



Promotion: 2024-2025

Réf : 25/FSNVST/D...../Ms/ .....

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**  
*En Vue de l'obtention du diplôme*  
**MASTER**  
*Domaine : Des Sciences de la Nature et de la Vie*  
*Filière : Biotechnologie*  
*Spécialité : Biotechnologie microbienne*

# La production et valorisation de des huilles essentielles de lamiaceae (genres: *Mentha longifolia*)

Présenté par:

M<sup>elle</sup> HOUAS Radjaa  
M<sup>elle</sup> TEMAR Zouleykha

Soutenu publiquement le 30/06/2025 devant le jury composé de :

Président	M <sup>r</sup> LAZALI Mohammed	Professeur	UDBKM
Promoteur	M <sup>r</sup> KOUACHE Benmoussa	MCA	UDBKM
Co-Promoteur	M <sup>r</sup> AROUS Ali	MCA	UDBKM
Examineurs	M <sup>me</sup> ZAOUADI Nesrine	MCA	UDBKM
	M <sup>me</sup> BENSOUHAILA Sarra	MCA	UDBKM
	M <sup>r</sup> KERRACI Abdelkader	Responsable du centre d'appui à la technologie et l'innovation	UDBKM
	M <sup>r</sup> FERAOUN M'hammed	Directeur d'incubateur	UDBKM
	M <sup>r</sup> TAIEB Mohammed	Représentant commercial	Alliance-chimie

## Remerciements

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude à Dieu pour nous avoir permis de devenir ce que nous sommes aujourd'hui et pour nous avoir constamment guidées sur le bon chemin.

Nous souhaitons également adresser nos sincères remerciements à :

**M<sup>r</sup> LAZALI Mohammed** Professeur à l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de juger notre travail et de présider le jury.

**M<sup>me</sup> BENSOUHAILA Sarra** Maître de conférences à l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana, pour sa contribution précieuse au sein du jury. Nous le remercions vivement d'avoir accepté cette participation scientifique.

**M<sup>me</sup> ZAWADI Nesrine**, maître de conférences à l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana et Responsable INAPI de la faculté SNV, pour sa contribution précieuse au sein du jury. Nous le remercions vivement d'avoir accepté cette participation scientifique.

**M<sup>r</sup>. FERAOUN M'hammed**, maître de conférences et directeur d'incubateur à l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana, pour avoir accepté de faire partie de ce jury.

**M<sup>r</sup>. KERRACI Abdelkader**, responsable du Centre d'appui à la technologie et à l'innovation à l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana, pour avoir accepté de faire partie de ce jury.

**M<sup>r</sup>. TAIEB Mohammed** Représentant commercial, Alliance-chimie pour avoir accepté de faire partie de ce jury.

Nos remerciements les plus vifs et les plus sincères vont à **M. KOUACHE Benmoussa** maître de conférences à l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana, pour son encadrement judicieux, sa disponibilité, ainsi que **M<sup>r</sup> AROUS Ali** maître de conférences à l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana, pour ses précieux conseils et ses encouragements tout au long de ce mémoire. Nous le remercions également de nous avoir fait confiance pour mener à bien ce travail, ainsi que pour tous les efforts fournis et le temps consacré à la finalisation de ce modeste travail.

## Dédicaces

Je remercie d'abord et avant tout **Dieu** Tout-Puissant pour sa guidance, ses bénédictions et sa force qui m'ont permis de mener à bien ce travail. C'est grâce à sa bienveillance et à sa protection que j'ai pu surmonter les défis et accomplir cet objectif.

J'ai l'immense plaisir de dédier ce modeste travail à :

J'exprime ma gratitude, mes remerciements à mes parents « mon père **Houas saddek** et Ma mère **Bouadain souhila** », pour leur amour inconditionnel, leur soutien indéfectible et leurs conseils avisés qui m'ont guidé tout au long de ce parcours. Votre foi en moi a été ma plus grande source de motivation, que Allah les garde et les protège.

À mes frères **Mahdi** et **Farouk** , pour sa camaraderie et ses encouragements constants. Ton soutien m'a toujours donné la force de persévérer dans les moments difficiles.

À mes chères sœurs adorée, **Soumia**, **Maria** et **Sirin** , tu es ma force dans la vie, merci pour ton soutien et l'amour et l'affection que tu m'offre chaque jour.

À tous mes cousins et cousines surtout mon âme et mon jumelle **Douaa** et **Hadia**

Tous ceux qui portent le nom **Houas** et **Bouadain** À tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Votre influence, même discrète, a été précieuse.

Je dédie aussi ce travail à mes meilleurs amies **Ibtissam** , **Sara** , **Abir** et me chère collègue de travail **sara**

À ma partenaire **Aya** pour leur collaboration et leur esprit d'équipe. Travailler avec vous a été une expérience enrichissante et motivante.

Un grand remerciement également à Monsieur **Kouach Benmoussa** A d'avoir accepté d'examiner ce travail

A tout ce qui ont participe a ma reussite et a tous qui m'aident

Merci à moi-même, je veux me remercier d'avoir cru en moi, de ne jamais avoir arrêté, d'être toujours un donneur et de chercher à donner davantage.

Merci, Radjaa ''.

***Radjaa***

Je dédie ce projet:

A ma chère mère, **Yamina**

A mon cher père, **Abd el kader,**

Qui n'ont jamais cessé , de formuler des prières à mon égard , de me soutenir st de m'èpauler pour que je puisse atteindre mes objestifs.

A mes frères ,**Rachid** et **Abd el djalil**

A mes soeur ,**fatima Zahra** et **lalia** ,

Pour ses soutiens moral et leur conseils précieux tout au long de mes études.

A mon cher **grand -père,**

Qui je souhaite une bonne santé.

A ma chère binôme, **Houas Raja,**

Pour sa entente et sa sympathies.

À mes chers professeurs,

Pour leur indéfectiles soutiens et leur patiences infinies.

À mon cher ami, **mazouzi hadil** ,

Qui m'as aidé et supports dans les moments difficiles .

A toute ma famille ,**Temar** et **Bouricha**

Merci à moi-même, je veux me remercier d'avoir cru en moi, de ne jamais avoir arrêté, d'être toujours un donneur et de chercher à donner davantage.

**Zoulaikha**

Remerciements	02
Dedicaces	03-04

## Tables des matières

Liste des abréviations	07
Résumé	08
Liste des figures	09
Liste des tableaux	10
<b>Introduction.</b>	11

### Partie bibliographique

#### Chapitre I :

##### Description du matériel végétal et biologique

I -1	Description morphologique de la famille des Lamiacées	14
I -1-1	Description botanique du genre Menthe	15
I -1-2	Les différentes espèces de la menthe en Algérie	15
I -2	Espèce <i>Mentha longifolia</i>	15
I -2-1	Description botanique	16
I -2-2	Classification	18
I -2-3	Répartition spatiale	18
I -2-3-1	Dans le monde	18
I -2-3-2	En Algérie	19

#### Chapitre II :

##### Les huiles essentielles

II -1	Définition	20
II -2	Facteurs influençant le rendement et la composition chimiques des huiles essentielles	20
II -2-1	Chémotype	21
II -2-2	Cycle végétatif	22
II -2-3	Organe producteur	22
II -2-4	Patrimoine génétique	23
II -2-5	Tissus sécréteurs	23
II -2-6	Stade végétatif	25
II -2-7	Parties sélectionnées	25
II -2-8	Méthode d'extraction	25
II -2-9	Conditions de stockage et de conservation	28
II -2-10	Ecologie et conditions culturales	28
II -3	Activité biologique des huiles essentielles	32
II -3-1	Activité antimicrobienne	32
II -3-2	Activité antifongique	33
II -3-3	Activité antioxydante	34
II -3-4	Activité insecticide	35

## **Partie expérimentale**

### **Chapitre III :**

#### **Matériel et méthodes.**

<b>III-1</b>	Objectifs	39
<b>III-2</b>	Présentation des zones d'étude.	39
<b>III-3</b>	Matériel et méthodes.	39
<b>III-3-1</b>	Matériel	39
<b>III-3-1-1</b>	Matériel végétal	39
<b>III-3-2</b>	Méthodes	39
<b>III-3-2-1</b>	Détermination de la matière sèche	40
<b>III-3-2-1-1</b>	protocole de détermination de la matière sèche	40
<b>III-3-2-1-2</b>	protocole de détermination de la matière sèche	40
<b>III-3-2-2</b>	Extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation	41
<b>III-3-2-3</b>	Calcul du rendement	42
<b>III-3-2-5</b>	Analyse chromatographique en phase gaz couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM) de l'huile essentielle	42

### **Chapitre IV :**

#### **Résultats et discussion**

<b>IV-1</b>	Répartition de l'espèce <i>Mentha longifolia</i> à travers la wilaya d'Ain Defla,	44
<b>IV-2</b>	Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle de <i>Mentha longifolia</i>	47
<b>IV-3</b>	Etude phytochimique de <i>Mentha longifolia</i>	48
<b>IV-4</b>	Extraction des huiles essentielles de <i>Mentha longifolia</i>	48
<b>IV-5</b>	Caractérisation des huiles essentielles de <i>Mentha longifolia</i>	48
<b>IV-6</b>	Discussions.	48
	<b>Conclusion générale</b>	50
	<b>Références bibliographiques.</b>	51

## ملخص:

تعد النباتات العطرية والطبية مهمة للبحوث الدوائية والطبية. وتستخدم هذه النباتات لفعاليتها وسهولة الحصول عليها وتوافرها وانخفاض سميتها. يُخصص الجزء الأول من هذا البحث للتوصيف النباتي والزراعي لأنواع النعناع الطويل الأوراق. ويتناول تحسين إنتاج هذا البحث بالتفصيل كيفية مع الظروف المناخية المحلية، ومتطلباتها الزراعية، وطرق زراعتها التقنية، بهدف الكتلة الحيوية النباتية عالية الجودة. يُزرع النعناع الطويل الأوراق في السهول وفي جبال ظهرة زكار بولاية عين الدفلى. ويختلف توزيعه باختلاف المناطق، نظرًا للظروف المناخية الترايبية والمناخ شبه الجاف في المنطقة، الذي يتميز بشتاء بارد ورطب (0-6 درجات مئوية) وصيف حار وجاف (32-40 درجة مئوية). أما الجزء الثاني، فيركز على عملية استخلاص الزيوت العطرية، وذلك أساسًا عن طريق التقطير المائي، من خلال تقييم الغلة وتحديد المركبات الرئيسية باستخدام أظهرت النتائج أن متوسط العائد تراوح بين 1.16 و 2.15% خلال شهر مارس، مع تحديد (GC-MS) كروماتوغرافيا الغاز 29 مركبًا. المركبات الرئيسية في الزيوت العطرية المستخلصة هي: المينثون (16.17%)، والبوليغون (10.96%)، والكامفين (12.35%)، والآس (10.49%)، والكارفاكرول (10.14%) يتناول هذا البحث تثمان زيوت النعناع العطرية في مجالات التجميل، والأدوية، والأغذية، والزراعة البيئية

## كلمات المفاتيح :

المنثون , الفصيطة الشفوية, نعناع طويل الاوراق, كروماتوغرافيا الغاز

## Résumé :

Les plantes aromatiques et médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et médicinale. Elles sont utilisées, en raison de leur efficacité, leur accessibilité, leur disponibilité et leur faible toxicité. La première partie du travail est consacrée à la caractérisation botanique et agronomique des espèces de *Mentha longifolia*, Leur adaptation aux conditions climatiques locales, leurs exigences culturelles ainsi que les itinéraires techniques de culture sont décrits en détail, dans le but d'optimiser la production de biomasse végétale de qualité, L'espèce *Mentha longifolia*, est cultivée dans la plaine, et dans les massifs de Dahra Zeccar de la wilaya d'Aïn Defla. Sa répartition varie selon les zones, en raison des conditions pédoclimatiques et du climat semi-aride de la région, marqué par des hivers froids et humides (0-6 °C) et des étés chauds et secs (32-40 °C). La seconde partie s'intéresse au processus d'extraction des huiles essentielles, principalement par hydrodistillation, en évaluant les rendements et en identifiant les composés majoritaires par chromatographie en phase gazeuse (GC-MS). Les résultats montrent de rendement moyen varie de 1,16 à 2,15% durant le mois de Mars, avec 29 composés identifiés avec des composés majoritaires des huiles essentielle extraites sont principalement le menthone (16,17%), pulegone (10,96%), camphene (12,35%) et myrcène (10,49%), carvacrol (10,14%), se travail aborde les voies de valorisation des huiles essentielles de menthe dans les domaines cosmétique, pharmaceutique, alimentaire et agro-environnemental.

**Mots clés:**

Cpg, *Mentha longifolia*, *Lamiaceae*, huile essentielle, *Menthone*

**Abstract:**

Aromatic and medicinal plants are important for pharmacological and medicinal research. They are used due to their effectiveness, accessibility, availability, and low toxicity. The first part of the work is devoted to the botanical and agronomic characterization of *Mentha longifolia* species. Their adaptation to local climatic conditions, their cultural requirements, and the technical cultivation routes are described in detail, with the aim of optimizing the production of quality plant biomass. The *Mentha longifolia* species is cultivated in the plains and in the dahra zeccar massifs of the wilaya of Aïn Defla. Its distribution varies according to the areas, due to the pedoclimatic conditions and the semi-arid climate of the region, marked by cold and humid winters (0–6°C) and hot and dry summers (32–40°C). The second part focuses on the essential oil extraction process, primarily by hydrodistillation, by evaluating yields and identifying the major compounds using gas chromatography (GC-MS). The results show that the average yield ranged from 1.16 to 2.15% during the month of March, with 29 compounds identified. The major compounds in the extracted essential oils are mainly *menthone* (16.17%), *pulegone* (10.96%), *camphene* (12.35%), *myrtle* (10.49%), and *carvacrol* (10.14%). This work addresses the valorization of mint essential oils in the cosmetic, pharmaceutical, food, and agro-environmental fields.

**Key words:**

Cpg, *Mentha longifolia*, *Lamiaceae*, essential oil, *Menthone*

## Liste des figures

<b>Fig 01</b>	Description botanique de la plante <i>Mentha longifolia</i>	<b>18</b>
<b>Fig 02</b>	carte de répartition géographique de <i>Mentha longifolia</i> dans le monde The International Plant Names 2025	<b>20</b>
<b>Fig 03</b>	Glande sécrétrice avec cuticule dans la face inférieure de la feuille de la menthe des jardins	<b>25</b>
<b>Fig 04</b>	Poils sécréteurs de la feuille <i>Thymus vulgaris</i>	<b>25</b>
<b>Fig 05</b>	Poils sécréteurs et beaucoup de poils tecteurs de la feuille <i>Thymus vulgaris</i>	<b>25</b>
<b>Fig 06</b>	Glandes capitées sur des feuilles de <i>Lavandula .multifida</i>	<b>25</b>
<b>Fig 07</b>	Poches schizogènes d'une feuille d' <i>Eucalyptus citronné</i> vues en microscopie électronique à balayage	<b>26</b>
<b>Fig 08</b>	Coupe histologique d'une tige de Laurier noble (X10).	<b>26</b>
<b>Fig 03-08</b>	Représentent des exemples des tissus sécréteurs des huiles essentielles	<b>26</b>
<b>Fig 09</b>	<i>Mentha longifolia</i> stade floraison	<b>40</b>
<b>Fig 10</b>	<i>Mentha longifolia</i> state vegetative	<b>40</b>
<b>Fig 11</b>	Le matériel végétal recueilli est étalée, séché, à l'air libre	<b>40</b>
<b>Fig 12</b>	Hydrodistillateur de type Clevenger	<b>41</b>
<b>Fig 13</b>	Carte de répartition de l'espèce de genre <i>Mentha</i> ( <i>M.longifolia</i> ) dans la wilaya d'Ain Defla	<b>47</b>
<b>Fig 14</b>	Suivi de la culture de <i>mentha longifolia</i>	<b>50</b>
<b>Fig 17</b>	Chromatogramme pour huile essentielle mentha	

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b>	Différents espèces de la menthe en Algérie	<b>16</b>
<b>Tableau 02</b>	Chénotypes des huiles essentielles de différent espèce de lamiacée	<b>22</b>
<b>Tableau 03</b>	Influence de stade végétatif sur le rendement et la composition chimique d'HEs.	<b>23</b>
<b>Tableau 04</b>	Influence du mode et du temps d'extraction sur le rendement et la composition des huiles essentielles	<b>27</b>
<b>Tableau 05</b>	Influence de l'origine botanique sur le rendement et la composition d'HE.	<b>29</b>
<b>Tableau 06</b>	Influence de la fréquence et de l'intensité des précipitations sur le rendement et la composition d'huile essentielle de <i>Thymus algeriensis</i> Boiss. & Reut	<b>30</b>
<b>Tableau 07</b>	Influence de la Période de la récolte sur le rendement et la composition chimique des HEs.	<b>31</b>
<b>Tableau 08</b>	récapitulatif synthétique de l'activité insecticide de <i>Mentha longifolia</i>	<b>35</b>
<b>Tableau 09</b>	Concentrations létales des huiles essentielles contre quelques espèces de moustiques (larve)	<b>36</b>
<b>Tableau 10</b>	Répartition du <i>mentha longifolia</i> au niveau de la Wilaya d'Ain Defla	<b>48</b>
<b>Tableau 11</b>	Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle de <i>Mentha longifolia</i>	<b>50</b>
<b>Tableau 12</b>	Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Mentha longifolia</i>	<b>52</b>

## **Introduction :**

L'historique des plantes médicinales traditionnelles trouve ses origines authentiques entre 2500 et 500 avant (**Saxena et al., 2018**). Elles ont représenté, et représentent encore aujourd'hui, de précieux trésors naturels, constituant une source essentielle de nutriments et de composés thérapeutiques (**Farukh et al., 2015**) .

Actuellement, de nombreuses questions se posent concernant l'efficacité et la sécurité des produits chimiques utilisés en médecine et dans l'industrie alimentaire. En effet, les effets secondaires des antioxydants synthétiques, comme l'hydroxytoluène butylé (BHT), qui peuvent être responsables de la carcinogenèse et favoriser la résistance des micro-organismes pathogènes aux antibiotiques, suscitent des préoccupations (**DJERIDANE et al., 2010 ; YAKHLEF et al., 2011**). Dès lors, il devient essentiel de développer de nouvelles approches de recherche pour identifier des alternatives. De plus, les substances naturelles possédant des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes présentent un intérêt socio-économique majeur dans le domaine de la recherche biopharmaceutique. Ainsi, de nombreux laboratoires dans le monde se consacrent à l'exploration et à la valorisation des substances bioactives (**AMARTI et al., 2011 ; AOUNI et al., 2013**)

Le recours aux plantes pour le traitement thérapeutique n'est pas une pratique récente. En dépit de l'utilisation courante des antibiotiques, les plantes aromatiques et médicinales demeurent essentielles en médecine en raison de leur capacité à prévenir, soulager ou guérir diverses maladies.

L'Algérie est l'un des pays possédant un vaste potentiel en plantes médicinales et aromatiques à l'état sauvage, avec plusieurs familles botaniques reconnues, telles que les Asteraceae et les *Lamiaceae* (Labiatae), entre autres. Ce riche patrimoine végétal est principalement dû à la grande superficie du pays (2,382 millions de km<sup>2</sup>), à la diversité de ses climats et à la variété de ses sols (**Ozenda,1991**). L'exploitation de ces plantes offre un potentiel précieux pour la découverte de nouvelles substances biologiquement actives, telles que les composés antimicrobiens et/ou antioxydants. En effet, les extraits organiques des plantes, comme les polyphénols, constituent une source prometteuse de molécules naturelles bioactives pouvant servir d'alternatives à certaines substances synthétiques (**Bruneton, 1999**).

Les Lamiacées font partie des familles de plantes les plus importantes, tant sur le plan économique que dans leurs diverses utilisations. Beaucoup d'entre elles sont cultivées comme plantes ornementales, tandis que d'autres sont couramment employées comme herbes culinaires et

épices. Leur large éventail d'applications en médecine traditionnelle et moderne s'explique par la production de divers métabolites tels que les huiles essentielles, les tanins, les saponines et les acides organiques, qui possèdent des propriétés antimicrobiennes, antifongiques, antibactériennes, anti-inflammatoires et antioxydantes.

Ce travail vise à explorer ces plantes, qui constituent une source potentielle pour la découverte de nouvelles molécules naturelles bioactives (**TEUSCHER et al., 2005**). La valorisation de ces ressources végétales repose principalement sur l'extraction de leurs huiles essentielles (**AMARTI et al., 2011**). Ces huiles suscitent un intérêt croissant de la part des industries pharmaceutiques, cosmétiques, agroalimentaires et de la recherche scientifique, en raison de leurs propriétés antioxydantes, antibactériennes et antifongiques (**DUNG et al., 2008**)

Dans ce cadre, et dans le but de valoriser notre patrimoine, nous avons choisi d'étudier *Mentha longifolia*, une plante de la famille des Lamiaceae, qui pousse spontanément dans les lits pierreux des oueds et sur les roches du Hoggar.

Notre étude est subdivisée en deux parties différentes: une partie correspondant à une étude bibliographique et une autre correspondant au travail expérimental. Chaque partie est divisée en deux chapitres :

Partie Bibliographique:

Chapitre I : Description du matériel végétal et biologique

Chapitre II: Travaux antérieurs sur le genre *Mentha*

Partie expérimental:

Chapitre III. Matériel et méthodes

Chapitre IV. Résultats et discussion

# **PARTIE**

# **BIBLIOGRAPHIQUE**

# Chapitre I

## Description du matériel végétal

### I-1-Description morphologique de la famille des *Lamiacées* :

Plantes herbacées, ou sous-arbrisseaux à tiges généralement quadrangulaires, à feuilles simples, opposées (rarement verticillées) (**Bendif, 2017**). Fleurs en glomérules verticillées ou en épis, elles sont zygomorphes avec un calice à 5 dents ou à 2 lèvres, une corolle à 5 pièces formant 2 lèvres plus ou moins marquées : les lèvres supérieurs indivise parfois absente, l'inférieure en général à 3 lobes plus ou moins égaux, 4 étamines dépassant souvent les fleurs. L'ovaire bicarpellé, à la base duquel est inséré un style dit (gynobasique) comporte primitivement 2 loges, biovulée (**Martin, 2014**). Par suite de la formation de fausses cloisons, le fruit est tétrakéne inclus dans le calice persistant : la graine est dépourvue d'albumen. Les 2500 espèces des labiées sont surtout ré pondues dans la région méditerranéenne.

Cette famille est très homogène, car au point de vue anatomique, on note la présence de paquets de collenchyme aux 4 angles de la tige, les labiées sont très riches en poils técteurs et sécréteurs. Beaucoup d'espèces présentent des signes d'adaptation à la sécheresse ; feuilles velues, limbe replié en dessous, hypoderme collenchymateux, stomates enfoncés (ils comportent dans cette famille deux cellules annexes perpendiculaires à la grande dimension de l'ostiole).

Les Lamiacées forment une unité taxonomique clé, divisée en deux groupes principaux en fonction de leur composition phytochimique. Le premier groupe comprend des plantes produisant des huiles essentielles, tandis que le second génère des composants polaires tels que des di- et triterpénoïdes, des iridoïdes et des polyphénols (**Pan et al., 2017**) et (**Shanaida et al., 2021**).

Les Lamiacées sont particulièrement reconnues pour la diversité de leurs espèces aux vertus médicinales, dont l'utilisation remonte à des époques très anciennes. Elles sont également riches en huiles essentielles, polyphénols et terpénoïdes, ce qui suscite un intérêt croissant en raison de leurs activités biologiques, comme des propriétés anti-inflammatoires, antibactériennes et anticancéreuses (**Abeer Abdelhalim et Hanrahan, 2021**).

### I-1-1-Description botanique du genre Menthe

La menthe appartient au genre *Mentha* de la famille des Labiacées. On en connaît environ 20 espèces, dont les plus répandues sont la menthe aquatique, qui a pour nom scientifique *Mentha aquatica*, la menthe verte *Mentha spicata* et leur hybride *Mentha piperita*. Ces différentes espèces sont tous caractérisées par une tige carrée et des feuilles opposées et dentées, très odoriférantes en raison de l'huile essentielle qu'elles contiennent. Cette huile essentielle est extraite par hydrodistillation ou par entraînement à la vapeur. En effet, seuls ces modes d'extraction respectent les composants très fragiles de la plante.

### I-1-2- Les différentes espèces de la menthe en Algérie

La menthe comporte une vingtaine d'espèces réparties dans le monde entier, dont plusieurs sont cultivées. Les différentes d'espèces de menthe trouvées en Algérie sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau 01 : Différents espèces de la menthe en Algérie (Baba Aissa,1999)**

Variétés	Especies	Appellation locale	principal constituant
<i>Menthe poivrée</i>	<i>Mentha piperita</i> L	<i>Nana har</i>	<i>Menthol</i>
<i>Menthe verte</i>	<i>Mentha spicata</i> L	<i>Nana</i>	<i>Carvone</i>
	<i>Mentha viridis</i> L		
<i>Mentha aquatique</i>	<i>Mentha aquatica</i> L	<i>Hbaquelma</i>	<i>Linalol</i>
<i>Mentha pouliot</i>	<i>Mentha pulegium</i> L	<i>Fliou</i>	<i>Pulegone</i>
<i>Mentha sylvestre</i>	<i>Mentha longifolia</i> L	<i>Nana essahrra</i>	
<i>Mentha longuefeuilles</i>	<i>Mentha longifolia</i>		

### I -2- Espèce *Mentha longifolia* :







**Menthe à feuilles longues** Il s'agit d'une plante herbacée, vivace et rhizomateuse, mesurant environ 1,5 m de long. Elle est recouverte d'une pubescence blanche soyeuse, avec une tige dressée de section carrée et pubescente, de couleur gris-verdâtre. Les feuilles sont simples, opposées, sessiles ou légèrement pétiolées, de forme oblongue-lancéolée (pour le sous-espèce *polyadena*) ou lancéolée (pour le sous-espèce *capensis*), mesurant jusqu'à 90 mm de long et 22 mm de large. Les marges sont dentées et l'apex est pointu. Les surfaces des feuilles sont blanchâtres-tomenteuses ou finement pubescentes sur une ou les deux faces (pour *capensis*) ou glabres (pour *polyadena*). Les fleurs, petites, sont blanches ou lilas à mauves et sont regroupées en

épis terminaux assez compacts, formant des grappes cylindriques effilées atteignant 100 mm de long et 14 mm de large. La corolle est glabre, mesurant entre 3 et 5 mm de long. Le calice est très velu, avec cinq dents, et les carpelles sont ovoïdes. La plante fleurit de juillet à septembre (**Codd et Leistner, 1985**).

### **I -2-1 Description botanique :**

*Mentha longifolia* est une Plante vivace, à rhizome rampant. Tiges dressées, ramifiées ou presque simples, de 30–100 (180) cm de long, généralement à 4 angles aigus, blanchâtres, densément couvertes de poils courts et mous, généralement retraversés. Feuilles sessiles ou inférieures à pétiole court, ovales-oblongues à oblongues-lancéolées ou lancéolées, ( 5–15 cm de long, 1,5–3,5 cm de large, souvent assez épaisses, apex aigu ou acuminé, base arrondie ou subcordée, amplexicaule, le plus souvent irrégulièrement et grossièrement dentées-dentées, lisses, glaucescentes ou cinérées au-dessus, assez densément couvertes de poils doux appliqués, parfois plus tard glabrescentes, blanches-tomenteuses ou lanifères au-dessous ; feuilles florales ressemblant aux bractées, linéaires-subulées. Pédoncules pubescents ; inflorescence chez les verticillasters se rapprochant aux extrémités des tiges et des branches, denses, sans feuilles, spiciformes-cylindriques, pointues au sommet, 3–5 cm de long ; verticillasters inférieurs parfois distants ; pédicelles densément tomenteux-poils. Fleurs à calice campanulé, à peu près aussi long que le pédicelle et le tube de la corolle,

à poils doux jusqu'à la base, les dents linéaires-subulées, connivent dans le fruit, à peu près aussi longues que le tube ; corolle de 4–5 mm de long, 2–2½ fois la longueur du calice, rose-lilas ou lilas, à pubescence clairsemée et fine à l'extérieur, glabre à l'intérieur, le tube à peu près aussi long que les lobes, lobe supérieur oblong-ovale, émarginé ou crénelé, les autres lobes plus étroits, oblongs, obtus ; étamines incluses dans la corolle. Nucules alvéolées arrondies et poilues à l'apex, ovoïdes. Sur les rives humides des rivières, des lacs, des marges des marais et des canaux. Pousse dans le Caucase (Ciscaucasie, Transcaucasie occidentale, orientale et méridionale, Daghestan), en Scandinavie, en Europe atlantique et centrale, en Méditerranée, dans la péninsule balkanique et en Asie mineure, en Petite Arménie et au Kurdistan. *Mentha longifolia* se propage par rhizomes pour former des colonies clonales. Comme presque toutes les menthes, elle peut être envahissante. Les abeilles et les papillons sont attirés par la menthe sauvage lorsqu'elle est en fleur .

 <p><b>Tige quadrangulaire</b></p>	 <p><b>Plante rameuse dans le haut</b></p>
 <p><b>Feuilles lancéolées, dentées</b></p>	 <p><b>Feuillet opposées et dressées</b></p>
	
<p><b>fleurs de petites tailles, regroupées en épis ou glomérules terminaux, de couleurs blanches</b></p>	

**Fig 01: Description botanique de la plante *Mentha longifolia***

## I -2-2 Classification :

Selon la classification APG IV (2016) *Mentha longifolia* L. est classée comme suit :

**Classe :** *Lamiideae*

**Ordre:** *Lamiales*

**Famille:** *Lamiaceae*

**Genre:** *Mentha*

**Espèce:** *Mentha longifolia* L.

### ➤ Noms vernaculaires :

Français: Menthe à longues feuilles, Menthe sauvage, Menthe des bois

Anglais: Biblical Mint, Horsemint (wild mint)

Arabie Séoudite: الحساوي Alhasawy mint (Al-ali,2014)

Tamahaq: تنهت (Tenhart ) (Sahki et Sahki, 2004).

Selon Linné (1762), *Mentha longifolia* L., présente des synonymes:

*Mentha sylvestris* L.

*Mentha incana* Willd.

*Mentha candicans* Gr

*Mentha spicata* var. *longifolia* L.

## I -2-3- Répartition spatiale :

### 1-2-3-1- Dans le monde

La famille des Lamiacées a une distribution cosmopolite, s'étendant des régions tempérées aux zones tropicales, mais elle est principalement présente dans le bassin méditerranéen (**Brahmi et al., 2017**). Toutefois, elle est absente des régions les plus septentrionales. Ces plantes prospèrent dans des milieux ouverts, avec seulement quelques espèces se trouvant en forêt tropicale humide (**Martin, 2014**).

*Mentha longifolia* L. est largement répandue en Europe et en Afrique, et son aire de répartition est la plus vaste parmi les espèces sauvages du genre *Mentha*. Elle couvre les régions tempérées et méditerranéennes de l'Eurasie et de l'Afrique, ce qui souligne l'importance de son adaptation pour les différentes sous-espèces de *Mentha longifolia* L. (**Sevindik, 2018; Sevindik et al., 2017**).



**Fig 02** : carte de répartition géographique de Mentha logifonia dans le monde The International Plant Names 2025

### **I -2-3-2 En Algérie**

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes médicinales eu égard de sa superficie et de sa diversité bioclimatique. Le genre menthe de la famille des Lamiacées ou Labiées, comprend 18 espèces botaniques réparties sur tout le littoral et même dans les régions internes jusqu'aux zones arides (Saidj, 2006). Parmi ces dernières, certaine est endémique de l'Algérie, telle que Menthe d'Algerie ou Menthe Algérienne.

## **Chapitre II**

### **Les huiles essentielles**

#### **II -1- Définition :**

Le terme “huile essentielle” a été inventé au 16<sup>ème</sup> siècle par le médecin suisse Paracelsus von Hohenheim afin de désigner le composé actif d’un remède naturel **(Burt, 2004)**.

L’huile essentielle est un « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d’une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d’eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L’huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n’entraînant pas de changement significatif de sa composition **(AFSSAPS, 2008)**.

Les huiles essentielles sont définies comme : « un produit obtenu à partir d’une matière première d’origine végétale, après séparation de la phase aqueuse par des procédés physiques : soit par entraînement à la vapeur d’eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l’épicarpe des plantes contenant des citrals, soit par distillation sèche **(AFNOR, 2000 et 2010)**

Certaines espèces en sécrétant des huiles essentielles représentent une stratégie pour attirer les insectes pollinisateurs **(Belanger et Khanizadeh, 1995 ; Bruneton, 1999)**. Pour d’autres, elles constituent une arme de défense contre divers agresseurs (champignons, insectes, micro-organismes, herbivores, acariens) **(Guinoiseau, 2010)**.

#### **II -2- Facteurs influençant le rendement et la composition chimiques des huiles essentielles :**

La demande mondiale en huiles essentielles (HE) et en produits dérivés des plantes aromatiques et médicinales (PAM) est en pleine expansion. Cependant, plus de 23 % des espèces de PAM sont menacées d’extinction en raison de conditions environnementales défavorables, amplifiées par le changement climatique et la surexploitation de ces ressources naturelles. Dans ce contexte, cette thèse vise à approfondir la compréhension des facteurs influençant le rendement et la qualité des HE, en s’intéressant à leur composition chimique et à leurs propriétés biologiques.

## II -2-1 Chémotype :

C'est une forme de classification chimique, biologique et botanique désignant la molécule majoritairement présente. Cette classification dépend des facteurs liés directement aux conditions de vie spécifique de la plante, à savoir, le pays, le climat, le sol et la période de récolte qui peuvent influencer sa composition. On parle alors d'une huile essentielle chémotypée (**Zhiri et Baudoux, 2005 ; Fella et al., 2006 ; Loziene et Venskutonis,2006**).

Le chimiotype est la signature de l'HE et le principe actif que l'on recherche pour ses effets thérapeutiques. Certaines espèces de plantes, présentent des variations chimiques de leur métabolite secondaire en fonction des influences de leurs écosystèmes (altitude, humidité, ensoleillement, *etc...*), bien que leur morphologie ainsi que leur génétique ne soient pas substantiellement transformées, seul leur phénotype chimique est mouvant (**Bonnet- Alves, 2002**).

L'exemple le plus marquant est celui de l'espèce de *Thymus algeriensis*, *Thymus vulgaris* et d'*Origanum glandulosum* qui présentent des chémotypes différents .

**Tableau 02 :** Chémotypes des huiles essentielles de différente espèce de lamiacée

<u>L'espèce</u>	<u>Chémotype</u>	<u>Composants majeurs (%)</u>	<u>Références</u>
<i>Thymus vulgaris</i>	Carvacrol	carvacrol (83.8)	Boukhatem et al., (2014)
	Thymol	Thymol (65.3)	Asgar et al., (2014)
		Thymol (52.4)	Mancini et al., (2015)
<i>Thymus algeriensis</i>	Thymol	Thymol (71)	Chemat et al., (2012)
	$\alpha$ -Pinene	$\alpha$ -Pinene (27.14)	Giordani et al., (2008)
	Camphre	Camphre (27,7)	Amarti et al., (2010)
	1,8-Cineole	1,8-Cineole(15.79)	Zouari et al., (2012)
	Terpinen-4-ol	Terpinen-4-ol (33.34)	Guesmi et al., (2014)
<i>Origanum glandulosum</i>	Thymol	Thymol (41.6), $\gamma$ - Terpinène (27.0) et <i>p</i> -Cymène (17.1)	Bendahou et al., 2008
	Carvacrol	Carvacrol (63.7)	Ruberto et al., 2002
<i>Mentha longifolia</i>	1,8-Cineole	1,8-Cineole (11.54)	Hadjlaoui et al .,2009
	Menthone	Menthone (10.70)	
	Pulegone	Pulegone (47.15)	

## II -2-2 Cycle végétatif :

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans divers organes végétaux : les fleurs (yang-yang, bergamotier, rose,...), les sommités fleuries (tagète, lavande,..), les feuilles (citronnelle, eucalyptus, laurier,...), les racines (vétiver), les rhizomes (gingembre, curcuma, ...), les fruits (ainsi, badiane,...), le bois (le bois de rose, santal,...) ou les graines (ambrette, muscades,) (Oussala et al., 2006).

**Tableau 03** :Influence de stade végétatif sur le rendement et la composition chimique d'HEs.

Éspece	Stade	Composant majeure (%)	Rendement (%)	Références
<i>Artemisia absinthium</i>	Stade Végétatif	$\beta$ -pinane (12.29) $\alpha$ -phellandrene (16.4)	0.60	Mohammadi et al.,(2015)
	Stade de floraison	$\beta$ -pinane (12.29), $\alpha$ -phellandrene (16.4)	0.68	
	Après stade de florissant	$\beta$ -pinane (31.87) , $\alpha$ - phellandrene (9.47)	0.65	
<i>Thymus algeriensis</i>	Stade Végétatif	1,8-Cineole (10.91), $\alpha$ -Pinene (10.49)	2.68	Zouari et al., (2012)
	Stade de floraison	1,8-Cineole (15.79), $\alpha$ -Pinene (9.68)	2.38	
<i>Thymus palleescens</i>	Stade de développement	carvacrol (56.2 ) p-cymene (7.5)	1.0	Benchabane et al., 2012
	Stade végétatif	carvacrol (65.0) p-cymene (10.2)	2.6	
	Stade de florissant.	carvacrol (52.5) p-cymene (13.5)	4.6	
<i>Origanum glandulosum</i>	Stade végétatif	Thymol (49.5), <i>p</i> - Cymène (18,3) , $\gamma$ - Terpinène (16.4)	2.7	Bekhechi et al., 2008
<i>Mentha longifolia</i>	Stade de florison	Mentha (10.70) Pulegone(47.15)	3.3	Hajlaoui et al.,(2008)

## II -2-3 Organe producteur :

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans divers organes végétaux : les fleurs (yang-yang, bergamotier, rose,...), les sommités fleuries (tagète, lavande,..), les feuilles (citronnelle, eucalyptus, laurier,...), les racines (vétiver), les rhizomes (gingembre, curcuma, ...), les fruits (ainsi, badiane,...), le bois (le bois de rose, santal,...) ou les graines (ambrette, muscades,) (Oussala et al., 2006).

Tous les partis de la plante, de mêmes espèces, peuvent renfermer une huile essentielle et sa composition varie selon sa localisation (Faleiro et al., 2003). Ainsi, et à titre d'exemple, les

rendements en huiles essentielles de *Thymus palleescens* varient entre (2.8%) et (3.7 %) avec des composants majeurs notamment, au niveau des feuilles et des fleurs respectivement carvacrol (39.0%), p-cymene (17.4%) et carvacrol (48.3%)  $\gamma$ -terpinene (14.1%) respectivement (Hazzit et al., 2013).

## **II -2-4 Patrimoine génétique :**

Le premier paramètre influençant la composition chimique d'une plante est biosynthèse et donc son profil génétique, c'est la raison pour laquelle, une même espèce peut présenter plusieurs chémotypes de profils chimique différents, il existe nombreux exemples d'un même phénomène, notamment chez le thym, la sauge (Anton et al., 2005 ; Vila et al., 2008).

## **II -2-5 Tissus sécréteurs :**

L'huile essentielle est produite et stockée dans les tissus sécréteurs de la plante sous formes de petites gouttelettes comme la plupart des substances lipophiles (Gonzalez et al., 2007). Elles sont généralement associées à la présence des structures histologique spécialisés, souvent localisée sur ou à proximité de la surface de la plante (Degryse et al., 2008).

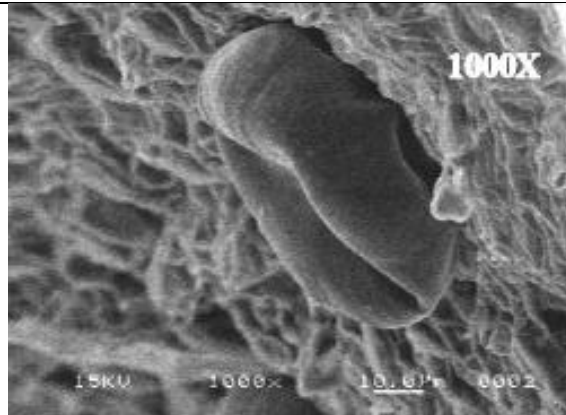
Les huiles essentielles sont élaborées par des glandes sécrétrices qui se trouvent sur presque toutes les parties de la plante. Elles sont sécrétées au sein du cytoplasme de certaines cellules où elles se rassemblent.

Il est intéressant de remarquer que les organes d'une même espèce peuvent renfermer des huiles essentielles de composition différente selon la localisation dans la plante (Degryse et al., 2008).

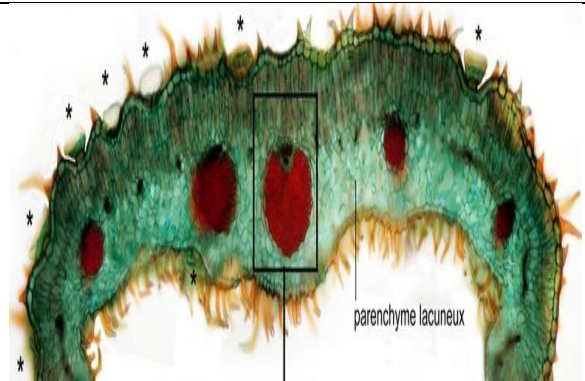
Pour Guignard et al. (1985), il n'existe pas de règle générale concernant les lieux d'accumulation des métabolites secondaires telles que les huiles essentielles dans l'organisme végétal. Par contre pour Garneau (2004), la plupart des huiles essentielles se retrouvent dans des glandes. Les structures glandulaires et les cellules sécrétrices isolées peuvent se rencontrer dans tous les organes végétaux, végétatifs et reproducteurs. Plusieurs catégories de tissus sécréteurs peuvent coexister simultanément chez une même espèce, voire dans un même organe.

Les structures anatomiques spécifiques spécialisées dans la sécrétion des huiles essentielles sont très diverses : poches sécrétrices schizogènes (Myrtacées) ou poches sécrétrices schizolyziques (Aurantiacées), des canaux sécréteurs (Conifères et Apiacées), poils sécréteurs (Lamiacées et Astéracées) , et cellules sécrétrices isolées (Lauracées, Magnoliacées et Pipéracées) (Bruneton, 1999 ; Ghestem et al., 2001) (Figures 03-08) des isomérisations, des racémisations

et/ou des oxydations (Silou, 2003 ; Lucchesi, 2005 ; Abramson et al., 2007 ; Silano et Delbo, 2008).



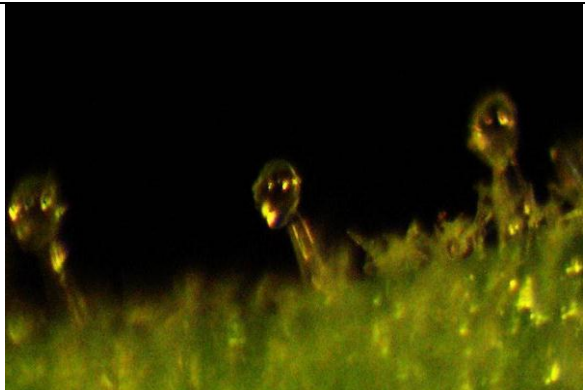
**Fig 03:** Glande sécrétrice avec cuticule dans la face inférieure de la feuille de la menthe des jardins (Marie-Elisabeth,2005)



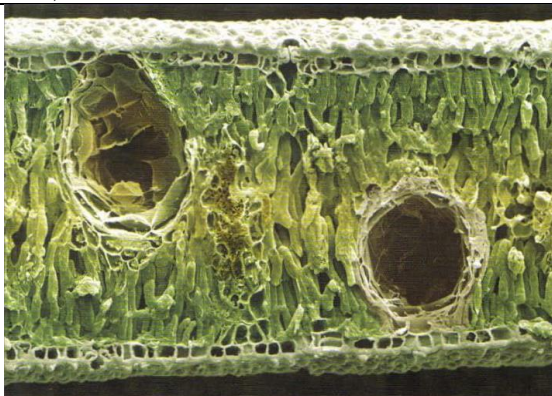
**Fig 04 :**Poils sécréteurs de la feuille *Thymus vulgaris* (Bernard, 2012)



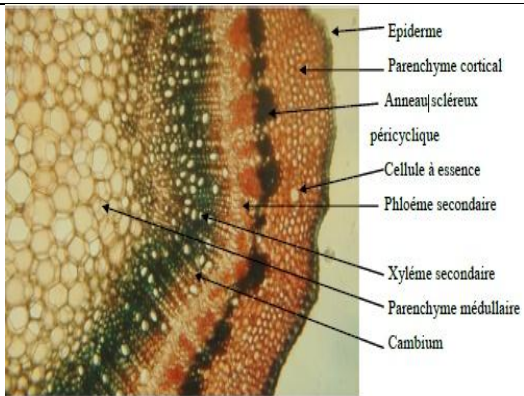
**Fig 05 :**Poils sécréteurs et beaucoup de poils tecteurs de la feuille *Thymus vulgaris* (Bernard, 2012)



**Fig 06 :** Glandes capitées sur des feuilles de *Lavandula .multifida* (microscopie optique)



**Fig 07:**Poches schizogènes d'une feuille d'*Eucalyptus citronné* vues en microscopie électronique à balayage (image colorisée, x204) (Svoboda et al.,2000).



**Fig 08 :** Coupe histologique d'une tige de Laurier noble (X10). (Ouibrahim 2015)

**Fig 03-08 :** Représentent des exemples des tissus sécréteurs des huiles essentielles

## II -2-6 Stade végétatif :

Une essence reste modulable en fonction des besoins particuliers de la plante. Sa composition n'est pas statique (**Bruneton, 1987; Perry, 1999**). Les éventuelles modifications sont conséquentes principalement des conditions météorologiques ainsi que du stade végétatif. En effet, le stade végétatif au moment de la récolte est un facteur déterminant pour le rendement et la composition de l'huile essentielle d'une plante comme *Lavandula angustifolia* obtenue par clonage (**Sigur N., 1990**). En 1989, Edmongor et chwey , ont comparé la composition des huiles essentielles de la camomille obtenues à partir des fleurs récoltées à différents moments après leur repiquage initial (entre 87 et 176 jours). Ainsi, ils ont pu observer, une nette diminution du pourcentage en chamazulène avec le temps ou une augmentation de l'oxyde de bisabol de type B.

## II -2-7 Parties sélectionnées :

Les cellules productrices d'huiles essentielles peuvent se situer dans différents organes. Il est possible d'obtenir différentes huiles selon les parties sélectionnées d'une même plante. Ainsi, les huiles essentielles extraites à partir des baies ,des feuilles et fleurs de piment ne sont pas identiques. En 1987, les travaux de Maffei et Sacco ont montré des différences de composition des huiles essentielles selon les organes (feuilles et fleurs) pour les sous espèces suivantes (*Peppermint nohtomorph spallescens Camus et rebuscens Camus*) .

## II -2-8 Méthode d'extraction :

Des études effectuées par **Huang et al. (1995) et Gomes et al. (2004)** avaient montré l'influence de la technique d'extraction sur le rendement et la composition des huiles essentielles (Tableau 04).

La labilité des constituants des HEs explique que la composition du produit obtenu par hydro distillation soit, le plus souvent, différente de celle du mélange initialement présent dans les organes sécréteurs du végétal **Lucchesi (2005)**.

Toutefois, l'hydro distillation possède des limites. En effet, le chauffage prolongé et puissant engendre une détérioration de certains végétaux et la dégradation de certaines molécules aromatiques. L'eau, l'acidité et la température peuvent induire des réarrangements.

La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait **Luicita Rivera (2006)**.C'est ainsi que pour certains végétaux fragiles, comme par exemple les pétales de fleurs, une technique d'extraction plus appropriée est utilisée. Il

s'agit de la distillation dite sèche. Cette technique ancestrale, utilisée autrefois par les alchimistes arabes (**Lucchesi, 2005 ; Chemat et al., 2004**). Avec *Cinnamomun zeylanicum* ou Cannelie de Ceylon, il est possible de produire trois huiles essentielles (**Carette, 2000**) : à partir de ses feuilles, une huile essentielle riche en eugénol ; à partir de son écorce, une huile essentielle riche en cinnaldéhyde ; et à partir de ses racines une huile essentielle riche en bornéol.

**Tableau 04** :Influence du mode et du temps d'extraction sur le rendement et la composition des huiles essentielles

Méthode d'extraction	Espèce	Temps d'extraction (min)	Rendement %	Composants majeurs %	Références
<b>HD</b>	<i>T. algeriensis</i>	180	0,4	carvacrol (57,7%), p-cymene (17,3%) and $\gamma$ -terpinene (14,2%)	Hazzit et al., (2009)
	<i>Origanum vulgare ssp glandulosum</i>	90	5	thymol (7,7-43,08%), carvacrol (28,97-63,7%), p-cymène (3,6-13,51%) et $\gamma$ -terpinène (0,77-13,2%)	Sarri , (2011)
	<i>Mentha longifolia</i>	180	1.6	Carvone (28%), Menthone (15%), Limonène (10%)	Belhattab, R. et al. (2018).
<b>THD</b>	<i>P. pinaster.</i>	180	0,28	$\beta$ -Caryophyllene 26 Longifolene 12.6	Meullemiestre, (2014)
<b>SFME</b>	<i>T. algeriensis</i>	180	0,89	carvacrol (57,7%), p-cymene (17,3%) and $\gamma$ -terpinene (14,2%)	Hazzit et al.,(2009)
	<i>T.vulgaris</i>	60	0,42	Thymol (67%) p-cymène (6,2%)	Kutta et al.,(2007)
	<i>Origanum vulgare ssp glandulosum</i>	30	0,3	Thymol (49,5%), $\gamma$ -terpinene (21%), Para-cymène(18%),	Bekhechi et al., (2008)

## **II -2-9 Conditions de stockage et de conservation :**

Les huiles essentielles peuvent se conserver jusqu'à trois ans lorsqu'elles sont bien stockées. Cependant, en raison de leur fragilité, les essences d'agrumes doivent être renouvelées chaque année (**ROUX et al., 2008**).

Pour éviter l'oxydation et la dépolymérisation des huiles essentielles, il est essentiel de respecter certaines précautions de conservation. Il est recommandé de les stocker dans des flacons en verre teinté ou opaque, bien fermés, afin de les protéger de l'air et de la lumière, qui sont les principaux facteurs de leur dégradation (**BARDEAU, 2009 ; PREEMA DEVI et al., 2015**).

## **II -2-10 Ecologie et conditions culturelles :**

Plusieurs travaux ont mis en évidence l'influence de l'origine géographique de la plante (Tableau 05) (**Barry, 2001 ; Mohammedi, 2006; Marzoukia et al., 2009**).

Le tableau ci-dessous montre que quelque soit l'origine de la plante, le thymol est considéré comme le composant majeur oscillant entre 44,7 % et 71%.

Le mode de séchage n'influe ni sur le rendement, ni sur la qualité des huiles essentielles qui restent relativement constants. Les résultats obtenus par **Greche et al.,(2008)** montrent que l'effet du mode de séchage notamment à l'ombre et à l'air libre, sur la variation des rendements des huiles essentielles de l'espèce *Tanacetum annuum* L. *Varient entre* 1.38 ml , 0.8ml et 1ml /100g Ms respectivement durant le 1<sup>er</sup> , le 2<sup>eme</sup> et le 7<sup>eme</sup> jours de séchage à l'air libre.

**Tableau 05 :** Influence de l'origine botanique sur le rendement et la composition d'HE.

Espèce	Origine des plantes	Composants majeurs	Teneur (%)	Rendement %	Références
<i>Thymus vulgaris</i>	India	Thymol, γterpinene	46,2 14,1	1,6	Shabnum et Wagay, (2011)
	Brazil	Thymol p-Cymene	44,7 18,6	1,1	Porte et Godoy, (2008)
	Italy	Thymol Carvacrol	52,4 7,1	0,068	Mancini <i>et al.</i> , (2015).
<i>Thymus algeriensis</i>	Maroc	Camphre α-pinène	27,7 20,5	0,3	Amarti <i>et al.</i> (2010)
	Algeria	Thymol Carvacrol	71 4	1,45	Chemat <i>et al.</i> , (2012)
<i>Origanum. Hypericifolium</i>	Turquie	Carvacrol p-cymène	64,3 11,7	1,52	Baser, (1995)
<i>Montha longifolia</i>	Algérie	Carvone	32	2.1	Houas, R. (2025)
	Tunisie	Pipéritone	30	2.3	Msaada <i>et al.</i> (2007)

Toutefois, le rendement et la composition chimique des huiles essentielle peuvent être affectés sous l'effet des conditions pédoclimatiques et ce, pour la même espèce, le même génotype, le même stade de développement (Bruneton, 1999 ; Bakkali *et al.*, 2008 ; Aprotosoie *et al.*, 2010) ainsi que l'origine géographique de la plante (Mohammedi, 2006 ; Mohamed *et al.*, 2009 ; Marzoukia *et al.*, 2009 ; Olle et Bender, 2010 ; Aprotosoie *et al.*, 2010).

Quant à la photopériode, celle-ci intervient à deux niveaux : l'induction florale et la photosynthèse (thermo photopériode). En effet, l'étude Sud-Africaine , menée par Mosta (2006), a révélé que des récoltes espacées de 8-12 semaines, de géranium, en période ensoleillée, donnaient de bons résultats notamment quantitatifs et qualitatifs.

Yayi-Ladekan *et al.*, (2011), quant à lui, a étudié l'effet de la variation diurne sur la composition chimique et son influence sur les propriétés antimicrobiennes de l'huile essentielle de *Ocimum canum* Sims. Egalement, le rendement de l'huile varie selon la photopériode. Il est abondant vers 7h du matin (1,71% ), et décroît progressivement, jusqu'à atteindre son minimum vers 13 h ( 1,35% ). Il reprend, de nouveau, sa valeur maximum (1,78%) quand le soleil est au zénith vers 19 h, au coucher du soleil.

Les précipitations ainsi que leurs fréquences pourraient intervenir sur la sécrétion des huiles essentielles, les plantes extériorisent leur potentiel sécréteur dans les conditions de faibles précipitations. Les zones à pluviométrie inférieures à 200 mm présentent des rendements importants par rapport à celles dont les pluviométries qui y sont supérieures avec des rendements respectifs 3,66% et 1,70% (tableau 06). Toutefois, les composants majeurs semblent ne pas être influencés ni par les pluviométries ni pas les diversités des zones bioclimatiques.

**Tableau 06 :** Influence de la fréquence et de l'intensité des précipitations sur le rendement et la composition d'huile essentielle de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut (Zouari *et al.*, 2012) (Tunisie).

<b>Zone</b>	<b>Zone Bioclimatique</b>	<b>Pluviométrie (mm/ans)</b>	<b>Composants majeurs</b>	<b>(%)</b>	<b>Rendement (%)</b>
<b>Oued Om Ali</b>	Inferieur aride	100-200	<b>1,8-Cineole <math>\alpha</math>-Pinene</b>	7,55 <b>7,41</b>	<b>3,66</b>
<b>Sidi Harrath</b>	Supérieur semi-aride	300-400	<b>1,8-Cineole Camphor</b>	18,02 <b>12,02</b>	<b>1,70</b>
<b>Haydra</b>	Supérieur semi-aride	400-500	<b>1,8-Cineole Camphor</b>	22,07 <b>17,49</b>	<b>1,03</b>

La période de récolte des plantes notamment celle du thym, selon **Hudaïb et al. (2002)** est un paramètre qui permettrait d'obtenir une bonne quantité d'huile avec une bonne qualité. En effet, durant le mois de juillet, le rendement obtenu est de 1,2%. Cette huile se caractérise par une richesse en hydrocarbures mono terpéniques (p-cymène et  $\gamma$ -terpinène) et en mono terpènes phénoliques (thymol et carvacrol). Alors que les plantes cueillies durant le mois de juin, juillet et décembre donnent des rendements de l'ordre de 0,52; 0,50 et 0,08% respectivement (Tableau 07).

Pour certaines espèces cultivées, la date de semis, la date de récolte, les traitements phytosanitaires, l'emploi d'engrais, ainsi que les techniques de récolte influencent la composition et le rendement des huiles essentielles (**Barry, 2001 ; Lahlou, 2004 ; Stifanini et al., 2006 ; Benini, 2007 ; Aprotosoie et al., 2010**).

Les mauvaises herbes influencent négativement la composition chimique de l'huile (**Rao et al., 2002**). le désherbage a un effet sur l'augmentation du rendement et pourrait être effectué soit en choisissant une culture intercalaire ou encore un apport de paille. Plusieurs

études ont confirmé cette tendance notamment celles de **Mosta (2006)** ; **Rao Br (2002)** et **Rodolfo et al.,(2006)**.

**Tableau 07** : Influence de la Période de la récolte sur le rendement et la composition chimique des HEs.

Espèce	Mois	Rendement (%)	Composants majeur	(%)	Références
<i>Thymus algeriensis</i>	Janvier 2013	1,27	Camphor 1,8 cineol	16,7 13,9	Ksouriet <i>al.</i> , (2015)
	Avril 2008	0,3	Camphre $\alpha$ -pinène	27,7 20,5	Amarti et <i>al.</i> , (2010)
	mai 2010	2,96	Thymol $\alpha$ -terpinène	37,78 15,1	Zayyad et <i>al.</i> , (2014)
	Juin 2009	2,2	Borneol Linalool	23,48 8,99	Ait Ouazzou et <i>al.</i> , (2011)
	Juillet 2005	0,5	4-terpineol Camphor	10,6 10,1	Hazzite et <i>al.</i> (2009)
<i>Thymus capitatus</i>	Janvier 2005	1,2	Carvacrol p-cymene	71,3 8,1	Bounatirou et <i>al.</i> , (2007)
	Juillet 2005	2,8	Carvacrol $\Upsilon$ -Terpinene	70,6 10,9	
	Aout 2005	3,6	Carvacrol p-cymen	63,0 15,4	
<i>Mentha longifolia</i>	Mars	0.6	1,8-Cinéole Pipéritone	18 15	Bekkara, F., et al. (2013) Houas, R. (2025)
	Mai	1.4	Carvone Menthone Limonène	22 10 9	
	Juin	2.1	Carvone Menthone Limonène	32 18 10	

Les besoins en eau d'irrigation montrent l'effet incontournable de cet élément sur la production en huiles essentielles sur *Thymus carmanicus* Jalas étudié par **iBahreininejad et al., (2014)** sous différents régimes d'eau. Les résultats ont montré qu'une réduction d'apport d'eau de 20% à 80% cause une diminution de la production d'HE jusqu'à 42 %. Influant sur la

composition chimique de celle-ci notamment en carvacrol et du  $\gamma$ -terpinène avec des teneurs respectives de 8% et 22%.

L'altitude joue un rôle important sur le rendement en huiles essentielles. En effet, plus on progresse en altitude plus le rendement en huiles essentielles diminue (**Hazzit et al 2006, 2009 et Zouari et al., 2012**).

Le tableau 07 ci-dessous montre l'effet d'altitude du sol sur le rendement des huiles essentielles.

## **II -3 Activité biologique des huiles essentielles**

### **II -3-1 Activité antimicrobienne :**

Des études ont montré que les plantes du genre *Mentha* possèdent des activités antimicrobiennes importantes, principalement en raison de la présence de monoterpènes oxygénés dans leur composition chimique. L'huile essentielle de *M. longifolia* a montré une activité antimicrobienne intéressante contre *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes*, *Aspergillus flavus*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aspergillus niger*, *Trichophyton longifusus*, *Microsporum canis* et *Mucor ramannianus*. Les micromycètes les plus sensibles à l'extrait de cette plante se sont avérés être *Cladosporium fulvum*, *Penicillium ochrochloron* et *Cladosporium cladosporioides* avec une dose létale de 2,5  $\mu$ L/mL. Une étude clinique de l'extrait méthanolique et de l'huile essentielle de *M. longifolia* a montré que l'huile essentielle a un spectre d'activité antimicrobienne plus fort et plus large par rapport à l'extrait méthanolique.

Dans une autre étude in vitro, l'effet antiprotozoaire de l'extrait éthanolique de *M. longifolia* contre les trophozoïtes d'*Entamoeba histolytica* et de *Giardia duodenalis* a été évalué. L'huile essentielle de la plante a montré une activité fongistatique et fongicide qui était significativement plus élevée que celle du fongicide bifonazole, plus coûteux. Le menthol s'est avéré être un agent antimicrobien et antifongique contre la teigne et d'autres infestations fongiques de différents types. L'effet anticandida du menthol contre *Candida albicans* (zone d'inhibition : 7,1-18,5 mm ; concentration minimale inhibitrice (CMI) : 125,0  $\mu$ g/mL) est comparable à celui de l'amphotéricine B (zone d'inhibition : 7,1-18,5 mm ; concentration minimale inhibitrice (CMI) : 125,0  $\mu$ g/mL). Il existe un rapport selon lequel la pipéritone de *M. longifolia* réduit la résistance à la nitrofurantoïne des souches d'entérobactéries et augmente la valeur de l'activité antimicrobienne de la nitrofurantoïne, qui est utilisée pour le

traitement des infections des voies urinaires. La pulégone est considérée comme la principale composition de *M. longifolia* contre les moisissures et contre *Klebsiella pneumoniae*. La combinaison de la nisine et de l'huile essentielle de *M. longifolia* a montré un effet inhibiteur significatif sur la croissance des formes végétatives de *Bacillus subtilis* à 25°C. Néanmoins, la seule huile essentielle de la plante n'a pas inhibé de manière expressive la croissance bactérienne à 25°C. Éthanol et aqueux Des extraits de *M. longifolia* ont montré une activité anthelminthique significative contre les oxyures, *Syphacia obvelata* et *Aspicularis tetraptera*, chez la souris. Dans une étude, *M. longifolia* s'est avéré très efficace (> 88 %) dans les tests de germination des spores contre certains champignons. De nombreuses études ont également fait état de l'activité insecticide de *M. Longifolia*. On a découvert que l'alimentation de cette plante provoquait la mort de *Chrysolina herbacea*. L'oxyde de pipérinone est le principal élément qui est attribué à l'activité insecticide de la plante (CL50, 9,95 mg/L). Il est également démontré que l'huile essentielle de *M. longifolia* a une répulsion de 100 % contre *Sitophilus zeamais* (10, 15, 20 jours) et *Tribolium castaneum* (25 jours). Deux études ont rapporté la grande efficacité de l'extrait éthanolique de *M. longifolia* contre les larves de troisième et quatrième stades du moustique domestique *Culex pipiens* (CL50-26,8 ppm) et contre *Sitophilus oryzae* (24,2 % de répulsion). (Mikaili, et al)

### II -3-2 Activité antifongique :

Dans le domaine phytosanitaire et agro-alimentaire, les huiles essentielles pourraient être employés comme agents de protection contre les champignons **Juarez et al., (2016)** et les micro-organismes envahissant la denrée alimentaire (**Lis- Balchin,, 2002**), Les plus étudiées dans la littérature, pour leurs propriétés antifongiques, appartiennent à la famille des *lamiacées* comme l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* (3,71 µg/ml) contre une espèce de levure *Candida albicans* (**Giordani et al., 2008**), *Lavandula stoechas* (1,6µg/ml) a été testée contre *Rhizopus stolonifer* et *Mucor sp* (**Mohammedi et Atik, 2011**), *R. officinalis* avec une concentration minimale inhibitrice (15,75 mg/ml) contre *T. schimperii* Awol (**Mekonnen et al., 2016**).

**Touaibia et al, (2014)**, ont évalué l'activité antifongique de l'huile essentielle de *Myrtus communis* L, contre les champignons phytopathogènes tels que *Aspergillus niger* et *Penicillium sp*, Les résultats obtenus ont montré un effet inhibiteur prometteur contre les deux pathogènes testés avec un diamètre d'inhibition de 14,33±0,2 à 20µl.

**El Ajjouri et al, (2010)** ont étudié l'activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss, & Reut, et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth, En effet, elles ont exercé une très forte activité antifongique sur deux souches provoquent la pourriture du bois *Coniophora puteana* et *Gloeophyllum trabeum* à partir d'une très faible concentration de l'ordre de 0,0002 v/v, La même constatation a été rapportée par **Giordani et al., (2008)** qui ont montré que parmi les huiles de sept plantes aromatiques et médicinales différentes de l'Algérie, l'essence de *T. algeriensis* a présenté la plus faible activité antifongique contre *Candida albicans*,

### **II -3-3 Activité antioxydante :**

Un antioxydant est défini comme étant toute substance, à de faibles concentrations comparées à celles des substrats oxydables, pouvant retarder ou empêcher l'oxydation des substrats biologiques, Ce sont des composés qui réagissent avec les radicaux libres et les rendent ainsi inoffensifs (**Beirão et Bernardo-Gil, 2006 ; Alais et al., 2008 ; Rashid et al., 2010**), Pour supprimer ou ralentir l'oxydation des lipides, deux voies sont envisageables : tenter de réduire les facteurs favorables à cette oxydation et/ou trouver un réactif qui ralentit l'oxydation : c'est le rôle de l'antioxydant **Jeantet et al.,(2006)**, La capacité antioxydante des huiles essentielles est étroitement liée à tout le contenu phénol (**Yanishlieva et al., 1999**),

Plusieurs auteurs rapportent que certaines huiles essentielles sont plus efficaces que certains antioxydants synthétiques (**Pamphile et al., 2009 ; Dongmo et al., 2010 ; Hussain et al., 2010 ; Dashti et al., 2015**), Les effets antioxydants des huiles essentielles et des extraits des plantes sont dus principalement à la présence de groupes d'hydroxyle dans leur structure chimique (**Hussain, 2009 ; Pamphile et al., 2009 ; Dongmo et al., 2010**),

Les travaux de **Amarti et al., (2011)** ont montré que les huiles essentielles de *Thymus capitatus*, *thymus ciliatus* et *Thymus bleicherianus* témoignent d'un pouvoir antioxydant in vitro très intéressant, alors que celle de *T. algeriensis* possède un faible effet antioxydant, Cette forte capacité de réduction des radicaux libres des trois essences peut être due à leurs profils chimiques riches en phénols (thymol et carvacrol), Cependant la faible activité antioxydante de l'essence de *T. algeriensis* peut être expliquée par la teneur à peine détectable en thymol (0,15%) et l'absence du carvacrol (**Sokmen et al., 2004**), En effet ces deux derniers constituants phénoliques ont déjà prouvé leur fort pouvoir antioxydant (**Tepe et al., 2007**),

*Thymus vulgaris* L, se situe parmi les fines herbes séchées contenant les plus grandes capacités antioxydants, Différents composés du thym lui permettent de posséder un tel statut, comme les phénols (thymol et carvacrol), les flavonoides, l'acide rosmarinique, l'acide caféique et la vitamine E (Kulišić et al., 2006), Ces constituants inhibent la peroxydation lipidique induite *in vitro* au niveau des mitochondries et des microsomes, L'huile essentielle de *T.vulgaris* témoigne d'une grande activité antioxydant *in vitro* (Bouhdid et al., 2006),

## II -3-4 Activité insecticide :

L'huile essentielle de *Mentha longifolia* possède une activité insecticide marquée contre plusieurs ravageurs agricoles et des insectes des denrées stockées. Cette activité est principalement attribuée à sa richesse en pipériténone oxyde et autres composés monoterpéniques ( Tourabi, M., et al. (2023)

**Tableau 08** : récapitulatif synthétique de l'activité insecticide de *Mentha longifolia* ( Tourabi, M., et al. (2023) (Saifi, R., et al. 2023).

Cible (Insecte)	Effets observés	Concentrations efficaces	Composés actifs
- <i>Aphis craccivora</i> (puceron noir)	- Taux de mortalité : 80,66 % à 8 µl/ml - Effet répulsif : <b>84,37 %</b> - Réduction fécondité et longévité	- LC <sub>50</sub> = 1,848 µl/ml - LC <sub>90</sub> = 26,782 µl/ml	Pipériténone oxyde, Caryophyllène
- <i>Callosobruchus maculatu</i>	- 100 % de mortalité à forte dose - Inhibition de la reproduction	- LC <sub>50</sub> = 2,24 µl/L - LC <sub>90</sub> = 18,74 µl/L (12 h)	Pipériténone oxyde, Germacrène D

Les femelles de nombreuses espèces de moustiques se nourrissent de sang de vertébrés vivants, En se nourrissant de sang, certains d'entre elles transmettent des maladies extrêmement nuisibles, telles que la fièvre jaune, la Blue tangué, la fièvre aphteuse (Heng, 2008), Les larves de moustiques et de chrysalides sont actuellement contrôlées par l'utilisation d'insecticides chimiques de synthèse , Leur utilisation répétée a perturbé les systèmes de contrôle biologique naturelle, résultant parfois au développement généralisé de résistance ainsi que des effets indésirables sur les organismes non cibles, les résidus toxiques dans les

aliments, la sécurité des travailleurs, et le coût élevé de l'approvisionnement (Sman, 2006 ;Murugan et al., 2014), Ces problèmes ont justifié la nécessité de développer des stratégies alternatives à l'aide de produits écologiques, De ce point de vue, des pesticides d'origine végétale, notamment les huiles essentielles, sont prometteurs car ils sont efficaces, sans effet négatif sur l'environnement et facilement biodégradables et souvent peu onéreuses, De nombreuses huiles essentielles peuvent exercer l'activité toxique contre les espèces de moustiques (Lva et al., 2010 ; Kweka, 2011 ; Liu et al., 2013 ;Sayah et al.,2014 ; El-Akhal et al., 2015).

Toutefois, des études ont montré qu'il y a un rapport entre la dose de l'huile essentielle et ses composés contre les moustiques (Tableau 09),

**Tableau09:** Concentrations létales des huiles essentielles contre quelques espèces de moustiques (larve)

Plante	LC 50 (ppm)	LC 90 (ppm)	Espèces de moustiques	Références
<i>Acacia nilotica</i>	55,72	194,58	<i>Anopheles stephensi</i>	Saktivadivel et Daniel (2008)
<i>Thymus capitatus</i>	49,0		<i>Cx, Papiens</i>	Mansour et al.,(2000)
<i>Ocimum basilicum</i>	8,29 - 87,68		<i>Stephensi</i> <i>Cx,quinque fasciatus</i>	Maurya et al., (2009)
<i>Origanum syriacum</i>	36 mg/ l après 24 h,		<i>Cx,Papiens molestus</i>	Traboulsi et al.(2002)
<i>Lavandula stoechas</i>	89 mg /l après 24h,			
<i>Thymus vulgaris</i>	103	178	<i>Culex pipiens</i>	El-Akhal et al., (2015)
<i>Citrus aurantium</i>	35	70	<i>Culex pipiens</i>	Sayah et al., (2014)
<i>Citrus sinensis</i>	120	64		
<i>Pistacia lentiscus</i>	160	62		
<i>Mentha longifolia</i>	72,0	130,5	<i>Culex pipiens</i>	Zoubiri et Baaliouamer, 2014
	98,4	176,2	<i>Aedes aegypti</i>	Kumar et al., 2011

# **PARTIE**

# **EXPERIMENTALE**

### Chapitre III :

#### Objectifs

Élaboration une carte de la répartition de *Mentha longifolia* a travers la wilaya de Ain defla

Conduite de la plante *Mentha longifolia*

Extraction et caractérisation des huiles essentielles de *Mentha longifolia*

#### Matériel et méthodes

##### Matériel

##### Matériel végétal

Les parties aériennes (feuilles et fleurs) du *Mentha longifolia* ont été récoltées durant l'année (2025) à raison d'une récolte/mois de mars , le matin à 9h, pour l'extraction des huiles essentielles, Le matériel végétal recueilli est étalée, séché, à l'air libre, pendant huit jours permettant de garantir une bonne conservation de ses paramètres physicochimiques d'une part, et d'autre part d'empêcher la prolifération bactérienne (**Wichtl et Anton, 2003; Nicolas et Billaud, 2006**)

Les parties aériennes faisant objet d'expérimentations sont conservées dans des sacs en papier, Un spécimen a été déposé à l'Herbarium du Département des sciences Agronomique de l'Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana (fig.09 et 11),

Une fiche d'inventaire a été établie comportant les données suivantes : l'espèce, la commune, la localité (le lieu-dit), le type de sol et la quantité récolté, du genre : **Mentha longifolia**

L'identification botanique a été faite sur la base d'un spécimen d'herbier réalisé par M<sup>f</sup> KOUACHE Benmoussa et son équipe de recherche du Laboratoire valorisation des plantes aromatique, Université Djilali Bounaama Khemis Miliana.



**Fig. 09 :** *Mentha longifolia* stade floraison



**Fig. 10 :** *Mentha longifolia* state vegetative



**Fig 11 :** Le matériel végétal recueilli est étalée, séché, à l'air libre

## **III-2-Méthodes**

### **III-2-1-Détermination de la matière sèche**

La matière sèche du **Mentha longifolia**, est déterminée par le procédé de dessiccation de 1gr de la matière végétale séché à l'air libre (**Linden et Lorient, 1994**), à une température de  $105^{\circ}\pm 2$  C dans une étuve isotherme ventilée à la pression atmosphérique pendant 24h (AOAC, 1990),

$$MS\% = (\text{Pds Sec}/\text{Pds Frais}) \times 100$$

Pds Frais : poids du matériel végétal séché à l'air libre,

Pds Sec : poids du matériel végétal après passage à l'étuve,

MS % : Matière sèche,

#### **III-2-1-1 protocol de détermination de la matière sèche :**

##### **Préparation :**

Nettoyer et sécher les capsules .

Peser à vide la capsule (masse M0).

##### **Pesée de l'échantillon :**

Ajouter environ 8 feuilles dans la capsule.

Peser le tout (masse M1).

##### **Séchage :**

Placer la capsule dans l'étuve à **105 ± 2 °C pendant 24 heures**, voire jusqu'à masse constante.

Retirer la capsule et placer immédiatement dans un **dessiccateur** pour éviter l'absorption d'humidité.

Laisser refroidir 20 à 30 minutes.

##### **Pesée après séchag :**

Peser la capsule avec le résidu sec (masse M2).1

#### **III-2-1-2 Protocole de détermination de la matière minérale (cendres) :**

Placer les creusets contenant les échantillons dans un four à moufle.

Monter progressivement la température jusqu'à 500-550 °C.

1Maintenir cette température pendant 4 à 6 heures jusqu'à combustion complète de la matière organique (absence de fumée, cendres de couleur blanche ou gris clair).

Retirer les creusets du four avec des pinces adaptées.

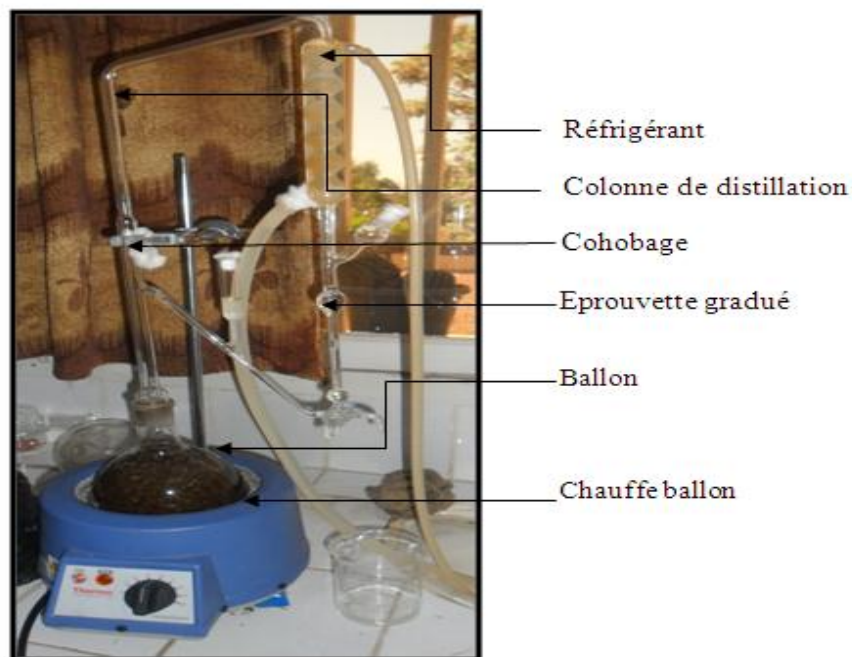
Laisser refroidir dans un dessiccateur pour éviter l'absorption d'humidité.

Peser rapidement les creusets contenant les cendres (masse notée : **M3** )

### III-2-2-Extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation

Le procédé d'extraction utilisé est l'hydrodistillation en utilisant l'appareil de type Clevenger (fig, 12), La durée d'extraction est cent vingt minutes.

Soixante (60 g) des parties aériennes des plantes, du genre *Mentha longifolia* récoltée en mois de Mars et séchées à l'air libre pendant huit jours à une température de (28°C), sont utilisés, 500 ml d'eau distillée sont ajoutés, Toutes les expériences sont réalisées en trois répétitions chacune, Les résultats sont exprimés par rapport au poids sec de la matière végétale utilisée.



**Figure 12 :** Hydrodistillateur de type Clevenger

Lorsque l'eau arrive à ébullition, l'éclatement des cellules permet la sortie de l'essence aromatique, Les vapeurs chargées d'huile essentielle passent à travers le condenseur, Les gouttelettes ainsi produites s'accumulent dans un collecteur, L'huile essentielle, de faible densité surnage en surface de l'eau. L'huile ainsi obtenue est récupérée par décantation et mise dans des flacons étiquetés et opaques puis stockée à 4°C dans un réfrigérateur afin de les analysés.

### III-2-2-1-Calcul du rendement

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après l'extraction et la masse de la matière végétale utilisée (AFNOR,1986), Le rendement (R)<sub>HE</sub> est exprimé en pourcentage, et est donné par la formule suivante :

$$R_{HE}(\%) = (M_{HE} / M_S) \times 100$$

**R<sub>HE</sub>**: Rendement en huiles essentielles,

**M<sub>HE</sub>**: quantité d'huile essentielle récupérée (gr)

**M<sub>S</sub>** : quantité de la matière végétale sèche utilisée (gr)

### III-2-3-Analyse chromatographique en phase gaz couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM) de l'huile essentielle

Dix milligrammes d'huile essentielle ont été dissous dans cinq millilitres d'éther diéthylique, puis 1µL de cette solution est utilisé pour l'analyse par la chromatographie en phase gazeuse et par la chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (GC-MS).

- **Analyse GC**

L'analyse de l'huile a été réalisée à l'aide d'un système HP GC 6890 de technologie Agilent avec détecteur à ionisation de flamme (FID), utilisant une colonne capillaire revêtue de phényl-méthylsiloxane à 5% (30 mx 0,25 mm x épaisseur de film de 0,25 µm Agilent Technologies, Hewlett-Packard, CA, USA), Le programme de température était le suivant: 40 ° C pendant 1 min, puis élevé dans une première rampe à 200°C à 6°C/ min, suivi d'une seconde rampe à 280°C à 30°C/min, et finalement maintenu à 280°C pendant 2 min, L'injection a été réalisée en mode sans division à 280°C; le volume injecté était de 1 µL d'huile diluée (10 mg d'huile / 5 mL d'éther diéthylique), La température du détecteur a été fixée à 300 ° C; Le gaz porteur était de l'hélium à 1 ml/min

- **Analyse GC-MS**

L'analyse a été réalisée avec un système CG Agilent HP 6890 couplé à un détecteur sélectif de masse réseau HP 5973 Agilent actionné par le logiciel HP Enhanced Chem Station, Les conditions analytiques ont été fixées comme suit: Colonne capillaire Agilent HP-5MS (30

mx 0,25 mm, df=0,25 µm), injecteur sans éclats à 250°C (mode sans division), programme de température: de 40°-250°C à 6°C/min, phase mobile: gaz porteur hélium à 1 mL/min, Les spectres de masse ont été enregistrés en mode EI (70 eV), gamme de masse scannée: de 35 à 500 amu, Les températures de source et de quadripôle ont été fixées à 230°C et 150°C, respectivement, L'identification des composants a été réalisée sur la base d'indices de rétention chromatographiques et par comparaison des spectres enregistrés avec la banque spectrale calculée (Wiley 275, L) (**Adams,2001**), Pour les hydrocarbures sesquiterpéniques, d'autres confirmations ont été obtenues en comparant les spectres de masse avec les données de la littérature (**Adams, 2001** et **Joulain, König, 1998**), Les indices de rétention (RI) ont été calculés au moyen d'un mélange de n-alcanes homologues (C<sub>7</sub>-C<sub>30</sub>) analysés dans les mêmes conditions chromatographiques que celles utilisées pour l'analyse des huiles essentielles (**Adams, 2001**).

L'identification des différents composants est basée sur la comparaison des temps de rétention de chaque composant, leurs spectres de masse et leurs indices de Kovats(KI) donnés par la littérature (**Joulain, König, 1998 ; Adams, 2001**) avec ceux des composés standards de la banque de données informatisées (Wiley 275,L), ceux décrits par **Adams (2001)** et également la base de données élaborée par l'Unité de Chimie générale et organique, Gembloux Agro Bio Tec, Université de Liège (Belgique).



L'étude nous a permis de recenser 05 communes et 13 localités de répartition de l'espèce de menthe et d'identifier la nature et l'abondance des groupements végétaux existants sur du sol en général schisteux marneux, Ces espèces varient en fonction du climat, du relief et de l'altitude (Tableau10),

**Tableau 10** : Répartition du Thym au niveau de la Wilaya d'Ain Defla

Commune	Localité ou lieu dit	Superficie (m <sup>2</sup> )	Possibilité de récolte annuelle estimée (Kg)
Mekhatria	Sidi Lekhel	20	5
	Boukaabane	06	02
	Targhout	10	2
Ain Defla	Ain Defla	10	2
	Hadj Sadok	12	6
	Fgailia chlef	05	2
Rouina	Rouina	05	2
	Zeddine	05	2
El Attaf	El Attaf	05	02
	Tmoulga	15	05
Miliana	Ain Karma	15	05
	Zakar	10	02

### **Conduite de la culture de *Mentha longifolia* :**

La culture de *Mentha longifolia*, plante vivace appartenant à la famille des Lamiaceae, commence par le choix d'un terrain approprié. Elle préfère les sols fertiles, bien drainés, riches en matière organique, avec un pH compris entre 6,0 et 7,5. Un ensoleillement direct est recommandé, bien que la plante tolère partiellement l'ombre. Le climat méditerranéen ou tempéré humide est idéal, avec des températures optimales entre 15 et 30 °C.

La préparation du sol commence par un labour profond (30 à 40 cm), suivi de hersages successifs pour l'affinement de la surface. On incorpore en même temps un fumier bien décomposé (20 à 30 t/ha), qui servira de fertilisation de base.

La multiplication de *Mentha longifolia* se fait généralement par division de touffes ou de stolons, car le semis n'est pas fiable pour conserver les caractéristiques du chémotype. Les plants sont installés au printemps (mars–avril) ou à l'automne (octobre–novembre), selon les conditions climatiques. Le schéma de plantation recommandé est de 40 cm entre les rangs et 30 cm entre les plants, soit une densité d'environ 90 000 plants/ha.

Durant la période de croissance, la plante nécessite un arrosage régulier, notamment en l'absence de pluie. *Mentha longifolia* a des besoins hydriques élevés, surtout en été. En parallèle, des désherbages manuels ou mécaniques sont effectués pour limiter la concurrence des adventices.

La fertilisation est importante pour garantir un bon rendement en biomasse et en huile essentielle. On recommande un apport fractionné d'azote (100–120 kg/ha), accompagné de phosphore (60 kg/ha) et de potassium (80–100 kg/ha). Une fertilisation organique supplémentaire (compost ou fumier) est aussi bénéfique.

La récolte a lieu au début de la floraison, moment où la teneur en huile essentielle est maximale. On récolte les parties aériennes (feuilles et sommités fleuries) à la main ou à la machine. On peut obtenir 2 à 3 coupes par an selon l'irrigation et les conditions climatiques.

Après récolte, les plantes sont séchées à l'ombre, dans un endroit bien aéré, pendant environ une semaine. Le séchage ne doit pas dépasser 35 °C pour préserver la qualité des huiles essentielles. Le matériel sec est ensuite stocké à l'abri de l'humidité et de la lumière, en vue de l'extraction par hydrodistillation.

Le rendement en huile essentielle varie de 0,3 % à 1,5 % du poids sec, selon la période de récolte, le climat, et le chémotype. L'huile obtenue est riche en composés comme la carvone, le 1,8-cinéole, et le limonène, connus pour leurs propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et aromatiques.



**Fig 14 : Suivi de la culture de mentha longifolia**

**IV-2-1-1- Caractéristiques organoleptiques de l’huile essentielle de Mentha longifolia**

Les seuls critères d’applications d’une huile essentielle étaient ses propriétés organoleptiques tels que le goût, la couleur, et l’odeur, Ces propriétés ne donnent qu’une information très limitée sur cette essence, La qualité d’une essence et sa valeur commerciale sont définies par des normes fixées, Ces normes ont été établies par plusieurs organisations connues à l’échelle mondiale (AFNOR, ISO...,) en précisant les conditions opératoires des analyses, et en mettant au point des monographies pour la caractérisation des huiles essentielles les plus courants, Après l’extraction, nous avons déterminé les caractères organoleptiques de notre huile essentielle et comparé à ceux des normes AFNOR (2002) (Tableau14 ),

**Tableau 14 : Caractéristiques organoleptiques de l’huile essentielle de *Mentha longifolia***

Caractéristiques	Normes (Afnor, 2000)	Résultats obtenus
<b>Aspect</b>	Liquide limpide et mobile.	Liquide limpide
<b>Couleur</b>	Varie du jaune clair à l'ambre, parfois avec des nuances rosées	jaune clair
<b>Odeur</b>	Fraîche, herbacée, mentholée,	Fraîche , mentholée
<b>Saveur</b>	Typiquement mentholée, avec une sensation de fraîcheur en bouche.	Fraîcheur , epicee , gout de metha pouliot

## IV-2-Etude phytochimique de *Mentha longifolia*

### IV-2-1- Extraction des huiles essentielles de *Mentha longifolia*

Les échantillons de *Mentha longifolia* ont fourni un rendement en HE de **1,16 à 2,15%** % durant le mois de Mars (Fig 17 et annexe 1) qui correspond à la période de pleine végétation de la plante. Ce rendement est élevé que celui obtenu par (**Moussa brada et al., 2007**) qui est de 0,8 %  $\pm$  0,07, et à celui rapporté par (**Dob et al., 2006**) et qui est de 1,13.

**Hudaïb et al.,(2002)** ont souligné l'importance du choix de la période de récolte du lamiaceae pour obtenir une huile de qualité et en quantité, Ils ont trouvé que le rendement diffère d'une période à une autre, Le meilleur rendement (1,2%) est obtenu pour la plante récoltée fin juillet, De même, ils ont montré l'influence de l'âge ou du stade de développement de la plante sur le rendement et la composition de l'huile, La plante de deux ans donne un rendement de 0,5% alors que celle de cinq ans donne un rendement de 0,15% , la plante étant cueillie à la même période (**Faleiro et al.,2003**).

#### IV-2-1-3-Caractérisation des huiles essentielles de *Mentha longifolia*

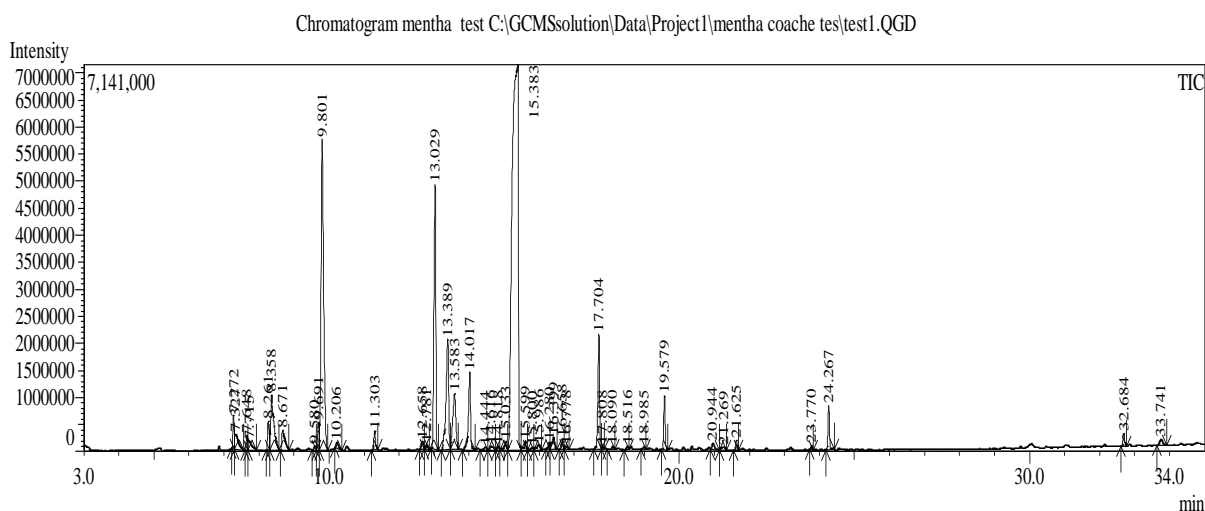
L'analyse chromatographique de l'huile essentielle de notre échantillon a permis d'identifier 29 composés qui représentent environ 99,96% (Tableau15),

Les composés majoritaires des HEs extraites sont principalement le Menthone (16.17%), Camphene (12.35%), Pulegone (10.96%) et Myrcene (10.49%), Ces résultats diffèrent par rapport à ceux obtenus par **Ksouri et al., (2015)**, dont les composés majoritaires sont camphor (16,7%);1,8 cineol (13,9%) et  $\alpha$ -pinene (13,6%), alors que **Zayyad et al.,(2014)**, ont signalé la présence du Thymol (37,78%), et  $\alpha$ -terpinène (15,13%), et **Giwali et al.,(2013)**,ont obtenu Thymol (38,50%) et p-cymene (8,91%) comme composants majoritaires.

Cette composition chimique est différente de celle de l'huile essentielle étudiée par **Moussa brada et al., (200)** qui rapportent comme principaux constituants : l'oxyde de pipéritone (19,7–31,4 %) et l'oxyde de pipériténone (27,8–29,4 %) comme constituants majoritaires tandis que le second révèle une teneur très élevée en pipériténone (54,9 %) et en oxyde de pipérité- none (17,6 %), ces deux espèces moléculaires représentant les 75 % des produits identifiés. Ce chémotype très particulier est rapporté pour la première fois chez l'espèce *Mentha rotundifolia* (L.) Huds.

**Tableau 15:** Composition chimique de l'huile essentielle de *Mentha longifolia*

N°	Composés	Tr	C
1	$\alpha$ -pinène	7.327	6.29
2	Camphene	7.648	12.35
3	Sabinene	8.261	3.39
4	$\beta$ -pinène	8.358	5.84
5	Cumène	9.58	4.96
6	Limonène	9.691	9.04
7	Eucalyptol	10.206	4.06
8	VX nerve agent	11.303	3.43
9	Isobornéol	12.781	7.32
10	Borneol	13.583	6.08
11	Myrcene	14.444	10.49
12	Ambroxide	14.818	3.93
13	Camphorene oxide	15.033	4.58
14	D4	15.383	12.41
15	Menthone	15.599	16.17
16	Carvonic acid	15.986	6.81
17	Pyrethric acid	16.399	5.09
18	Forskolin	16.658	3.93
19	Carvacrol	16.778	10.14
20	Lauryl acetate	17.704	3.38
21	Pulegone	17.808	10.96
22	Citronellyl isobutyrate	18.09	4.29
23	Jasmone (Z)	18.516	7.02
24	Caryophyllène	18.985	8.71
25	$\alpha$ -Copaene	21.269	7.7
26	Furaneol	21.625	2.76
27	$\alpha$ -Terpineol	24.267	2.99
28	$\beta$ -Gurjunene	32.684	3.18
29	terpenoid acetates	33.741	6.58
	Total		<b>99.96</b>



**Fig15 : Chromatogramme pour huile essentielle *mentha longifolia***

## Conclusion générale

Le travail a été mené dans le cadre de la valorisation des huiles essentielles de lamiacées et particulièrement le *Mentha longifolia* poussant à l'état Naturelle dans la wilaya de Ain Defla. Cette étude a permis de recenser, de localiser *Mentha longifolia* Dans la wilaya de ain defla .Une carte de répartition de cette espèce à travers le territoire de la wilaya est élaborée.

Cette étude a permis de recenser, de localiser *Mentha grandifolia* Dans la wilaya de Ain defla .Une carte de répartition de cette espèce à travers le territoire de la wilaya est élaborée. (5 communes et 12 localité avec une production estimée de 42 kg par récolte ).

On peut produire à partir d'un seul plants de 5mois jusqu'à 35 plants de *Mentha longifolia* et 350g de feuilles à l'état fraîche,

L'extraction des huiles essentielles de *M.longifolia* est réalisée par hydrodistillation. La caractérisation des extraits est réalisée par CG et CG/MS .Le rendement obtenu varie de 1,16 à 2,15% durant le mois de Mars

Les composés majoritaires des HEs extraites sont principalement le Menthone (16.17%), Camphene (12.35%), Pulegone (10.96%) et Myrcene (10.49%).

Notre huile de *Mentha longifolia* a chémotype Menthone avec 16,17%

En revanche, le Menthone ne représenté que 16,17%. Cette valeur est due à notre avis, aux différents facteurs liés à l'espèce végétale, la période de récolte ainsi qu'aux conditions climatiques.

Menthone est prisée pour ses propriétés digestives, aidant à soulager les maux d'estomac, les nausées et les ballonnements. Elle est également utilisée pour décongestionner les voies respiratoires en cas de rhume et pour favoriser la détente en cas de stress ou d'insomnie. En cosmétique, la menthe est appréciée pour son effet rafraîchissant, notamment dans les produits de soins bucco-dentaire et cheveux abimes.

# **REFERENCES**

# **BIBLIOGRAPHIQUES**

## A

- Adam frère. (1964).** Les croisements et l'apiculture de demain. Paris: SNA, 1985, 127p.
- AFSSAPS. (2008).** Pharmacopée européenne. Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. Agence Française de Sécurité Sanitaire des produits de santé. Mai. 2008
- AFNOR (2002).** Méthodes horizontales de référence. 2002 Microbiologie alimentaire. Tome 1. Paris
- AFNOR (2010).** Liste des actualités: Huiles essentielles: extrait d'une norme fondamentale.
- Amarti F., Satrani B., Ghanmi M., Farah A., Aafi A., Aarab L., El Ajjouri Met Chaouch A.(2010),** Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. du Maroc. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement. Volume 14 N°1
- Anton R. and Lobstein A. (2005).** Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed. Tec. &Doc., Paris, 522p.
- Abramson CI., Wanderley PA., Wanderley M.J.A., Silva J.C.R et Michaluk LM. (2007).** The Effect of essential oils of sweet fennel and pignut on mortality and learning in africanized Honeybees (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera: Apidae) Neotropical Entomology 36 (6), pp. 828-835.
- Aprotosoie AC., Spac A D., Hancianu M., Miron A., Tanasescu VF., Dorneanu V et Stanescu U.(2010).** The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.). FARMACIA, 58 (1). pp. 46-54
- A.O.A.C. 923.03., 1990.** Association of Official Analytical Chemists .Official Method of Analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA).

## B

- Baba Aïssa F. (1999).** Encyclopédie des plantes utiles: Flore d'Algérie et du Maghreb. Ed. Librairie Moderne-Rouiba, pp 46-47-194-195-231.

**Belanger A. S., Khanizadeh (1995).** Influence de la composition chimique des huiles essentielles de différents géotypes de fraisiers sur la résistance aux acariens. *Rivista Italiana EPPOS*. 14, 443-445,1111

**Bonnet-Alves L. (2002).** Chémotypes ou race chimique. *Aromathérapie/ Fiches individuelles des huiles essentielles*. Article thym

**Bakkali. F., Averbek S., Averbek D., et Idaomar M. (2008).** Biological effects of essential oils. A review. *Food and Chemical Toxicology*. Volume 46, Issue 2, Pages 446-475

**Bachelot C., Blaise A., Corbel T. & Le Guernic A. (2006).** Les huiles essentielles: extraction et comparaison. *Licence de Biologie*. Bretagne U.C.O Nord, France. pp: 1-18

**Bekhechi, C., Atik-Bekkara, F. et Abdelouahid, D. (2008).** Composition et activité antibactérienne des huiles essentielles d' *Origanum glandulosum* d'Algérie. *Phytothérapie*. 6:153-159.

**Bouhdid S., Idaomar M., Zhiri A., Bouhdid D., Skali NS and Abrini J. (2006).** Thymus essential oils: chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities. *Biochimie, Substances Naturelles et environnement, Congrès International de biochimies, Agadir*. 324-327.

**Belkamel A., Bammi J., Belkamel A., et Douira A. (2013).** Étude de la composition chimique de l'huile essentielle d'une endémique Ibéromarocaine: *Origanum compactum* (Benth.). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 19 (1): 2880-2887

**Belkamel A., Bammi J., Belkamel A., et Douira A. (2013).** Étude de la composition chimique de l'huile essentielle d'une endémique Ibéromarocaine: *Origanum compactum* (Benth.). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 19 (1): 2880-2887

**Bendahou M., Benyoucef M., Benkada D., Soussa Elisa M. B. D., Galvao E. L., Marques M. M. O., Muselli A., Desjobert J. M. Bernardini A. Fand Costa J. (2007).** Influence of the processes extraction on essential oil of *Origanum glandulosum*. *J of Applied Sciences*, 8: 1152-1157.

**Beirão ARB. and Bernardo-Gil MG. (2006).** Antioxidants from *Lavandula luisieri*.

**Bruneton J. (1987).** *Éléments de phytochimie et Pharmacognosie. Techniques et documentation*. Ed. Lavoisier pp. 261-267.

**Bekkara, F., et al. (2013).** *Variation in essential oil composition of Mentha longifolia L. during different harvesting periods in Algeria. Journal of Essential Oil Research*, 25(3), 214–219. DOI : 10.1080/10412905.2013.775083

**Bekkara, F., et al. (2013).** *Variation in essential oil composition of Mentha longifolia L. during different harvesting periods in Algeria.* **Journal of Essential Oil Research**, 25(3), 214–219. DOI : 10.1080/10412905.2013.775083

**Belhattab, R. et al. (2018).** Optimisation de l'extraction de l'huile essentielle de Mentha longifolia. Université de Batna.

**Boukhatem, M. N., et al. (2014).** Lemon Grass (Cymbopogon citratus) Essential Oil as Potent Anti-Inflammatory and Antifungal Drugs. *Libyan Journal of Medicine*, 9, Article 25431. <https://doi.org/10.3402/ljm.v9.25431>

## C

**Carette AS. (2000).** La lavande et son huile essentielle. In Besombes C., 2008. Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées. Thèse de doctorat. Université de La Rochelle, 289p.

**Chemat S., Cherfouha R., Meklati BY and Belanteur K. (2012).** Composition and microbial activity of thyme (*Thymus algeriensisgenuinus*) essential oil. *Journal o*

## D

**Degryse AC., Delpla I et Voinier M.A. (2008).** Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. *Atelier santé environnement-IGS-EHESP*, 87p.

**Dob T., Darhmane D., Benabdelkader T. and Chelghoum TC. (2006).** Studies on the essential oils and antimicrobial activity of *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. *Int. J. Aromatherapy*, 16 (2), 95-100.

## E

**El Ajjouri M., Ghanmi M., Satrani B., Amarti F., Rahouti M., Aafi A., Ismaili M. R. et Farah A. (2010).** Composition chimique et activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. Contre les champignons de pourriture du bois, *Acta Botanica Gallica*, 157.2, 285-294, DOI: 10.1080/12538078.2010.10516206

**El-Akhal F., Greche H., Ouazzani C F., Guemmouh R et El Ouali A L. (2015).** Composition chimique et activité larvicide sur *Culex pipiens* d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* cultivées au Maroc *Chemical composition and larvicidal activity of Culex pipiens*

essential oil of *Thymus vulgaris* grown in Morocco J. Mater. Environ. Sci. 6 (1) (2015) 214-219 El-Akhal et al ISSN: 2028-2508 CODEN: JMESCEN 214

## **F**

**Faleiro M L., Miguel M G., Ladeiro F., Venancio F., Tavares R., Brito J C., and Pedro LG. (2003).**Antimicrobial activity of essential oils isolated from Portuguese endemic species of *Thymus*. Letters in applied microbiology, 36 (1), 35-40

**Farukh S. S, Hanjing Z, Michael W and William N. S. (2015).** Aromatic Medicinal Plants from Tajikistan (Central Asia). Medicines. 2, 28-46; doi:10.3390/medicines2010028 Faleiro et al, 2003

## **G**

**Gonzalez-Trujano M.E., Pena EI., Martinez AL., Moreno J., Guevara-Fefer P., Deciga-Campos M., Lopez-Munoz FJ. (2007).**Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents. J Ethnopharmacol. 111: 476-482.

**Guesmi F., Ali M.B., Barkaoui T., Tahri W., Mejri M., Ben-Attia M., Bellamine H., Landoulsi A. (2014).**Effects of *Thymus hirtus* sp. *algeriensis* Boiss. et Reut. (Lamiaceae) essential oil on healing gastric ulcers according to sex. Lipids Health Dis. 13, 138–150.

**Giordiani R., Hadeif Y. et Kaloustian J. (2008).**Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. Fitoterapia, 79, 199–203.

## **H**

**Hazzit M., (2002).** Arômes alimentaires. Thèse magister, USTHB, Alger. 96p.

**Hazzit M., Baaliouamer A & Douar-Latreche S. (2013).** Effect of heat treatment on the chemical composition and the antioxidant activity of essential oil of *Thymus pallescens* de Noé from Algeria. Journal of Essential Oil Research Volume 25 (4):308-314

**Huang Z.J., Curtin K.D. and Rosbash M. (1995).** PER protein interactions and temperature compensation of a circadian clock in *Drosophila*. Science 267(5201): 1169-1172.

**Hudaib M., Speroni E., Pietra AMDi and Cavrini V. (2002).** GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variation during the vegetative cycle. Journal of Pharmaceutical Biomedical Analysis. 29, 691-700.

**Houas, R. (2025).** *Mémoire de fin d'étude – Étude physicochimique des huiles essentielles de Mentha longifolia à Ain Defla.* ENSA El Harrach

## J

**Juárez ZN., Bach H., Sánchez-Arreola E., Bach H and Hernández LR. (2016).** Protective antifungal activity of essential oils extracted from *Buddleja perfoliata* and *Pelargonium graveolens* against fungi isolated from stored grains. *JAppl Microbiol.* 120 (5):1264-70. doi: 10.1111/jam. 13092

**Joulain D. and König WA. (1998).** The Atlas of Spectral Data of Sesquiterpene Hydrocarbons. E.B. Verlag Hambourg

## K

**Karimnejad M, Ghavam M (2024)** Comparison of quantity, quality and antibacterial activity of essential oil *Mentha longifolia* (L.) L. under different traditional and modern extraction methods. *PLoS ONE* 19(7): e0301558. <https://doi.org/10.1371/>

**Katalin Patonay et al, 2021,** Chemotypes and Their Stability in *Mentha longifolia* (L.) L.A Comprehensive Study of Five Accessions, *Plants* 2021, 10(11), 2478; <https://doi.org/10.3390/plants10112478>

**Katalin Patonay, Helga Szalontai, Péter Radácsi, Éva Zámboriné-Németh,2021,** Chemotypes and Their Stability in *Mentha longifolia* (L.) L.-A Comprehensive Study of Five Accessions, *Plants* (Basel) 2021 Nov 16;10(11):2478. doi: 10.3390/

**Kutta, G., Pluhar Z et Sarosi, S. (2007).** Yield and composition of supercritical fluid extracts of different Lamiaceae herbs. *International Journal of Horticultural Science*, 13(2), 79-82

**Kweka EJ., Nyindo M., Moshia F and Silva AJ. (2011).** Insecticidal activity of the essential oil from fruits and seeds of *Schinus terebinthifolia* Raddi against African malaria vectors. *Parasit Vectors* 2011, 4: 129

## L

**Lis-Balchin M. (2002).** Lavender: the genus *Lavandula*. Taylor and Francis, London. p: 37, 40, 50, 155-200.

**Liu XC., Dong HW., Zhou L., Du SS and Liu ZL (2013).** Essential oil composition and larvicidal activity of *Toddalia asiatica* roots against the mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol*, 112: 1197-1203.

**Lva Aj., Almeida DI., Ronchi Sn., Bento Ac., Scherer R., Ramos Ac and Cruz Zma. (2010).** The essential oil of Brazilian pepper, *Schinus terebinthifolia* Raddi in larval control of *Stegomyia aegypti* (Linnaeus, 1762). *Parasit Vectors* 2010, 3: 79.

**Lucchesi ME. (2005).** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes: Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat en Sciences, discipline: Chimie, Université de la Réunion, Faculté des Sciences et Technologies, Pp19.

**Luicita Rivera. (2006).** Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffé par induction thermomagnétique directe. Thèse de Doctorat en Sciences des Agroressources institut national polytechnique de toulouse, Pp335.

**Lahlou M. (2004).** Methods to study photochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research* 18, p.p. 435-448.

**Linden, D. R. (1994).** Faunal indicators of soil quality. In *SSSA Special Publications* (vol. 35, chap. 6). doi:10.2136/sssaspecpub35.c6

## M

**Mancini E., Senatore F., Donato Del Monte., De Martino L., Grulova D., Scognamiglio M., Mejdi Snoussi and De Feo V. (2015).** Studies on Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Five *Thymus vulgaris* L. Essential Oils. 20, 12016-12028

**Mansour S A., Messeha S S and El-Gengaihi S E. (2000).** Mosquitocidal activity of certain *Thymus capitatus* constituents. *botanical biocides J Nat Tox* 2000; 9:49-62.

**Marie-Elisabeth Lucchesi. (2005).** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Autre. These doctorat. 147p. Université de la Réunion.

**Maurya P., Sharma P., Mohan L., Batabyal L and Srivastava C N (2009).** Evaluation of the toxicity of different phytoextracts of *Ocimum basilicum* against *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus*. *J Asia-Pacific Entomol* 2009; 12 113-5.

**Meullemiestre A. (2014).** Valorisation des déchets de la filière bois » en deux étapes: Isolation des molécules extractibles puis Fabrication de charbon actif. Cas du pin maritime. Thèse de Doctorat en Génie des Procédés. Université de La Rochelle, Pp244,

**Mohammadi A., Ahmadzadeh Sani T., Ameri AA., Imani M., Golmakani E and Kamali H. (2015).** Seasonal variation in the chemical composition, antioxidant activity, and total phenolic content of *Artemisia absinthium* essential oils. *Pharmacogn Res.* 7:329-34.

**Mohammedi Z. et Atik F. (2011).** Pouvoir antifongique et antioxydant de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. *Revue Nature & Technologie* ». n° 06/Janvier 2012. Pages 34 à 39.

Moussa Brada , Mohamed Bezzina, Michel Marlier , Annabelle Carlier , Georges Lognay 2007 Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles de *Mentha rotundifolia* du Nord de l'Algérie. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2007 *11* (1), 3-7

**Msaada, K., et al. (2007).** *Chemical composition of essential oils from Mentha longifolia L. in Tunisia.* *Industrial Crops and Products*, 27(3), 322–329. DOI:10.1016/j.indcrop.2007.02.009

**Mekonnen, A., Yitayew, B., Tesema, A., & Taddese, S. (2016).** In vitro antimicrobial activity of essential oil of *Thymus schimperi*, *Matricaria chamomilla*, *Eucalyptus globulus*, and *Rosmarinus officinalis*. *International Journal of Microbiology*, 2016, Article ID 1–8.

## N

**Nicolas J. and Billaud C. (2006).** Brunissement enzymatique-Prévention. In « Les polyphenols en agroalimentaire », Ed.: Lavoisier, ISBN: 2-7430-0805-9, pp: 173-196.

## O

**Oussalah M., Caillet S., Saucier L., Lacroix M. (2006).** Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. *Meat Sci.* 73:236-244.

## P

**Pan L., Zhe-Chen Q., Lu-Xian L., Ohi-T T., Joongku L., Tsung-Hsin H., Cheng-Xin F., Kenneth M., Cameron., Ying-Xiong Q. (2017).** Molecular phylogenetics and biogeography of the mint tribe Elsholtzieae (Nepetoideae, Lamiaceae), with an emphasis on its diversification in East Asia. *Scientific Reports.* 7: 1-12

**Patonay, K.; Németh-Zámboriné, É, 2020,** Horsemint as a potential raw material for the food industry: Survey on the chemistry of a less studied mint species. *Phytochem. Rev.*, 20, 631-652. [Google Scholar] [CrossRef]

**Perry N. B., Anderson R. E., Brennan N. J., Douglas M. H., Heaney A. J., Mc Gimpsey J. A. and Smallfield B. M. (1999).** Essential Oils from Dalmatian Sage (*Salvia officinalis* L.): Variations among Individuals, Plant Parts, Seasons, and Sites. *Journal Agric. Food Chem.* 47 (5), 2048-2054.

## Q

**Quibrahim A. (2015).** Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurus nobilis* L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est Algérien. Diplôme de Doctorat, université Badji Mokhtar Annaba, Spécialité: Toxicologie

## R

**R Mokaberinejad, E Akhtari, M Tansaz, et al. (2014)**, Effect of *Mentha longifolia* on FSH Serum Level in Premature Ovarian Failure Open Journal of Obstetrics and Gynecology, 4(7), p. 45822

**Rashid C A., Qureshi M Z., Raza S A., William J. and Arshad M. (2010)**. Quantitative determination of antioxidant potential of *Artemisia persica*. Analele Universităţii din Bucureşti - Chimie (serie noua), vol. 19 №1, pp. 23-30.

**Rodolfo-Metalpa R., Richard C., Alleman, D., Bianchi C. N., Morri C. and Ferrier-Pagès C. (2006)**. Response of zooxanthellae in symbiosis with the Mediterranean corals *Cladocora caespitosa* and *Oculina patagonica* to elevated temperatures. Mar. Biol. 150,45-55

**Rao BR., Kaul PN., Syamasundar KV., Ramesh S. (2002)**. Water soluble fractions of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) essential oil. Bioresour Technol. ;84 (3):243-6

**Russo M., Guido C. Galletti., Paola Bocchini et Alberta Camacini (1998)**. Essential Oil Chemical Composition of Wild Populations of Italian Oregano Spice (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Letswaart): A Preliminary Evaluation of Their Use in

## S

**Saifi, R., et al. (2023)**. Insecticidal and repellent effects of *Mentha longifolia* L. essential oil against *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae). Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 10(1), Article 19. <https://doi.org/10.1186/s40538-023-00395-7>

**Saidj F. (2006)**. Extraction de l'huile essentielle de thym: *Thymus numidicus kabylica* Thèse de magistère en Technologie des hydrocarbures, Université Boumerdes, Algerie.

**Sarri M. (2011)**. Chemical composition of essential oils of *Origanum vulgare* L ssp *glandulosum* (Desf.) Letswaart from three extraction methods (Hydrodistillation, Basic Wash and SPME). Université Hassiba BEN BOUALI Chief, Séminaire national «préservation et valorisation des ressources phylogénétiques à intérêt aromatique et médicinal », DOI:10.13140/RG.2.2.29932.97924 **Silano V. and Delbò M. (2008)**. Assessment report on *Foeniculum vulgare* Miller. EMEA, European Medicines Agency. London: 23p.

**Silou T. (2003)**. Variations individuelle et saisonnière de la teneur et de la composition des huiles essentielles d'*E. citriodora* acclimaté à Pointe-Noire (Congo-Brazzaville). Université Marien Ngouabi. Faculté des sciences, pp. 1-6.

**Svoboda K.P., Svoboda T.G., Syred A. (2000)**. Secretory structures of aromatic and medicinal plants. Microscopix Publications. 60p.

**Stefanini M. B., Ming L.C., Marques M.O.M., Facanali R., Meireles M.A.A., Moura L.S., Marchese J.A. and Sousa L.A. (2006).** Essential oil constituents of different organs of fennel (*Foeniculum vulgare* var. *vulgare*). *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, Vol.8, pp. 193-198.

**Sman MB. (2006).** Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Ann Rev Entomol*, 51: 45-66.

**Sayah M Y., El Ouali Lalami A., Greech H., Errachidi F., Rodi El Kandri And Ouazzani Chahdi (2014).** Activite Larvicide des Extraits de Plantes Aromatiques sur les Larves de Moustiques Vecteurs de Maladies Parasitaires Larvicidal Activity of Aromatic Plant Extracts on Larvae of Mosquitoes Vectors of Parasitic Diseases *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 7 No. 3 Aug. 2014, pp. 832-8422014 Innovative Space of Scientific Research

**Shanaida, M., Jasicka-Misiak, I., Wieczorek, P. P. (2021).** Chromatographic analysis of polyphenols in the *Satureja hortensis* L. (*Lamiaceae* Martinov) herb. *PharmacologyOnLine*, 2, 1337–1345.

## T

**The International Plant Names Index and World Checklist of Vascular Plants 2025.** Published on the Internet at <http://www.ipni.org> and <https://powo.science.kew.org/> Copyright 2023 World Checklist of Vascular Plants. <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>

**Tourabi, M., et al. (2023).** Antioxidant, Antimicrobial, and Insecticidal Properties of Chemically Characterized Essential Oils Extracted from *Mentha longifolia*: In Vitro and In Silico Analysis, *Plants*, 12(21), 3783. <https://doi.org/10.3390/plants12213783>

**Touaibia M. (2014).** Composition chimique et activité antifongique de l'huile essentielle de *Myrtus communis* L. sur milieu de laboratoire et sur les fruits du fraisier. *Revue Nature & Technologie» B- Sciences Agronomiques et Biologiques*, n° 12/ Janvier 2015, Pages 66à 72

**Traboulsi Af., Taoubi K., El-Haj S., Bessiere Jm. and Salma R. (2002).** Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). *Pest Management Sci* 2002; 58: 491-5.

## V

**V. K. Jena, S. Gupta, K. S. Patel, S. C. Patel, 2013,** Evaluating heavy metals Contents in [68] medicinal plant *Mentha longifolia*, *J. Mater. Environ. Sci.* 4 (3) (2013) 384-389, ISSN: 2028-2508 CODEN: JMESC�

## W

**Wichtl M. et Anton R. (2003).** *Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique.* Editions Tec. & Doc. EM Inter, 2e édition, 788 p.

## Y

**Yanishlieva NV., Marinova EM., Gordon MH and Raneva VG. (1999).** Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. *Food Chem*; 64:59-66.

## Z

**Zayyad N., Farah A and Bahhou J. (2014).** Chemical analysis and antibacterial activity of essential oils from three species of Thymus: *Thymus zygis*, *T. algeriensis*, and *T. bleicherianus*. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 83, 2014, 118-132

**Zouari N., Ayadi I., Fakhfakh N., Rebai A, and Zouari S. (2012).** Variation of chemical composition of essential oils in wild populations of *Thymus algeriensis* Boiss. et Reut.,

**Zoubiri, S. & Baaliouamer, A. (2014).** Larvicidal activity of essential oils from aromatic plants of Algeria against *Culex pipiens*. *Asian Pac J Trop Biomed*, 4(1), 41–46.  
[https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(14\)60208-1](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(14)60208-1)

