

*République Algérienne Démocratique et Populaire*

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

*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 du diplôme de Master en*

*Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie*

*Filière : Science Biologique*

*Spécialité: Physiologie Cellulaire et Physiopathologie*

*Thème*

**Extraction et activité psychotrope de l'huile essentielle de la  
lavande papillon (*Lavandula stoechas L.*)**

*Présenté par :*

*Sara Kerdjidj*

*Nour EL Imene Benharkat*

*Fatiha Nacef*

*Soutenu le :21 October 2020 ,Devant le jury :*

*Présidente : Mme Bensehaila .S*

*Examineur : Mr Cheurfa. M*

*Promotrice : Mme Benouaklil .F*

*MCB à UDB Khemis Milina*

*MCB à UDB Khemis Miliana*

*MCB à UDB Khemis Miliana*

**Année universitaire : 2019/2020**



*Dédicaces*

*Je remercie ALLAH tout puissant qui ma permet d'arriver à ce but.*

*Je dédié ce modeste travail à deux personnes les plus chers à mon cœur : mon père **Mahfoud** et ma mère **Amel** qui ont sacrifié de leur existante pour bâtir la mienne, Qui par leur précieux conseils et contient ont sa me guider ver la voix de la réussite.*

*A tous mes frères et sœurs: **Billal, Ayoub, Anfel, Marwa***

*A ma chère promotrice M<sup>me</sup> **Benouaklil***

*A ma grande mère : **Zahia***

*A ma très chère cousine : **Manel***

*A mes très chère amis : **Ahlem, Basma, Kawther***

*A mes trinômes : **Nour el imene et Fatiha***

*A toue ma famille (**Kerdjidj et Aissaoui**)*

*Sara*





*Dédicaces*

*Avant tout, je remercie le DIEU de m'avoir  
donné la chance d'étudier et de suivre le chemin de science et la  
connaissance, aussi le courage et de patience afin de réaliser ce modeste  
travail que je dédie à :*

*A mes très chers parents **Mohamed et Nawal***

*Je souhaite que vous restiez toujours près de moi et que DIEU vous  
protège et vous donne bonne santé.*

*A mes chères sœurs **Kawther et Khouloud***

*A mes frères **Abdelhak et Youcef***

*A ma chère promotrice M<sup>me</sup> **Benouakfil fatouma***

*A mes chères amies **Nesrine et Sihame***

*A mes trinômes **Fatifa et Sara***

*A Tous Mes enseignants tout au long de mes études.*

*A tout la promotion de master 2 physiologie cellulaire et  
physiopathologie.*

***Nour el imene***



*Dédicaces*

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

*Avec un énorme plaisir et une immense joie je dédie ce modeste travail Aux deux êtres qui me sont très chers dans ma vie : mon père MOHAMED et ma mère KHIRA.*

*A mes chères sœurs et mes très chères frères :*

*AEK, MOHAMED et nour el dine.*

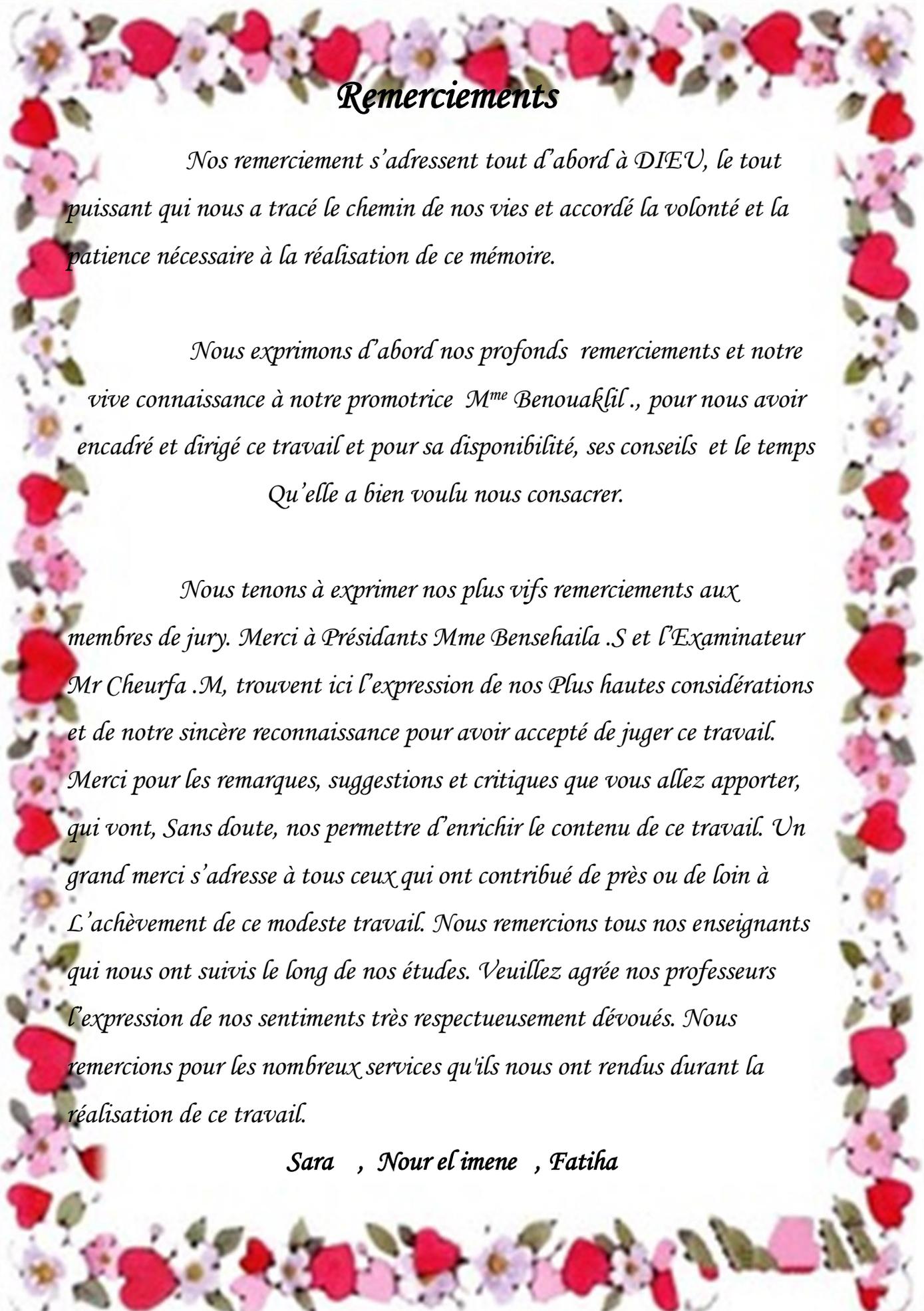
*A mes trinômes SARA et NOUREL IMENE*

*A l'encadreur M<sup>me</sup> Benouaklil fatouma*

*A tous mes amis et camarades et toute personne que n'ai pas cité et qui m'a aidé de près ou de loin, je vous remercie.*

*FATIHA*





## Remerciements

*Nos remerciement s'adressent tout d'abord à DIEU, le tout puissant qui nous a tracé le chemin de nos vies et accordé la volonté et la patience nécessaire à la réalisation de ce mémoire.*

*Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et notre vive connaissance à notre promotrice M<sup>me</sup> Benouakfil ., pour nous avoir encadré et dirigé ce travail et pour sa disponibilité, ses conseils et le temps Qu'elle a bien voulu nous consacrer.*

*Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements aux membres de jury. Merci à Présidants Mme Bensehaila .S et l'Examineur Mr Cheurfa .M, trouvent ici l'expression de nos Plus hautes considérations et de notre sincère reconnaissance pour avoir accepté de juger ce travail. Merci pour les remarques, suggestions et critiques que vous allez apporter, qui vont, Sans doute, nos permettre d'enrichir le contenu de ce travail. Un grand merci s'adresse à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à L'achèvement de ce modeste travail. Nous remercions tous nos enseignants qui nous ont suivis le long de nos études. Veuillez agréer nos professeurs l'expression de nos sentiments très respectueusement dévoués. Nous remercions pour les nombreux services qu'ils nous ont rendus durant la réalisation de ce travail.*

*Sara , Nour el imene , Fatiha*

# ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى خلق نهج تجريبي فعال لاستخراج و تحليل و تقدير التأثير النفسي للزيت العطري لنبته الحلحال (*Lavandula stoechas L.*).

يتم تحديد الخصائص الحسية, الفيزيائية و الكيميائية للزيت العطري لنبته الحلحال و هذا من خلال مراقبة العديد من الخصائص مثل الكثافة و مؤشر الاستر , و قيمة التصبن و المؤشر الحمضي في التقييم و مراقبة الجودة . من اجل تقييم التأثير النفسي, يجب إتباع عدة اختبارات مثل اختبار الشدة و اختبار المدخنة.

وفقاً للأعمال السابقة التي تم إجراؤها, يبلغ مردود الأجزاء الهوائية من الزيت العطري للحلحال  $0.02 \pm 0.012\%$  في الجزائر مع إعطاء لون اصفر و رائحة قوية . أسفر التحليل عن الطريقتين الكروماتوغرافي الغازي إلى جانب مطياف الكتلة عن أكثر من 23 مركبا كيميائيا معظمها الفنشون % 39,2 و الكافور 18% في الجزائر . فيما يتعلق بالنشاط النفسي لبعض الزيوت العطرية من النباتات القريبة من العائلة, فقد كشفت الأعمال السابقة عن تأثيرها الفعال على الجهاز العصبي المركزي.

لم يتم تنفيذ الجزء التجريبي بسبب وباء COVID-19.

**الكلمات المفتاح:** الحلحال , الزيت العطرية , الخصائص الفيزيائية و الكيميائية , التأثير النفسي , الجهاز العصبي المركزي .

# Résumé

Cette étude vise à tracer une approche expérimentale crédible pour l'extraction, l'analyse et l'évaluation de l'effet psychotrope de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L.

Les propriétés organoleptiques et physico-chimiques de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. se déterminent par le suivi de plusieurs paramètres tels que la densité, l'indice d'ester, l'indice de saponification et l'indice d'acide pour l'évaluation et le contrôle de la qualité de cette dernière.

Afin d'estimer l'effet psychotrope, il faut passer par plusieurs tests tels que le test de la traction, le test de la cheminée, le test de la planche à trous et le test Rota-Rod.

Selon les travaux antérieurs menés sur *Lavandula stoechas* L. : Le rendement des parties aériennes en huile essentielle est de  $2,01\% \pm 0,02$  en Algérie. Cette huile est de couleur jaune, limpide avec une odeur forte. L'analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-MS) a donné plus de 23 composés chimiques dont les majoritaires sont le Fenchone (39,2%) et le Camphre (18,00%) en Algérie.

Concernant l'activité psychotrope certaines huiles essentielles de plantes voisines, les travaux antérieurs ont dévoilé l'impact efficace de ces dernières sur le système nerveux central.

La partie expérimentale n'a pas été réalisée à cause de la pandémie du COVID-19.

**Mots clés:** *Lavandula stoechas* L., huile essentielle, activités psychotropes, propriétés organoleptiques, physico-chimiques, système nerveux central.

# Abstract

This study aims to trace a credible experimental approach for the extraction, analysis and evaluation of the psychotropic effect of the *Lavandula stoechas* L. essential oil.

The organoleptic and physico-chemical properties of *Lavandula stoechas* L. essential oil are determined by monitoring several parameters such as density, ester number, saponification number and acid number for the evaluation and quality control of the latter.

In order to estimate the psychotropic effect, one must go through several tests such as the tensile test, the chimney test, the hole board test and the Rota-Rod test.

According to previous work carried out on *Lavandula stoechas* L.: The yield of aerial parts in essential oil is  $2.01\% \pm 0.02$  in Algeria. This oil is yellow in color, clear with a strong odor. Analysis by gas chromatography coupled with mass spectrometry (CG-MS) yielded more than 23 chemical compounds, the majority of which are Fenchone (39.2%) and Camphor (18.00%) in Algeria.

Regarding the psychotropic activity of certain essential oils from neighboring plants, previous work has revealed the effective impact of these on the central nervous system.

The experimental part was not carried out because of the COVID-19 pandemic.

**Keywords:** *Lavandula stoechas* L., essential oil, psychotropic activities, organoleptic, physicochemical properties, central nervous system.

# Liste des tableaux

<b>Tableau 1.1 :</b> Principaux composés de l'huile essentielle de <i>Lavandula stoechas</i> L. .....	21
<b>Tableau 2.1 :</b> Périodes de récolte de <i>Lavandula stoechas</i> L. dans différents pays .....	25
<b>Tableau 2.2 :</b> Disposition des souris dans chacun lot .....	34
<b>Tableau 3.1 :</b> Propriétés organoleptique de l'huile essentielle.....	41
<b>Tableau 3.2 :</b> Caractères physico-chimique de l'huile essentielle de plantes de la famille des lamiacées .....	42
<b>Tableau 3.3 :</b> Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Lavandula stoechas</i> L. en Algérie.....	43
<b>Tableau 3.4 :</b> Principaux composés de l'huile essentielle de <i>Lavandula stoechas</i> L.de divers pays.....	45

# Liste des figures

<b>Figure 1.1</b> : Schéma de l'interaction médicament-récepteur.....	5
<b>Figure 1.2</b> : <i>Lavandula stoechas</i> L .récoltée à ain Defla .....	16
<b>Figure 1.3</b> : Illustration de la partie aérienne fleurie de <i>Lavandula stoechas</i> L. .....	17
<b>Figure 1.4</b> : Répartition géographique de <i>Lavandula stoechas</i> L. dans le monde .....	19
<b>Figure 1.5</b> : Répartition géographique de <i>Lavandula stoechas</i> L.en Algérie .....	20
<b>Figure 3.1</b> : Rendement d'huile essentielle de région d'Algérie .....	39
<b>Figure 3.2</b> : Rendement d'huile essentielle dans le monde .....	40

# Glossaire

- **Euphorisants** : Composés synthétiques imitant les effets d'autres drogues récréatives illégales, ou de plantes psychoactives non illégales.
- Hallucinogène** : Substance chimique psychotrope naturelle ou fabriquée en laboratoire.
- Stimulant** : Substance qui augmente l'activité du système nerveux sympathique facilitant ou améliorant certaines fonctions de l'organisme.
- **Somnifères** : Médicaments qui facilitent le sommeil. Ils aident à s'endormir et peuvent également contribuer au maintien du sommeil.
- Antiseptique** : Se dit d'un agent, médicament propre à prévenir les infections.
- Sédatif** : Se dit de toute substance qui agit contre la douleur, l'anxiété, l'insomnie ou qui modère l'activité d'un organe.
- Épilepsie** : Maladie chronique caractérisée par la survenue de crises épileptiques, ces crises traduisent un dérèglement soudain et transitoire de l'activité électrique du cerveau.
- **Expectorant** : Médicament ou une herbe qui augmente l'expulsion du mucus de la trachée ou des bronches par de l'expectoration ou de la toux.
- Otite**: maladie infectieuse très fréquente de conduites auditives.
- Spasmolytique** : médicament qui atténue ou supprime les spasmes.
- Antispasmodique** : Médicaments destinés à traiter les spasmes, qui sont des contractions intenses, brutales de la musculature dite involontaire ou lisse.
- Flegmatique** : Caractère calme, qui contrôle facilement ses émotions.

## Table des Matiere

Dédicaces .....	
Remerciements .....	
ملخص.....	
Résumé.....	
Abstract .....	
Liste des tableaux .....	
Liste des figures.....	
Glossaire.....	
Introduction.....	1

### Synthèse bibliographique

I.1.Psychotropes.....	4
I.1.1.Classification des psychotropes .....	4
I.1.1.1. Classification de LEWIN .....	4
I.1.1.2. Classification de DELAY et DENIKER .....	4
I.1.1.3. Classification de PELICIER et THUILLER .....	4
I.1.2. Mécanisme d'action des psychotropes .....	5
I.2.Huiles essentielles.....	6
I.2.1. Lieux de synthèse des huiles essentielles .....	6
I.2.2.Méthodes d'extraction des huiles essentielles .....	7
I.2.2.1. Extraction par hydro-distillation.....	7
I.2.2.2. Extraction par entrainement à la vapeur d'eau .....	7
I.2.2.3. Expression à froid .....	7
I.2.2.4. Extraction assistée par micro-ondes.....	7
I.2.2.5. Extraction par fluide à l'état supercritique .....	8
I.2.3. Composition chimique.....	8
I.2.3.1. Terpènes .....	9
I.2.3.2. Composés aromatiques.....	9
I.2.4.Principaux usages.....	9
I.2.4.1. Aromathérapie .....	9
I.2.4.2. Parfumerie et cosmétologie .....	10
I.2.4.3.Industrie alimentaire .....	10

I.3. Activités biologiques des huiles essentielles .....	10
I.3.1. Activité antimicrobienne .....	10
I.3.2. Activité antifongique .....	11
I.3.3. Activité antivirale .....	11
I.3.4. Activité antiparasitaire .....	12
I.3.5. Activité antioxydante .....	12
I.3.6. Activité anti-inflammatoire .....	12
I.3.7. Activité spasmolytique.....	13
I.3.8. Activité antalgique analgésique.....	13
I.3.9. Activité calmante et relaxante .....	14
I.3.10. Toxicité des huiles essentielles.....	14
I.4. Lavande papillon ( <i>Lavandula stoechas</i> L.).....	15
I.4.1. Nomenclature .....	16
I.4.2. Description botanique.....	16
I.4.3. Systématique .....	17
I.4.4. Répartition géographique.....	18
I.4.4.1. Répartition géographique dans le monde .....	18
I.4.4.2. Répartition géographique en Algérie .....	19
I.4.5. Composition chimique.....	20
I.4.6. Usages.....	21
I.4.6.1. Parfumerie et cosmétologie .....	22
I.4.6.2. Médecine .....	22

## Méthodologie

II.1. Matériel.....	24
II.1.1. Matériel végétal .....	24
II.1.1.1. Récolte .....	24
II.1.2. Matériel Animal.....	26
II.2 Méthodes.....	26
II.2.1. Extraction de l'huile essentielle .....	26
II.2.2. Etude phyto-chimique .....	27
II.2.2.1. Teneur en eau .....	27
II.2.2.2. Rendement en huile essentielle .....	28
II.2.3. Étude analytique des huiles essentielles.....	28

II.2.3.1. Propriétés organoleptiques .....	28
II.2.3.2. Indices physico-chimiques .....	28
II.2.4. Analyse par CG-MS .....	33
II.3. Activités psychotropes.....	34
II.3.1. Test de la traction .....	34
II.3.2. Test de la cheminée .....	35
II.3.3. Test de la planche à trous.....	35
II.3.4. Test de la tige tournante (Rota Roda).....	35
II.3.5. Test de transition lumière/obscurité .....	36
II.3.6. Recherche de l'action hypnotique .....	36
II.3.7. Recherche d'une action catatonigène .....	36
Travaux antérieurs	
III.1. Etude phytochimique de <i>Lavandula stoechas</i> L. ....	38
III.1.1. Teneur en eau .....	38
III.1.2. Rendement en l'huile essentielle .....	38
III.2. Etude analytique de l'huile essentielle de <i>Lavandula stoechas</i> L. ....	40
III.2.1. Caractères organoleptiques .....	40
III.2.2. Propriétés physico-chimiques.....	40
III.4. Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Lavandula stoechas</i> L. ....	42
III.4. Activités psychotropes .....	47
III.4.1. Test de la traction .....	47
III.4.2. Test de la cheminée .....	47
III.4.3. Test de la planche à trous .....	48
III.4.4. Test de la tige tournante (Rota-Rod) .....	48
III.4.5. Test de transition lumière/obscurité.....	49
Conclusion.....	49
Références bibliographique.....	
Annexe.....	

# *Introduction*

## Introduction

Ces dernières années, l'usage des plantes à des fins thérapeutiques dénote d'un regain d'intérêt incontestable face aux effets secondaires des médicaments de synthèse. L'Homme a su développer, de façon notable, ses connaissances sur l'utilisation des plantes médicinales, et ce, pour vaincre sa souffrance et améliorer sa santé (Labiad et *al.*, 2018). Aujourd'hui, une majorité de la population mondiale, plus particulièrement dans les pays en voie de développement, a recours à la médecine traditionnelle en se référant uniquement aux plantes aromatiques et médicinales (PAM) pour leurs soins de base (Tabuti et *al.*, 2003 ; Who, 2004). Les drogues végétales sont devenues, de plus en plus, une science méthodique grâce à la découverte progressive de nouveaux principes actifs naturels aux propriétés pharmaceutiques inédites que les industries pourraient utiliser dans divers domaines tels que parfumerie, cosmétique, aromatisation, thérapeutique (Wichtl et Anton, 1999 ; Bahorun et *al.*, 2003).

Parmi les plantes utilisées en médecine traditionnelle, existe *Lavandula stoechas* L. qui est très connue sous le nom de " Helhal "et est largement distribuée à travers toute la périphérie nord d'Algérie et dans tout le bassin méditerranéen (Benabdelkader, 2011). Depuis très longtemps, les vertus sédative et anxiolytique de cette espèce sont connues (Lis-Balchin, 2002). En plus et depuis plusieurs années, le genre *Lavandula* connaît un intérêt considérable par la communauté scientifique grâce à la découverte de ses nombreuses applications thérapeutiques, en particulier ceux liés au système nerveux central (Cavanagh & Wilkinson, 2002). En effet, d'après bon nombre de publications et d'ouvrages scientifiques, cette plante est de loin la première qui devrait avoir sa place dans la pharmacie familiale. C'est aussi l'huile essentielle la moins toxique, ne présentant que très peu d'interactions avec des spécialités pharmaceutiques et peu d'effets indésirables.

De nombreux auteurs comme AMARA et *al.*, (2017) ; DOB et *al.*, (2006) et MOHAMMEDI et ATIK, (2006) ont menés travaux sur les huiles essentielles de la partie aérienne de *Lavandula stoechas* L. Ainsi, certains chercheurs se sont intéressés aux propriétés psychotropes des plantes médicinales (Belabda et *al.*, 2017 ; Makram et *al.*, 2015). Cependant, selon nos connaissances, il n'existe aucun travail effectué sur l'activité psychotrope de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. Dans cette optique, Notre

choix s'est porté sur cette plante répondeur en Algérie, notamment dans la région d'Ain Defla.

Les manipulations expérimentales n'ont pas eu lieu à cause des circonstances exceptionnelles dues à la pandémie COVID-19. De ce fait, la thématique de notre mémoire a été convertie en une étude théorique en respectant les dernières décisions ministérielles enrichies par les avis des organes scientifiques de l'université.

Notre étude a pour objectifs de:

- Définir une méthodologie fiable pour caractériser l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. poussant à Ain Defla en passant par les propriétés organoleptiques, l'étude analytique et l'analyse par CG-MS.

- établir une méthodologie efficace pour évaluer l'activité psychotrope de l'huile essentielles de *Lavandula stoechas* L. par différents tests.

- Étude des travaux antérieurs réalisés sur la composition chimique de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. en Algérie et dans le monde et sur les activités psychotropes de deux plantes médicinales voisines.

*Synthèse*  
*bibliographique*

**I.1.Psychotropes**

Un psychotrope est un médicament qui agit sur les mécanismes neurobiologiques du cerveau afin d'améliorer les troubles ou les dysfonctionnements de l'activité psychique (Hassane et Dicko, 2018).

**I.1.1.Classification des psychotropes**

Plusieurs chercheurs ont élaboré une classification des psychotropes en tenant compte de multiples facteurs.

**I.1.1.1. Classification de LEWIN**

En 1924, le pharmacologue LEWIN établit une classification des psychotropes dans leur ancien sens de drogues psycho actives. Il a déterminé ainsi cinq grandes catégories de psychotropes selon leurs effets (les euphorisants, les hallucinogènes, les déprimants, les stimulants, les somnifères) (Hassane et Dicko, 2018).

**I.1.1.2. Classification de DELAY et DENIKER**

En 1957, DELAY, psychiatre français a élaboré avec son assistant DENIKER une classification des drogues qui sera validée par le congrès mondial de psychiatrie en 1961. Cette classification distingue les substances psychotropes en fonction de leur activité sur le Système Nerveux Central: la classification des psychotropes se base ainsi sur les propriétés pharmacologiques et thérapeutiques des différentes familles de psychotropes (Delay, 1957).

**I.1.1.3. Classification de PELICIER et THUILLER**

Au début des années 90, le pharmacologue THUILLER et le médecin PELICIER ont repris la classification selon DELAY et DENIKER en prenant en compte l'effet des psychotropes sur le système nerveux central :

- Les déprimeurs du système nerveux central.
- Les stimulants.

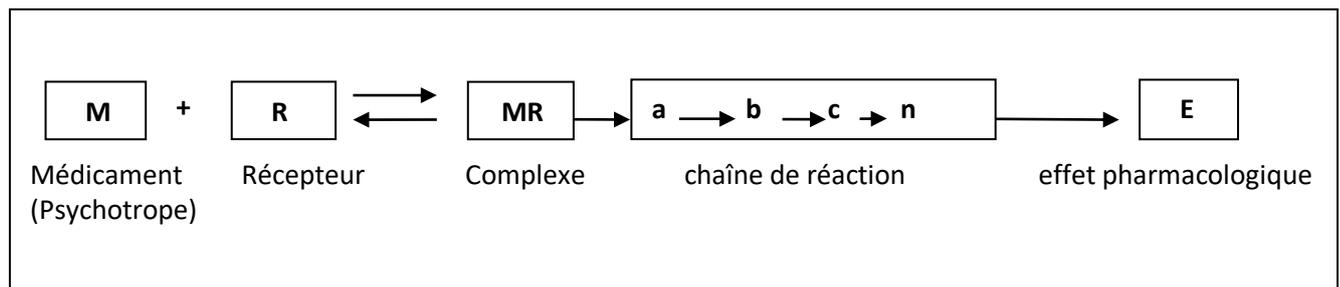
-Les hallucinogènes (Pelissier, 2014).

### I.1.2. Mécanisme d'action des psychotropes

En pharmacologie, la notion de récepteur est très importante pour expliquer le mécanisme d'action des médicaments. En effet, L'action de plusieurs psychotropes résulte de leur interaction avec une macromolécule appelée récepteur.

La liaison du psychotrope au récepteur ainsi qu'elle est illustrée à la figure (Figure1.1) est le point de départ d'une chaîne de réactions qui conduit à l'effet pharmacologique, c'est -à-dire à la réponse caractéristique de la cellule à ce psychotrope.

D'autre part, sur la surface du récepteur, le médicament se fixe sur de petites régions appelées sites actifs. C'est la fixation adéquate aux sites actifs du récepteur qui déclenche l'effet pharmacologique (Ben-amara et léonard, 2002).



**Figure 1.1** : Schéma de l'interaction médicament-récepteur (Ben-Amara et léonard, 2002).

Au niveau du système nerveux, l'activité psychique se traduit par des réactions biochimiques au sein des cellules nerveuses appelées « neurones ». Les neurones synthétisent des substances appelées neurotransmetteurs (ou neuromédiateurs), dont les plus connus sont : la dopamine, la sérotonine et la noradrénaline ces neuromédiateurs interviennent dans le fonctionnement normal des neurones Mais peuvent aussi, lorsqu'ils sont en quantité anormalement importante ou au contraire insuffisante, entraîner des troubles psychiques Les médicaments psychotropes modulent les effets des neurotransmetteurs les psychotrope agissent sur les récepteurs des neurotransmetteurs naturels ou interagissent avec les mécanismes de neurotransmission (synthèse , stockage , libération , recapture, dégradation ) Ils améliorent ou stabilisent les anomalies de fonctionnement des neurones (Anomalies de neurotransmission): Action de modification

ou de corrections psychotropes augmentent ou réduisent la neurotransmission et ainsi une activité neuronale particulière (Pierre , 2008) .

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

Le nom « huile essentielle » a été conçu empiriquement. Le terme « huile » souligne le caractère visqueux et hydrophobe de ces substances. Cependant, le terme « essentielle » fait référence au parfum, à l'odeur plus ou moins forte dégagée par la plante (Bernard et *al.*, 1988 ; Anton et Lobstein., 2005).

Les huiles essentielles sont des essences extraites de plantes, avec un arôme propre à chacune de ces dernières. Ce sont des mélanges de substances aromatiques volatiles et odoriférantes présentes en faibles quantités dans le végétal. Leur composition varie souvent selon les conditions climatiques et environnementales (Wylock, 1972). Elles sont très volatiles et passent instantanément de l'état liquide à l'état gazeux (Aboughe-Angone, 2014).

Les huiles essentielles sont largement répandues dans différentes familles du règne végétal à haute teneur en matières odorantes comme les Labiacées, les Géraniacées, les Rutacées, les Myrtacées et les Conifères (Bernard et Col, 1988).

### **I.2.1. Lieux de synthèse des huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont élaborées par des glandes sécrétrices qui se trouvent sur presque toutes les parties de la plante. Elles sont sécrétées au sein du cytoplasme de certaines cellules et se rassemblent sous formes de petites gouttelettes comme la plupart des substances lipophiles (Gonzalez-Trujano et *al.*, 2007).

Le stockage des huiles essentielles se fait dans les organes végétaux : fleurs, feuilles, fruits, tiges, bois, écorces, parties souterraines (racines, rhizomes). Il existe différentes structures de synthèse des huiles essentielles tels que les cellules sécrétrices chez les Lauracées, les poils sécréteurs chez les Labiacées (lavande, menthe, romarin, thym), les poches sécrétrices chez les Myrtacées et les Rutacées et enfin les canaux sécréteurs chez les Labiacées et les Astéracées (Degryse et *al.*, 2008).

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

### **I.2.2.Méthodes d'extraction des huiles essentielles**

Il existe plusieurs techniques d'extraction des huiles essentielles :

#### **I.2.2.1. Extraction par hydro-distillation**

Le matériel végétal est chauffé jusqu'à l'ébullition. L'huile essentielle s'évapore alors avec les vapeurs dégagées puis elle est condensée après refroidissement et enfin séparée de l'eau (Sousa et *al.*, 2002; Adio, 2005).

#### **I.2.2.2. Extraction par entrainement à la vapeur d'eau**

La masse végétale est déposée sur une grille à travers laquelle la vapeur passe. Les cellules se distendent et les particules d'huiles se libèrent. Puis, elles sont vaporisées et condensées dans un serpentin réfrigéré et la suite est la même que la technique de distillation (Sousa et *al.*, 2002; Adio, 2005).

#### **I.2.2.3. Expression à froid**

Elle constitue le plus simple des procédés, mais ne s'applique qu'aux agrumes dont l'écorce des fruits comporte des poches sécrétrices d'essences. Ce procédé consiste à broyer, à l'aide de presses, les zestes frais pour détruire les poches afin de libérer l'essence. Le produit ainsi obtenu porte le nom d'essence, car il n'a subi aucune modification chimique (Roux, 2008).

#### **I.2.2.4. Extraction assistée par micro-ondes**

Le procédé d'extraction par micro-ondes appelée " Vacuum Microwave Hydrodistillation" consiste à extraire l'huile essentielle à l'aide d'un rayonnement micro-ondes. Seule l'eau de constitution de la matière végétale traitée entre dans le processus d'extraction des essences. Sous l'effet conjugué du chauffage sélectif des micro-ondes et de

la pression réduite dans l'enceinte de l'extraction, l'eau de constitution de la matière végétale fraîche entre brutalement en ébullition. Le contenu des cellules est donc plus aisément transféré vers l'extérieur du tissu biologique, et l'essence est alors mise en œuvre par la condensation, le refroidissement des vapeurs et puis la décantation des condensats. Cette technique présente les avantages suivants:

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

### **I.2.2.5. Extraction par fluide à l'état supercritique**

Procédé intéressant pour augmenter le rendement dans le cas de plantes peu riches en huiles essentielles. Il utilise les fluides à l'état supercritique pour extraire les composants contenus dans les végétaux. En effet, dans des conditions particulières de température et de pression situées au-delà du point critique, les fluides à l'état supercritique acquièrent des propriétés importantes qui se caractérisent par une bonne diffusibilité dans les matières solides et un bon pouvoir solvant. C'est ainsi que plusieurs gaz sont actuellement utilisés industriellement, mais l'intérêt s'est porté tout particulièrement sur le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) car, celui-ci présente d'incontestables atouts : produit naturel, inerte chimiquement, ininflammable, non toxique, facile à éliminer totalement, sélectif, aisément disponible et peu coûteux (Bruneton, 1999 ; Wichtel et Anton, 1999).

### **I.2.3. Composition chimique**

Selon l'AFNOR, (2000). Une huile essentielle contient en moyenne soixante-quinze molécules actives (Mayer, 2012). Généralement les constituants des huiles essentielles appartiennent principalement à deux grandes familles chimiques : les composés terpéniques comme les monoterpènes, les sesquiterpènes (Svoboda et Hampson, 1999), les diterpènes (C<sub>20</sub>) (Santoyo et *al.*, 2005 ; Kimbaris et *al.*, 2006) et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Kaloustian et Hadji-Minaglo, 2012).

### I.2.3.1. Terpènes

Les terpènes sont des hydrocarbures résultant de la combinaison de plusieurs unités isoprène ( $C_5H_8$ ) (Hyldgaard et *al.*, 2012). Ils sont volatils car leur poids moléculaire n'est pas trop élevé (Messai, 2011). Il faut noter que les terpénoïdes sont des terpènes avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhydes, cétone, acide ...etc.) (Bruneton, 1999 ; Hernandez-Ochoa, 2005).

Selon le nombre de carbone, ce groupe est constitué de:

- Monoterpènes qui sont formés de l'union de deux unités isoprène ( $C_{10}$ ). Leur formule chimique est  $C_{10}H_{16}$  (Bakkali et *al.*, 2008). Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques (Messai, 2011).
- Sesquiterpènes dont la formule chimique est  $C_{15}H_{24}$ . Ils sont généralement formés de l'assemblage de trois unités isoprènes.
- Di terpènes qui sont formés de quatre unités isoprènes ( $C_{20}H_{32}$ ) (Figuredo, 2007).

### I.2.3.2. Composés aromatiques

Les composés aromatiques dérivés de phénylpropane sont moins fréquents dans les huiles essentielles que les terpènes (Bakkali et *al.*, 2008). Ces composés aromatiques constituent un ensemble important car ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des huiles essentielles (Kunle et *al.*, 2003).

### I.2.4. Principaux usages

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

#### I.2.4.1. Aromathérapie

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

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

#### **I.2.4.2. Parfumerie et cosmétologie**

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

#### **I.2.4.3. Industrie alimentaire**

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

### **I.3. Activités biologiques des huiles essentielles**

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques, en voici les plus importantes :

#### **I.3.1. Activité antimicrobienne**

Les huiles essentielles sont connues par leur activité antimicrobienne et certaines sont classées comme des substances actives et pourraient donc être employées pour empêcher la croissance des microorganismes pathogènes et contaminants (Gachkar et *al.*, 2007; Rasooli et *al.*, 2008).

Le mécanisme d'action des huiles essentielles sur les cellules bactériennes est difficile à cerner, compte tenu de la composition complexe des huiles volatiles (Guinoiseau, 2010). La variabilité des constituants des huiles suggère qu'elles agissent sur

plusieurs sites d'action étant donné que chaque composé possède son propre mode d'action (Sipailiene et *al.*, 2006).

Leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique, et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs (Wendakoon et Sakaguchi, 1995).

Néanmoins, Leur action se déroule en trois phases (El kalamouni, 2010) :

- 1<sup>ère</sup> Phase: attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- 2<sup>ème</sup> Phase: acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- 3<sup>ème</sup> Phase: destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie.

### **I.3.2. Activité antifongique**

Certaines huiles essentielles altèrent la perméabilité cellulaire en s'incorporant entre les chaînes grasses acyles constitutives des bicouches lipidiques membranaires et en inhibant la synthèse d'ergostérol, perturbant ainsi la fluidité de la membrane plasmique et conduisant à des altérations et des déformations empêchant l'adhésion des champignons aux muqueuses réduisant ainsi leur virulence et leur contagiosité (Kaloustian et Hadji-Minaglo, 2012). Les groupes moléculaires cités en priorité pour leur action antibactérienne se révèlent également actifs sur les champignons. Néanmoins, le traitement sera de plus longue durée (Franchrome et *al.*, 2001).

### **I.3.3. Activité antivirale**

Les huiles essentielles sont très intéressantes pour traiter les troubles d'origine virale. Des molécules appartenant à de nombreuses familles chimiques ont révélé *in vitro* leur activité antivirale comme les monoterpénols. Les huiles essentielles issues des Myrtacées (le couple cinéole-monoterpénol) sont connues pour le traitement des infections respiratoires. Les cétones, les aldéhydes et les éthers ont également des activités intéressantes en virologie. Les virus sont souvent très sensibles aux molécules aromatiques

et certaines pathologies virales comme la bronchite, l'angine, le zona, la rhinopharyngite et la grippe sont susceptibles d'être nettement améliorées grâce à elles. Des études ont démontré que les cellules saines des patients soumis aux traitements aromatiques semblent acquérir une résistance particulière vis-à-vis de la pénétration virale (Belaiche, 1979 ; Leclerc, 1918).

#### **I.3.4. Activité antiparasitaire**

Les molécules aromatiques possédant des phénols et des alcools terpéniques ont une action puissante contre les parasites (Mayer, 2012). Les cétones ont également une activité antiparasitaire mais leur utilisation est plus limitée en raison de leur neurotoxicité (Velé, 2015). Certains oxydes, comme l'ascaridole sont également très spécifiques de la lutte antiparasitaire et constituent de bons anthelminthiques (Franchrome et *al.*, 2001) . Le thym à linalol, la sarriette des montagnes ont d'excellentes huiles essentielles antiparasitaires (Mayer, 2012).

#### **I.3.5. Activité antioxydante**

L'activité antioxydante des huiles essentielles est due 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, bien que la procédure par laquelle l'huile est obtenue à partir de la matière première (distillation) limite la teneur en composés phénoliques dans la matrice finale parce que beaucoup de ces composés sont non volatils. Cependant, il existe des huiles essentielles non phénoliques qui expriment un comportement antioxydant, ceci est dû à la chimie radicalaire de certains terpénoïdes et autres constituants volatils (par exemple, des composants de l'ail contenant du soufre comme l'allyl sulfide) (Amorati et *al.*, 2013).

#### **I.3.6. Activité anti-inflammatoire**

En fonction de la composition chimique des huiles, elles peuvent agir comme des anti-inflammatoires qui affecte le métabolisme de l'acide arachidonique, la production des cytokines, ou la modulation de l'expression génétique des agents pro-inflammatoires. L'activité anti-inflammatoire est attribuée aussi aux propriétés anti-oxydantes des huiles,

puisque au cours du phénomène inflammatoire, une grande quantité de radicaux libres est produite (Miguel, 2010).

### **I.3.7. Activité spasmolytique**

De nombreuses huiles essentielles ont un effet antalgique. Leur action peut permettre de contrôler ou de diminuer la douleur, en outre, leur mécanisme d'action n'a pas été bien élucidé. Cependant, la Menthe, a été utilisée pour soulager les troubles gastro-intestinaux, où son effet analgésique est dû à l'activité de menthol, qui agit comme un antagoniste des canaux calciques (Taylor et al, 1985), ainsi que la Lavande, où le linalol agit par action post-synaptique médiée par l'AMP-cyclique, ou en inhibant la libération d'acétylcholine et en réduisant le temps d'ouverture des canaux ioniques de la jonction neuromusculaire (blocage des canaux  $\text{Na}^+$  et/ou  $\text{Ca}^{++}$ ) (Lis- Balchin et Hart, 1999).

### **I.3.8. Activité antalgique analgésique**

Pour cette activité, on recense de nombreuses molécules, car la variabilité des causes des phénomènes douloureux est également très vaste. L'eugénol dans l'huile essentielle de Girofle est connu pour traiter les algies dentaires. Le problème est que cette huile essentielle est assez agressive. Chez les patients allergiques sensibles à l'eugénol, on préférera utiliser l'huiles essentielles de Laurier noble qui être moins riche en eugénol, mais qui est composé de phénols-méthyle éthers qui sont de puissants antalgiques. Dans le domaine des algies céphaliques, c'est le menthol qui a fait ses preuves. Le menthol stimule les récepteurs au froid et est vasoconstricteur. L'application sur les tempes d'huiles essentielles de Menthe poivrée permet un soulagement rapide de la douleur (migraines, céphalées). Il a également un effet anesthésique local, qui peut être mis à profit lors de traumatismes. À l'inverse, d'autres molécules ont une action par effet hyperémiant. Une vasodilatation périphérique provoquée par une irritation tissulaire entraîne une sensation de chaleur et une légère anesthésie locale ou un effet antalgique. Les principales molécules concernées sont : le paramycène (Marjolaine des jardins), le camphre (Romarin à camphre), le salicylate de méthyle (Gaulthérie). Ils sont très connus pour la prise en charge des algies tendino-musculaires et ostéo-articulaires (Nicolas, 2017).

### I.3.3. Activité calmante et relaxante

Les huiles essentielles sont utilisées dans les troubles du système nerveux. Plusieurs molécules ont des propriétés intéressantes dans le but de favoriser le sommeil : les aldéhydes, les citrals de la Verveine citronnée (*Lippia citriodora*) et de la Mélisse officinale (*Melissa officinalis*) et le cuminal des grains de Cumin (*Cuminum cyminum.*). Les éthers et les esters, les alcaloïdes terpéniques de la racine d'Angélique (*Angelica officinalis*) sont aussi utilisés. Certains composés azotés comme l'antranilate de méthyle des feuilles et des zestes de mandarines (*Citrus reticulata*) développent des propriétés anxiolytiques (Franchomme et Pénoel, 1990).

### I.3.10. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont très concentrées en principes actifs, c'est pourquoi il faut les utiliser avec prudence. Elles ne doivent pas être consommées sans la prescription de quelqu'un de qualifié. Certaines sont déconseillées pour les femmes enceintes, d'autres sont carrément interdites à des personnes ayant des problèmes de santé (maladies de peau, d'hypertension, d'épilepsie) (Jaegly, 2003).

Les études scientifiques montrent que les huiles essentielles peuvent présenter une certaine toxicité. Il faut cependant remarquer que celle-ci varie selon l'exposition et la dose prise (Degryse et al., 2008).

Selon ENGLBIN, (2011), les huiles essentielles sont des substances très puissantes et très actives. Donc, il ne faut jamais dépasser les doses, quel que soit la voie d'absorption. Egalement, une période trop prolongée provoque l'inversion des effets et/ou l'apparition d'effets secondaires indésirables.

Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde (Smith et al., 2000) ou phototoxique (huiles de citrus contenant des furocoumarines (Naganuma et al., 1985). D'autres huiles essentielles ont un effet neurotoxique. Les cétones comme l' $\alpha$ -thujone sont particulièrement toxiques pour les tissus nerveux (Franchomme et Pénoel, 1990). Il existe aussi quelques huiles essentielles dont certains composés sont capables d'induire la formation de cancers (Homburger et Boger, 1968). C'est le cas par exemple de dérivés d'alkylbenzènes ou de propenylbenzene comme le safrole (Sassafras), l'estragole (*Artemisia dracunculus*), la  $\beta$ -asarone (*Acorus calamus*) et le méthyl-eugénol. Des chercheurs ont mis en évidence l'activité hépato

carcinogénique de ces composés chez les rongeurs (Wiseman et *al.*, 1987). Le safrole et l'estragole, par exemple, sont métabolisés par les microsomes au niveau du foie des rats et des souris en dérivés hydroxylés puis en esters sulfuriques électrophiles qui eux sont capable d'interagir avec les acides nucléique et les protéines (Kim et *al.*, 1999). Toutefois, ces résultats sont controversés car il existe des différences chez l'Homme dans le processus de métabolisation de ces composés. Le safrole par exemple est métabolisé chez l'humain en dihydroxy safrole et trihydroxy safrole non cancérigènes (Franchomme et Pénoel, 1990). De plus, tout dépend de la dose administrée lors des expériences et bien souvent la dose absorbée par l'animal est loin de correspondre à celle qu'un Homme est susceptible d'ingérer par jour (Guba, 2001).

#### I.4. Lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.)

*Lavandula stoechas* L. (syn. *Stoechas officinarum* Moench) a été historiquement la première lavande à être formellement décrite. Donc il possède la même caractéristique morphologique caractéristique et commune à l'ensemble de cette famille (Lamiacées). (Upson et Andrews, 2004).

La lavande papillon est une espèce végétale bien connue. Elle fait également partie de la famille des Lamiacées ou Labiées. Elle possède donc les mêmes caractéristiques morphologiques et communes à l'ensemble de cette famille (Balouiri, 2011) (Figure 1.2).



**Figure 1.2 :** *Lavandula stoechas* L. récoltée à Ain Defla (Original, 2020).

### I.4.1.Nomenclature

Les noms vernaculaires de *Lavandula stoechas* L. selon BELLAKHDAR, (1997) et UPSON et ANDREWS, (2004) sont :

Français : lavande stoechade, lavande papillon, lavande séchas, lavande à toupet.

Anglais: Spanish lavender (in American), lavender (in Europe), Italian lavender.

Arabe: حلال, استخدوس, محرك

Berberes: Amezzir, timerza, imezzir.

### I.4.2. Description botanique

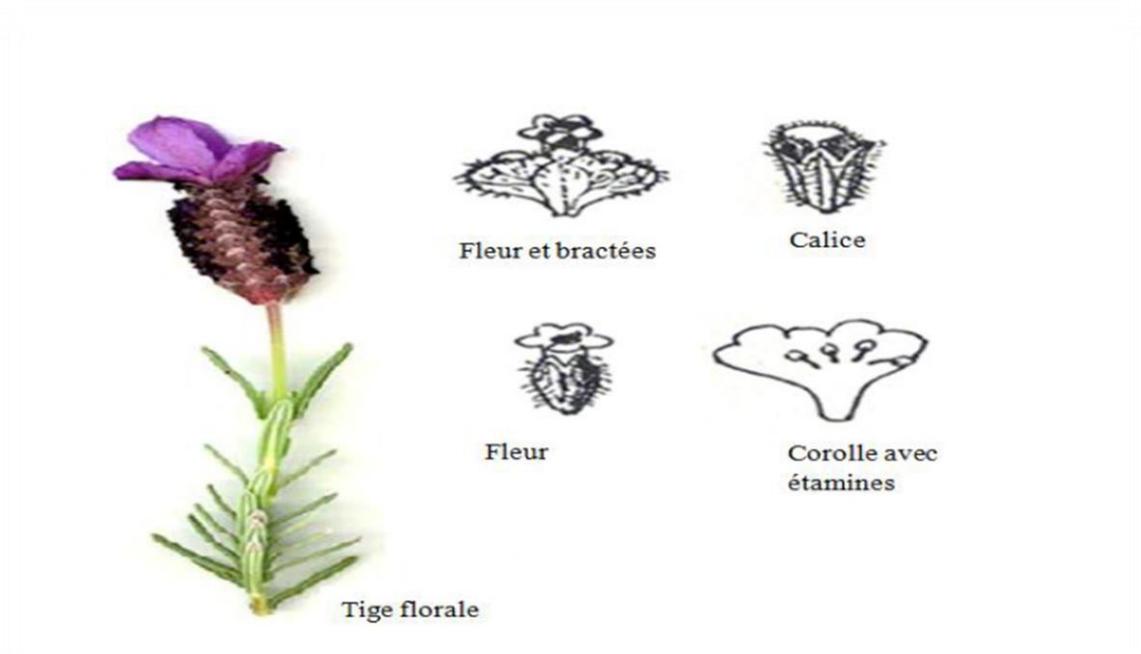
La lavande papillon se présente sous forme d'un arbrisseau pouvant atteindre un mètre de hauteur (Benabdelkader, 2012), tomenteux, blanchâtre, tétragones (Jullien, 2016), très ramifié et très aromatique avec une lourde odeur semblable à celle du pin (Benabdelkader, 2012), l'essence qu'on peut en extraire a une odeur très forte et désagréable (Barbier, 1963). Elle supporte la mi-ombre, tolère le froid et préfère les endroits ensoleillés et les sols riches (Chu et Kemper, 2001).

Les tiges sont plusieurs, d'une longueur de 20 à 40 cm (Besombes, 2008), d'une couleur grisâtre, ramifiées, carrées, poussent souvent le long du sol, puis plier vers le haut, densément poilues. Les parties inférieures sont boisées et rugueuses (Aftab Siddiqui et *al.*, 2016).

Les feuilles sont petites, grisâtres, tomenteuses (Besombes, 2008), opposées, de 2 à 4 cm de long, sessiles, oblongues, lancéolées, linéaires, étroites et recourbées sur les bords (Benabdelkader, 2012), mais sans dents ni lobes, appariées ou groupées à des nœuds, parfumées lorsqu'elles sont écrasées (Aftab Siddiqui et *al.*, 2016).

Les fleurs sont de couleur mauve foncé (Figure 1.3), en épis courtement pédonculé, ovales ou oblongs, compacts, quadrangulaires, surmontés d'une houppe de grandes bractées stériles violettes. Les bractées fertiles larges sont obovales-sub trilobées, membraneuses, veinées, plus courtes que le calice très velu. Les carpelles ovales sont à trois angles (Jullien, 2016).

La floraison est plus précoce que chez les autres lavandes. Elle se déroule d'Avril à Mai puis en automne (Giray et Kirici, 2008).



**Figure 1.3 :** Illustration de la partie aérienne fleurie de *Lavandula stoechas* L.  
(Benabdelkader, 2012)

### I.4.3.Systématique

D'après QUEZEL et SANTA, (1963), la systématique de *L. stoechas* L. est la suivante :

Règne : plantes.

Embranchement : Spermaphytes.

Sous-embranchement : Angiospermes.

Classe : Dicotylédones.

Sous-classe : Dialypétales.

Ordre : Lamiales.

Famille : Lamiaceae

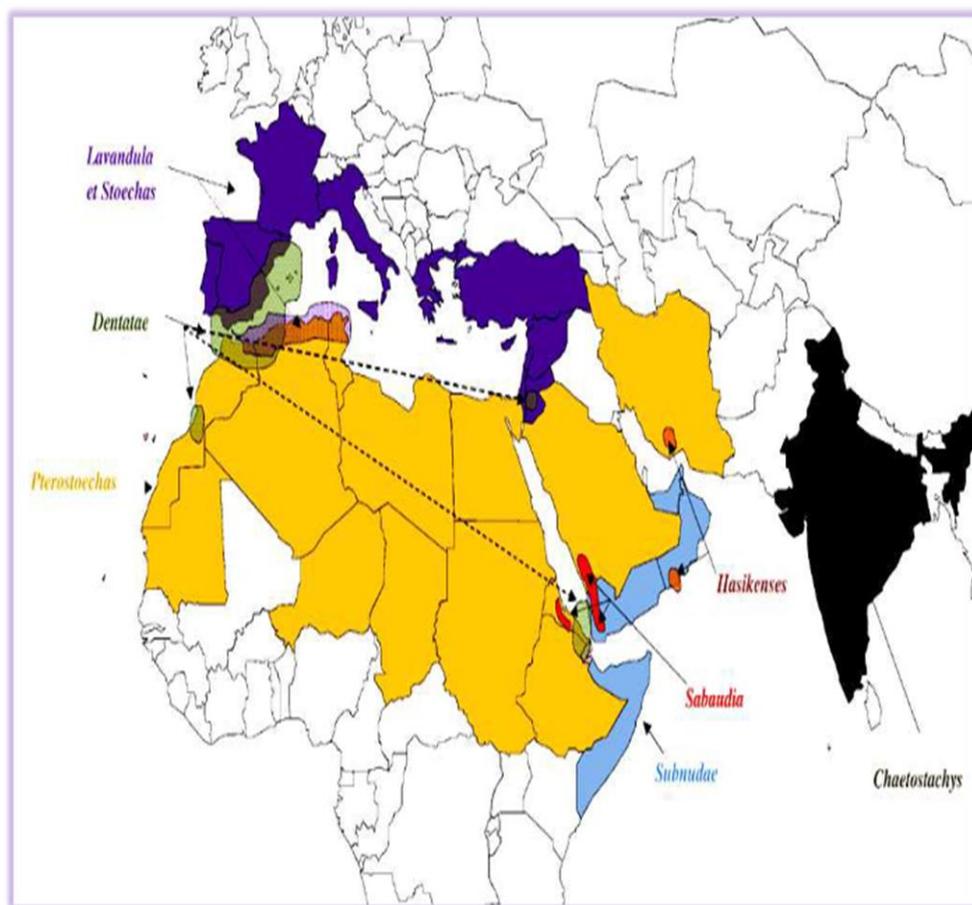
Genre : *Lavandula*

Espèce : *Lavandula stoechas* L.

#### I.4.4. Répartition géographique

##### I.4.4.1. Répartition géographique dans le monde

La Lavande papillon dont le territoire géographique est le plus vaste est répandue dans tout le bassin méditerranéen (Europe méridionale, l'Afrique du Nord et le Moyen Orient) avec une petite disjonction sur la frontière Lybie-Egypte (Figure 1.4). Actuellement, elle a été introduite et est cultivée en Bretagne, Nouvelle Zélande et en Australie (Benabdlekader, 2012).



**Figure 1.4 :** Répartition géographique de *Lavandula stoechas* L. dans le monde (Guitton, 2011)

#### I.4.4.2. Répartition géographique en Algérie

En Algérie, les populations naturelles de *Lavandul astoechas* L. sont situées au nord du pays, le long de la côte méditerranéenne dans les wilayas de Skikda, Jijel, Boumerdes, Bouira, Blida, Médéa, Ain Defla et Chlef (Benabdelkader, 2012), elle est parmi les très nombreuses espèces végétales qui forment la flore spontanée algérienne (Haussein, 2000). (Figure 1.5)



**Figure 1.5:** Répartition géographiques de *Lavandula stoechas* L. en Algérie (Benabdelkader, 2011).

**LS1** ( Skikda) ,**LS2** (Jijel) , **LS 3** ( Boumerdes) , **LS4** ( Bouira ,Lakhdaria) , **LS5** (Bouira, Ain Bessam) , **LS6** (Bouira, Gucrouma) , **LS7** (Bouira, Taguedit), **LS8** (Blida), **LS9** (Médéa) , **LS10** (Ain Defla) , **LS11** (Chlef).

#### I.4.5.Composition chimique

Selon AFTAB-SIDDIQUI et *al.*, (2016), *Lavandula stoechas* L.contient des substances organique telles que les glucides les glycosides, les phénol, les stéroïdes, les terpines et les résines, des substances inorganique telles que l'Aluminium, le calcium, le fer, le magnésium, le potassium et le strontium et des acides terpéniques comme le  $\beta$ -sitostérol, l'acide ursolique, l'apigénine, la lutéoline et l'acide rosmarinique.

La lavande papillon contient de nombreux composants chimiques actifs, dont les plus importants sont : le terpinéol, 1,8-cinéole et l'acétate de bornyle (Esiyko et *al.*, 2004).

Les principaux flavonoïdes de *L. stoechas* L. sont : l'apigénine 7-glucoside, la lutéoline 7-glucoside et la lutéoline 7-glucuronide (Upson et *al.*, 2000).

La composition chimique de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. a fait l'objet de plusieurs travaux dans plusieurs régions (France, Algérie, Italie, Australie, et Tunisie). Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 1.1:** Principaux composés de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L.de diverses régions

Origine	Organe	Principaux constituants %	Références
Corse (France)	-	fenchone (14-75)% camphre (2-56) % 1,8-cinéol (3-14) % acétate de myrtényle (1-4) %	Ristorcelli et <i>al.</i> , (1998)

Origine	Organe	Principaux constituants %	Références
Cherchel (Algérie)	Feuilles et fleurs	fenchone (31) % camphre (22) % p-cymène (6) %	Dob et <i>al.</i> , (2006)
Cagliari (Italie)	Fleurs, feuilles et tiges	fenchone (59-72) % camphre (9-15) % acétate de myrtényle (3-5) %	Angioni et <i>al.</i> , (2006)
Kairouane (Tunisie)	Feuilles	fenchone (68,2) % camphre (11,2) % 1,8-cinéol+limonène (4,9) %	Bouzouita et <i>al.</i> , (2005)
Australie	-	Camphre (48) % Fenchone (21) % 1,8-cinéol (9) %	Moon et <i>al.</i> , (2007)

#### I.4.6. Usages

L'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. possédant de nombreuses utilisations, en voici les plus importantes :

#### I.4.6.1. Parfumerie et cosmétologie

Les huiles essentielles de *Lavandula stoechas* L. est largement employée dans l'industrie du parfum savons, eaux de Cologne, lotions pour la peau, vernis, démaquillants (Schauenberg et Paris, 2010). Elles sont employées dans le secteur de la cosmétique, notamment pour la fabrication des parfums, dans les compositions parfumantes des détergents et des produits de parfumerie fonctionnelle, L'utilisation des huiles essentielles pour l'élaboration des parfums est évidente (Besombes, 2008).

Malgré que *Lavandula stoechas* L. fût la première lavande à être utilisée en parfumerie, son huile essentielle est de plus en plus délaissée en raison de son odeur fortement camphrée et de la concurrence importante des autres lavandes qui se prêtent mieux à la culture intensive et dont l'odeur est plus agréable. La forte teneur en camphre généralement observée limite ses applications en cosmétologie (Monge, 2013).

#### I.4.6.2. Médecine

*L. stoechas* L. est une espèce végétale bien connue et utilisée à travers toute la région méditerranéenne pour ses vertus médicinales principalement attribués à sa teneur en huile essentielle.

Elle était utilisée par les médecins musulmans qui la considéraient comme céphalique (Tonique), résolvente, désobstruant, et carminative. Ils la prescrivent pour lutter contre des infections pulmonaires (Said, 1996).

En Crète, l'huile essentielle et l'infusion des feuilles sont utilisées par des thérapeutes traditionnels comme spasmolytiques, contre le diabète, les douleurs menstruelles féminines, les calculs rénaux, l'anthrax, l'otite, l'hypertension et la matière végétale brute est également utilisée comme insectifuge (Skoula et *al.*, 1996). La plante est également utilisée dans la médecine populaire comme antispasmodique dans les douleurs des coliques (Usmanghani et *al.*, 1997 ; Nadkarni, 1982), expectorant, stimulant (Giray et Kirici, 2008), et pour les différentes maladies du système nerveux central, comme l'épilepsie et la migraine. Elle est appelée le balai du cerveau (Nadkarni, 1982). Elle est d'ailleurs utilisée sous forme de fumigation pour soigner "le mal des sinus" (Simonpoli, 1993). Cette lavande a aussi des effets positifs sur les plaies, les infections urinaires, les

maladies cardiaques et l'eczéma (Baytop, 1999). Finalement, elle possède également des vertus analgésiques, sédatives, antiseptiques (Baytop, 1999) et antimicrobiennes (Asimgil, 1997).

La composition chimique de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L.a été largement étudiée sur une grande partie de son aire de répartition déjà très large. Des vertus anti inflammatoires, cicatrisantes et antivirales lui sont généralement attribuées (Baldovini et *al.*, 1998).

# *Methodologie*

**II.1. Matériel****II.1.1. Matériel végétal**

Généralement, c'est les parties aériennes de la lavande papillon qui sont valorisées en phytothérapie :

Selon les travaux de AMARA *et al.*, (2017), c'est la partie aérienne fraîche de la lavande papillon ( tige, feuilles et fleurs) qui a été utilisée dans l'extraction des huiles essentielles.

Selon les expériences de MOHAMMEDI et ATIK (2011) et ceux de BOUZOUITA *et al.*, (2005), c'est les feuilles sèches de *Lavandula stoechas* L. conservées dans des sacs propres dans un endroit aéré qui étaient utilisées dans l'extraction de l'huile essentielle.

**II.1.1.1. Récolte**

La récolte se fait pendant la floraison, de fin juin jusqu'au mois d'août, pour les lavandes, La récolte a lieu en été car les fortes chaleurs favorisent la montée de l'essence dans les cellules et les glandes sécrétrices de la fleur. Les brins sont plus odoriférants si récoltés juste avant l'ouverture des fleurs. Après, l'essentiel de l'arôme se perd (Jean et Philippe, 2009).

La période de récolte de *Lavandula stoechas* L. varie d'une région à l'autre selon la floraison de cette dernière. Cela est résumé dans le tableau ci-dessous (Tableau 2.1).

**Tableau 2.1** : Périodes de récolte de *Lavandula stoechas* L. dans différents pays

Pays	Région	Périodes de floraison	Références
Algérie	Cherchel	Mai 2001	(Dob et <i>al.</i> , 2006)
	Tlemcen (Oum EL Aïou)	Novembre jusqu'à Juin	(Mohammedi et Atik, 2011)
	Bouira (Lakhdaria)	Juin 2015	(Amari et <i>al.</i> , 2017)
Tunisie	Kairouan	Avril 2001	(Bouzouita et <i>al.</i> , 2005)
	Ain-Draham	Mars 2010	(Selmi et <i>al.</i> , 2015)
Maroc	Taounate	Avril et Juin 2012	(Ez-zoubi et <i>al.</i> , 2014)

Turquie	Ile d'ayvalik-cunda	Mai 2001	(Goren et <i>al.</i> , 2002)
---------	---------------------	----------	------------------------------

### II.1.2. Matériel Animal

Selon les travaux de BELABDA et *al.*, (2017), l'étude de l'activité psychotrope a été réalisée sur des souris IOPS OFA des deux sexes, en nombre égal âgées de 2 à 2,5 mois pesant 20 à 30g, ces souris sont maintenues dans des conditions constantes de température (22± 3°C), le taux d'humidité relative est situé entre 40 à 70%. Un éclairage artificiel est utilisé et dont la séquence est de 12 heures de lumière et 12 heures d'obscurité. L'accès à l'alimentation et à l'eau est volonté. Les souris femelles sont non gravides, ces animaux étaient sains et à jeun de nourriture 18 heures avant et trois heures après l'administration du produit. Les animaux ont été adaptés aux conditions du laboratoire au moins une heure avant le début des expériences.

Selon MAKRAM et *al.*, (2015), les rats adultes aussi peuvent être soumis à l'expérience, les rats de deux sexes, en nombre égal sont regroupés par lot de cinq. Leurs poids est entre 200 et 250 g. Les femelles ne sont pas gravides, les animaux sont sains et sont mis à jeun 12 heures avant l'administration des produits.

## II.2 Méthodes

### II .2.1. Extraction de l'huile essentielle

D'après les travaux consultés, l'extraction des huiles essentielles de la lavande peut se faire par entraînement à la vapeur d'eau ou par hydrodistillation par le biais du clevenger :

Selon les travaux de AMARA et *al.*, (2017). Le procédé d'extraction utilisé pour les parties aérienne fraîche de la lavande papillon (tige, feuilles et fleurs) est l'entraînement

à la vapeur d'eau conduit à l'échelle industrielle. Aussi, l'huile essentielle est certifiée (100 % naturelle) car n'ayant été additionnée ou mélangée à aucun solvant organique durant la phase de production. L'huile essentielle a été conservée dans des flacons stériles teintés à 4 °C à l'abri de l'air et de la lumière, pendant toute la durée de son travail, pour éviter d'éventuels phénomènes d'oxydation ou de contamination.

Selon DOB et *al.*, (2006), Les parties aériennes séchées à l'ombre et finement poudrées (feuilles et fleurs) de la plante de la même espèce ont été extraites de manière exhaustive par hydrodistillation pendant 3 heures à l'aide d'un appareil de type Clevenger avec un récepteur refroidi à l'eau, afin de réduire les artefacts de surchauffe d'hydrodistillation. L'huile a été extraite du distillat avec de l'éther di éthylique puis séchée sur du sulfate de sodium anhydre. Après filtration du sulfate de sodium, le solvant a été éliminé par distillation sous pression réduite dans un évaporateur rotatif. L'huile a été stockée dans un flacon en verre scellé dans l'obscurité à 4 °C jusqu'à l'analyse.

## II.2.2. Etude phyto-chimique

### II.2.2.1. Teneur en eau

Selon BOURKHISS et *al.*,(2009), La teneur en eau est la quantité d'eau contenue dans la matière végétale fraîche. Elle est déterminée par un procédé de séchage à l'étuve à 70°C. Cette dernière est calculée par la formule suivante :

$$T\% = \frac{M_f - M_s}{M_f} \times 100$$

T : Teneur en eau exprimée en pourcentage.

$M_f$  : Masse de l'échantillon avant séchage en étuve (g).

$M_s$  : Masse de l'échantillon après séchage en étuve (g).

### II.2.2.2. Rendement en huile essentielle

Le rendement en huiles essentielles est défini comme étant le rapport entre la masse des huiles essentielles obtenue après l'extraction et la masse de la matière végétale utilisée (AFNOR, 2000).

Le rendement ( $Rdt$ ) est exprimé en pourcentage, et il est donné par la formule suivante (Selvakumar et *al.*, 2012) :

$$Rdt_{HE} = M_{HEs} / M_{vg} \times 100$$

Où:

$Rdt_{HE}$ : Rendement de l'extraction d'huile essentielle en pourcentage (%).

$M_{HE}$ : Masse de l'huile essentielle récupérée en gramme (g).

$M_{vg}$ : Masse d'essai de la matière végétale sèche utilisée en gramme (g).

### II.2.3. Étude analytique des huiles essentielles

#### II.2.3.1. Propriétés organoleptiques

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

#### II.2.3.2. Indices physico-chimiques

Les propriétés physico-chimiques des huiles essentielles sont importantes surtout du point de vue commercial, car elles sont soumises à une législation et une normalisation.

Elles sont déterminées par une série d'analyses qui sont indiquées par le recueil de normes de l'Association Française de Normalisation (AFNOR , 2000).

**a. Densité relative**

La densité relative des huiles essentielles est déterminée selon la norme NF T 75-111, elle est définie comme étant le rapport de la masse d'un certain volume d'huile essentielle à 20°C, à la masse d'un égal volume d'eau distillée à la même température.

**• Mode opératoire**

Selon NOUDOGBESSI et *al.*( 2008),le pycnomètre doit être rempli successivement avec des volumes égaux d'huile essentielle et d'eau distillée puis pesé .

$$d = (m_2 - m_0)/(m_1 - m_0)$$

Où:

$m_0$  : Masse du pycnomètre vide en g.

$m_1$  : Masse du pycnomètre rempli d'eau en g.

$m_2$  : Masse du pycnomètre rempli d'huile essentielle en g.

Selon OULD YEROU et *al.*, (2016). Un produit est classé comme suit selon sa densité :

$d < 0.9$ : le produit est riche en terpènes.

$0.9 > d < 1$ : le produit a une composition complexe.

$d > 1$  : Le produit contient des séries aromatiques, des sulfures et des nitrites.

**b.Indice de réfraction**

La mesure de l'indice de réfraction des huiles essentielles s'effectue selon la norme NF T-112 à l'aide d'un appareil du type Bellingham.

● **Mode opératoire**

Selon NOUDOGBESSI et *al.*, (2008), L'indice de réfraction se mesure à 20°C avec le réfractomètre .

**c. Indice d'acide**

Indice d'acide des huiles se détermine selon la norme NF ISO 1242 (1999). Il est défini comme 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 éthanoïque d'hydroxyde de potassium titrée.

● **Mode opératoire**

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

$$Ia = \frac{N_{(OH-)} \times V \times 56.11}{m}$$

$N_{OH}$  : Normalité d'hydroxyde de potassium.

$m$  : Masse d'huile essentielle prélevée en g.

$V$  : Volume de la solution d'hydroxyde de potassium versée en ml.

56,11g/mol : Masse moléculaire du KOH.

**d. Indice de saponification**

L'indice de saponification « Is » est le nombre en milligramme de potasse caustique (KOH), nécessaire pour transformer en savon les acides gras et les triglycérides d'un (01) gramme de corps gras (ISO, 2001). Il est déduit comme tel :

$$I_s = 28,05 \times (V_0 - V_1)/m$$

$V_0$ : Volume (ml) de la solution d'acide chlorhydrique utilisé pour l'essai à blanc

$V_1$ : Volume (ml) de la solution d'acide chlorhydrique utilisé.

$m$ : Masse (g) de la prise d'essai.

**e. Indice d'ester**

Selon OULD YEROU et *al.*, 2016, l'indice d'ester est définie comme le nombre de mg de KOH nécessaire à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans 1g d'huile essentielle.

**• Mode opératoire**

Les étapes suivies pour déterminer l'indice d'ester sont (Pharmacopée Européenne, 2001) :

- Introduire la prise d'essai dans une fiole de 250 ml de verre borosilicaté et d'un réfrigérant à flux
- Ajouter 25ml d'hydroxyde de potassium alcoolique 0.5 N et quelques billes de verre. Adapter le réfrigérant et chauffez à reflux pendant 30 min.
- Ajouter quelques gouttes de solution de phénolphaléine et titrer immédiatement par l'acide chloroformique 0.5N ( $V_1$  ml d'acide chlorhydrique 0.5N)
- Effectuer un essai à blanc dans les mêmes conditions ( $V_2$  ml d'acide chlorhydrique 0.5N).

L'indice d'ester est calculé selon la formule suivant :

$$I_e = I_s - I_a$$

$I_s$  : Indice de saponification.

$I_a$  : Indice d'acide.

### **f.Indice de peroxyde**

L'indice de peroxyde est défini comme étant le nombre de milliéquivalent d'oxygène par kilogramme de corps gras qui oxydent l'iodure de potassium avec libération d'iode. En présence de l'oxygène de l'air, les acides gras insaturés entrant dans la composition des essences s'oxydent en donnant des peroxydes (ISO, 2001).

#### **●Mode opératoire**

Les étapes réalisées selon BENOUALI, (2009) pour définir l'indice de peroxydes sont les suivants:

- Peser 2g d'huile essentielle dans un flacon de 100ml.
- Ajouter 10 ml de chloroforme, puis agiter pour dissoudre.
- Ajouter au mélange 15ml d'acide acétique pur et 1ml d'une solution d'iodure de potassium saturée.
- Après avoir fermé le flacon, laisser reposer 5 minutes à l'obscurité.
- Ajouter 75 ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon. L'iode libéré est titré par la suite avec une solution de thiosulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) à 0,01N. Parallèlement, un essai à blanc est réalisé dans les mêmes conditions.

$$I_p = [(V_0 - V) \times 10] / P$$

V : volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai.

V<sub>0</sub> : volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc.

P : prise d'essai en gramme.

#### j. Indice d'iode

L'indice d'iode se définit comme le nombre de grammes d'iode fixé par 100 g de matières grasses. Il a été déterminé suivant la méthode de Wijs' (Wolff, 1968). Selon le protocole expérimental, on additionne au corps gras en solution dans du chloroforme un excès de chlorure d'iode, appelé réactif de Wijs'. Après quelques minutes de réaction, on ajoute de l'iodure de potassium et de l'eau distillée. L'iode libéré est titré par une solution titrée de thiosulfate de sodium (0,1 N) en présence d'empois d'amidon.

#### II.2.4. Analyse par CG-MS

Selon AMARA et *al.*, (2017), les analyses chromatographiques de l'huile essentielle de la lavande papillon ont été effectuées sur un chromatographe en phase gazeuse de type Hewlett-Packard (6890) couplé à un spectromètre de masse (quadripôle). La fragmentation a été élaborée par impact électronique sous un champ de 70 eV. Le chromatographe est équipé d'une colonne capillaire HP-5MS (30 m × 0,25 mm), avec une épaisseur de film de 0,25 μm. La température de la colonne est programmée à 45 °C pendant huit minutes, palier 2 °C/min jusqu'à 300 °C. Le gaz vecteur est l'hélium pur dont le débit est fixé à 0,5 ml/min. Le mode d'injection est split (rapport de fuite : 1/70), avec une valeur d'injection de 0,2 μl. L'appareil est relié à un système informatique gérant une bibliothèque de spectre de masse NIST98 et piloté par un logiciel (HP Chem Station) permettant de suivre l'évolution des analyses chromatographiques. L'identification des constituants a été réalisée sur la base de la comparaison de leurs indices de rétention

avec ceux des composés de référence de la littérature (Adams, 2007). Une confirmation est apportée à l'aide des spectres de masse en comparaison avec ceux des composés standard de la banque de données informatisées (NIST 98).

### II.3. Activités psychotropes

Selon BELABDA et *al.*, (2017), la voie d'administration de l'huile essentielle est par injection intrapéritonéal (IP). Pour chacun des tests cités ci-dessus, trois lots de cinq souris peuvent être préparés (Tableau 2.2).

**Tableau 2.2 :** Disposition des souris dans chacun lot

1 <sup>er</sup> lot	Souris sans aucun traitement (témoins).
2 <sup>ème</sup> lot	Souris recevant une dose de 3 mg/kg de la substance de référence : le diazépam par injection IP, sous un volume de 0,2 ml.
3 <sup>ème</sup> lot	Souris recevant l'injection IP d'une solution de l'huile essentielle diluée

Selon les travaux de MAKRAM et *al.*, (2015), Le produit de référence (bromazepam 7-Bromo-2,3-dihydro-5-(2-pyridinyl)-1H-1,4-benzodiazépine-2-one) et l'extrait huileux peuvent être administrés par gavage (voie orale).

Les activités psychotropes (effets sédatif, tranquillisant, hypnotique et anticonvulsivant) peuvent être évaluées par les tests comportementaux suivants (Rahaoui et *al.*, 2007 ; Courvoisier et *al.*, 1957) :

#### II.3.1. Test de la traction

Selon BELABDA et *al.*, (2017), Cette méthode teste le réflexe de rééquilibration de l'animal. Elle consiste à suspendre des souris par les pattes antérieures à un fil métallique tendu horizontalement, et on compte le temps mis par la souris pour amener au moins une

des pattes postérieures à toucher le fil. Une souris normale effectue un établissement en moins de cinq secondes, si ce n'est pas le cas, cela signifie que la souris est soumise à une action sédatrice.

### **II.3.2. Test de la cheminée**

Selon MAKRAM *et al.*, (2015), Cet essai, évaluant l'exploration et le désir de fuite, consiste à placer une souris dans un tube en verre de 30 cm de longueur. Ce tube disposé verticalement, une souris normale remonte à reculons généralement en moins de 30 secondes.

### **II.3.3. Test de la planche à trous**

Selon LAIBIAD *et al.*, (2018), l'appareil de planche à trous model LE-8825 a pour dimension 40 × 40 cm par 2,2 cm d'épaisseur et comporte 16 trous de 3 cm de diamètre régulièrement espacés (Vinade *et al.*, 2003). Les souris sont maintenues dans leurs cages jusqu'aux 30 minutes après l'administration par la voie d'injection intrapéritonéale (IP) de l'huile essentielle (100 et 200 mg/kg) et placées ensuite individuellement dans le centre de la planche à trous. Le comptage du nombre de trous explorés par l'animal est révélé au bout de chaque minute pendant cinq minutes.

Selon MAKRAM *et al.*, (2015) et ceux de BELABDA *et al.*, (2017), Cet essai permet de mettre en évidence l'action inhibitrice des psycholéptiques sur une des composantes du comportement d'investigation, la réaction d'exploration, réaction en rapport à la fois avec la curiosité et avec le désir de fuite de l'animal.

### **II.3.4. Test de la tige tournante (Rota Roda)**

Selon BELABDA *et al.*, (2017), L'effet sur la coordination motrice a été évalué en utilisant l'appareil Rota tige (LE 8500), qui est composé d'un socle plat de base et d'une barre de fer de 3 cm de diamètre et de 30 cm de longueur, avec une surface non glissante. La tige a été divisée en quatre sections égales par trois disques. Les souris ont été présélectionnées pendant une séance d'entraînement de 24 heures avant le test, seules les souris capables de rester sur la barre (à 12 tours par minute) pendant deux minutes ont été

retenues. Quatre souris présélectionnées ont été déposées en même temps sur la tige tournante à la vitesse de 12 tours par minute, le temps écoulé entre la montée de chaque souris sur la tige et la tombée de celle-ci a été automatiquement enregistré comme temps de la performance. La durée maximale d'observation de chaque souris est fixée à cinq minutes (300 secondes). L'essai a été effectué à t : 15, 30, 60 et 90 minutes. L'appareil a été nettoyé à fond entre les essais avec de l'eau.

### **II.3.5. Test de transition lumière/obscurité**

Selon BELABDA et *al.*, (2017), L'appareil est composé de deux boîtes en plastique de dimension 20 × 10 × 14 cm, chacune un compartiment clair peint en blanc et illuminé par une lumière claire, et un autre sombre peint en noir et faiblement illuminé par une lumière rouge. Les souris peuvent se déplacer d'une boîte à l'autre à l'aide d'une porte ouverte entre les deux. L'éclairage est de 50 lx dans le compartiment sombre, alors qu'il est de 1000 lx dans le compartiment clair, généré par une source de lumière supplémentaire. Une souris est placée dans le compartiment clair au regard de la porte séparant les deux compartiments. Le nombre de transitions de chaque souris entre ces deux compartiments ainsi que le temps passé dans le compartiment clair sont enregistrés pendant cinq minutes pour chaque souris.

### **II.3.6. Recherche de l'action hypnotique**

Selon MAKRAM et *al.*, (2015). Les animaux ayant reçu l'hypnotique ont perdu leur réflexe de redressement (mis sur le dos, ces animaux gardent cette position, contrairement aux témoins qui se redressent).

### **II.3.7. Recherche d'une action catatonigène**

Selon MAKRAM et *al.*, (2015). Cette méthode consiste à imposer au rat une position particulière assis sur le train postérieur, le tronc légèrement voûté, son attitude générale rappelant celle du Bouddha. Si l'animal conserve cette position, dans le temps, il est considéré cataleptique.

*Travaux antérieurs*

### III.1. Etude phytochimique de *Lavandula stoechas* L.

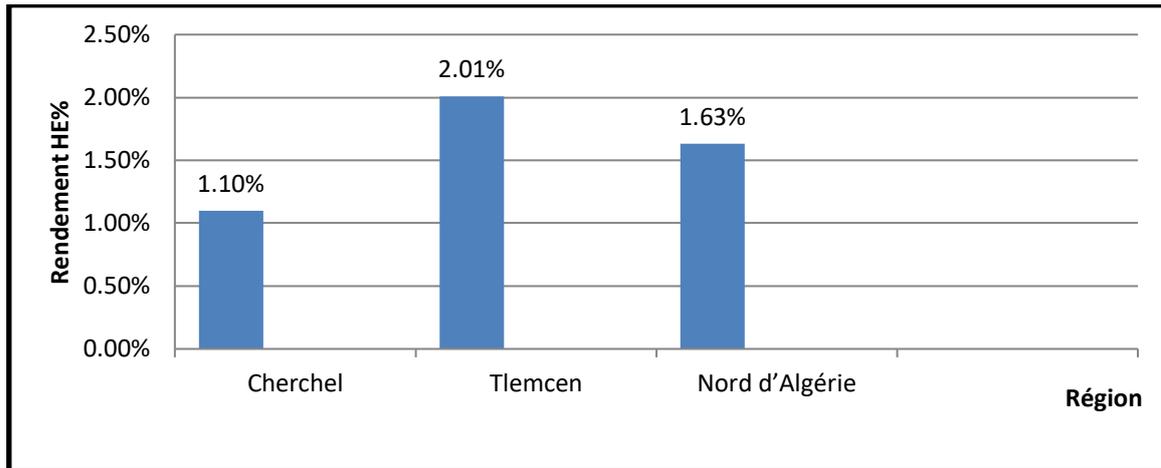
#### III.1.1. Teneur en eau

Dans les travaux de BACHIRI *et al.*, (2016), La détermination de la teneur en eau de la parties aériennes *Lavandula stoechas* L. à révèlè un pourcentage de  $64\% \pm 0,32$ .

Ces variations de teneurs peuvent être dues à plusieurs facteurs: l'organe de la plante (Vekiari et Protopapadakis, 2002), le degré de maturité (notamment les fleurs), l'interaction avec l'environnement (type de climat, sol), le génotype, l'origine géographique de la plante, les parasites, les virus et les mauvaises herbes (Svoboda et Hampson, 1999; Smallfield, 2001), le moment de la récolte et la méthode d'extraction (Botton, 1990).

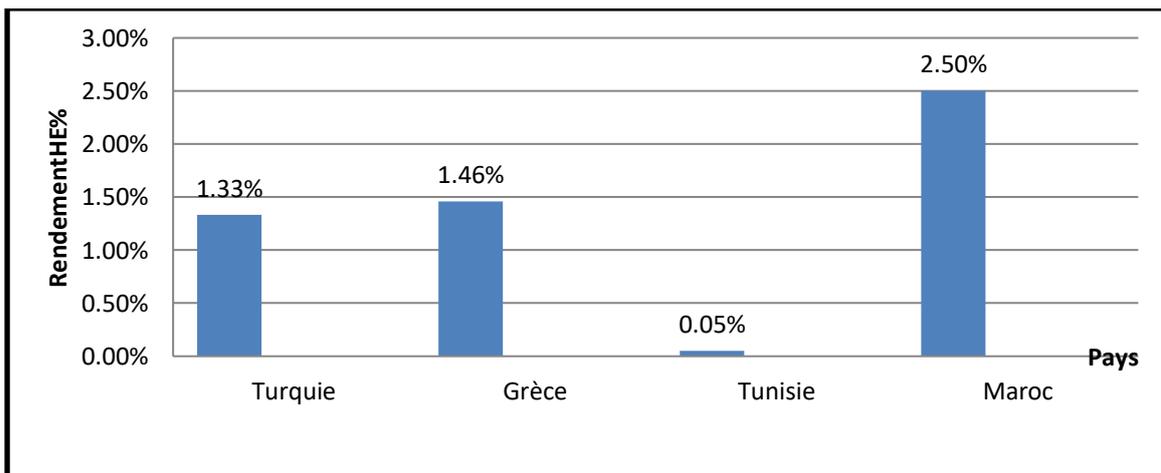
#### III.1.2. Rendement en l'huile essentielle

Selon les travaux de BENABDELKADER *et al.*, (2011), le rendement en huile essentielle à parties aériennes fleuries de *Lavandula stoechas* L. de 11 populations poussant à l'état sauvage dans différentes régions du Nord d'Algérie, après extraction par hydrodistillation varie entre 0,34% et 1,63%. Par contre, le rendement de la même espèce à parties aériennes (feuilles et fleurs) en huile essentielle obtenu par DOB *et al.*, (2006) est 1,1%. De leur part MOHAMMEDI et ATIK, (2011), ont obtenu à partir des feuilles un rendement qui varie entre 2.01% et 0.02% selon la région de cueillette (Figure 3.1).



**Figure 3.1** : Rendement d'huile essentielle de région d'Algérie

De même, CHRISTOS, (2010) qui a travaillé sur les feuilles et fleurs de *Lavandula stoechas* L. de Grèce a trouvé un rendement qui varie entre 0,06% et 1,46%, selon la période de cueillette. Aussi, GÖREN et al., (2002) ont obtenu à partir des feuilles un rendement de 1,33% en Turquie, selon les travaux de BACHIR et al., (2016) , le rendement de *Lavandula stoechas* L. à parties aériennes en huile essentielle est de 2,5% contrairement à SEBAI et al., (2013) qui ont travaillé sur les parties aériennes et ayant obtenu une valeur de 0.05% ( Figure 3.2).



**Figure 3.2** : Rendement d'huile essentielle dans le monde.

Il est bien connu que le rendement en métabolites secondaires des plantes tel que les huiles essentielles dépend des facteurs génétiques, des parties utilisées de plantes, du

mode d'extraction, de la saison et du lieu de la collecte, du climat et des propriétés du sol (Benabdelkader et *al.*, 2011). (Voir l'annexe 01).

### III.2. Etude analytique de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L.

#### III.2.1. Caractères organoleptiques

La détermination des propriétés organoleptiques est une étape nécessaire de vérification et de contrôle de la qualité des huiles essentielles (Amara et *al.*, 2017).

Selon AMARA et *al.*, (2017), les résultats du contrôle organoleptique de l'huile essentielle de la partie aérienne fraîche (tige, feuilles et fleurs) de la *Lavandula stoechas* L. poussant en Algérie région de Bouira sont colligés dans le tableau (Tableau 3.1). Ces paramètres sont en accord avec ceux répertoriés dans les normes.

**Tableau 3.1:** Propriétés organoleptiques de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L.

Caractéristiques organoleptiques	Résultats	Nomes AFNON
Aspect	Liquide mobile	Liquide mobile, limpide
Couleurs	Jaune	Jaune clair
Odeur	Caractéristique agréable rappelant l'odeur des sommités, fleuris, légèrement camphrée	Odeur caractéristique de la lavande, très légèrement camphrée

#### III.2.2. Propriétés physico-chimiques

Les propriétés physico-chimiques telles que la densité, l'indice de réfraction, l'indice d'acide, l'indice d'ester et l'indice de saponification constituent un moyen de vérification et de contrôle de la qualité des huiles essentielles (Afssaps, 2008).

A cause de l'absence des travaux sur les propriétés physico-chimiques de la *Lavandula stoechas* L. Nous avons essayé de discuter quelques travaux effectués sur des plantes aromatiques voisines de la même famille (Lamiacées). Ce sont *Rosmarinus officinalis* L. et *Thymus vulgaris* L. (Tableau 3.2).

**Tableau 3.2 :** Caractères physico-chimiques des huiles essentielles de plantes de la famille des Lamiacées

Propriétés physico-chimiques	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	<i>Thymus vulgaris</i> L.
Densité relative	-	0,9-0,95
Indice de réfraction	1,356-1,500	1,491-1,510
Indice d'acide	0,5-2	8,4
Indice de saponification	-	-
Indice d'ester	-	18,2
Indice de peroxyde	-	-
Indice d'iode	-	-
Référence	(Afnor, 1999)	(Hadouchi et <i>al.</i> , 2009)

Les paramètres physico-chimiques sont influencés par les conditions édaphiques, climatiques ainsi que les conditions de cultures des plantes. Il est logique que leurs valeurs soient différentes d'un endroit à un autre dans le globe (Kulkarni et *al.*, 1996 ; Juliani et *al.*, 2006).

### III.4.Composition chimique de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L.

De nombreux travaux ont porté sur la détermination de la composition chimique des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* L.

La composition chimique de l'huile essentielle de la lavande papillon en Algérie est différente d'une région à une autre.

L'analyse de l'huile essentielle de la partie aérienne de *Lavandula stoechas* L., selon AMARA et al., (2017) (Bouira) a dévoilé 28 composés volatils où le fenchone a été trouvé comme composé majoritaire, avec un taux de 39,2% suivi par le camphre (18%) et le 1,8 cinéole (17,6%). Dans une autre analyse de l'huile essentielle de la lavande papillon de Tlemcen par chromatographie en phase gazeuse, MOHAMMEDI et ATIK, (2011) ont trouvé 21 composés, les constituants majoritaires sont le fenchone (27,6%), le cinéole (18,9%) et le camphre (18,1%). DOB et al., (2006) ont découvert 73,1% constituants qui représentent environ 73% de l'huile de la même espèce poussant à Cherchel, avec 31,6% de fenchone, 22,4% de camphre et 6,5% de p-cymène. L'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. de Ain Defla est constituée selon les travaux de BENABDELKADER, (2011) de fenchone (29,92%) et de camphre (13,19%). Les principaux constituants de l'huile essentielle selon ces travaux sont présentés dans le tableau (Tableau 3.5).

**Tableau 3.3:** Composition chimique de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. en Algérie

Régions Composés	Cherchel	Tlemcen	Ain Defla	Bouira
$\alpha$ -pinène	0,1%	0,5%	/	1,1%
Camphène	/	1,3%	/	2,3%
$\beta$ -pinène	/	/	/	0,1%
$\delta$ -carène	/	0,9%	/	0,3%

Régions Composés	Cherchel	Tlemcen	Ain Defla	Bouira
1,8-cinéole	/	/	5,69%	17,6%
Fenchone	31,6%	27,6%	29,92%	39,2%
Linalol	/	/	0,37%	0,2%
Fenchol	/	0,7%	0,79%	0,4%
Camphre	22,4%	18,1%	13,19%	18,0%
Bornéol	/	/	0,87%	0,5%
Terpin-4-ol	0,8%	/	0,35%	0,1%
<i>p</i> -cymen	0,2%	0,8%	1,53%	0,7%
Verbènone	/	/	1,22%	0,1%
Acétate de fenchyle	/	/	0,31%	0,3%
Carvone	0,1%	/	0,67%	0,1%
Acétate de bornéol	/	3,2%	3,12%	3,9%
Cyclosativène	/	/	0,16%	0,3%
$\alpha$ -copaène	/	/	0,08%	0,2%
$\beta$ -sèlinène	/	/	0,13%	0,1%
Cis-calamenène	/	/	0,21%	0,3%
Oxyde de caryophyllène	/	/	0,65%	0,4%
Veridifolorol	/	/	/	0,3%

Régions Composés	Cherchel	Tlemcen	Ain Defla	Bouira
Ledol	/	/	1,24%	0,4%
$\alpha$ -cadinol	/	/	0,5%	0,3%
Cadalène	/	/	/	/
Acétate d'endobrnyle				
Référence	Dob et <i>al.</i> , (2006)	Mohammedi et Atik, (2011)	Benabdlkeder, (2012)	Amara et <i>al.</i> , (2017)

La composition chimique de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. a été déterminée jusqu'à 98,3% en Turquie par ÖZCANA et *al.*, (2018), jusqu'à 95% en Grèce par CHRISTOS, (2009), jusqu'à 90,04% en Tunisie par SEBAI et *al.*, (2013), et jusqu'à 74,4% en Maroc par ZRIRA et BENJILALI, (2003) Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (Tableau 3.6) :

**Tableau 3.4 :** Principaux composés de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. de divers pays

Pays Composés	Maroc	Grèce	Tunisie	Turquie
$\alpha$ -pinène	0,4%	2,5%	23,18%	0,1%
Camphène	3,5%	/	7,83%	0,3%

Pays Composés	Maroc	Grèce	Tunisie	Turquie
$\beta$ -pinène	0,2%	/	0,12%	/
$\delta$ -carène	/	/	0,11%	/
1,8-cinéole	8,6%	16,3%	/	/
Fenchone	30,5%	45,2%	29,28%	/
Linalol	0,9%	/	2,01%	49,4%
Fenchol	/	/	/	/
Camphre	18,2%	9,9%	15,97%	/
Bornéol	/	/	/	/
Terpin-4-ol	0,5%	/	/	5,1%
<i>p</i> -cymen	0,5%	4,9%	/	0,1%
Verbènone	/	/	/	/
Acétate de fenchyle	/	/	/	/
Carvone	0,3%	/	/	/
Acétate de bornéol	/	/	/	/
Cyclosativène	/	/	/	/
$\alpha$ -copaène	0,2%	/	0,28%	/
$\beta$ -sèlinène	/	/	0,26%	/
Cis-calamenène	/	/	/	/

Pays	Maroc	Grèce	Tunisie	Turquie
Composés				
Oxyde de caryophyllène	/	/	0,26%	/
Veridiflorol	/	/	/	/
Ledol	/	/	/	/
$\alpha$ -cadinol	0,6%	4,2%	/	/
Cadalène	/	/	1,03%	/
Acétate d'endobrnyle				
Référence	Zrira et benjilali, (2003)	Christos, (2009)	Sebai et al., (2013)	Özcana et al., (2018)

Après analyse de l'huile essentielle de la partie aérienne de *Lavandula stoechas* L., les travaux de ÖZCANA et al., (2018) ont dévoilés la présence des principaux composés suivants : le Linalol (49,9%), le Terpène -4-ol (5,1%) et le Camphène (0,5%). Par contre, les résultats obtenus par les analyses de GC-MS selon SEBAI et al., (2013) révèlent les constituants majoritaires qui suivent : le Fenchone (29,28%), l' $\alpha$ -pinène (23,18%) et le Camphre (15,97%). Aussi, selon CHRISTOS (2009), le composé majoritaire est le fenchone (45,2%). Au Maroc, selon ZRIRA et BENJILALI, (2003), les principaux constituants étaient le fenchone 30,5 % suivi du camphre 18,2%.

*Lavandula stoechas* L. est une plante médicinale active, sa composition chimique est complètement différente des autres lavandes. Dans la même espèce, le contenu biochimique de l'huile essentielle trouvé dans les fleurs, la tige ou les feuilles diffère

d'une manière significative selon les conditions de développement de la plante. La présence et la concentration de certains constituants chimiques fluctuent également selon la saison et la maturation de la plante (Chu et Kemper, 2001).

#### **III.4. Activités psychotropes**

Selon nos connaissances, il n'y a pas eu de travaux sur les activités psychotropes de *Lavandula stoechas* L. De ce fait, nous avons essayé de discuter quelques travaux effectués sur une plante voisine de la même famille "*Nepeta amethystina*" et une autre plante aromatique de la famille de "Verbénacées" qui est "*Lippia citriodora*".

Selon les travaux de BELABDA et *al.*, (2017) et ceux de MAKRAM et *al.*, (2015), les activités psychotropes des huiles essentielles de *Nepeta amethystina* (famille des Lamiaceae) d'origine Marocaine et de *Lippia citriodora* sont évaluées par cinq tests différents:

##### **III.4.1. Test de la traction**

Selon BELABDA et *al.*, (2017), Le temps moyen de rétablissement des souris prétraitées par l'huile essentielle de *Nepeta amethystina* par voie IP aux doses de 25 et 50 mg/kg augmente de façon significative par rapport au témoin. Aussi, selon MAKRAM et *al.*, (2015), l'administration de l'huile essentielle de *Lippia citriodora* par voie orale au dose 300 et 500 mg/kg augmente le temps moyen de rétablissement des souris. L'huile essentielle de *Nepeta amethystina* à la dose de 50 mg/kg IP entraîne une perte du réflexe de rééquilibration de l'animal d'où un effet sédatif sur le système nerveux central supérieur au diazépam à la dose de 3 mg/kg par voie IP. Aucune chute n'a été enregistrée parmi les souris des lots étudiés (Belabda et *al.*, 2017).

##### **III.4.2. Test de la cheminée**

Selon les travaux de BELABDA et *al.*, (2017), Le temps moyen mis par les souris prétraitées par l'huile essentielle de *Nepeta amethystina* par voie IP aux doses de 25 et 50 mg/kg pour remonter le tube augmente de façon significative par rapport au témoin. Selon les travaux de MAKRAM et *al.*, (2015), pareillement, le temps moyen mis par les souris

prétraitées par l'huile essentielle de *Lippia citriodora* par voie orale aux doses de 300 et 500 mg/kg augmente.

L'huile essentielle de *Nepeta amethystina* à 50 mg/kg IP entraîne une perte d'initiative et de la curiosité chez les souris, d'où un effet sédatif sur le système nerveux central similaire au diazépam à la dose de 3 mg/kg IP (Belabda et al., 2017).

#### III.4.3. Test de la planche à trous

Le nombre moyen des trous explorés par les souris prétraitées par l'huile essentielle de *Nepeta amethystina* par voie IP aux doses de 25 et 50 mg/kg diminue de façon significative par rapport au témoin, cette diminution est dose-dépendante. La diminution du nombre moyen des trous explorés par les souris prétraitées par l'huile essentielle de *Nepeta amethystina* par voie IP à la dose de 50 mg/kg est similaire ( $p = 1,000 > 0,05$ ) au lot de référence (prétraité par le diazépam 3 mg/kg IP). L'huile essentielle de *Nepeta amethystina* à 50 mg/kg IP entraîne une perte de la curiosité et du désir de fuite chez les souris, d'où un effet sédatif sur le système nerveux central similaire au diazépam à la dose de 3 mg/kg IP.

#### III.4.4. Test de la tige tournante (Rota-Rod)

Le temps moyen de séjour sur la tige des souris prétraitées par l'huile essentielle de *Nepeta amethystina* par voie IP aux doses de 25 et 50 mg/kg diminue de façon significative par rapport au témoin ; aux temps de 15, 30, 60 et 90 minutes, avec un pic à  $t = 30$  minutes, cette diminution est dose dépendante. L'huile essentielle de *Nepeta amethystina* à la dose de 50 mg/kg IP entraîne un blocage neuromusculaire périphérique et une perte de la coordination motrice supérieurs au diazépam à la dose de 3 mg/kg IP, avec un maximum d'effet à  $t = 30$  minutes.

**III.4.5. Test de transition lumière/obscurité**

Le nombre moyen des transitions entre les deux compartiments (clair et sombre) des souris prétraitées par l'huile essentielle de *Nepeta amethystina* par voie IP aux doses de 25 et 50 mg/kg diminue de façon significative par rapport au témoin et similaire au lot de référence (prétraité par le diazépam 3 mg/kg IP). De plus, l'huile essentielle de *Nepeta amethystina* à 50 mg/kg IP présente un effet anxiolytique supérieur au diazépam à 3 mg/kg IP.

*Conclusion*

## Conclusion

Au Cours de ce travail, nous nous sommes intéressées à l'étude méthodologique de l'extraction de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. par la technique d'hydrodistillation, à sa caractérisation physico-chimique et à l'étude des activités psychotropes grâce à une batterie de tests comportementaux utilisées en psychopharmacologie.

Les propriétés physico-chimique telles que la densité, l'indice de réfraction, l'indice d'acide, l'indice de saponification, l'indice d'ester et l'indice de peroxyde de l'huiles essentielle ont montrée que généralement les résultats sont conformes aux normes .

L'évaluation des déférents propriétés organoleptique (aspect, couleur, odeur) est une étape nécessaire de vérification et de contrôle de la qualité de l'huile essentielles (Amara et *al.*, 2017).

L'activité psychotrope des huiles essentielles fait par les tests tel que Test de la traction ,test de la cheminée, test de la planche à trous, test de la tige tournante , test de transition lumière/obscurité , recherche de l'action hypnotique et recherche d'une action catatonigéné qui montre des effets sédatif .

Plusieurs travaux sur l'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation ont permis de montrer que *Lavandula stoechas* L. est riche en huiles essentielles avec un rendement variant entre 0.02% - 2,1% en Algérie et entre 0.05%-1,46% dans le monde.

Plusieurs travaux rédigés sur l'analyse de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. par CG-MS ont permis d'identifier plus de 23 composés dont les principaux constituants sont : le Fenchone et le Camphre avec des valeurs varianten Algérie entre 27,6% - 39,2% et 13,19% - 22,4% respectivement et le Linalol (0,9% -49,4 %) ,le Fenchone (29,28% - 45,2%) et le Camphre (9,9% – 18,2%) dans le monde.

Certains travaux menés sur l'activité psychotrope de certaines huiles essentielles de plantes voisines à *Lavandula stoechas* L., ont dévoilé un effet sédatif dose –dépendent sur le système nerveux central , Ces travaux sont à compléter par l'étude des mécanismes neurobiologiques de cette activité psychotrope et des interactions possibles des huiles essentielles avec les neurotransmetteurs endogènes, ainsi que l'isolement et l'identification des constituants chimiques responsables des effets centraux observés.

Il sera intéressant d'achever ce travail et de mener d'autres travaux notamment sur d'autres plantes aromatiques telles que *Lavandula officinalis* L. Il sera aussi important d'évaluer l'activité psychotrope d'autres plantes thérapeutiques telles que la verveine, le persil et le basilic. Et enfin d'élargir l'usage de ces huiles essentielles autant que psychostimulants, sédatifs et autres utilisations médicinales.

*Références*

*bibliographiques*

## Références

### -A-

- **AFNOR. (2000)** «Huiles essentielles. Ed. PARA Graphic. Tome1 – Echantillonnage et méthode d'analyse 471 P. Tome 2 – Volume 1 Monographie relative aux huiles essentielles 323 P. Tome 2 – Volume 2 Monographie relative aux huiles essentielles », 663p.
  
- **Amorati, R., Foti, M. C et Valgimigli, L. (2013)** « Antioxidant Activity of Essential Oils, J. Agric. Food Chem., vol. 61», no 46, 10835-10847p.
- **Asimgil, A. (1997)** «Sifali Bitkiler. İstanbulu Timas Yayınları »,147–148p.
- Aboughe-Angone, S. (2014)** «Some properties of the medicinal plants essential oils of Gabon » ,13, 5 , 283-287p.
- Aburjai, T., & Natsheh, F. M. (2003)** « Plants used in cosmetics. Phytotherapy research», 17, 987-1000p.
- Adams, RP. (2007)** «Identification of essential oils components bygas chromatography quadrupole mass spectroscopy. Carol Stream,Illinois, USA».
  
- Adio, A.M. (2005)** « Isolation and structure Elucidation of sesquiterpènoïdes from the essential oils of som liver Works (Hepaticae) », thèse pour le degré du Dr. National à l'institut de la chimie organique, université de Hambourg ,280p.
- AFNOR, 2000** «Huiles essentielles. Monographies relatives aux huiles essentielles». tome, AFNOR, Paris, 6ième edition.
- Aftab siddiqui, M., Khalid, M., Akhtar , M., Sddiqui ,H., Farogh, A.,Mauzzamkhan ,M., -Ahmed,M., Sad,M.(2016)** «Lavadulastoechas (Ustukhudduus)» ,Amiracleplant .Journal of innovations in pharmaceuticals and biological science, 3(1),96-102p.
- Aghfir, M., Kouhila, A et Ait, M L. (2007)** «Séchage solaire convective pour la conservation des feuilles du romarin (Rosmarinus officinalis)»13eme journée internationale de séchage thermique. Albi, France.
  
- Amara,N ., Boukhatem, M.N .,Ferhat, M.N.,Kaibouche ., Laissaoui ,N.O.,Boufridi,A.(2017)** «Applications potentielles de l'huile essentielle de lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) comme conservateur alimentaire naturel »phytothérapie, 1-9p.

**-Angioni, A., Barra, A. et al., (2006)** «Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers». J. Agr. Food Chem. 54(12), 4364-4370p.

**-Anton,R., Lobstein,A.(2005)** «Plante aromatique, épice, aromate, condiment et huiles essentielle», édition Tec&Doc, Paris, 522p.

#### **-B-**

**- Baldovini, N., Muselli, A. et al. (1998)** «Chemical variability of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* from Corsica», Riv. Ital. EPPOS, 773-780p.

**- Balouiri, M. (2011)** «Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne de trois extraits de Plantes Médicinales et Aromatiques cultivées dans le jardin de l'institut national des plantes médicinales et aromatiques–Taounate», université Sidi Mohammed Ben Abdellah ,faculté des Sciences et Techniques –Fès.

**- Barbier, E. (1963)** «Les lavandes et l'apiculture dans le sud-est de la France, les Annales de l'Abeille», Inra éditions, 6 (2), 85-159p.

**- Baudoux, D. (2008)** «L'aromathérapie, Se soigner par les huiles essentielles .Ed Broché, pp.1».

**- Baytop, T. (1999)** « Therapy with medicinal plants in Turkey (Past and Present) », Istanbul, Publications of the Istanbul University ,No. 3255 ,2nd ed., 244–245p.

**- Belabda , T., Alaoui , K., Cherrah , Y., Arahou , M., Hassikou, R.( 2017)** «Activité psychotrope de l'huile essentielle de *Nepeta amethystina*», phytothérapie, Pharmacognosie,2-5p.

**- Benabdelkader, T. (2012)** «Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatils des lavandes ailées, *Lavandula stoechas* L. sensu lato, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique». Biologie végétale, université Jean Monnet -Saint-Etienne, Français, France, Ecole normale supérieure de Kouba, Alger, Algéri, 59-73p.

**- Benouali. (2009)** « Contrôle et qualité des huiles essentielles ».

**- Bouzouita , N. , Kachouri, M., Hamdi , M., Chaabouni , M.M., Ben Aissa, R., Zgoulli ,S., Thonart, F. , Carlier ,A., Marlier,M & Lognay,G.C.(2005)** «Volatile Constituents and Antimicrobial Activity of *Lavandula stoechas* L. Oil from Tunisia», Journal of Essential Oil Research; 17, 584-586p.

- Bachiri ,L., Echchegadda ,G., Ibijbijen , J ., Nassiri , L.(2016)** « Etude Phytochimique Et Activité Antibactérienne De Deux Espèces De Lavande Autochtones Au Maroc : *Lavandula stoechas* L. et *Lavandula dentata* L. »,316-324p.
- Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D., & Idaomar, M. (2008)** « Biological effects of essential oils»,review. Food and chemical toxicology, 46(2), 446-475p.
- Belaiche, P. (1979)** «Traitement du Zona in Annales de médecines de Terrain, 1er semestre».
- Bellakhdar, J. (1997)** «La pharmacopée marocaine traditionnelle», Idis press (Ed). Paris, 764p.
- Ben Amara, M., Léonard, L. (2002)** « Les psychotrope, pharmacologie et toxicomanie», ed, illustrée, Editeur, PUM, 91-93p.
- Benabdelkader, T., Zitouni, A.,Guitton ,Y., Jullien ,F., Legendre, L., Kameli, A .(2011)** «Essential oils from Wild Population of Algerian *Lavandula stoechas* L. composition , chemical variability , and in vitro Biological properties . Chem Biodivers. », 937-53p.
- Bernard, T., Perineau, F., Bravo, R., Delmas, M., & Gaset, A. (1988)** « Extraction des huiles essentielles: chimie et technologie». Information chimie, 179-184p.
- Bernard,T et Col. (1988)** «Extraction des huiles essentielles, chimie et technologie», information chimie , N°298.
- Bernath, B. (1991)** « Hethelyi, Herba Hung ».
- Besombes,C. (2008)** «Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermomécanique d'herbes aromatiques : Application généralisées»,thèse de Doctorat. Université de la Rochelle, 289p.
- Bessah, R et Benyoussef, E-H. (2015)** «La filière des huile essentielles Etat de l'art,impacts et enjeux socioéconomiques» , Revue des Energies Renouvelables, (Vol .18), N°3 , 513-515p.
- Botton B., Bertron A., Fevere M., Gauthier S., Guph D., Plarpent J., Reymond P., Sanglier J.J, Vaysser Y et Veau S. (1990)** « Moisissures utiles et nuisibles importance industrielle». Ed : Masson collection biotechnologies, Paris.

**-Bourkhiss, M., Hnach, M., Bourkhiss, B., Ouhssine, M., Chaouch, A., & Satrani, B. (2009)** « Effet de séchage sur la teneur et la composition chimique des huiles essentielles de *Tetraclinis articulata*» (Vhl) Masters. Agro solution, 20(1).

**-Bruneton J. (1999)** «Pharmacognosie, Plantes médicinales». ed. Lavoisier. Techniques et documentation. Paris, .405p

**-Burnonzo, A-M. (2008)** «Grand guide des huiles essentielles»,ed. Hachette pratique, 254p.

#### **-C-**

**- Christos, N., Hassiotis. (2010)** «Chemical compounds and essential oil release through decomposition process from *Lavandula stoechas* L. in Mediterranean region». Elsevier Ltd,1-9p.

**- Chu,C. J et Kemper, K. J. (2001)** « Lavender (*Lavandula spp.*) ». Longwood Herbal Task. Force, 32p.

**-Cavanagh, H. M. A., & Wilkinson, J. M. (2002)** « Biological activities of lavender essential oil».Phytotherapy Research, 16(4), 301-308p.

**-Courvoisier S, Ducrote R, Julou L, et al (1957)** «Psychotropic Drugs.» In: Edit Elsevier Amsterdam , 373-91p.

#### **-D-**

**- Degryse,A., Delpla,I., Voinier,M. (2008)** «Risque et bénéfices possibles des huiles essentielles, Ingénieure du Génie Sanitaire, atelier santé environnement».

**- Dob,T.,Dahmane,D.,Agli , M., et Chelghoum., C. (2006)** «Essential Oil Composition of *Lavandula stoechas* from Algeria», pharmaceutical biologie , (vol ,44), N.1, 60-64p.

**-Delay, J et Deniker,P.(1957).** «Psychopharmacologie et médicaments psychiatrique,les Acquisition Médicales récentes, flammation», 194-209p.

#### **-E-**

**- Esiyok, D et al., (2004)** « Herbs as a Food Source in Turkey, Asian Pacific Journal of Cancer Prevention», N.5, 334-339p.

**- Ez Zoubi,Y., Boust, D., Lachkar , M., Farah ,A. (2014)** « Antioxidant and anti-inflammatory properties of ethanolic extract of *lavandula stoechas* L, from taounate region in morocco», International Journal of Phytopharmacology, 5(1) ,21-24p.

-**El kalamouni C., (2010)** «Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits aromatiques oubliés de Midi-Pyrénées», thèse de doctorat; université de Toulouse.

-**Englbin, M. (2011)** « Essences et huiles essentielles, précaution d'emplois et conseils d'utilisation, Centre de formation en aromathérapie».

**-F-**

- **Franchomme, P., Pénoel, D. (1990)** «L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles», Roger Jollois éditeur. Limoges, 445p.

- **Franchomme, P., Jollois, R., Pénoel, D. (2001)** «L'aromathérapie exactement, encyclopédie de l'utilisation des extraits aromatiques», Paris, Edition Roger Jollois.

-**Figuredo, G. (2007)** « Etude et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issue de graines d'origine méditerranéenne», Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II.

**-G-**

- **Gachkar, L., Yadegari, D., Rezaei, M.B., Taghizadeh, M., Astaneh, S.A. and Rasooli, I. (2007)** «Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils», Food Chem, 102, 898-904p.

- **Giray, E.S et Kirici, S. (2008)** «Comparing the effect of sub-critical water extraction with conventional extraction methods on the chemical composition of *Lavandula stoechas* L. Talanta» 74, 930-935p.

- **Görena, A.C., Topç, G., Bilsela, G., Bilsel, M., Aydogmus, Z and Pezzuto, J.M. (2002)** «The Chemical Constituents and Biological Activity of Essential Oil of *Lavandula stoechas* ssp.*stoechas*», 798-799p.

- **Guba, R. (2001)** «Toxicity myths-essential oils and their carcinogenic potential», Int. J. Aromather. 11, 76-83p.

- **Guitton, Y. (2011)** «Diversité Des Composés Terpéniques Volatils Au Sein Du Genre *Lavandula*», thèse Doctorat, Université De Saint Etienne, France, 253p

-**Gonzalez-Trujano, M.E. et al., (2007)** «Evaluation of antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents» J Ethnopharmacol. 111:476-482p.

**-Guinoiseau, E. (2010)** «Molécules, antibactérienne issues d'huiles essentielles: séparation, identification et mode d'action», thèse de Doctorat, Univ. Corse; Option: Biochimie-Biologie moléculaire; France; 50p.

**-H-**

- **Haddouchi, F., Lazouni, H. A., Meziane, A., & Benmansour, A. (2009)** « Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii*»Boiss & Reut. Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie, 5(2)

- **Hassan ,F et Dicko, I. (2018)** «Etude de la dispensation des médicalement psychotropes et stupefiants dans la ville de Niamey (Niger) » Thèse de Doctorat en pharmacie .Université des Sciences, des Technique et des Technologies de Bamako en cotutelle avec FAPH.

- **Haussein, M.H. (2000)** « A review of beekeeping in Arab countries», bee world 81,56-71p.

- **Homburger, F. , Boger, E. (1968)** «The carcinogenicity of essential oils, flavors and spices : A review. Cancer Res», 28, 2372-2374p.

-**Hernandez-Ochoa L.R. (2005)** « Substitution de solvants de matières actives de synthèse par combiné « Solvant /Actif », d'origine végétale » ,thèse de doctorat de l'institut national polytechnique de Toulouse .France.

-**Hyldgaard, M., Mygind, T., & Meyer, R. L. (2012)** « Essential oils in Food preservation, mode of action, synergies, and interactions with Food matrix components. Front. Microbiol ».

**-I-**

-**ISO (2001)** «organisation international de normalization71.100.60: Huiles essentielles».

**-J-**

- **Jaegly, G. (2003)** «La lavande L'âme de la Provence ».

- **Jean, Philippe Zahalaka. (2009)** «Les plantes en pharmacie propriétés et utilisation»,édition douphin, 125p.

- **Juliani, H. R., Koroch, A., Simon, J. E., Hitimana, N., Daka, A., Ranarivelo, L., & Langenhoven, P. (2006)** « Quality of geranium (*Pelargonium* sp) : Case studies in southern and eastern Africa», journal of essential oil Research, 18-116p.

- **Jullien, J–DGAL. Juillet, (2016)** «Guide de reconnaissance Plantes hôtes potentielles de *Xylella fastidiosa* subsp, multiplex en France, Surveillance biologique du territoire (SBT) dans le domaine végétal, Symptôme d'une infection de *Xylella fastidiosa* subsp, multiplex sur *Polygala myrtifolia* », 1ère édition.

-**Justin Nzeyumwami, K. (2004)** «Caractérisation des huiles essentielles de trois plantes aromatique : *Hyptis Spieigera*, *Pluchea Ovalis* et *Laggera Aurita* »DEA.Universite de Lome-T.

#### -K-

- **Kaloustian J, Hadji-Minaglo F. (2012)** «La connaissance des huiles essentielles ,qualitologie et aromathérapie», paris,edition springer.

- **Kim, S.G., Liem, A.,Stewart, B.C., Miller, J.A. (1999)** « New studies on trans-anethole oxide and trans-asarone oxide»,Carcinogenesis. 20, 1303-1307p.

- **Kulkarni, R. N., Baskaran, K., Ramesh, S., & Kumar, S. (1996)** «Variation for essential oil content and composition in plants derived from leaf cutting of Rose cented geranium » Industrial corps and products(6), 107-112p.

-**Kimbaris A.C., Siatis N.G., Daferera D.J., Tarantilis P.A., Pappas C.S., Polissiou M.G. (2006)** «Comparison of distillation and ultrasound-assisted extraction methods for the isolation of sensitive aroma compounds from garlic (*Allium sativum*) », Ultrasonics Sonochemistry.13:54-60p.

-**Kunle, O., Okogun, J., Egamana, E., Emojevwe, E., & Shok, M. (2003)** «Antimicrobial activity of various extracts and carvacrol from *Lippia multifloraleaf* extract», Phytomedecine, 10, 59-61p.

#### -L-

- **Labiad , H., El Jemli , M., Marmouzi , L., Chaouch , A., Ghanmi, M., Satrani , B ., Aljaiyash , A.E., Fadl, M. (2018)** «Étude toxicologique et activité psychotrope des huiles essentielles de *Laurus nobilis* et de *Vitex agnus-castus*» phytothérapie,2-6p.

- **Lis-Balchin, M. (Ed.). (2002)** «Lavender: the genus *Lavandula*. CRC press ».

- **Lis-Balchin, M., Hart, S. (1999)** «Studies on the mode of action of the essential oil of Lavender *Lavandula angustifolia* P. Miller) »*Phytotherapy Research*, 13(6), 540-542p.

-**Leclerc , H.L. (1918).** « Ail préservatif de la grippe». Médical, Paris.

-**Lewin,L. (1924)** « Dr en pharmacologue Allemand ,les substances psychédéliques et les produits psychotrope».

-M-

- **Makram, S., Alaoui, K., Benabboyha, T., Faridi, B., Cherrah, Y., Zellou, A. (2015)** « Extraction et activité psychotrope de l'huile essentielle de la verveine odorante *Lippia citriodora* », phytothérapie, Aromathérapie Expérimentale, 2-5 p.
- **Miguel, M. G. (2010)** « Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils », a short review, *Molecules*, 15(12), 9252-9287p.
- **Mohammedi, Z., Atik, F. (2011)** « Pouvoir antifongique et antioxydant de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. », Nature & Technologie, 34-36p
- **Monge, R. (2013)** « Les Routes de la lavande: au Carrefour du développement culturel et de la valorisation de la ressource » Routes touristique et itinéraires culturels, entre mémoire et développement ,139-147p.
- **Mayer, F. (2012)** « Utilisations thérapeutiques des Huiles Essentielles , etude de cas en maison de retraite », 7-10p.
- **Messai, L.(s.d.)(2011)** « Etude phytochimique d'une plante médicinale de l'Est Algérien », thèse de doctorat en chimie organique, université de Constantine.
- **Moon, T., Cavanagh, H. M. A. et al., (2007)** « Antifungal activity of Australian grown *Lavandula* ssp. essential oils against *Aspergillus nidulans*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Leptosphaeria maculans* and *Sclerotinia sclerotiorum* » ,J. Essent. Oil Res.19, 171-175p.

-N-

- **Nadkarni, K. M. (1982)** « Indian Materia Medica », third ed. Popular Prakashan, Bombay, 730p.
- **Naganuma, M., Hirose, S., Nakayama, Y., Nakajima, K., Someya, T. (1985)** « A study of the phototoxicity of lemon oil », Arch. Dermatol. Res. 278, 31-36p.
- **Noudogbessi J. P., Kossou D., Souhounhloue D. C. K. (2008)** « Effet insecticide, ovicide et larvicide des huiles essentielles de *Pimenta racemosa* (Miller) et de *Chromolaena odorata* (L. Robinson) sur le grand capucin [*Prostephanus truncatus* (Horn)] du maïs ». J Soc Ouest-Afr Chim, 26 ,41-51p.
- **Nicolas, F. (2017)** « Conseil et utilisation des huiles essentielles les plus courantes en officine » Thèse de Doctorat en pharmacie. Université Paul Sabatier Toulouse 3 (France) en cotutelle avec Faculté des sciences pharmaceutique (Toulouse).

-O-

- **Ould Yerou, K., Boumediene, M., & touil Aicha, T. (2015)** « Propriétés of *Laurus nobilis* from Mascara (Algeria) » International Journal of Multi disciplinary, 4p.

- **Özcan, M.M., Starovic, M., Aleksicb,G., Figueredoc, G., Al Juhaimi and Chalchat ,J-C.(2018)** «Natural product communication»,896-897p.

#### -P-

-**Pelissier-Alicot, M.P., Tuchtan-Torrents, L. (2014)** « Dépistage de la consommation de substances psychoactives en milieu professionnel, enjeux techniques, éthiques et réglementaires »ed Elsevier Masson, (volume 75), Issue 5, 470-47p.

-**Philippe Zahalaka, J. (2009)** « Les plantes en pharmacie propriétés et utilisation». édition Douphin, 125p.

#### -Q-

- **Quezel, P et Santa, S. (1963)** «Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Préface du PrL. EMBEGER». Edition du Centre National de la Recherche Scientifique. 15, quai Anatole-France-Paris 7.

#### -R-

- **Rasooli, I., Fakoor, M.H., Yadegarinia, D., Gachkar, L., Allameh, A and Rezaei, M.B. (2008)** «Antimycotoxigenic characteristics of *Rosmarinus officinalis* and *Trachyspermum copticum* L. essential oils», Food Chemistry , 135-140p.

-**Rahaoui A, Zellou A, Faouzi My. A, et al., (2007)** «Effets sédatif etmyorelaxant de l'extrait aqueux de*Verbena officinalis* L.». Actesdu congrès international des 22-24 mars, Mezraoua (Taounate) et Fès, Maroc,345-8p.

-**Rhayour, K. (2002)** «Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur *Esherichia coli*, *Bacillus subtilis* et sur *Mycobacterium phlei* et *Mycobacterium fortuitum*. Fès».

-**Ristorcelli, D., Tomi, F. et al. (1998)** «<sup>13</sup>C-NMR as a tool for identification and enantiomeric differentiation of major terpenes exemplified by the essential oil of *Lavandula stoechas* L. ssp. *Stoechas* » Flavour Fragr. J.13(3), 154-158p.

-**Roux, D. (2008)** « Conseil en aromathérapie. (W. Kluwer, Éd.) France ».

#### -S-

- **Said, H. M. (1996)** « Medicinal Herbs», (Vol. 1), Bait al-Hikmah, Madinat al-Hikmah

- **SANGO Fanta SANGHO et al., (2012)** «Politique pharmaceutique nationale et réglementation a l'officine de pharmacie Communication\_DPM\_journée\_AFEPHAR ».
- **Schauenberg et Paris. (2010)** «Guide des plantes médicinales, Analyse, description et utilisation de 400 plantes. Delachaux et Niestlé».
- **Sebai, H., Selmi, S., Rtibi, K., Souli, A., Gharbi, N et Sakly, M. (2013)** « Lavender (*Lavandula stoechas* L.) Essential oils attenuate hyperglycemia and protect against oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats, lipids in health and disease », 4-5p.
- **Selmi, S., Jallouli, M., Gharbi, N and Marzouki, L. (2015)** «Hepatoprotective and Renoprotective Effects of Lavender (*Lavandula stoechas* L.) Essential Oils Against Malathion-Induced Oxidative Stress in Young Male Mice », Journal Of Medicinal, Food , 2-8p.
- **Simonpoli, P. (1993)** «In Arburi, Arbigliule, Savoirs populaires sur les plantes de corse. Parc Naturel Regional de la Corse, Ajaccio, Corsica ».
- **Skoula, M., Abidi, C. et al., (1996)** « Essential oil variation of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* growing wild in Crete (Greece) », biochem, syst. Ecol, 24, 255-260p.
- **Smallfield , B. (2001)** «Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes », crop food research(45), 1-4p.
- **Smith, C.K., Moore, C.A., Alahi, E.N., Smart, A.T., Hotchkiss, S.A. (2000)** « Human skin absorption and metabolism of the contact allergens, cinnamic aldehyde and cinnamic alcohol. Toxicol » Appl. Pharmacol. 168,189-99p.
- **Sango, F., Sangho et al., (2012).** «Politique pharmaceutique nationale et réglementation a l'officine de pharmacie Communication\_DPM\_journée\_AFEPHAR ».
- **Santoyo S., Cavero S., Jaime L., Ibanez E., Senorans F.J., Reglero G. (2005)** «Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L, essential oil obtained via supercritical fluid extraction ». Journal of Food Protection, 68:790-795p.
- **Selvakumar P., Edhaya Naveena B et Prakash D.S. (2012)** « Studies on the antidiarrhoeal activity of the essential oil of *Coleus amboinicus* and *eucalyptus globules*», asian pacific journal of tropical biomedicine ,715-719p.
- **Sipailiene, A., Venskutonis, P.R., Baranauskiene, R et Sarkinas A. (2006)** «Antimicrobial Activity of Commercial Samples of Thyme and Marjoram Oils», journal of Essential Oil Research, 698-703p.

**-Selmi, S., Jallouli, M., Gharbi, N and Marzouki, M. (2015)** « Hepatoprotective and Renoprotective Effects of Lavender (*Lavandula stoechas* L.)Essential Oils Against Malathion-Induced Oxidative Stress in Young Male Mice »,Journalof medicinal , food , 1-2p

**-Sousa, E. M., Chiavone-Filho, O., Moreno, M. T., Silva, D. N., Marques, M. O. M., & Meireles, M. A. A. (2002)** « Experimental results for the extraction of essential oil from *Lippa siddoides* cham .Using pressuried carbon dioxide. Brazilian Journal of chemical Engineering »19(2), 229-241p.

**-Svoboda, K. P., & Hampson, J. B. (1999)** « Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, antiinflammatory and other related pharmacological activities» Plant Biology Department, SAC Auchincruive, Ayr, Scotland, UK., KA6 5HW, 1-17p.

#### **-T-**

**- Taylor, B., Duthie, H., Luscombe, D. (1985)** «Calcium-antagonist activity of menthol on gastrointestinal smooth-muscle», *British Journal of Clinical Pharmacology*, 20(3), 293-294p.

**-Teuscher, E., Anton, R., & Lobstein, A. (2005)** «Plantes aromatiques : Epices, aromates, condiments et huiles essentielles», Paris: Tec & DOC.

#### **-U-**

**- Upson T. M., Grayer R. J., Greenham J.R., Williams C. A., Al-ghamdi F et Chen F.H. (2000)** «Leaf favonoids as systematic characters in the genera *Lavandula* and *Sabaudia* », *Biochemicals Systematics and Ecology*. n. 28, 991-1007p.

**- Upson, T and Andrews ,S. (2004)** « The genus *Lavandula*. Portland and Oregon», USA, Timber Press, 442p.

**- Usmanghani, K., Saeed, A. et al., (1997)** «Indusyunic Medicine. Traditional Medicine of Herbal, Animal and Mineral Origin in Pakistan», university of karachi, university of Karachi Press, 273p.

#### **-V-**

**- Vekiari S A., Protopapadakis E F. (2002)** «Composition and seasonal variation of the essential oil from leaves and peel of a lemon variety». *J. Agr. Food Chem.* 5(1), 147-153p.

**- Velé, H. (2015)** «Valorisation officinale des huiles essentielles autorisées dans les phytomédicaments» ,thèse, université Angers.

- **Vinade ER, Schmidt AP, Frizzo MES, et al., (2003)** «Chronically administered guanosine is anticonvulsant, amnesic and anxiolytic in mice», *Brain Res* 977:97–10p.

**-W-**

- **Wiseman, R.W., Miller, E.C., Liem, A. (1987)** « Structure-activity studies of the hepatocarcinogenicities of alkenylbenzene derivatives related to estragole and safrole on administration to preweanling male C57BL/6JC3H/HeJ F1 mice». *Cancer Res.* 47, 2275-2283p.

- **Wolff JP. (1968)** « Manuel d'Analyse des Corps Gras». Paris- Azoulay, 115p.

- **Wendakoon ,C.N., Sakaguchi ,M.,(1995)** «Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active components in spices», *J. of Food Protection*; 58: 280-28p.

- **Wichtel, M et Anton, R .(1999)** «Plantes thérapeutiques, tradition pratique, officinale, sentence et thérapeutique» ,ed.Tech.ET.Doc .myrtle (*Myrtus communis* var .italica L.).

- **Wylock, M. (1972)** « Les aromates dans les tablettes Ge de Mycénes.Studi micenei edegeo-anatolici» (Vol. 15).

**-X-**

**-Y-**

**-Z-**

- **Zrira, S., and Benjilali, B. (2003)** «The Constituents of the Oils of *Lavandula stoechas* L. ssp. *af/anfica* Br.-BI. and *L. stoechas* ssp. *sfoechas* from Morocco», 68-69p

*Annexe*

## Annexe 01

**Tableau 1:** Rendement en huile essentielle de *Lavandulastoechas* L. dans différentes régions en Algérie

Région	Partie utilisée	Rendement %	Référence
Cherchel	parties aériennes (feuilles et fleurs)	1,1%	Dob et <i>al.</i> , (2006)
Tlemcen	feuilles	2,01% à 0,02%	Mohammedi et Atik, (2011)
Nord d'Algérie	parties aériennes fleuries	0,34% et 1,63%	Benabdelkader et <i>al.</i> ,(2011)

**Tableau 2 :** Rendement en huile essentielle de *Lavandulastoechas* L. dans le monde

Pays	Partie utilisée	Rendement %	Référence
Turquie	feuilles	1,33%	Görenet <i>al.</i> ,(2002)
Grèce	feuilles et fleurs	0,06% et 1,46%	Christos, (2010)
Tunisie	Parties aériennes	0,05%	Sebai et <i>al.</i> , (2013)
Maroc	Parties aériennes	2,5%	Bachir et <i>al.</i> , (2016)

