	5.8 $\pm$ 0.9	/
Fenchone	17.78	9.3 $\pm$ 1.0	/
d-Fenchylalcohol	7.37	/	/
Caryophylleneoxide	1.09	/	/
1,8-Cineole	/	35.0 $\pm$ 1.9	7.24
Linalool	2.91	/	45.06
Camphre	15.75	32.0 $\pm$ 2.0	15.62
Bornéol	/	3.2 $\pm$ 0.5	8.28
Decane	/	3.5 $\pm$ 0.4	/
$\delta$ -Terpineol	/	4.2 $\pm$ 0.8	7.01
$\alpha$ -terpineol	2.26	/	1.54
$\alpha$ -gurjunene	/	3.7 $\pm$ 0.7	/
Acétate de linalol	/	/	6.01
Thymol	/	/	1.68
$\beta$ -farnésène	/	/	0.86

/ : Aucun résultat

Selon l'étude de WAGNER et al.,(2021) sur l'huile essentielle de *Lavandula dentata*, 9 composants différents ont été identifiés, représentant 84,89% de l'échantillon

total. En conséquence, l'eucalyptol était le composant le plus répandu de l'huile essentielle (34%). suivi par la fenchone (17,78 %) et le camphre (15,75 %).

D'après DAMMAK et *al.*, (2019), l'huile essentielle de *Lavandula dentata* a deux composants majeurs : le 1,8-cinéole ( $35,0 \pm 1,9$  %) était le principal composant, le camphre est le deuxième composé le plus abondant ( $32,02 \pm 0,5$  %).

L'étude de EL ABDALI et *al.*, (2022), dévoile 16 composés identifiés dans l'huile essentielle de *Lavandula dentata*, représentant 99,61 % de l'essence totale. Le constituant majeur était le linalol (45,06%) suivi du camphre (15,62%) et du bornéol (8,28%), qui appartiennent tous à la classe des monoterpènes oxygénés qui constituent la classe majoritaire (91,18%) des huiles essentielles étudiées. Les hydrocarbures sesquiterpéniques étaient représentés uniquement par le  $\beta$ -farnésène (0,86 %) et les autres composés représentaient 7,57 % de l'huile essentielle de la lavande.

D'après ces résultats, nous remarquons que le composé major commun entre les trois études de l'huile essentielle de lavande dentée est le camphre.

Les résultats de la composition chimique des huiles essentielles de la lavande dentée et la lavande aspic montrent que le camphre est le composé majoritaire pour les deux huiles essentielles. Celui-ci joue un rôle anti inflammatoire et analgésique (Valérie., 2021).

#### III.4. Etude analytique des huiles essentielles

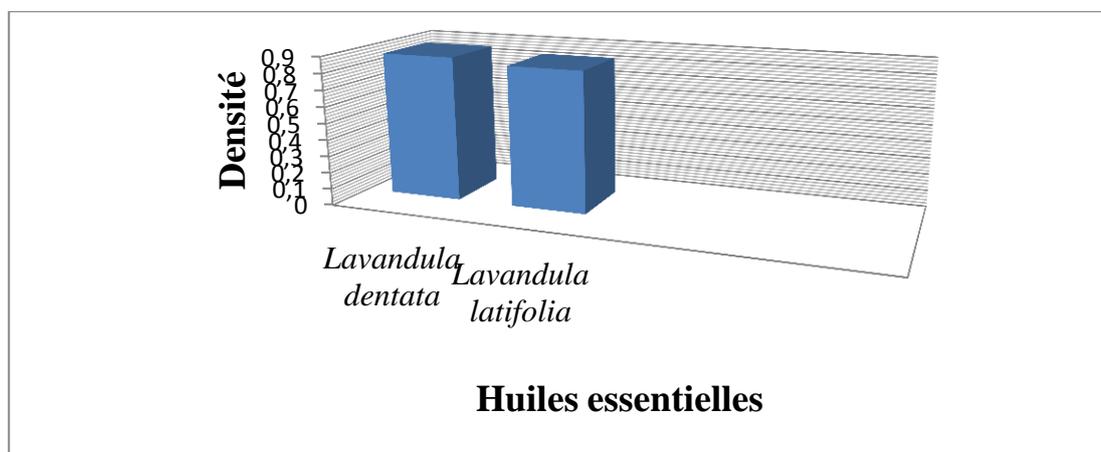
Le contrôle et la vérification de la qualité des huiles essentielles nécessitent l'étude des propriétés physico chimiques telles que la densité, le pH, l'indice de réfraction, l'indice d'acide et l'indice d'ester (Afssaps., 2008). Le tableau ci-dessous montre les résultats de notre caractérisation physico-chimique :

**Tableau III 4:** Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia*

	<i>Lavandula dentata</i>	<i>Lavandula latifolia</i>	Normes AFNOR(1999)
Densité relative	0.876	0.848	0.90-0.92
Indice de réfraction	1.469	1.466	1.300-1.700
pH	4.5	5	<5.8
Indice d'acide	2.24	1.12	<2
Indice d'ester	783.16	672.08	-

### III.4.1.Densité relative

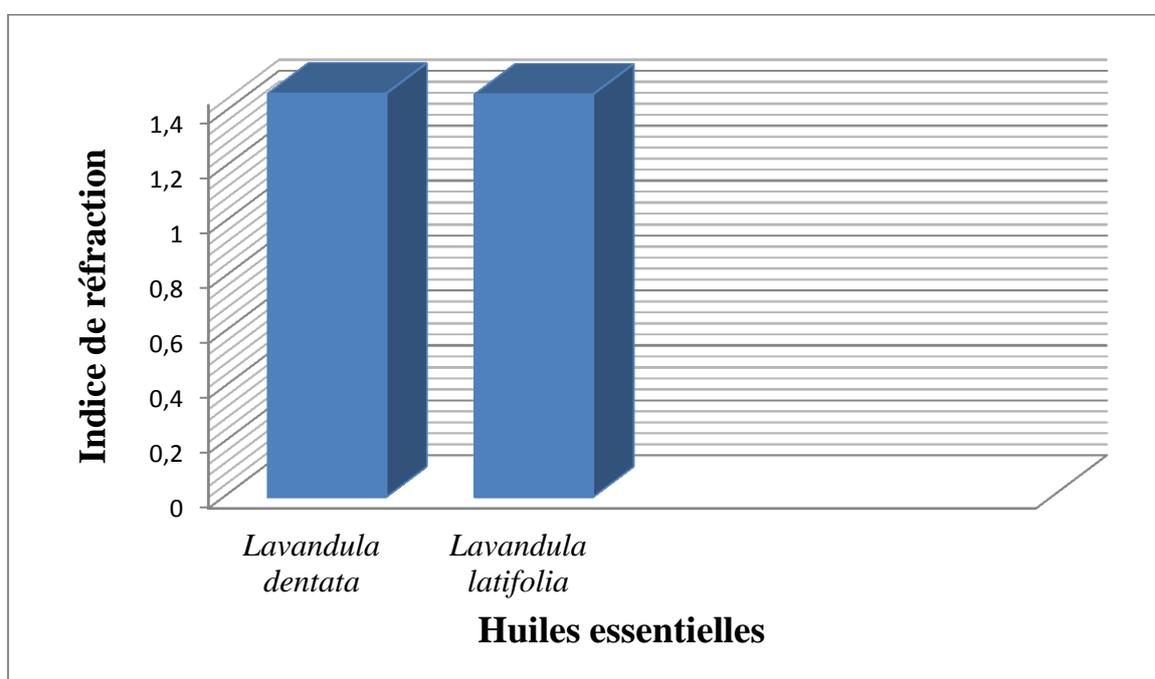
La densité relative est l'une des paramètres physique utilisée lors de la classification des huiles essentielles. Les résultats de notre échantillon sont de 0.87 et 0.84 pour les huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* respectivement (Figure III.2). Ces résultats sont inférieurs aux normes AFNOR (1999).



**Figure III. 1 :** Densité relative des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia*

### III.4.2. Indice de réfraction

Un indice de réfraction varie essentiellement avec la teneur en monoterpènes et en dérivés oxygénés. Une forte teneur en monoterpènes donnera un indice de réfraction élevé. Un faible indice de réfraction de l'huile essentielle indique sa faible réfraction de la lumière, ce qui pourra favoriser son utilisation dans les produits cosmétiques (Boukhatem *et al.*, 2010). Dans notre étude l'indice de réfraction est égal à 1.469 et 1.466 pour les huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* respectivement (Figure III.3).



**Figure III. 2:** Indice de réfraction des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia*

### III.4.3. Potentiel d'hydrogène

Les huiles essentielles de bonne qualité ont un pH inférieur à 5.8 et sont par conséquent légèrement acide (Balz *et al.*, 1990). Ce qui est le cas dans notre étude, le pH est égal à 4.5 pour l'huile essentielle de *Lavandula dentata*, et de 5 pour l'huile essentielle de *Lavandula latifolia* (Figure III.4).

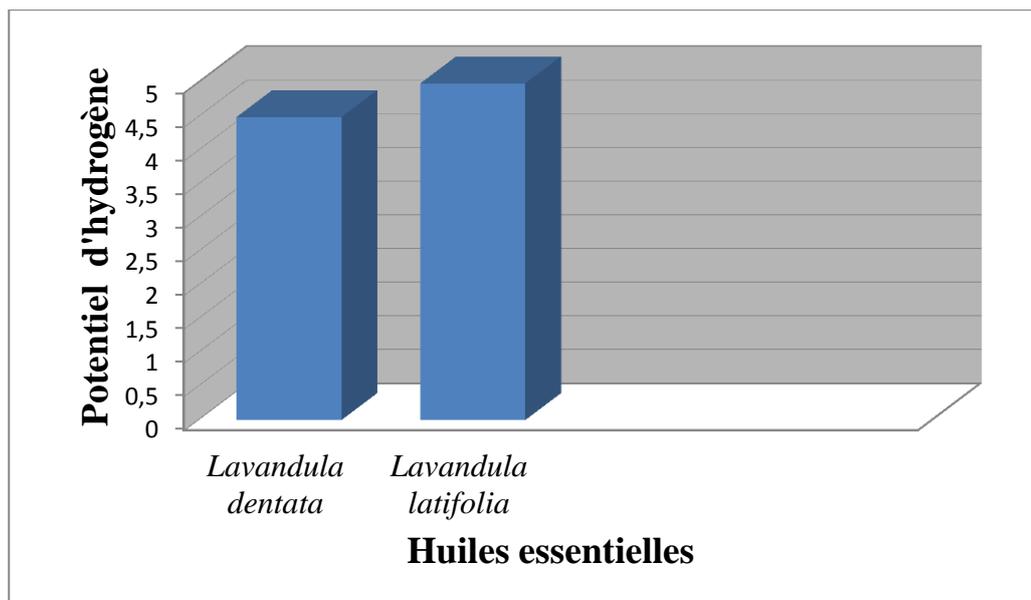
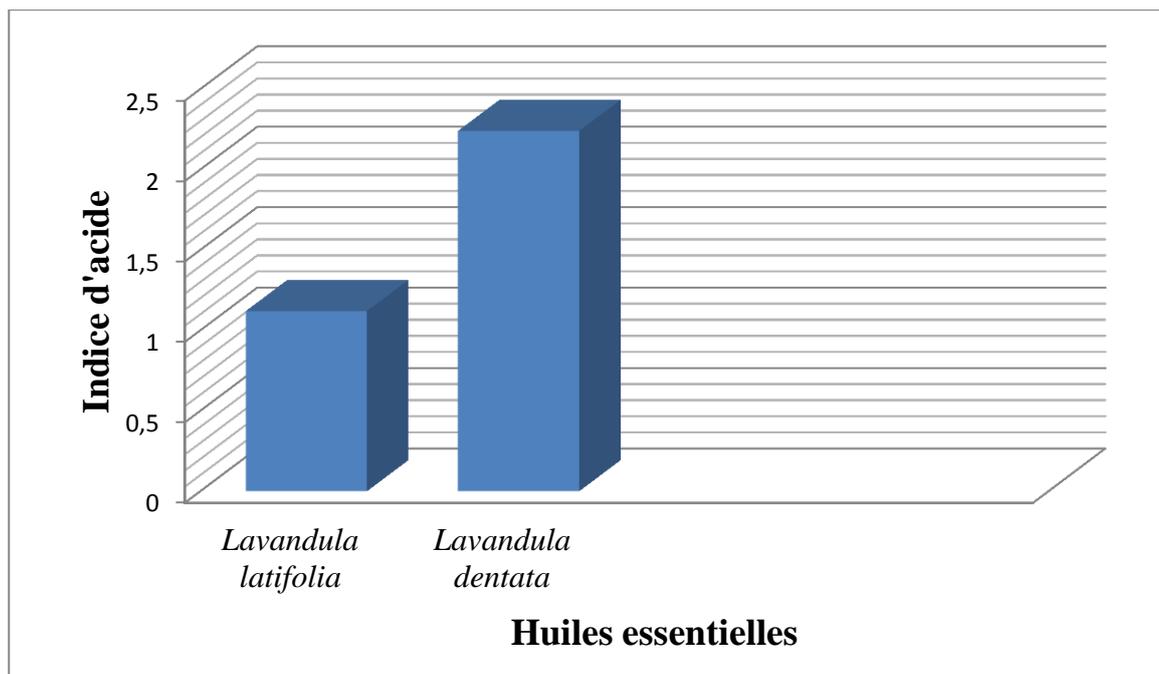


Figure III. 3: Potentiel d'hydrogène de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia*

#### III.4.4. Indice d'acide

Selon KALOUSTIAN et *al.*, (2013), un indice d'acide inférieur à deux démontre la bonne conservation de l'huile essentielle. En fait, l'huile fraîche contient très peu d'acide libre. C'est pendant le stockage que les huiles essentielles peuvent se dégrader, comme le cas des esters hydrolysés. Dans notre étude, nous avons obtenu un indice d'acide un peu élevé pour *Lavandula dentata* (2.24), tandis que celui de *Lavandula latifolia* est en accord avec les normes (Figure III.5).



**Figure III. 4:** Indice d'acide de *Lavandula latifolia* et *Lavandula dentata*

#### III.4.5.Indice d'ester

Nous avons trouvé un indice d'ester égale à 783.16 pour l'huile essentielle de *Lavandula dentata*, et égale à 672.8 pour l'huile essentielle de *Lavandula latifolia* (Figure III.6). Les huiles essentielles de très bonnes qualités renferment une très grande quantité d'esters (Othmer., 2012).

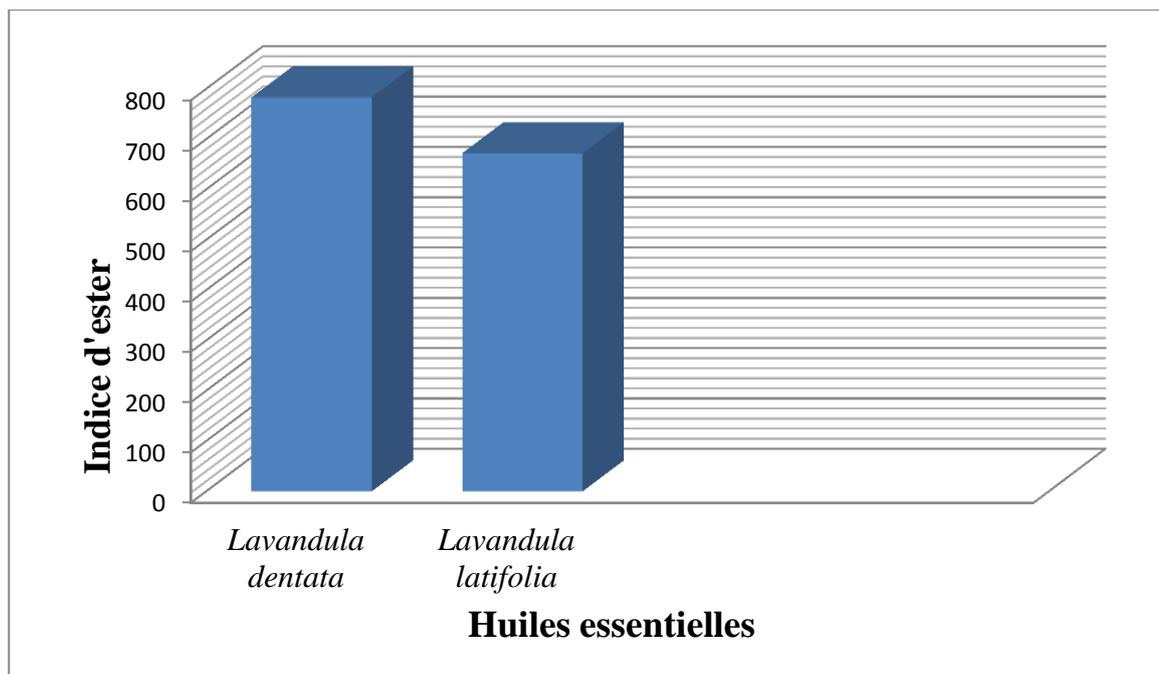


Figure III. 5: Indice d'ester de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia*

### III.5. Activité antioxydante

Dans ce travail, nous avons évalué l'activité anti radicalaire des huiles essentielles de deux espèces *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* par le test de piégeage du DPPH. L'activité antioxydante de ces dernières a été comparée à celle de l'acide ascorbique qui est un antioxydant de référence.

#### III.5.1. Détermination du pourcentage d'inhibition

La mesure de l'absorbance a été effectuée par spectrophotométrie à 517 nm et à partir des résultats obtenus, les pourcentages d'inhibition ont été calculés. Les valeurs obtenues ont permis de tracer les courbes représentant la variation du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations (Figure III.7 III.8 et III.9). Les résultats des absorbances obtenus sont détaillés en Annexe 2.

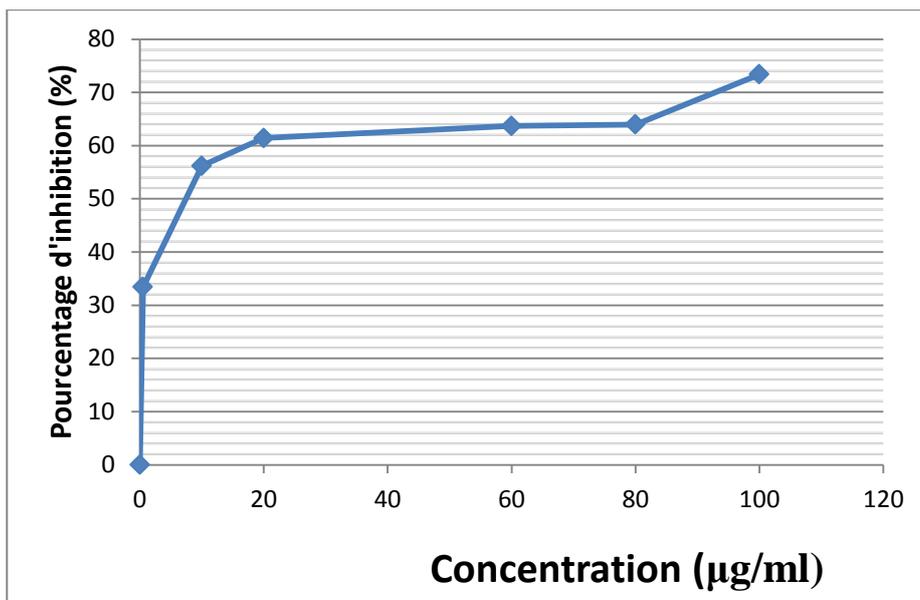


Figure III. 6 : Pourcentage d'inhibition du pouvoir oxydant du DPPH en fonction de la concentration de l'huile essentielle de *Lavandula dentata*.

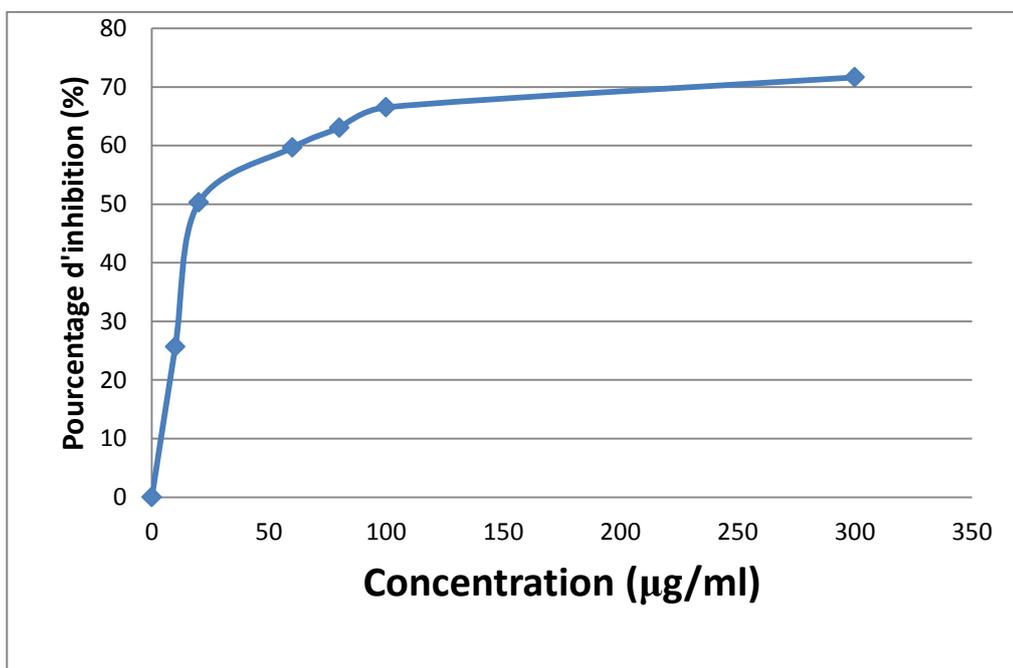
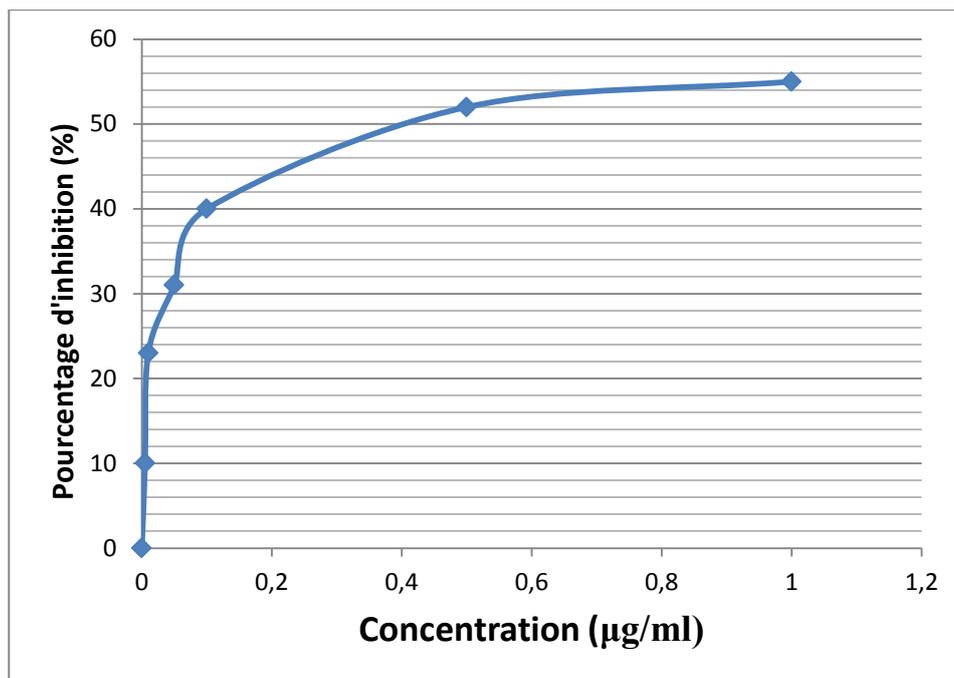


Figure III. 7: Pourcentage d'inhibition du pouvoir oxydant du DPPH en fonction de la concentration de l'huile essentielle de *Lavandula latifolia*.



**Figure III. 8 :** Pourcentage d'inhibition du pouvoir oxydant du DPPH en fonction de la concentration de l'acide ascorbique

Les résultats montrent que le pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH augmente avec l'augmentation de la concentration pour les huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia*. ou pour l'acide ascorbique.

Nous remarquons que la capacité de réduction des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* la plus élevée est constatée à des concentrations de 100µg/ml et 300 µg/ml avec des pourcentages d'inhibition de 73.38% et 71.63% respectivement, tandis que la faible activité a été notée à 33.42% et 25.69% pour des concentrations de 0.5 et 10 µg/ml respectivement. Nous constatons que le pouvoir anti-radicalaire le plus élevé est celui de l'huile essentielle de *Lavandula dentata* suivi par *Lavandula latifolia*. Aussi, le pouvoir anti-radicalaire des deux huiles essentielles est inférieur à celui de l'acide ascorbique.

### III.5.2.Détermination d'IC<sub>50</sub>

L'IC<sub>50</sub> est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50 %. Plus la valeur d'IC<sub>50</sub> est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande (Ismaili et *al.*, 2017).Les concentrations qui fournissent 50% d'inhibition (IC<sub>50</sub>) sont calculées à partir des courbes des figures III.3, III.4et III.5.Les résultats sont représentés dans le tableau III.3.

**Tableau III 5 :** IC<sub>50</sub> d'acide ascorbique et des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia*.

Substrat	IC <sub>50</sub> (µg /ml)
Huile essentielle de <i>Lavandula dentata</i>	1.77
Huile essentielle de <i>Lavandula latifolia</i>	19.9
Acide ascorbique	0.092

Les résultats obtenus nous permettent de constater que les huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* pouvaient rendre le radical libre 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) stable en le transformant en diphenyl-picrylhydrazine de couleur jaune avec un IC<sub>50</sub> de 1.77 µg/ml et 19.9 µg/ml respectivement. Tandis que l'IC<sub>50</sub> de l'acide ascorbique est égale à 0.092 µg/ml.

Ces résultats montrent que l'huile essentielle de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* possèdent une activité antioxydante mais elle est moins efficace que celle de l'acide ascorbique. Nous remarquons aussi que l'huile essentielle de *Lavandula dentata* possède un IC<sub>50</sub> très proche à celle de l'acide ascorbique. Bien que le IC<sub>50</sub> de *Lavandula latifolia* est très élevé par rapport à l'acide ascorbique.

Cette activité est tributaire de la mobilité de l'atome d'hydrogène du groupement hydroxyle des composés phénoliques de l'huile essentielle. En présence d'un radical libre DPPH·, l'atome H est transféré sur ce dernier alors transformé en une molécule stable DPPH. Ceci provoque une diminution de la concentration du radical libre et également l'absorbance au cours du temps de réaction jusqu'à l'épuisement de la capacité d'antioxydant donneur d'hydrogène (Villano et al., 2007). Ce n'est pas uniquement les composés majoritaires des huiles essentielles qui sont responsables de cette activité antioxydante, mais il peut y avoir aussi d'autres composés minoritaires qui peuvent interagir d'une façon synergique ou antagoniste pour créer un système efficace vis-à-vis des radicaux libres (Laib., 2012).

Selon JUSTUS et al., (2018), qui ont étudié l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Lavandula dentata*, par les méthodes du radical libre DPPH et ABTS, ces derniers ont un léger potentiel antioxydant. La plus forte concentration testée (20 µg/ml) a

montré  $22,0 \pm 0,6\%$  d'activité antioxydante et la plus faible concentration ( $1,25 \mu\text{g/ml}$ ) a montré  $4,4 \pm 3,6\%$  de pouvoir antioxydant.

Selon BETTAIEB REBEY et *al.*, (2017), qui ont fait une étude sur l'activité antioxydante de *Lavandula dentata* en Tunisie. Ils ont trouvé un IC50 égale à  $200.8 \pm 5.6\%$ ,  $178.70 \pm 1.65\%$ ,  $50.36 \pm 2.25\%$   $\mu\text{g/ml}$  pour les huiles essentielles de la feuille, de la tige et de la racine respectivement.

L'activité antioxydante des huiles essentielles des parties aériennes et des fleurs de *lavandula dentata* a été évaluée par IMELOUANE et *al.*, (2010). Les échantillons ont été collectés dans l'est du Maroc. Les huiles de la partie aérienne et des fleurs ont été soumises à un criblage pour leurs éventuelles activités antioxydantes en utilisant le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Les valeurs d'IC50 intéressantes ont été enregistrées avec IC50 =  $32,12 \pm 0,574$  et  $41,29 \pm 1,208 \mu\text{l/ml}$  pour les huiles essentielles de la partie aérienne et des fleurs respectivement.

D'après l'étude de MENDEZ-TOVAR et *al.*, (2015) sur les parties aériennes de 12 populations sauvages de *Lavandula latifolia* qui ont été collectées pendant la phase de floraison à l'été 2009 et 2010 dans 12 localités de Castilla et León (Espagne), les valeurs des concentrations des huiles essentielles extraites par hydrodistillation permettant une inhibition de 50% des radicaux libres DPPH variaient de  $1,85 \pm 0,05 \text{ mg/ml}$  à  $4,56 \pm 0,15 \text{ mg/ml}$  pour le matériel végétal non distillé collecté en 2009 et de  $2,94 \pm 0,09 \text{ mg/ml}$  à  $5,69 \pm 0,35 \text{ mg/ml}$  pour les échantillons collectés en 2010.

# Conclusion

# Conclusion

Le présent travail est consacré à l'extraction des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* récoltées de la Wilaya de Biskra (Ain naga), par la technique d'entraînement à la vapeur d'eau, à l'étude analytique, à la caractérisation physicochimique et à l'évaluation de l'activité antioxydante par la méthode de DPPH .

L'étude analytique des huiles essentielles des sommités fleuries, en l'occurrence, la caractérisation organoleptique de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* montre que ces dernières sont très aromatiques, incolore pour la Lavande dentée et d'une couleur jaune pâle pour la Lavande aspic.

Il ressort de l'analyse des résultats obtenus que l'extraction des huiles essentielles par entraînement à la vapeur d'eau est une méthode simple et efficace pour fournir de bons rendements : 1% et 2% pour *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* respectivement.

Le contrôle physicochimique des huiles essentielles a permis de mettre en évidence la qualité des ces huiles. Elles se distinguent par un pH acide (4.5 pour *Lavandula dentata* et 5 pour *Lavandula latifolia*) et un faible indice de réfraction (1.469 et 1.466 pour les huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* respectivement).

L'étude de l'activité antioxydante par la méthode de DPPH (pouvoir réducteur), nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antioxydant des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* par la détermination de leur pouvoir de piégeage du radical libre DPPH en déterminant leurs concentrations efficaces à 50% (IC50). Le IC50 de *Lavandula dentata* est de 1.77µg /ml, le IC50 de *Lavandula latifolia* est de 19.9µg /ml tandis que le IC50 de l'acide ascorbique est égale à 0.092µg /ml.

Ainsi, à partir de cette étude, nous concluons que les huiles essentielles des deux plantes présentent une activité antioxydante .Cette propriété biologique peut être exploitée dans les préparations alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques .Cependant, des recherches et des tests supplémentaires sont nécessaires, tels que la détermination de la composition chimique de ces huiles par CG/MS et l'étude des autres activités biologiques de ces plantes, à savoir les propriétés antifongiques, anti-inflammatoires et antivirales.

# **Références Bibliographiques**

## Références Bibliographiques

---

**AFNOR** (Association Française de Normalisation) .,« les huiles essentielles»,Paris La Défense : AFNOR, (2000).

**AFNOR.**,« Huiles essentielles: recueil de normes françaises», Paris,(1986),139-140.

**AFNOR** (Association Française de Normalisation) ., « les huiles essentielles», Paris La Défense : AFNOR, (2000), 661-663p.

**AFNOR** « Huiles essentielles échantillonnage et méthode d'analyse monographies relatives aux huiles essentielles », (2000).

**AftabSiddiqui,M.**, Khalid,M.,Akhtar, J.,Seddiqui,H.,Usama, A.,Farogh, A., khan, M.M., Mohammad, A. et Asad, A., « *LavandulaStoechas*(Ustukhuddus) :A miricalplant»,journal of innovation in pharmaceuticals and biological sciences,V.3(1),(2016) ,96-102

**Afssaps.**, « Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles », Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé,( 2008).

**Alonso, C.,Pérez , R.,Bazaga, P.,Medrano, M. et Herrera, C. M.**,« within-plant variation in seed size and inflorescence fecundity is associated with epigenetic mosaicism in the shrub *lavandula latifolia* (lamiaceae) »,Annals of botany,V.121(1) ,(2017),153-160.

**Amara, N., Boukhatem, M. N., Ferhat, M. A.,Kaibouche, N., Laissaoui, O., et Boufridi, A.**,« Applications potentielles de l'huile essentielle de lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) comme conservateur alimentaire naturel», Phytothérapie,(2017),1-9.

**Amorati, R., Foti, M.C. et Valgimigli, L.**, « Antioxidant Activity of Essential Oils », J.Agric. Food Chem,( 2013), V.61(1), 10835-10847 .

**Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D et Idaomar,M.**, « Biological effects of essential oils: A review, Food Chem. Toxicol. »(2008), 446 – 475.

**Bassolé, I. H. N., Lamien-Meda, A., Bayala, B., Tirogo, S., Franz, C., Novak, J., Nebié, R. C. et Dicko, M. H.**, « Composition and antimicrobial activities of *Lippium multiflora* Moldenke, *Mentha x piperita* L. and *Ocimum basilicum* L. essential oils and their major monoterpene alcohols alone and in combination. Molecules »(2010),7825-7839 .

## Références Bibliographiques

---

**Baba Aissa, F.**, «Encyclopedie Des Plantes Utiles»,ElmarifaBeo Alger, (2011),496p.

**Bachiri, L., Labzi, N., Daoudi, A., Ibijbijen, J., Nasriri, L., Echchegadda, G. et Mokhtari, F.**, «Etude ethanobotanique de quelques lavandes marocaines spontanées», International journal of biological and chemical Sciences, V.9(3), (2015), 1308-1318.

**Bachiri, L., Bammou, M., Echchegadda, G., et Lbijbijen, J.**, «Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de deux espèces de lavande : *Lavandula Dentata* pp. *dentata* Et *Lavandula pedunculata* spp. pédoncule », Journal scientifique européen ,V.13, (2017), 293-311.

**Bachiri, L., Echchegadda, G.H., Ibijbijen, J., et Nassiri, L.**, « Etude Phytochimique et activité antibactérienne de deux espèces de lavande autochtones au Maroc : «*Lavandula stoechas L. et Lavandula dentata L.*» European Scientific Journal, V.12(30), (2016), 313-333.

**Balz, R., Dandrieux, B., et Lartaud, P.**, « The Healing power of essential oils : Fragrance secrets for Everyday Use », Ed Lotus Press , USA, (1999), 203p.

**Bensakhria, A.**, « Toxicologie Générale - Le Stress Oxydatif », Healthcare and Finance, (2018), 70-86.

**Bentabet, N., Bouchrit, Z., Bouchrit, K.**, «Composition chimique et activité antioxydante d'extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de béchar en Algérie », phytothérapie , springer-verlag France , V.11 , (2008), 4-8.

**Bettaiebrebey, I., Bourgou, S., Saidanitounsi, M., Fauconnier, M.L., Ksouri, R.**, « Etude de la composition chimique et de l'activité antioxydante des différents extraits de la Lavande dentée (*Lavandula dentata*) », Journal of new sciences, V.39(2), (2017), 2096-2105.

**Birnard, T., Perinau, F., Brvo, O., Delmas, M. et Gaste, A.**, « Extraction des huiles essentielles », chimie et technologie : information chimie, V.22( 298) , (1988), 179-184.

**Boukhatem, M.N., Saidi, F., Hamaidi, M.S., SAIDI, F. et Hakim, Y.**, « Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens L.*) cultivé dans la plaine de Mitidja Algérie », Nature & Technologie, V.3, (2010), 37-45.

## Références Bibliographiques

---

**Boukhatem, M., Farhat,A. et Kameli,A.**,« Méthodesd'extraction etde distillation des huiles essentielles», revue Agrobiologia, V.9(2), (2019),1653-1659.

**Bouzouita, N., Kachouri, F., Ben Halima, M et Chaabouni,M.M.**, « Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperusphoenicea*. », J Soc Chim Tunis(2008) , 119-125.

**Bruneton, J.**,« Pharmacognosie, leur photochimie, plantes médicinales », Technique& Documentation, (2009),623P.

**.Burillo, J.**, «Recherche et expérimentation de plantes aromatiques en Aragon. Culture, transformation et analyse. Saragosse : Gouvernement d'Aragon »,BernatVanaclocha i vanaclocha ,(2003) ,262p.

**Canigueral, S.**, «Influence des régulateurs de croissance des plantes sur la croissance et la teneur en huile essentielle des plantules cultivées de *Lavandula dentata* », Plant cell tissue and organ culture, V.58, (1999), 177-184.

**Claudia, G., Bottoni, M., Ascrizzi, R., Milani, F., Papini, A., Flamini, G. et Fico, G.**,« *Lavandula dentata* from Italy: Analysis of Trichomes and Volatiles»,Chemistry & Biodiversity , V.17 (11) ,(2020) , 1-15.

**Couic-Marinier, F. et Lobstein, A.**, « Composition chimique des huiles essentielles », Actualités Pharmaceutiques, V.52 (525), (2013), 22-25.

**Efraigne, J.O.D. et PincemaiL, J.**, « Stress oxydant et antioxydants », RevMed Liège, V.63, (2008), 10-19.

**Fabrice, B.**, « les huiles essentielles », Fernand lanore , (2009) ,315p .

**Favier, A.**, « Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique », L'actualité Chimique, (2003), 108-115.

**Favier, A.**,« Stress oxydant et pathologies humaines », Annales Pharmaceutiques Françaises, V. 64(6),(2006), 390–396.Fellah, S., Romdhane, M., Abderraba, M., « Extraction et étude des huiles essentielles de la *Saliva officinal sis L.* cueillie dans deux

## Références Bibliographiques

---

régions différentes de la Tunisie» , Journal de la Société Algérienne de Chimie ,V.16(2), (2006), 193-202.

**Fernandez, X., CHemat , F., Do,T.,** « les huiles essentielles », vertus et application, (2014), 160p.

**Girre, L.,** « Les Plantes Et Les Médicaments », Delachaux Et Niestle, (2001), 253p.

**Golmakani, M.T. et Rezaei, K.,** « Comparison of microwave-assisted hydrodistillation with the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oils from *Thymus vulgaris* L », Food Chemistry, V.109( 4), (2008), 925-930.

**Goudable, J. et Favier, A.,** « Radicaux libres oxygénés et antioxydants » , Nutrition Clinique et Métabolisme, V.11(2), (1997), 115–120.

**Griveau, J. F. et Le Lannou, D.,** « Radicaux libres et spermatozoïdes humains: physiologie et physiopathologie », Andrologie, V.5(3), (1995), 369–381.

**Guignard, J.,** « les composés aromatiques », Edition du nod ,(2000), 274p.

Haddouchi, F et Benmansour, A., « Huiles essentielles, utilisation et activités biologiques Application à deux plantes aromatiques », Les technologies de laboratoires (2008), 20-27.

**Herrera, C.M. et Jovani, R.,** « lognormal distribution of individual lifetime fecundity: insights from a 23-year study », Ecology, V.91(2), (2010), 422-430p.

**Justus, B., Almeida, V.P., Gonçalves, M.M., Assuncao, D.P., Borasto, D.M., Arana, A.F., Sales Maia, B.H., Paula, J.F., Budel, J.M., Farago, P.V.,** « Chemical Composition and Biological Activities of The Essential Oil And Anatomical Markers Of *Lavandula Dentata* L Cultivated In Brazil », Brazilian archives of biology and technology, v .61, (2018 ), 1-12.

**Kaloustian, J., Hadji-Minaglou, F., et Vanelle, P.,** « La connaissance des huiles essentielles : qualilogie et aromathérapie : Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée », Ed Springer Verlag France ,(2013), 226p.

## Références Bibliographiques

---

**Kaloustian, J., Hadji-Minaglou, F., et Vanelle, P.,** « La connaissance des huiles essentielles : qualilogie et aromathérapie : Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée », Ed Springer Verlag France ,(2013),226p.

**Kanko, C., Sawaliho, B. E.-H., Kone, S., Koukoua, G., et N'Guessan, Y. T.,** « Étude des propriétés physico-chimiques des huiles essentielles de *Lippiamultiflora*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon giganteus* », Comptes Rendus Chimie, V. 7(10-11),(2004), 1039–1042.

**Kaufman, P.B., Caske, L.J., Warber, S. et Duke, J.A.,** « Natural products from plants », CRC press LLC, (2006),632p.

**Lis-Balchin. M.,** « Lavender: The Genus *Lavandula* », CRC Press ,(2002) ,296p.

**Lim, T.K.,** « Plantes comestibles médicinales et non médicinales », Springer Netherlands, (2014), 1024p.

**Martinetti, P.,** « Mon guide des huiles essentielles », Editions Fernand Lanore ,(2013), 256p.

**Molyneux, P.,** « The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for 300 estimating antioxidant activity » , Songklanakarin Journal of Science and Technology, V.26 (2), (2004), 211–219.

**Moro-buronzo, A.,** « grand guide des huiles essentielles », Hachette pratique, (2008), 256p.

**Mothana, R.A., Alsaid, M.S., Hasoon, S.S., Al -Mosaiyb, N.M., Al -Rehaily, A.J., et., Al-Yahya, M.A.,** « Antimicrobial and antioxidant activities and gas chromatography mass spectrometry (GC/MS) analysis of the essential oils of *Ajugabracteosa* Wall. Benth. and *Lavandula dentata* L. grown in wild in Yemen », J. Med. Plants Res, V.6(5),(2012), 3066-3071.

**Munoz-bertomeu, J., Arrillaga, L. et Segura, J.,** « essential oil variation within and among natural population of *lavandula latifolia* and its relation to their ecological areas », biochemical systematics and ecology , V.35 (8),(2007),479-488p.

## Références Bibliographiques

---

**Niki, E.**, « Do antioxidants impair signaling by reactive oxygen species and lipid oxidation products? », *FEBS Lett*, V.586(21), (2012), 3767–3770.

**Noudogbessi, J.P., Kossou, D. et Sohounhloué, D.C.K.**, « Composition chimique et propriétés physico-chimiques des huiles essentielles de *Pimenta racemosa* (Miller) et de *Chromolaena odorata* (L. Robinson) Acclimatées au Bénin » , *J. Soc. Ouest-Afr. Chim*, V.26, (2008), 11-19.

**Paniagua-Zambrana, N.Y. et Bussmann, R.W.**, « Ethno botanique des Andes », Springer International Publishing, (2020), 1955p.

**Puppo, A. et Halliwell, B.**, « Formation of hydroxyl radicals from hydrogen peroxide in the presence of iron. Is haemoglobin a biological Fenton reagent », *J. Biochemistry*, V.249, (1988), 185-190.

**Sagar, B.K. et Singh, R.P.**, « Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay », *Journal of Food Science and Technology*, V.48, (2011), 412-422.

**Seidemann, J.**, « World space plants : Economic usage, botany, taxonomy », Springer Science et Business Media, (2005), 592p.

**Souhi, M., Bousnina, A. et Touati, B.**, « Caractérisation morphologique et chimique de deux espèces de Lavande *Lavandula stoecha* L. et *L. Dentata* L. en Tunisie », *Annales de l'INRAT*, V.90, (2017), 124-137.

**Sudria, C., Pinol, M.T., Palazon, J., Cusido, R.M., Vila, R., Morales, C., Bonfill, M. et Canigueral, S.**, « Influence des régulateurs de croissance des plantes sur la croissance et la teneur en huile essentielle des plantules cultivées de *Lavandula dentata* », *Plant cell tissue and organ culture*, V.58, (1999), 177-184.

**Taiz, L. et Zeiger, E.**, « Plant, physiology », Sinauer Associates ; Third Edition, (2002), 690P.

**Tessier, F. et Marconnet, P.**, « Radicaux libres, systèmes antioxydants et exercice », *Science & Sports*, V.10(1), (1995), 1–13.

## Références Bibliographiques

---

**Vertuani, S., Angusti, A. et Manfredini, S.**, « The antioxidants and pro-antioxidants network: an overview », *Conception pharmaceutique actuelle*, V.10(14), (2004), 1677-1694.

**Villano, D., Fernandez-Pachon, M.S., Moya, M.L., Troncoso, A.M., et Garcia-Parrilla, M.C.**, « Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical », *Talanta*, V.71, (2007), 230– 235.

**Wink, M.**, « Evolution of secondary métabolites an écologique and molecular phylogentice perspective », *phytochemistry*, V.64,(2003),3-19.

# Annexes

## Annexe 1

## Matériel utilisé

Appareillage	Verrerie et consommable	Solutions et réactifs
Spectrophotomètre	Micropipette	HCL acide chlorhydrique
Réfractomètre	Tubes à essai	KOH hydroxyde de potassium
Balance de précision.	Bécher	Solution éthanolique
pH mètre	Erlenmeyer	Phénolphtaleine
Hydrodistillateur	Burette graduée	DPPH
Balance de précision	Ballon à fond plat	Acide ascorbique
		Eau distillée

## Annexe 2

## Activité antiradicalaire

Echantillon	Concentration de l'antiradicalaire( $\mu\text{g /ml}$ )	Pourcentage d'inhibition de l'oxydation(%)
<b>Acide ascorbique</b>	0	0%
	0.005	10%
	0.01	23%
	0.05	31%
	0.1	40%
	0.5	52%
	1	55%
<b>Huile essentielle de <i>Lavandula dentata</i></b>	0	0%
	0.5	33.42%
	10	56.18%
	20	61.42%
	60	63.70%
	80	63.97%
	100	73.38%
<b>Huile essentielle de <i>Lavandula latifolia</i></b>	0	0%
	10	25.69%
	20	50.26%
	60	59.67%
	80	63.03%
	100	66.53%
	300	71.63%

## Annexe 3

### Matériel utilisé



**Spectrophotomètre**



**pH-mètre**



**Balance de précision**



**Refractomètre**

