

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : **Biologie Animale.**

قسم : بيولوجيا الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : ***Toxicologie***

**Intitulé :**

---

**Etude des propriétés physicochimiques et biologiques de**  
***Thymus vulgaris L.***

---

**Présenté et soutenu par :**

**Le 19/09/2021**

- ABED SOUMIA

- MESSAADIA BOUCHRA

- DJESSAS MAROUA

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** Dr Brik Nassima (MAHU - Université Salah Boubnider, Constantine3).

**Rapporteur :** Dr Atmani-Merabet Ghania (MCA- Université Salah Boubnider, Constantine 3).

**Examineur :** Dr Dalichaouch Souhaila (MCA - Université Salah Boubnider, Constantine3).

***Année universitaire***  
***2020 - 2021***

# Remerciement

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et le tout miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*En second lieu, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de notre Encadreur Madame ATMANI – MERABET Ghania pour ces précieux conseils et son aide durant toute la période du travail, on la remercie très chaleureusement pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.*

*Nos vifs remerciements pour Dr Brik N qui a accepté de présider le jury de ce mémoire.*

*Nos sincères remerciements pour Dr Dalichaouch S qui a accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.*

*Nos remerciements pour nos enseignants de la filière de toxicologie notamment Medames Mouri, Boubekri, Amedah, Amrani et Messieurs Bouldjadj, Boulkandoul et Menad.*

*Enfin, nous remercions le personnel administratif et pédagogique de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie en particulier le Département de biologie animale.*





# DÉDICACE

*Je dédie ce travail*

*A mes très chers parents mon père et  
ma mère*

*Vous resterez toujours dans mon Cœur  
Que Dieu vous garde*

*A mes frères*

*Lamine, Nacer eddine, Hichem.*

*A toute ma belle famille*

*Pour qui je souhaite une vie pleine de santé*

*A la sœur que je n'ai jamais eue Marwa*

*A toutes mes amies*

*Soumia, Sawssene, Bouchra, Marwa, Abir et Aya.*

*A toutes les personnes qui nous ont  
aidés à accomplir ce travail, surtout mon meilleur  
encadreur dans le monde*

*Madame Atmani-Merabet Ghania.*

**Soumia**

# DÉDICACE

*Je dédie ce modeste travail  
accompagné d'un profond amour  
à celle qui m'a arrosé d'espoirs à la  
source d'amour qui m'a bénie par ces  
prière MA MÈRE*

*A mon très cher père, que Dieu le garde  
A mes chers frères Seif et Zinou, ma source de  
bonheur et de plaisir*

*A mes supporters qui m'ont encouragé  
durant la préparation de ce mémoire  
Khadidja, Khawla, Khawla.HY,  
Wisseem et Rania*

*A mes amies de Collège qui m'ont toujours  
aidés Soumia, Aya, Maroua et Abir.*

**Bauchra**

# DÉDICACE

*Je rends grâce à DIEU pour sa bonté et  
pour le courage qu'il m'a donné pour finaliser ce  
travail*

*Je dédie ce modeste travail aux personnes  
les plus chères au monde mes parents  
«Riad et Lamia» qui m'ont permis de continuer  
mes études dans les meilleures conditions  
et qui m'ont appris à ne jamais baisser les bras.  
J'espère qu'un jour je pourrai leur rendre un peu  
de ce qu'ils ont fait pour moi, que Dieu leur prête  
bonheur et longue vie.*

*A mes chers sœurs Sara et Yousra  
pour leurs encouragements permanents  
et leur soutien moral.*

*A toute ma famille  
A mes amies Ines et Ichrak*

*Marwa*

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
(1)	Organes de certaines plantes riches en huiles essentielles	8
(2)	Localisation des principales espèces de genre Thymus en Algérie	22
(3)	Classification du thym	23
(4)	Composition chimique de l'huile essentielle de <i>T. vulgaris</i>	29
(5)	Distribution géographique de <i>Thymus vulgaris</i> en Algérie	31
(6)	Rendements de l'HE de <i>T. vulgaris</i> en Algérie et dans différentes régions du monde	33
(7)	Caractéristiques organoleptiques de l'HE de <i>Thymus vulgaris</i>	34
(8)	Caractéristiques physicochimiques de l'HE de <i>Thymus vulgaris</i>	35
(9)	Composition chimique de l'huile essentielle de <i>T. vulgaris</i>	37
10)	Activités antibactériennes de l'HE de <i>Thymus vulgaris</i>	47
(11)	Activités antifongiques de l'HE de <i>Thymus vulgaris</i>	50
(12)	Activités antioxydantes de l'HE de <i>T. vulgaris</i>	52
(13)	Activités insecticides de l'HE de <i>T. vulgaris</i>	53
(14)	Activités acaricides de l'HE de <i>T. vulgaris</i>	56

## *Liste des Figures*

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	
<b>Figure 1</b>	Structures de quelques monoterpènes	<b>6</b>
<b>Figure 2</b>	Structures de quelques sesquiterpènes.	<b>6</b>
<b>Figure 3</b>	Structure de quelques composés aromatiques	<b>7</b>
<b>Figure 4</b>	Modes d'extraction des huiles essentielles	<b>10</b>
<b>Figure 5</b>	Montage d'extraction par la technique d'hydrodistillation	<b>11</b>
<b>Figure 6</b>	Principe de distillation à la vapeur	<b>1</b>
<b>Figure 7</b>	Distribution géographique du thym dans le monde	<b>21</b>
<b>Figure 8</b>	Différentes espèces du genre <i>Thymus</i>	<b>24</b>
<b>Figure 9</b>	Feuilles de différentes espèces du genre <i>Thymus</i>	<b>24</b>
<b>Figure 10</b>	Fleurs de différentes espèces du genre <i>Thymus</i> .	<b>24</b>
<b>Figure 11</b>	La plante <i>Thymus vulgaris</i>	<b>26</b>
<b>Figure 12</b>	Tige de <i>Thymus vulgaris</i>	<b>27</b>
<b>Figure 13</b>	Feuilles de <i>Thymus vulgaris</i>	<b>27</b>
<b>Figure 14</b>	Fleurs de <i>Thymus vulgaris</i>	<b>28</b>
<b>Figure 15</b>	Les chémotypes de <i>Thymus vulgaris</i>	<b>30</b>
<b>Figure 16</b>	Carte de la répartition de <i>Thymus vulgaris</i> dans différentes régions d'Algérie	<b>32</b>
<b>Figure 17</b>	Huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i>	<b>35</b>

<b>Figure 18</b>	Teneurs du chémotype Thymol de <i>T. vulgaris</i> dans différentes régions d'Algérie	<b>41</b>
<b>Figure 19</b>	Teneurs du chémotype Carvacrol de <i>T.vulgaris</i> dans différentes régions d'Algérie	<b>41</b>
<b>Figure 20</b>	Teneurs du chémotype Linalool et $\gamma$ -Terpinène De <i>T.vulgaris</i> dans différentes régions d'Algérie	<b>42</b>
<b>Figure 21</b>	Teneurs des chémotypes Thymol, Carvacrol et Linalool de <i>T.vulgaris</i> en Algérie et dans différentes régions du Monde	<b>43</b>
<b>Figure 22</b>	Structure de bactérie à Gram positif et Gram négatif	<b>44</b>
<b>Figure 23</b>	Mode d'action des huiles essentielles	<b>45</b>
<b>Figure 24</b>	Principales localisations de sites d'action des Constituants des huiles essentielles.	<b>46</b>
<b>Figure 25</b>	Pourcentage de la tranche d'âge des participants	<b>58</b>
<b>Figure 26</b>	Type de traitement utilisé contre Covid-19	<b>59</b>
<b>Figure 27</b>	Partie du thym utilisée contre Covid-19	<b>59</b>
<b>Figure 28</b>	Mode de préparation du thym contre Covid-19	<b>60</b>
<b>Figure 29</b>	Thym utilisé seul ou associé contre Covid-19	<b>60</b>



<b>Figure 30</b>	Durée du traitement au thym seul ou associé contre Covid-19	<b>60</b>
<b>Figure 31</b>	Efficacité du traitement au thym seul ou associé contre Covid-19	<b>61</b>
<b>Figure 32</b>	Les plantes médicinales au niveau des herboristeries	<b>62</b>
<b>Figure 33</b>	Consommation du thym pendant la pandémie Covid-19	<b>62</b>
<b>Figure 34</b>	Efficacité du traitement au thym seul ou associé pendant La pandémie Covid-19	<b>63</b>

## *Liste des abréviations*

AFNOR	Association Française de Normalisation
ISO	International Standard Organisation
HEs	Huiles essentielles
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
CPG/SM	Chromatographie en phase gaz couplée à une spectroscopie masse
spp	Plusieurs espèces
DPPH	2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyl
CL <sub>50</sub>	Concentration Létale Médiane.
E	Eucalyptus
µg	Microgrammes
LPS	Lipopolysaccharide
ADN	acide déoxyriboNucléique
ARN	acide ribonucléique
CMI:	Concentration minimale inhibitrice.
CMB	Concentration minimale Bactéricide
OMS	Organisation mondiale de la santé
ATP	adénosine-triphosphate
BHA	hydroxy anisole butylé
PR	population résiduelle
D. farinae	Dermatophagoi des farinae
D. pteronyssinus	Dermatophagoi des teronyssinus
DL50	La dose qui cause la mort de 50% (la moitié)
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
CCM	Chromatographie sur couche mince

CPG/SM Couplage chromatographie phase gazeuse/ spectrométrie de  
masse

(IE) impact électronique

IC ionisation chimique

ICP ionisation chimique positive

UV ultra-violet

ICN ionisation chimique négative

<b>Sommaire</b>	
Remerciements.....	<b>i</b>
Dédicace.....	<b>ii</b>
Liste des tableaux .....	<b>v</b>
Liste des figures.....	<b>vi</b>
Liste des abréviations .....	<b>ix</b>
Sommaire.....	<b>xi</b>
Introduction.....	<b>1</b>
 <b>Chapitre I</b> <b>Généralités sur les huiles essentielles</b> 	
I-1 Historique.....	<b>3</b>
I-2 Définition .....	<b>3</b>
I-3 Composition chimique des huiles essentielles.....	<b>4</b>
I-3-1 Classification des composés terpéniques et aromatiques.....	<b>4</b>
I-3-2 Les composés terpéniques et aromatiques .....	<b>5</b>
I-4 Localisation des huiles essentielles dans la plante.....	<b>7</b>
I-5 Critères de qualité d'une huile essentielle.....	<b>8</b>
I-6 Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	<b>10</b>
I-6-1 Hydrodistillation.....	<b>11</b>
I-6-2 Entraînement à la vapeur d'eau.....	<b>12</b>
I-7 Caractéristiques et propriétés des huiles essentielles.....	<b>13</b>
I-7-1 Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles.....	<b>13</b>
I-7-2 Propriétés physico-chimiques.....	<b>13</b>
I-8 Domaines d'utilisation des huiles essentielles.....	<b>14</b>
I-9 Méthodes d'analyses et contrôle de qualité des huiles essentielles.....	<b>16</b>
I-9-1 Chromatographie en phase gazeuse(CPG).....	<b>17</b>
I-9-2 Couplage chromatographie phase gazeuse/ spectrométrie de masse (CPG/SM).....	<b>17</b>
I-9-3 La spectrométrie de masse (SM).....	<b>17</b>
I-9-4 Chromatographie sur couche mince (CCM).....	<b>18</b>
I-10 Précautions à prendre lors de l'utilisation des huiles essentielles.....	<b>18</b>

<b>Chapitre II</b>	
<b>Description de <i>Thymus vulgaris</i></b>	
<b>I- Le genre <i>thymus</i></b>	
I-1 Historique.....	<b>20</b>
I-2 Répartition géographique du Thym.....	<b>21</b>
I-3 Classification .....	<b>22</b>
I-4 Description morphologique du Thym.....	<b>23</b>
I-5 Principes actifs du Thym.....	<b>25</b>
I-6 Domaine d'usage du Thym.....	<b>25</b>
<b>II- <i>Thymus vulgaris</i> L.</b>	
II-1 Dénomination.....	<b>26</b>
II-2 Description morphologique.....	<b>27</b>
II-3 Classification de <i>Thymus vulgaris</i> .....	<b>28</b>
II-4 Composition chimique.....	<b>28</b>
II-5 Chemotypes de <i>ThymusVulgaris</i> .....	<b>29</b>
II-6 Répartition de <i>Thymus vulgaris</i> en Algérie.....	<b>31</b>
II-7 Utilisation et activités biologiques de <i>Thymus vulgaris</i> .....	<b>32</b>
<b>Chapitre III</b>	
<b>Etude des Propriétés de <i>Thymus vulgaris</i> L.</b>	
<b>III-1 Etude analytique de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i> L.</b>	
I-1-1 Rendement.....	<b>33</b>
I-1-2 Caractéristiques organoleptiques.....	<b>34</b>
I-1-3 Caractéristiques physicochimiques.....	<b>35</b>
I-1-4 Composition chimique de l'HE de <i>Thymus vulgaris</i> .....	<b>36</b>

<b>III-2 Activités biologiques de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i> L.</b>	
III-2-1 Activité antibactérienne.....	<b>43</b>
III-2-2 Activité antifongique.....	<b>49</b>
III-2-3 Activité antioxydante.....	<b>51</b>
III-2-4 Activité insecticide.....	<b>53</b>
III-2-5 Activité acaricide.....	<b>55</b>
<b>Chapitre IV Le Thym et Covid-19</b>	
IV-I La Covid-19.....	<b>57</b>
IV-II Matériels et méthode.....	<b>57</b>
IV-III Résultats et discussion.....	<b>58</b>
IV-III-1 Résultats et discussion du questionnaire de la population.....	<b>58</b>
IV-III-2 Résultats et discussion du questionnaire des herboristes.....	<b>61</b>
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>64</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	



# *Introduction*



Les plantes ont, toujours, fait partie de la vie quotidienne de l'Homme, il s'en sert pour se nourrir, se soigner et parfois dans ses rites religieux. Elles ont été utilisées dans la médecine traditionnelle pendant plusieurs millénaires et à travers les siècles, la connaissance des plantes médicinales et des remèdes végétaux n'a pas cessé de s'enrichir **(Mpondo et al., 2017)**.

Actuellement, cette médication, par les plantes, connaît un regain d'intérêt notable, et, c'est grâce aux études scientifiques basées sur les méthodes analytiques et les expérimentations nouvelles, que le monde médicale découvre de plus en plus, le bien fondé des prescriptions empiriques des plantes médicinales **(Lahsissene et al., 2009)**.

L'Algérie possède une position géographique particulière lui accordant une large bande de végétation très variée notamment les plantes aromatiques médicinales. La flore algérienne recèle un patrimoine végétal très riche, mais peu connu par manque d'études sur les vertus et les richesses qu'il peut probablement engendrer, celui-ci est malheureusement très peu exploité **(Boudoumi, 2014)**. L'une des valorisations possibles de cette richesse naturelle, que sont les plantes, est l'extraction de leurs huiles essentielles ; produits connus et utilisés par les égyptiens, les perses et les grecs, pour leurs propriétés aromatisants et médicinales **(Iserin, 2001)**.

Les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition que de leur rendement. Cette variabilité est fondamentale car les activités qui découlent des huiles essentielles peuvent être très différentes **(Benini, 2007 ; Bruneton, 1999 ; Garnero, 1991)**.

A cet effet, dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne et à travers une étude bibliographique approfondie, on s'est intéressé aux espèces de la famille des lamiacées l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antimicrobien et antioxydant **(Bouhdid et al., 2006)**.

La plante sur laquelle a porté notre choix est l'espèce *Thymus vulgaris*, ce choix est justifié par le fait que cette plante est riche en principes actifs (huiles essentielles) et possède des activités biologiques diverses et importantes **(Alouache et Benmeziane, 2017 ; Benmadi et Abida, 2018 ; Habbi-cherifi, 2014 ; Remal et Khachouche, 2017)**.



Le présent mémoire comporte quatre chapitres. Le premier présente les huiles essentielles, le deuxième chapitre est consacré au genre *Thymus* et plus particulièrement l'espèce *Thymus vulgaris*. Dans le troisième chapitre, on détaille en profondeur les propriétés physicochimiques et biologiques qui caractérisent l'espèce *T. vulgaris* d'Algérie et des autres régions du monde. Enfin le quatrième chapitre traite de l'utilisation du thym pour se protéger de la Covid-19. On termine notre travail par une conclusion et des perspectives.



*Chapitre I*

**Généralités sur les huiles  
essentielles**



## I-1 Historique

Les premières traces de l'utilisation des plantes datent de 40000 ans av. JC. L'Égypte ancienne à partir de 4500 ans av. JC., nous apporte des descriptions détaillées sur papyrus des plantes utilisées en médecine, en parfumerie et pour l'embaumement des défunts (**Desramaux, 2018**). Le papyrus égyptien d'Ebers, que l'on fait remonter à 1600 av J.C, est le premier recueil consacré aux plantes médicinales (**Hessas & Simoud, 2018**). Par ailleurs, les traces de l'utilisation des plantes médicinales existent dans des textes chinois datant de plus de 5000 ans avant J.C. En Inde, les Vedas, livres sacrés rédigés vers 1500 ans avant J.C, contiennent eux aussi des témoignages de la connaissance des plantes (**Hessas & Simoud, 2018**).

La première extraction des huiles essentielles par distillation à la vapeur d'eau a été réalisée par le médecin arabe, Ibn Sinna « Avicenne » (980-1037), qui mit au point un alambic et produit la première huile essentielle pure. Il faudra attendre la fin des Croisades vers le XII<sup>ème</sup> siècle et le retour des chevaliers en Europe, afin qu'ils rapportent les découvertes de la distillation à la vapeur d'eau et l'emploi des huiles essentielles. C'est ainsi que l'aromathérapie s'installera en Occident (**Veyrune, 2019**).

En 1910, René-Maurice Gattefossé, chimiste, parfumeur et père de l'aromathérapie scientifique, se brûla la main lors d'une explosion dans son laboratoire, il eut le réflexe génial de plonger ses mains dans un récipient rempli d'huile essentielle de lavande. Soulagé instantanément, sa plaie se guérit avec une rapidité déconcertante. Étonné par ce résultat, il décida d'étudier les huiles essentielles et leurs propriétés et créa le mot Aromathérapie du grec « aroma » (arome) et « therapeia » (soin) (**Abadlia et Chebbour, 2014 ; Laurent, 2017**).

Aujourd'hui, l'aromathérapie est répandue dans le monde entier et les connaissances quant à l'utilisation des plantes sont précises. De nombreux laboratoires travaillent sur la recherche de l'aromathérapie certifiée bio (**Desramaux, 2018**).

## I-2 Définition

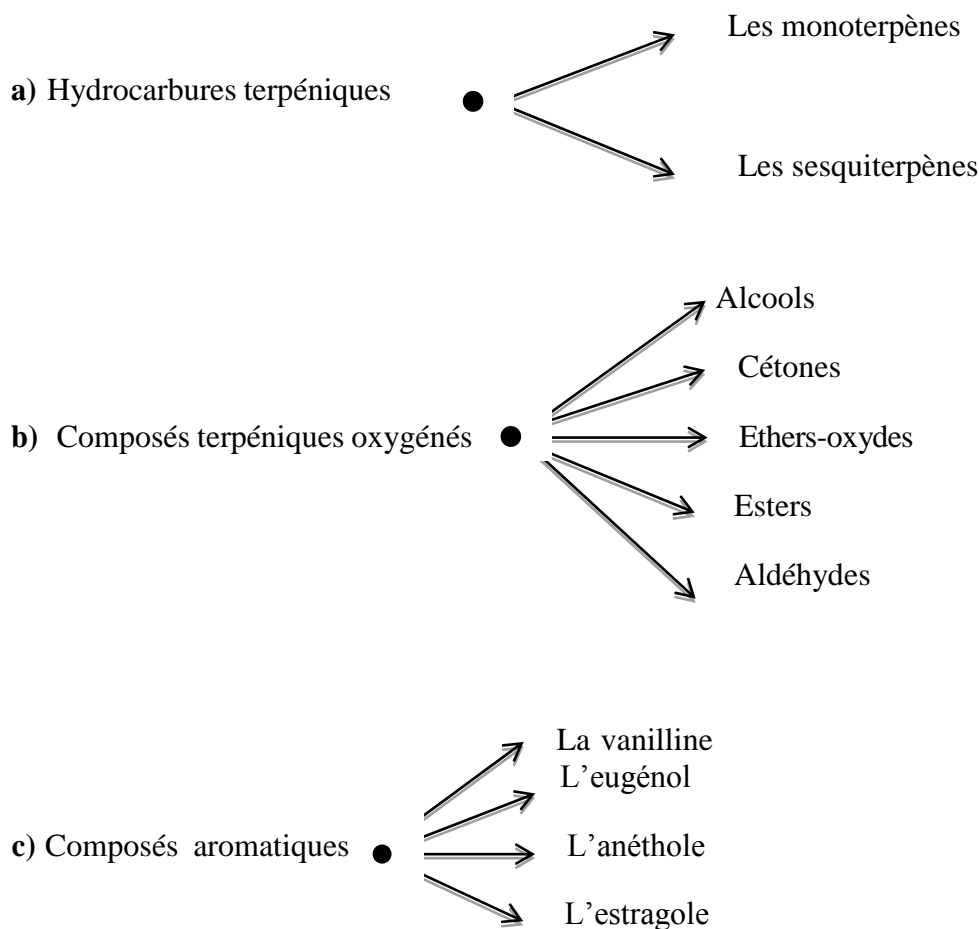
Le terme "Huile essentielle" a été inventé au 16<sup>ème</sup> siècle par le médecin suisse Parascelsus Von Hohenheim afin de désigner le composé actif d'un remède naturel (**Boucekrit, 2018**).

L'Association Française de Normalisation: AFNOR, Edition 2000, définit l'huile essentielle comme : « Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau soit par des procédés mécaniques, l'huile est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques » (Abadlia et Chebbour, 2014).

Selon la norme ISO : 9235 (Organisation Internationale de Standardisation) l'huile essentielle est : « Produit obtenu à partir d'une matière première naturelle d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe de fruits de citrus (agrumes), soit par distillation sèche, après séparation de l'éventuelle phase aqueuse par des procédés physique » (Barbelet, 2015).

### I-3 Composition chimique des huiles essentielles

#### I-3-1 Classification des composés terpéniques et aromatiques



### I-3-2 Les composés terpéniques et aromatiques

Les huiles essentielles se caractérisent par une composition chimique analysable et très variable. Le nombre de composants isolés est d'environ des milliers. Ces constituants appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes :

- *le groupe des terpénoïdes*

- *le groupe des composés aromatiques* dérivés du phenylpropane, beaucoup moins fréquents.

Les huiles essentielles peuvent également renfermer divers produits issus du processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils (**Lamamra, 2007**), et contrairement à ce que son nom laisse supposer, l'huile essentielle pure et naturelle ne contient aucun corps gras. Elles ne contiennent ni vitamine, ni sels minéraux, mais peuvent modifier leur absorption et leur assimilation par l'organisme (**Guerrouf, 2017**). Seuls les terpènes les plus volatils, c'est-à-dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée, y sont rencontrés soit les monoterpènes et les sesquiterpènes. Les terpènes sont des composés issus du couplage de plusieurs unités « isopréniques » ( $C_5H_8$ ), soit deux unités pour les monoterpènes ( $C_{10}H_{16}$ ) et trois pour les sesquiterpènes ( $C_{15}H_{24}$ ). Exceptionnellement, quelques diterpènes ( $C_{20}H_{32}$ ) peuvent se retrouver dans les huiles essentielles (**Piochon, 2008**).

#### a) Monoterpènes $C_{10}$

Ce sont des composés :

- ✓ Anti infectieux, bactéricides, virucides et fongicides.
- ✓ Stimulent les glandes à mucines « décongestion des voies respiratoires »
- ✓ Utilisés dans les pathologies ORL.
- ✓ Antalgiques cutanés, lors de douleurs localisées.
- ✓ Excellents immunostimulants,
- ✓ Toniques généraux (Neurotoniques) (**Laurent, 2017**) (**Figure: 1**)

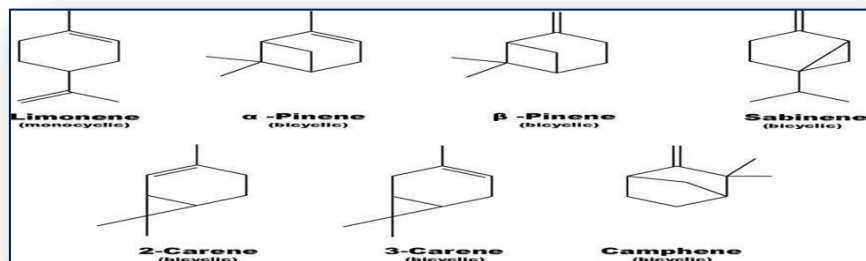


Figure 1 : Structures de quelques monoterpènes

### b) Les sesquiterpènes C<sub>15</sub>

Ils sont :

- ✓ Antiseptiques et bactéricides.
- ✓ Puissants anti-inflammatoires.
- ✓ Utilisés dans les pathologies artériocapillaires
- ✓ Antiallergiques
- ✓ Antihistaminique chez certains asthmatiques (Laurent, 2017) (Figure: 2).

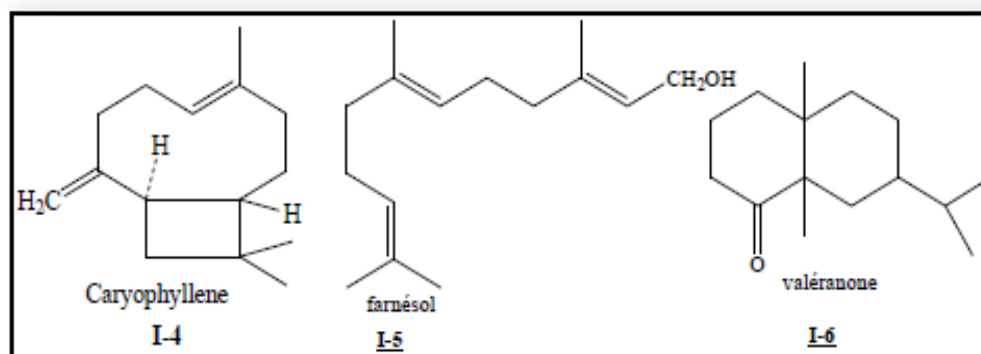


Figure 2 : Structures de quelques sesquiterpènes.

Par ailleurs, la réactivité des cations intermédiaires obtenus lors du processus de biosynthèse des mono- et sesquiterpènes explique l'existence d'un grand nombre de molécules dérivées fonctionnalisées telles que des alcools, des cétones, des aldéhydes et des esters (Piochon, 2008).

### c) Les composés aromatiques :

Ces composés dérivent du phenylpropane (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>), Ils sont moins fréquents que les terpènes. Cette classe comprend des composés odorants comme: la vanilline, l'eugénol, l'anéthole et l'estragole. Ils se distinguent entre eux par :

- Le nombre et la position des groupements hydroxyles et méthoxy.
- La position de la double liaison de la chaîne latérale, allylique ou propénylique.
- Le degré d'oxydation de la chaîne aliphatique (Ouis, 2015) (Figure: 3).

Ces composés aromatiques constituent un ensemble important, car ils sont généralement responsables des caractères olfactifs et organoleptiques des huiles essentielles : par exemple, l'eugénol est responsable de l'odeur du clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) (Hurtel, 2006).

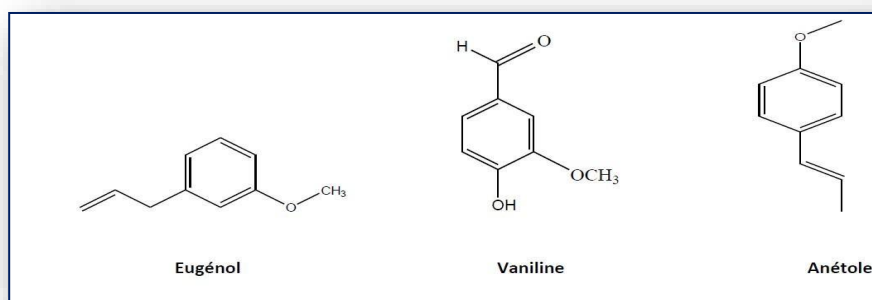


Figure 3 : structure de quelques composés aromatiques

### d) Composés d'origine diverse

En générale, ils sont de faibles poids moléculaire, entraînés lors de l'hydrodistillation, ce sont des hydrocarbures aliphatiques à chaîne linéaire ou ramifiée porteurs de différentes fonctions par exemple : l'heptane et la paraffine dans l'essence de camomille (Hessas et Simoud, 2018).

### I-4 Localisation des huiles essentielles dans la plante

Les HEs n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, souvent situées sur ou à proximité de la surface des tissus de plantes et recouvertes d'une cuticule (Mebarki, 2010).

Elles sont alors stockées dans des cellules à huiles essentielles (Lauraceae ou Zingiberaceae), dans des poils sécréteurs (Lamiaceae), dans des poches sécrétrices (Myrtaceae ou Rutaceae) ou dans des canaux sécréteurs (Apiaceae ou Asteraceae) (Abadlia et Chebbour, 2014) (Tableau:1).

**Tableau (1) : Organes de certaines plantes riches en huiles essentielles (Echchaoui, 2018).**

Organe	Exemples
Feuilles d'angiospermes	Romarin, sauge, menthe
Feuille de gymnospermes	sapin, cèdre
Tiges	Citronnelle, lemon grass
Ecorces	Cannelier
Racines	Angelica, vetiver
Rhizomes	Acorus, gingembre
Bulbes	Oignon, ail
Bois	Santal
Fruits	Bleuet, citron
Fleurs	Jasmin, rose
Graines	Aneth, carvi

### I-5 Critères de qualité d'une huile essentielle

L'huile essentielle utilisée en thérapeutique doit posséder de nombreux critères de qualité:

#### a) Espèce botanique

La certification botanique doit apparaître selon la nomenclature internationale sous son nom latin précisant le genre, l'espèce et la sous-espèce (Abadlia et Chebbour, 2014). Il existe par exemple deux espèces de sauge : la sauge officinale (*Salvia officinalis*) et la sauge sclarée (*Salvia sclarea*), qui peuvent être vendue toutes les deux sous l'appellation d'essence de sauge. La première, riche en cétones neurotoxiques, peut provoquer des crises d'épilepsie, alors que la seconde possède des esters aromatiques anti-épileptisants (Mayer, 2012).

#### b) Organe producteur

Selon l'organe producteur, l'huile essentielle peut avoir des propriétés et un usage totalement différents. C'est le cas de l'oranger amer : *Citrus aurantium* Var. Qui fournit différentes huiles essentielles, l'une à partir de ses feuilles, une autre à partir de ses fleurs ainsi qu'une essence extraite de l'écorce des zestes de ses fruits.



Ces trois substances aromatiques sont différentes par leur composition, leur parfum et leurs propriétés médicinales (**lakhdar, 2015**).

### c) Origine géographique

Cela permet de connaître l'environnement dans lequel grandit la plante et de caractériser ainsi l'huile essentielle obtenue. Il y a des différences de composition chimique selon le pays d'origine (**Abadlia et Chebbour, 2014**). Une même plante grandissant dans des lieux différents avec changement de situation géographique (altitude et latitude), avec variation de la nature du sol, peut produire des huiles essentielles différentes. Par exemple, le *Thymus vulgaris* à géraniol ne produit cette molécule de géraniol qu'en hiver alors que l'acétate de géranyle la remplacera en été (**Mayer, 2012**).

### d) Précision du chémotype

La notion de chémotype (chimiotype ou encore race chimique) est une notion clé en aromathérapie. Terme utilisé pour la première fois en 1968 par le Dr R. Santesson et son fils, le chémotype est alors défini comme un « groupe chimiquement défini au sein d'une population d'individus morphologiquement indiscernables » (**Keefover-Ring, 2009**). Le chémotype d'une HE est une référence précise qui indique le composant biochimique majoritaire ou distinctif, présent dans l'HE. C'est l'élément qui permet de distinguer une huile essentielle extraite d'une même variété botanique mais, d'une composition biochimique différente.

Pour une même espèce botanique, plusieurs chémotypes qui trouvent leur origine dans de légères différences des voies de biosynthèse peuvent exister, aboutissant à l'accumulation de métabolites secondaires différents (**Vangelder, 2017**). Un des exemples les plus courants de chémotype est celui du thym (*Thymus vulgaris* L.) en effet, on compte pour cette espèce 8 chémotypes différents : 7 dans les garrigues du sud de la France (à thymol, à carvacrol, à géraniol, à linalool, à alpha-terpénol, à trans-4-thuyanol et à cis-8-myrcénol) et un en Espagne (à cinéole) (**Laurent, 2017**).

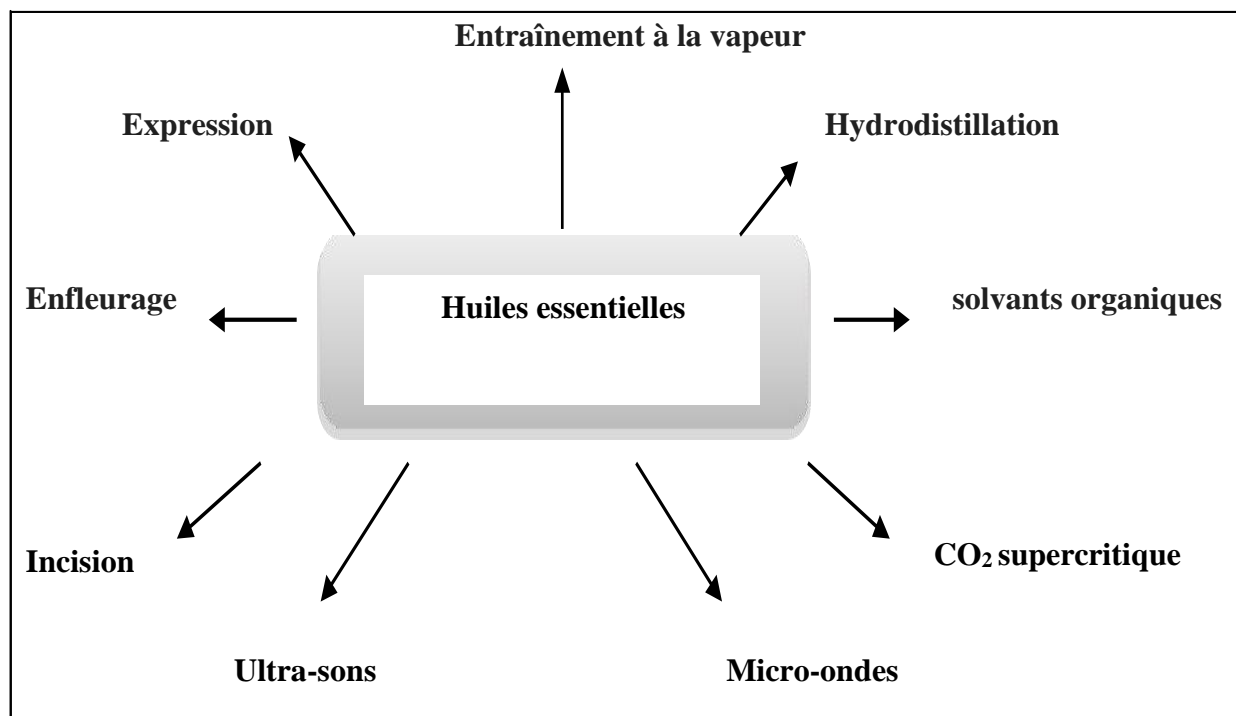
### e) Mode de récolte ou de culture

Les conditions de culture, de récolte, de séchage, de fragmentation et de stockage ont une action déterminante sur la qualité de végétaux. Ces dernières sont, dans la mesure du possible, exemptes d'impuretés telles que la terre, les poussières,

les souillures, ainsi que les infections fongiques. Elles ne doivent pas présenter des signes de pourriture ou d'endommagement (**Laurent, 2017**).

### I-6 Méthodes d'extraction des huiles essentielles

L'HE représente de 0,1 à 3 % du poids sec des plantes aromatiques. Une grande variété de méthodes d'extraction est utilisée commercialement pour isoler les HEs à partir du matériel végétal. Les méthodes traditionnelles et commerciales utilisées pour extraire les HEs sont : **(Benabdelkader, 2012) (Figure : 4).**



**Figure 4 : Modes d'extraction des huiles essentielles**

**(Ouis, 2015).**

L'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydrodistillation constituent les procédés d'extraction ou de séparation de certaines substances organiques les plus anciens, apportés par les Arabes au IX<sup>ème</sup> siècle. Cette opération s'accomplit traditionnellement dans un alambic **(Sutour , 2011).**

### I-6-1 Hydrodistillation

L'hydrodistillation est composée de hydro- en grec « eau » et de -distillation qui vient du latin stilla, « goutte » et de distillare (latin savant), « tomber goutte à goutte » (Echchaoui, 2018). L'hydrodistillation est la méthode la plus simple et la plus anciennement utilisée et normée pour l'extraction d'une huile essentielle, ainsi que pour le contrôle de qualité (Benouali, 2016).

Elle se produit dans l'appareil de Clevenger et consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (entier, coupé ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite portée à ébullition (Figueredo, 2007). La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau un mélange azéotropique (eau + huiles essentielles) et l'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par différence de densité (Zerbani, 2020).

Le système équipé d'un cohobe généralement utilisé pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger. Parfois un additif ionique est ajouté, il s'agit souvent de NaCl qui permet d'augmenter la force ionique de l'eau et donc d'obtenir un meilleur rendement en huile essentielle. Les eaux aromatiques ainsi prélevées sont ensuite recyclées dans l'hydro distillateur afin de maintenir le rapport plante/eau à son niveau initial (Echchaoui, 2018). La durée de la distillation est plus longue pour les organes de plantes ligneuses que pour les herbacées, cette différence est liée à la localisation des structures d'élaboration ou de stockage des huiles essentielles pouvant être superficielles ou internes.

De ce fait, elles ont une influence sur le déroulement de l'hydrodistillation, c'est-à-dire sur les mécanismes successifs mis en jeu, et par conséquent sur la durée (El kalamouni, 2010) (Figure: 5).



**Figure 5: Montage d'extraction par la technique d'hydrodistillation (Atmani-Merabet, 2018)**

### I-6-2 Entraînement à la vapeur d'eau

C'est la technique la plus couramment utilisée pour la fabrication des HEs. C'est la seule distillation préconisée par la Pharmacopée française, car elle minimise les altérations hydrolytiques (notamment des esters). Dans cette méthode, la matière végétale n'est pas en contact avec l'eau. Cette opération s'accomplit dans un alambic. Un flux de vapeur d'eau traverse une cuve remplie de plantes aromatiques disposées sur des plaques perforées. Le but consiste à emporter avec la vapeur d'eau, les constituants volatils de la plante aromatique (**Laurent, 2017**).

Les huiles essentielles sont généralement obtenues par distillation et entraînement à la vapeur d'eau, cette opération s'accomplit dans un distillateur. Le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur sans macération préalable. Ce courant de vapeur entraîne les molécules aromatiques vers un système de refroidissement. La vapeur d'eau chargée ainsi d'essence retourne à l'état liquide par condensation. Le produit de la distillation se sépare donc en deux phases distinctes : l'huile essentielle et l'eau condensée que l'on appelle eau florale ou hydrolat (**Sarni et Yelles, 2017**).

Les méthodes d'extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau sont basées sur le fait que la plupart des composés volatils contenus dans les végétaux sont entraînaibles par la vapeur d'eau, du fait de leur point d'ébullition relativement bas et de leur caractère hydrophobe. Sous l'action de la vapeur d'eau introduite ou formée dans l'extracteur, l'essence se libère du tissu végétal et entraînée par la vapeur d'eau. Le mélange de vapeurs est condensé sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par décantation (**Bruneton, 1993**) (**Figure : 6**).



**Figure 6 : Principe de distillation a la vapeur**  
(Photo personnelle : Laboratoire de chimie pharmaceutique, Université Constantine1)

## I-7 Caractéristiques et propriétés des huiles essentielles

### I-7-1 Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles :

Les huiles essentielles ont des propriétés organoleptiques (caractéristiques d'une substance qui sont perceptibles par les organes des sens telles que l'odeur, l'aspect et la couleur (**Guerrouf, 2017**).

- ✓ **La couleur** : généralement incolore ou jaune pâle à l'exception de quelques huiles essentielles telles que l'huile de l'Achillée et l'huile de la Matricaire. Ces dernières se caractérisent par une coloration bleu à bleu verdâtre, due à la présence de l'azulène et du chamazulène (**Lamamra, 2007**).
- ✓ **L'odeur** : Les huiles essentielles sont aisément remarquables par leur odeur qui peut être très agréable (Lavande, Romarin...) ou repoussante (Barbote dite «Fétide») (**Rahmouni, 2014**).
- ✓ **L'aspect** : Les huiles essentielles sont liquides à température ambiante mais aussi volatiles, ce qui les différencie des huiles dites fixes. Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques usuels ainsi que dans l'alcool, entraîna- bles à la vapeur d'eau mais très peu solubles dans l'eau (62). Il faut donc impérativement un tensioactif pour permettre leur mise en suspension dans l'eau (**Lakhdar, 2015**).

### I-7-2 Propriétés physico-chimiques

Les caractéristiques organoleptiques (aspect, couleur, odeur) ne donnent que des informations très limitées sur ces essences, il est nécessaire de faire appel à d'autres techniques de caractérisation plus précises. La qualité d'une huile essentielle et sa valeur sont définies par des normes admises et portant sur les indices physicochimiques. Les HEs sont caractérisées par leurs propriétés physiques (densité relative, indice de réfraction) ainsi que par leurs propriétés chimiques (indice d'acide). (**Yaacoub et Tlidjane, 2018**).

- a) **Densité relative  $d_{20}$**  : La plupart des huiles essentielles ont une densité inférieure à celle de l'eau (densité  $< 1$ ), cela permet leur séparation dans l'essencier lors de leur extraction par hydro- distillation. Cependant certaines ont une densité supérieure à celle de l'eau telle que l'huile essentielle de girofle, de cannelle, de carotte et de saffras. (**Desramaux, 2018**).

Selon la norme AFNOR (Association Française de Normalisation) (AFNOR : NF T 75 -111. 2000), la densité relative de l'HE est définie comme étant le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C et la masse de volume d'eau distillée à 20°C. On effectue la correction à 20°C par la formule :  $d_{20} = d_{exp} + 0,00073 (T_{exp} - 20)$ . **d<sub>20</sub>**: Densité à 20°C, **d<sub>exp</sub>**: Densité mesurée **T<sub>exp</sub>**: Température ambiante

**b) Indice de réfraction  $n_{D_{20}}$** : L'indice de réfraction d'une huile essentielle est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'huile essentielle maintenue à une température constante. L'indice de réfraction des HEs est généralement élevé. Il est supérieur à celui de l'eau à 20 °C = 1.3356 (Mile Attou, 2017).

Selon la norme AFNOR (AFNOR : NF T 75 – 112. 2000), l'indice de réfraction est calculé par la relation :  $n_{D_{20}} = n_{D_T} + 0,00045 (T - 20)$ .  **$n_{D_{20}}$** : Indice de réfraction à 20°C.  **$n_{D_T}$** : Indice de réfraction à la température ambiante ou de mesure. **T**: Température ambiante.

**d) Indice d'acide IA**: L'indice d'acide indique le comportement et la quantité des acides libres présents dans notre huile. Il peut aussi nous renseigner sur la susceptibilité de l'huile à subir des altérations, notamment l'oxydation (Ouis, 2015).

Selon la norme AFNOR (AFNOR : NF T 75 – 103. 2000), Il représente le nombre en milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans 1g d'huile essentielle. Il est calculé par la formule :  $IA = \frac{N \cdot V}{PE} \cdot 56,1$

**IA** : indice d'acide. **N**: normalité de KOH. **V**: volume de la solution de KOH (ml).

**PE**: prise d'essai de l'huile essentielle (g). **56,1** : masse molaire de KOH

## I-8 Domaines d'utilisation des huiles essentielles

En raison de leurs diverses propriétés, les HEs sont devenues une matière d'importance économique considérable avec un marché en constante croissance. En effet, elles sont commercialisées et présentent un grand intérêt dans divers secteurs industriels comme en pharmacie, en alimentation, en parfumerie et en cosmétiques (Ouis, 2015).

### 1) En parfumerie et cosmétologie

Les propriétés odoriférantes des huiles essentielles confèrent à ces dernières une consommation importante en parfumerie et en cosmétique. Elles présentent environ 60% des matières premières de l'industrie des parfums synthétiques, du parfumage, des savons et des cosmétiques (**Chagra, 2019**). L'utilisation des HEs dans les crèmes et les gels permet de préserver ces cosmétiques grâce à leur activité antiseptique et antioxydante, tout en leur assurant leur odeur agréable (**Ait Salem, 2016**).

Les huiles essentielles, matières premières par excellence des parfumeurs, sont classées en fonction de leurs odeurs. Ainsi les huiles essentielles de citron, de bergamote ou encore de lavande constitueront la note la plus éphémère, dite note de tête. Des essences fleuries comme celles de rose ou de néroli participeront à l'élaboration de la note de cœur. Enfin, la note de fond, la plus durable des trois, comportera plutôt des essences boisées ou épicées comme le santal ou la cannelle (**Deschepper, 2017**).

### 2) En dentisterie

Grâce à leurs propriétés aromatisants et antiseptiques, les HEs ont été largement utilisées dans les bains de bouche conçus pour l'hygiène buccodentaire. Les préparations à base du thymol, d'eucalyptol et du menthol sont parmi les plus utilisées depuis longtemps dans le monde, surtout aux États-Unis. Cependant, c'est juste en 1987 que les bains de bouche préparés à base d'HE ont été approuvés par l'Association Dentaire Américaine (ADA), attribué à leur efficacité antimicrobienne et leur sûreté (**Benbelaid, 2015**).

### 3) En pharmacie

Les effets bénéfiques des composés volatils des huiles essentielles sont utilisés depuis fort longtemps par les anciennes civilisations pour soigner les pathologies courantes. Aujourd'hui, après avoir été délaissées un temps soit peu par la médecine, le potentiel thérapeutique des huiles essentielles et de leurs constituants volatils est reconsidéré et les études qui leurs sont consacrées abondent dans la littérature scientifique (**Piochon, 2008**).

L'industrie pharmaceutique utilise les huiles essentielles en raison de leurs pouvoirs : anti-infectieux, antiseptiques, cicatrisant, énergisant, antidouleur et anti-inflammatoire. Les huiles essentielles sont également utilisées pour l'aromatisation des formes médicamenteuses destinées à la voie orale. Elles constituent également le support d'une thérapeutique particulière : l'aromathérapie (thérapie par les huiles essentielles des plantes aromatiques) (**Abdoul Dorosso Samate, 2002**).

#### 4) En agro-alimentaire

Les huiles essentielles sont utilisées comme condiments, aromates ou épices. C'est le cas des essences de gingembre, de girofle, de vanille, de basilic, de poivre et de citrus. Les huiles essentielles extraites de citrus, par exemple, trouvent leur utilisation dans la confiserie, les sirops, les biscuiteries. On note leur intégration aussi dans les boissons, les produits laitiers, les soupes, les sauces, les snacks, les boulangeries ainsi que la nutrition animale (**Abadlia et Chebbour, 2014**).

#### I-9 Méthodes d'analyses et contrôle de qualité des huiles essentielles

Selon la pharmacopée française et européenne, le contrôle des huiles essentielles s'effectue par différents essais, comme la miscibilité à l'éthanol et certaines mesures physiques: indice de réfraction, pouvoir rotatoire et densité relative. La couleur et l'odeur sont aussi des paramètres importants. La meilleure carte d'identité quantitative d'une huile essentielle reste cependant le profil chromatographie en phase gazeuse. Il permet de connaître très exactement la composition chimique et de rechercher d'éventuelles traces de produits indésirables tels des pesticides ou des produits chimiques ajoutés (**Abbes, 2014**). Ces caractéristiques propres à chaque huile seront ensuite utilisées pour décrire l'huile essentielle et servir de critère de qualité.

Les méthodes de détermination des caractéristiques physico- chimiques à utiliser sont décrites avec précision dans le recueil de normes publiées par l'Association Française de Normalisation (**AFNOR, 1996**), elles-mêmes identiques aux normes internationales de l'ISO (International Organization for Standardization) (**ISO, 1997**) (**Bouguera, 2012**).

Deux autres types d'analyse qui ont pour but d'identifier les différents constituants de l'huile essentielle afin d'en connaître la composition chimique: la chromatographie en phase gazeuse GC et la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectroscopie de masse GC/MS. La chromatographie en phase gazeuse GC est utilisée pour l'analyse quantitative et la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectroscopie de masse GC/MS pour l'analyse qualitative (**Sarni et Yelles, 2017**).

La chromatographie est un procédé de séparation des constituants d'un mélange ; elle est devenue une méthode analytique de tout premier plan, pour identifier et quantifier les composés d'une phase liquide ou gazeuse homogène (**Dridi, 2016**).



### I-9-1 Chromatographie en phase gazeuse (CPG)

La chromatographie en phase gazeuse est une méthode d'analyse par séparation des composés gazeux ou vaporisables par chauffage sans décomposition. Elle permet ainsi l'examen de mélanges pouvant être très complexes et dont les constituants diffèrent tant par leur nature que par leur volatilité (**Deschepper, 2017**). La CPG est basée sur la répartition du produit analysé entre la phase gazeuse mobile et une phase liquide ou solide stationnaire. Les substances séparées sont affichées sur le chromatogramme, et chaque pic est caractérisé par un temps de rétention et une surface permettant ainsi de déterminer l'identité et le pourcentage de chaque constituant (**Hessas et Simoud, 2018**).

Le produit à analyser est introduit dans l'injecteur. Il est volatilisé et entraîné par un gaz vecteur ( $N_2$ ,  $H_2$ , He ou un mélange de  $H_2/N_2$ ). Le mélange traverse une colonne où s'effectue une opération entre les différents constituants. A la suite, ils sont captés par un détecteur (**Ouis, 2015**).

### I-9-2 Couplage chromatographie phase gazeuse/spectrométrie de masse (CPG/SM)

D'un point de vue analytique, d'important progrès ont été réalisés en couplant la CPG avec un spectromètre de masse (SM). En effet, le couplage CPG-SM en mode impact électronique (IE), dit CPG-SM(IE), est la technique utilisée en routine pour l'analyse dans le domaine des huiles essentielles (**Sutour, 2010**). La chromatographie en phase gazeuse sépare des fractions moléculaires. La spectroscopie de masse utilise des sources énergétiques pour ioniser, fragmenter et enfin séparer les groupements moléculaires selon le rapport masse/charge électrique ( $m/q$ ) (**Yaacoub et Tlidjane, 2018**).

Le couplage de la chromatographie en phase gazeuse avec la spectrométrie de masse (CPG/SM) permet d'effectuer simultanément la séparation et l'analyse des différents constituants d'un mélange complexe. Il existe deux modes d'ionisation : l'ionisation par impact électronique (IE) et l'ionisation chimique (IC). Dans ce dernier cas, on distingue l'ionisation chimique positive (ICP) et l'ionisation chimique négative (ICN) (**Paolini, 2015**).

### I-9-3 La spectrométrie de masse (SM)

Le spectromètre de masse est un appareil qui sert à établir les masses moléculaires et la structure des substances. L'identification du composé se fait en analysant les ions formés à partir de la substance (**Dridi, 2006**).

Le principe de la SM repose sur l'introduction d'un composé organique ionisé par bombardement électronique à 70 eV dans le spectromètre de masse. L'ion ainsi obtenu, appelé ion moléculaire, permet la détermination de la masse molaire du composé (Echchaoui, 2018). Comme la CPG, La spectrométrie de masse est une technique analytique qualitative et quantitative dont le domaine d'application est très étendu (Hessas et Simoud, 2018).

#### I-9-4 Chromatographie sur couche mince (CCM)

La chromatographie sur couche mince est une méthode analytique complémentaire de la CPG, intéressante par sa simplicité et sa modulabilité. Elle autorise également une analyse sans chauffage et permet donc d'éviter d'éventuelles dégradations (Deschepper, 2017).

Elle repose principalement sur des phénomènes d'adsorption. Après que l'échantillon ait été déposé sur la phase stationnaire, fixée sur une plaque de verre ou sur une feuille semi-rigide en plastique ou en aluminium, les substances migrent, entraînées par la phase mobile composée d'un ou de plusieurs solvants. Ensuite, le repérage des molécules s'effectue soit par ultra-violet (UV), soit par un colorant spécifique ou encore par exposition aux vapeurs d'iode (Echchaoui, 2018).

### I- 10 Précautions à prendre lors de l'utilisation des huiles essentielles

L'utilisation des huiles essentielles doit se faire avec des règles strictes car leurs surdosages peuvent avoir des conséquences qui ne sont pas sans gravité. Voici les principales règles primordiales pour une bonne utilisation des HEs :

- La durée de conservation des HEs après ouverture est de 2 ans pour les HEs à base d'agrumes et de 5 ans maximum pour les autres (Mile Nowicki, 2019).
- Il faut toujours respecter les voies d'absorption indiquées ainsi que la posologie (Hessas et Simoud, 2018).
- Certaines huiles essentielles pures sont dermocaustiques (agressives pour la peau), comme l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*. Il faudra donc les diluer dans une huile végétale (amande douce, olive...) (Mayer, 2012).
- Utiliser exclusivement des HEs 100% naturelles et 100% pures. Vérifier les mentions sur l'emballage. Ne jamais prendre des huiles synthétiques intitulées « huile parfumée », « huile odorante », « mélange à base d'huiles essentielles ».

- Toutes HEs vendues dans un flacon en plastique, ou dans un flacon en verre non coloré et foncé, ne doit pas être considérée comme de qualité pharmaceutique. Se détourner de ces HEs qui ne présentent pas d'intérêt thérapeutique (**Laurent, 2017**).
- Eviter d'utiliser des bouchons ou des emballages en plastique puisque la matière plastique peut entraîner une réaction contenant contenu et altérer la qualité de l'huile essentielle (**Mile Nowicki, 2019**).
- Il faut veiller à toujours bien se laver les mains après massage ou application cutanée pour éviter toute ingestion accidentelle (**Vangelder, 2017**).
- Ne pas utiliser chez la femme enceinte ou allaitante. Mais plus précisément c'est pendant les 3 premiers mois de grossesse que les HES sont interdites (**Laurent, 2017**).
- En cas d'ingestion accidentelle, en grande quantité : prendre du charbon végétal en poudre avec un peu d'eau ou boire de l'huile végétale pour absorber et diluer l'huile essentielle et diminuer sa toxicité (**Veyrune, 2019**).
- Ne jamais appliquer l'huile essentielle pure sur les yeux, le nez, le conduit auditif, les muqueuses ano-génitales (**Mayer, 2012**).
- Gardez toujours les huiles essentielles hors de portée et hors de vue des enfants. Et Ne pas administrer des HEs par voie orale chez l'enfant de moins de 3 ans (**Veyrune, 2019**).
- Il est interdit de faire des aérosols d'huiles essentielles aux patients allergiques et asthmatiques sans contrôle médical, ainsi que chez les personnes ayant des antécédents épileptiques ou convulsifs. (**Mayer, 2012**).
- Certaines huiles sont photo sensibilisantes, donc Il ne faut pas mettre sur la peau des huiles essentielles avant toute exposition au soleil. (**Hessas et Simoud, 2018**).
- Il ne faut pas associer un traitement médicamenteux à un traitement par les huiles essentielles car cela pourrait provoquer des effets indésirables, potentialiser ou annuler les effets du traitement médicamenteux (**Vangelder, 2017**).



*Chapitre II*

**Description de *Thymus*  
*vulgaris* L.**



## I - Le genre *Thymus*

### I-1 Historique

Le thym est une des plantes aromatiques les plus employées en thérapeutique depuis les temps les plus anciens. Il a toujours accompagné la vie quotidienne des humains (Mouhi, 2017) et depuis la haute antiquité, les égyptiens l'utilisaient pour embaumer les corps. Théophraste, au 4<sup>ém</sup> siècle avant J. C a cité les deux espèces sauvages serpolet et vulgaire, qu'il appelle les thymus blanc et noir. Aetius, général Romain à la fin du 4<sup>ém</sup> siècle ; parle de poudre de thym pour les goutteux, les douleurs de reins et de la vessie et en 1887, Chamberland démontra l'action bactéricide de l'essence de thym (notamment vis - à - vis du bacille du charbon) (Benbouali, 2006).

Le nom "*Thymus*" provient du mot grec « thymon » qui signifie "parfum" à cause de l'odeur agréable que la plante dégage naturellement ou lorsqu'on la fait brûler (Zeghib, 2013). L'espèce la plus connue parmi les Lamiacées est sans conteste *Thymus vulgaris* L. Elle renferme des qualités aromatiques et de nombreuses propriétés médicinales. En français et en anglais par exemple, on emploie fréquemment le nom du genre ("thym" et "thyme" respectivement) pour désigner l'espèce *Thymus vulgaris*, et elle est connue en Algérie sous le nom de "zaatar" (Binate et Dikes, 2018).

Le genre *Thymus* appartient à la famille des Lamiacées, anciennement appelée Labiées en raison de la corolle en deux lèvres de ses petites fleurs. C'est l'une des familles les plus larges dans le règne végétal. Elle comprend approximativement 240 genres et 7200 espèces (Abdelli, 2017). Elle est une des principales familles productrices d'huiles essentielles et ce sont des plantes qui sont énormément utilisées et connues en tant que herbes aromatiques (Boulade, 2018).

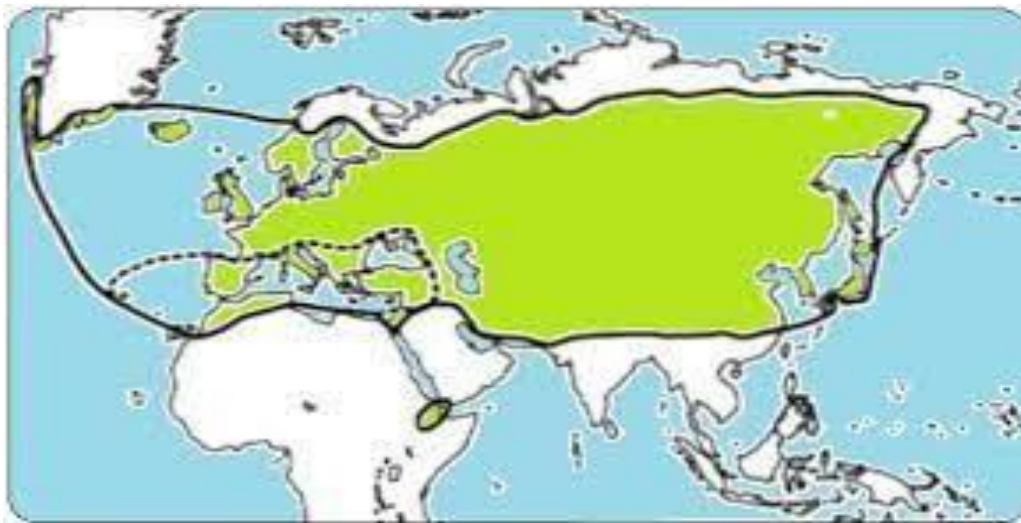
Au sein de la famille des lamiacées, le genre *Thymus* est l'un des huit genres les plus importants en ce qui concerne le nombre d'espèces incluses, bien que ce nombre varie selon le point de vue taxonomique (Stahl-Biskup et Saez, 2002).

Le genre *Thymus* regroupe environ 110 espèces différentes se concentrant dans le bassin méditerranéen (Jalas, 1971) et selon Quezel et Santa 1963, le genre de *Thymus* est un genre de détermination toujours délicate, en raison de l'extrême variabilité des espèces et des hybridations interspécifiques. Les espèces algériennes à feuilles linéaires constituent en particulier un complexe qu'il est souvent illusoire de chercher à déterminer d'une façon précise.

## I-2 Répartition géographique du Thym

### A) Dans le monde

Le genre *Thymus* est l'un des 250 genres les plus diversifiés de la famille des labiées. Selon Dob *et al.*, 2006, il existe près de 350 espèces de thym réparties entre l'Europe, l'Asie de l'ouest et la méditerranée. C'est un genre très répandu dans le nord-ouest africain (Maroc, Algérie, Tunisie et Libye), il pousse également sur les montagnes d'Ethiopie et d'Arabie du sud-ouest en passant par la péninsule du Sinaï en Egypte. On peut le trouver également en Sibérie et même en Himalaya. Selon une étude menée par Nickavar *et al.*, 2005, environ 110 espèces différentes du genre *Thymus* se concentrent dans le bassin méditerranéen (Benayache, 2013) (Figure: 7).



**Figure 7: Distribution géographique de thym dans le monde**

(Le cercle noir représente la zone de distribution du genre *Thymus* dans le monde) (Stahl-Biskup et Saez, 2002)

### B) En Algérie

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes médicinales à cause de sa superficie et sa diversité bioclimatique. Le genre *Thymus* comprend plusieurs espèces botaniques réparties sur tout le littoral et même dans les régions internes jusqu'aux zones arides (Hammaz et Nafa, 2017). Pour la région algérienne, Quezel et Santa 1963 décrivent 12 espèces de *Thymus* dont huit sont endémiques (Dob *et al.*, 2006). Par ailleurs, le thym est une plante répandue en Algérie, les différentes espèces qui y existent sont réparties le long du territoire national, du Nord Algérois à l'Atlas saharien, et du Constantinois à l'Oranais (Kabouche, 2005).

La répartition géographique du genre *Thymus* en Algérie est représentée dans le tableau 2.

**Tableau (2) : Localisation des principales espèces de genre *Thymus* en Algérie (Benayache, 2013 in Saadallah, 2020)**

Espèces	Découverte par	Localisation
<i>Thymus capitatus</i>	Hoffman et Link	Rare dans la région de Tlemcen
<i>Thymus fontanesii</i>	Boiss et Reuter	Commun dans le Tell Endémique Est Algérie-Tunisie
<i>Thymus commutatus</i>	Battandier	Endémique Oran
<i>Thymus numidicus</i>	Poiret	Assez rare dans : Le sous-secteur de l'atlas tellien La grande et la petite Kabylie De Skikda à la frontière tunisienne Tell constantinois
<i>Thymus guyoni</i>	Noé	Rare dans le sous-secteur des hauts plateaux algérois, oranais et constantinois
<i>Thymus pallidus</i>	Coss	Très rare dans le sous-secteur de L'Atlas Saharien et constantinois
<i>Thymus hirtus</i>	Willd	Commun sauf sur le littoral
<i>Thymus glandulosus</i>	Lag	Très rare dans le sous-secteur des hauts plateaux algérois
<i>Thymus algériensis</i>	Boiss et Reuter	Très commun dans le sous-secteur des hauts plateaux algérois, oranais
<i>Thymus munbyanus</i>	Boiss et Reuter	Endémique dans le secteur Nord algérois

### I-3 Classification

La classification de thym est présentée dans le tableau 3, **(Djedir, 2018)**.

**Tableau (3) : Classification du thym**

Règne	Plantae (végétal)
Embranchement	Spermaphytes (phanérogames)
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicots
Sous classe	Gamopétales (Astérisées)
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées
Genre	Thymus

### I-4 Description morphologique du Thym

Le thym est une plante basse sous-ligneuse, peut atteindre 40cm de hauteur, caractérisée par des feuilles verte foncé de 4–10 mm de long, et de forme elliptique à oblongue et à tige courte (Figure: 8). Ces feuilles sont recouvertes de poils et de glandes (appelés trichomes), ces dernier contiennent l'huile essentielle majoritairement composée de monoterpènes (Figure : 9).

Les calices et les jeunes tiges sont aussi couverts de ces structures qui libèrent l'essence par simple contact, bien qu'en plus faible densité sur les tiges **(Benazzeddine, 2010)**. Ses petites fleurs zygomorphes sont regroupées en glomérules et leur couleur varie du blanc au violet en passant par le rose (Figure :10) **(Kabouche, 2005 ; Remal et Khachouche, 2017)**.

Le thym à une durée de vie allant de 4 à 7 ans **(Lavergne, 2012)**.

La floraison a lieu de avril à septembre, Ses petites fleurs zygomorphes (figure 03), sont regroupées en glomérules et leur couleur varie du blanc au violet en passant par la rose, et sont très appréciées des abeilles **(Kholkhal, 2014)**.





Figure 8 : Différents espèces du genre *Thymus*



Figure 9 : Feuilles de différentes espèces du genre *Thymus*



Figure 10 : Fleurs de différentes espèces du genre *Thymus*

### I-5 Principes actifs du Thym

- Les acides phénoliques: acide caféique, acide rosmarinique.
- Les flavonoïdes: hespéridine, eriotrécine, narirutine, lutéoline.
- Les polyphénols: tanins (**Zeghad, 2009**).

### I- 6 Domaine d'usage du Thym

#### 1-Usage traditionnel

Le thym est utilisé comme aromate en cuisine, c'est une plante condimentaire très appréciée en Algérie et dans différentes parties du monde pour aromatiser les plats, les fromages et les boissons alcoolisées. C'est une plante médicinale recommandée contre tous les types de faiblesse, et indiquée pour les crampes d'estomac, les inflammations pulmonaires les palpitations, ainsi que les affections de la bouche (**Daidj, 2007 ; Djeroumi et Nacef, 2004 ; Mayer, 2012**).

Il est considéré aussi comme l'un des remèdes populaires les plus utiles et efficaces, dans le traitement des affections respiratoires; rhume, grippe, et angine par trempage des feuilles sèches. Egalement Utilisé dans le nettoyage et la cicatrisation des plaies, l'expulsion des gaz intestinaux et contre la mauvaise digestion, grâce à ses propriétés stomachiques antiseptiques des voies respiratoires et pectorale (**Baba Aissa, 1990 ; Hadouche, 2011**).

#### 2- Usage médicinal et pharmaceutique

Les feuilles du thym sont riches en HEs dont les propriétés sont mises en profit en phytothérapie et en médecine, comme produit vétérinaire (antiparasite, antispasmodique, antiseptique et digestif), en plus des études ont confirmé leur activités antiseptique et spasmolytique.

Le thym possède des vertus antiseptique utilisées pour soigner les infections pulmonaires, il calme les toux quinteuses, diminue les sécrétions nasales et soulage les problèmes intestinaux (**Frederich, 2014 ; Saidj, 2007**). Plus de 90 espèces de Lamiacée sont inscrites dans la pharmacopée parmi lesquelles le thym (**Nouioua, 2012**). En pharmacie, le thymol et le carvacrol sont employés en collutoires, dans les dentifrices, les savons, les onguents, les lotions, les pastilles pour la gorge et les remèdes antigrippe.

Plusieurs études ont montré que le thymol possède de nombreuses activités biologiques telles que l'activité antispasmodique, antimicrobienne, fongicide, insecticide, antioxydante, anticancérogène et anti-inflammatoire (**Daoudi, 2016**). Par ailleurs, les extraits de thym ont montré une large activité antibactérienne en inhibant la croissance des bactéries à Gram positif et Gram négatif (**Qaralleh et al., 2009**).

### 3- Usage cosmétique

Le thym herbe aromatique est connu pour son agréable odeur, il entre dans la composition de beaucoup de produits cosmétiques. L'huile essentielle du thym riche en thymol est utilisée pour la confection de savons, de produits de beauté, des parfums, des détergents, d'articles de toilette, produits d'hygiène, et bien d'autres produits. Par ailleurs, il a été démontré que le thym est un bon remède contre la chute de cheveux (Benteyeb et Djemmal, 2014 ; Saidj, 2007 ; Zrira, 2003).

## II -*Thymus vulgaris* L.

### II-1 Dénomination

*Thymus vulgaris* a été ainsi nommé par Carl Von Linné en 1753 et reste le nom utilisé par toutes les nomenclatures scientifiques. C'est une plante des pharmacopées méditerranéennes. Il a la particularité de présenter une diversité de chémotypes très importante, ce qui lui confère ainsi une grande variété de constituants médicinaux. Les noms vernaculaires de l'espèce *Thymus vulgaris* sont les suivants :

**Arabe :** Zaaateur, Zaatara, Zaitra

**Français :** thym commun, thym vulgaire, thym de jardins, farigoule et barigoule.

**Allemand:** Thymian, Echter Thymian, Garten thymian, Römischer thymian.

**Anglais :** common thym, garden thym (Teuscher et al., 2005).

### II-2 Description morphologique

*Thymus vulgaris* est un petit sous-arbrisseau vivace, touffu et très aromatique de 7 à 30 cm de hauteur, d'un aspect grisâtre ou vert-grisâtre (Figure : 11).



Figure11 : La plante *Thymus vulgaris*

a) **Tiges** : Elles sont ligneuses à la base, herbacées supérieurement, sont presque cylindriques. Ces tiges ligneuses et très rameuses sont regroupées en touffe ou en buisson très dense. Elles peuvent acquérir, vers leur base, une assez grande épaisseur (Figure : 12).



**Figure12 : Tige de *Thymus vulgaris***

(*etienne.aspard.free.fr*)

b) **Feuilles** : Elles sont très petites, ovales, lancéolées, à bord roulés en dessous à nervures latérales distinctes, au pétiole extrêmement court, et blanchâtres à leur face inférieure (Figure :13).



**Figure 13 : Feuilles de *Thymus vulgaris***

c) **Fleurs** : Elles, sont presque roses ou presque blanches, font de 4 à 6 mm de longueur, réunies ordinairement au nombre de trois à l'aisselle des feuilles supérieures. Elles forment ainsi une sorte d'épi foliacé au sommet des ramifications de la tige (Figure : 14).



Figure 14 : Fleurs de *Thymus vulgaris*

### II-3 Classification de *Thymus vulgaris*

La classification botanique de *Thymus Vulgaris* est la suivante:

- ♣ Règne : *Plantae*
- ♣ Sous-règne : *Tracheobionta*
- ♣ Embranchement : *Magnoliophyta*
- ♣ Sous-embranchement : *Magnoliophytina*
- ♣ Classe : *Magnoliopsida*
- ♣ Sous-classe : *Asteridae*
- ♣ Ordre : *Lamiales*
- ♣ Famille : *Lamiaceae*
- ♣ Genre : *Thymus*
- ♣ Espèce : *Thymus vulgaris* (Zeghad, 2009).

### II-4 Composition chimique

*Thymus vulgaris* renferme une huile volatile de couleur pâle, jaune ou rouge, avec une odeur riche, et aromatique et un goût persistant, corsé et épicé (Farrell, 1998). L'huile essentielle de *Thymus vulgaris* est composée d'une quantité très variable en phénols dont le thymol et le carvacrol en sont les majeurs constituants. Elle contient également d'autres composants minoritaires comme présentés dans le tableau 4 (Abdelli, 2017).

**Tableau (4) : Composition chimique de l'huile essentielle de *T. vulgaris***  
(Abdelli, 2017)

Espèce	Familles	Composition
<i>Thymus vulgaris</i>	<b>Phénols</b> (20 – 80%)	Thymol (30 – 70%)
		Carvacrol (3 – 15%)
	<b>Alcools</b>	Linalool (4 - 6.5%)
		$\alpha$ -terpinéol (7.8 – 8.9%)
	<b>Monoterpènes hydrocarbonés</b>	p-cymène (15 – 20%)
		$\gamma$ -terpinène (5 – 10%)
		Bornéole, camphre, limonène, myrcène, $\beta$ -pinène, trans sabinène hydrate, terpinène-4-ol
		(0.5 – 1.5%)
	<b>Sesquiterpènes hydrocarbonés</b>	$\beta$ -caryophyllène (1 – 3%)

### II-5 Chemotypes de *Thymus Vulgaris*

L'espèce *T. vulgaris* est très connue pour son polymorphisme chimique. En effet, elle est représentée par au moins sept chémotypes différents, définis en fonction du constituant principal de son huile essentielle. Deux ont une structure phénolique et cinq une structure non phénolique.

- *Thymus vulgaris* à Thymol, **Phénols**
- *Thymus Vulgaris* à Carvacrol, **Phénols**
- *Thymus vulgaris* à Géraniol,
- *Thymus vulgaris* à Linalool,
- *Thymus vulgaris* à Thujanol, **Non phénols**
- *Thymus vulgaris* à  $\alpha$ -Terpinéol.
- *Thymus vulgaris* à 1,8-cinéole **(Benbouali, 2006).**

Cette variabilité chimique dépend de plusieurs facteurs qui sont généralement d'ordres climatiques, environnementaux, génétiques, saisonniers (Abdelli, 2017), et peut aussi être due aux conditions de séchage, de stockage et des méthodes d'études (Madi, 2010 ; Raymond, 2005) (Figure : 15).

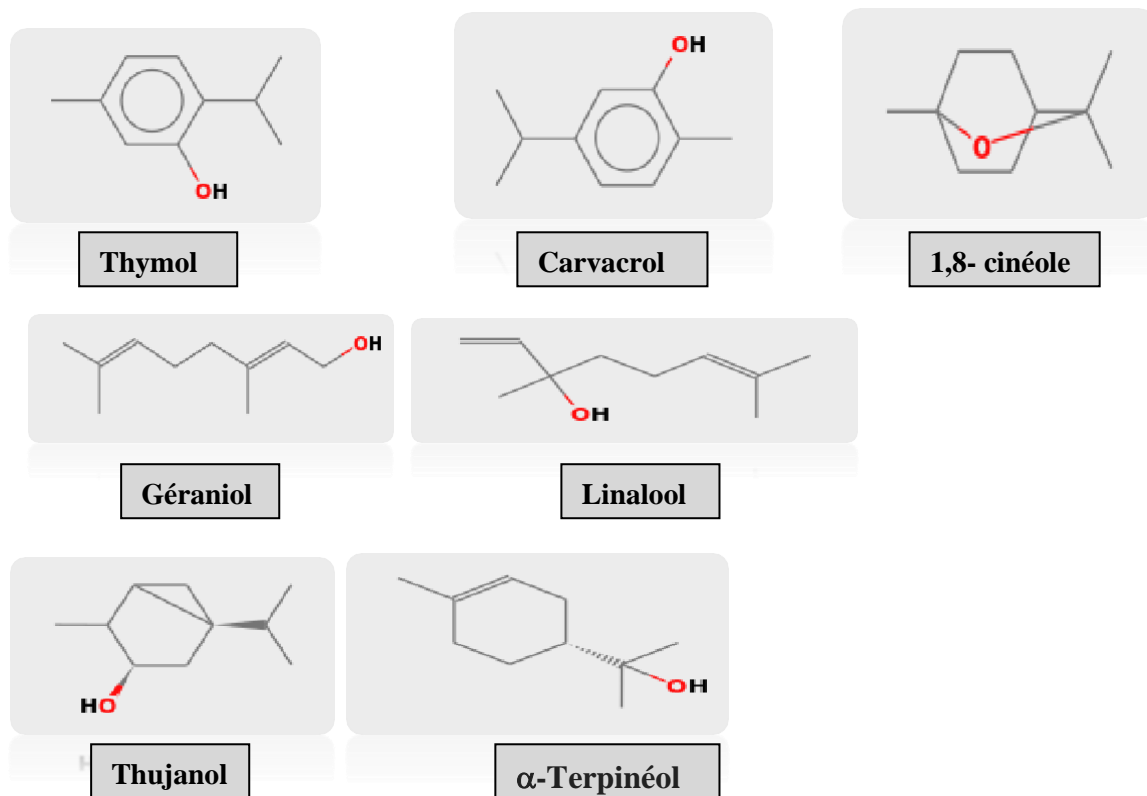


Figure 15 : les chémotypes de *Thymus vulgaris*

## II-6 Répartition de *Thymus vulgaris* en Algérie

La répartition de l'espèce *Thymus vulgaris* en Algérie et selon différentes études est représentée dans le tableau 5.

**Tableau(5): Distribution géographique de *Thymus vulgaris* en Algérie**

Wilaya	Partie utilisée	Références
<b>Chlef</b>	Feuilles +fleurs	Benboualiali, 2006
<b>Mostaganem</b>	Feuilles +fleurs	Abdelli, 2017 Benmadi et Abida, 2018
<b>Naama</b>	Feuilles +fleurs	Benmadi et Abida, 2018
<b>M'sila</b>	Feuilles	Binata et Dikes , 2018
<b>Constantine</b>	Feuilles	Zeghad, 2008
<b>Tlemcen</b>	Feuilles	Abdelli, 2017
<b>Bouira</b>	Feuilles, tiges et fleurs	Belgaid et Rahmani, 2018
<b>Alger</b>	Tige +feuilles	Boukhatem et al., 2014
<b>Ain defla</b>	Partie aérienne.	Ghomari et al., 2013
<b>Relizane</b>	feuilles + tige	Djrourou et Habouchi, 2018
<b>Tipaza</b>	Feuilles et tiges	Zaid et Tifourghi, 2020
<b>Souk-Ahras</b>	Feuilles	Bouzabata, 2015
<b>Boumerdès</b>	partie aérienne	Oulebsir-Mohandkaci et al., 2015
<b>Ghardaïa</b>	Partie arienne	Kemassi et al., 2014
<b>Sétif</b>	Toute la plante	Nedjai et Nedjai , 2017

La carte suivante (figure : 16) représente la répartition géographique de *Thymus vulgaris* selon les études effectuées dans différentes régions de l'Algérie.



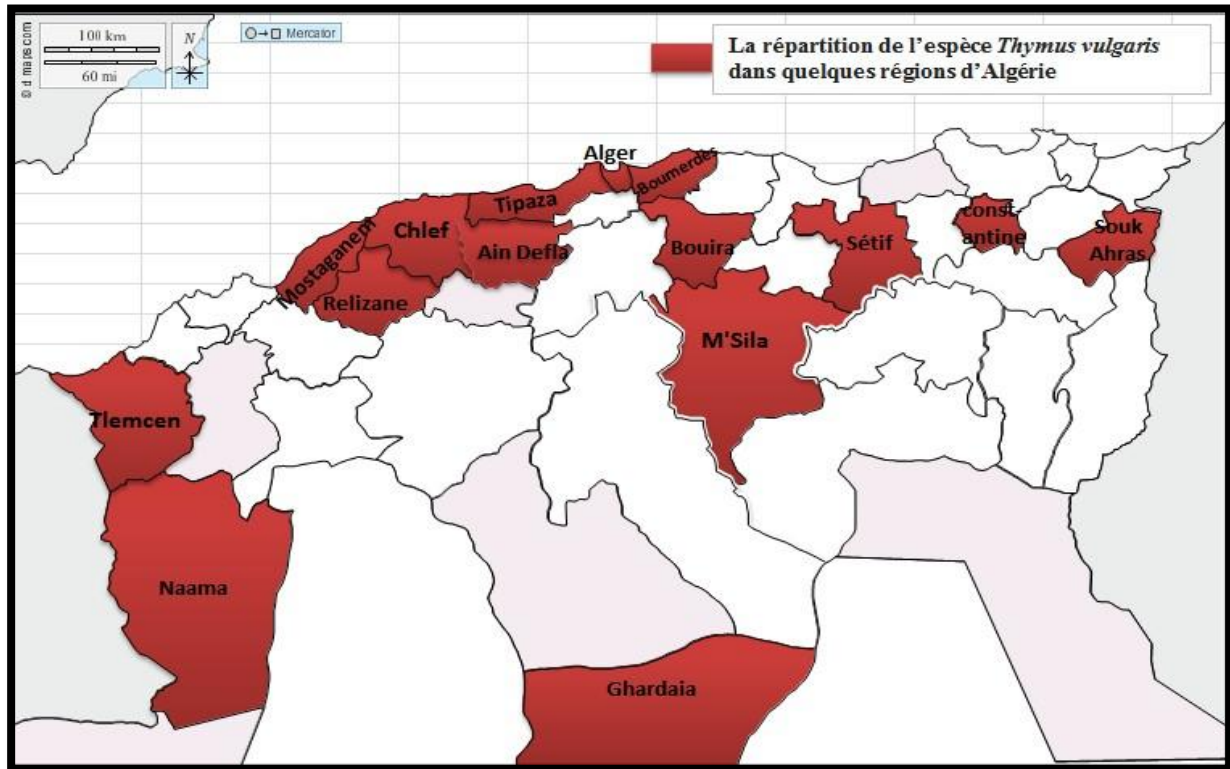


Figure 16 : Carte de la répartition de *Thymus vulgaris* dans différentes régions d'Algérie (carte personnelle)

### II-7 Utilisation et activités biologiques de *Thymus vulgaris*

*Thymus vulgaris* est une des plantes aromatiques les plus populaires utilisées dans le monde. Il est vastement appliqué et touche particulièrement le domaine alimentaire et celui de la médecine traditionnelle (Adwanet et al., 2006).

L'huile essentielle de cette plante est exploitée en aromathérapie et dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques (Tisserand, 2014). Elle entre dans la composition de divers produits pharmaceutiques tels que : les pommades antiseptiques et cicatrisantes, les émulsions, les cataplasmes, ainsi que, les gouttes, les sirops, les élixirs ou les gélules pour le traitement des affections des voies respiratoires ainsi que des préparations pour inhalation (Tiwari et Tandon, 2004 ; Zarzuelo et Crespo, 2002).

En raison de ses nombreuses propriétés ethno médicinales, *Thymus vulgaris* est utilisé comme stimulant, antiseptique, sédatif, stomatique, antitussif, antispasmodique, antimicrobien, antioxydant, anti-inflammatoire, antiviral, carminatif, expectorant, diaphorétique et diurétique (Johnson, 1998 ; Razzaghi-Abyaneh et Rai, 2013).



*Chapitre III*

**Etude des propriétés de  
*Thymus vulgaris* L.**



### III-1 Etude analytique de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L.

#### III-1-1 Rendement

Selon la norme AFNOR (1986), le rendement en huile essentielle ( $R_{HE}$ ) est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après l'extraction ( $m'$ ) et la masse de la matière végétale utilisée ( $m$ ). Le rendement est exprimé en pourcentage, et il est calculé par la formule suivante :  $R_{HE} (\%) = (m' / m) \times 100$  (Chaoui et Chegroune, 2019).

Le rendement enregistré pour l'huile essentielle de l'espèce *T. vulgaris* en Algérie et dans différentes régions du monde est donné dans le tableau (6).

**Tableau (6) : Rendements de l'HE de *T. vulgaris* en Algérie et dans différentes régions du monde**

Rendement (%)	Origine	Références
4,2	Algérie (Tlemcen)	Abdelli, 2017
2,2	Algérie (Mosaganem)	Abdelli, 2017
1,15	Algérie (M'Sila)	Binata et Dikes, 2018
1,58	Algérie (Blida)	Bouguerra et al., 2017
2	Algérie (Relizane)	Djrourou et Habouchi, 2018
1,31	Algérie (Chlef)	Benbouali, 2006
1,12	Algérie (Tizi Ouzou)	Aoamari et sehaki, 2018
2,7	Algérie (Ain Defla)	Sidali et al., 2014
1,42	Algérie (Setif)	Nedjai et Nedjai, 2017
1,18%	Algérie (Tiaret)	Hassani et al., 2017
0,90	Cameroun	Ahmia et Fethallah, 2020
1,6	Turquie	Shazia et al., 2011
1	Maroc	El-Akhal et al., 2014
0,5	Maroc	El Ouali Lalami et al., 2013
1,6	France	Satyal et al., 2016
0,25	Brésil	Alexandre et al., 2007
1	Serbie	Satyal et al., 2016
2,5	Malaisie	Eqbal et al., 2017
0,81	Iran	Pirbalouti et al., 2013
5,0	Jordanie	Hudaib et Aburjai, 2007
1,25	Roumanie	Borugă, 2014

Les rendements rapportés dans la littérature dans différentes régions d'Algérie de l'HE de *Thymus vulgaris* varient entre 1,12 % et 4,2% avec la plus grande valeur pour l'espèce de Tlemcen. Ces rendements sont relativement proches de ceux trouvés chez la même espèce dans différentes régions du monde, en effet le rendement varie de 0,25% à 5,0 % avec la plus grande valeur pour l'espèce de Jordanie.

La différence enregistrée dans le rendement de l'HE de *T.vulgaris* est influencée par les facteurs intrinsèques (Cycle végétatif, organe producteur, organe botanique, chémotype...) et les facteurs extrinsèques (Conditions climatiques et environnementales, température, durée d'ensoleillement, fréquence et l'intensité de la précipitation, effet du stade de développement et période de récolte de la plante) (Remal et Khachouche, 2017).

### III-1-2 Caractéristiques organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques (couleur, odeur et aspect) de l'HE de *Thymus vulgaris* sont regroupées dans le Tableau (7) (Figure 17).

**Tableau (7) : Caractéristiques organoleptiques de l'HE de *Thymus vulgaris***

Aspect	Couleur	Odeur	Références
Liquide mobile	Couleur traditionnellement allant du brun au brun-rouge	Odeur caractéristique aromatique, phénolique (thymol) avec un fond légèrement épicé	AFNOR, 2000
Liquide mobile	Brun clair	Caractéristique, aromatique et légèrement épicée	Boukhatem et al., 2014
Liquide limpide	Jaune foncée	Forte odeur	Zaid et Tifourghi, 2020
Liquide	Jaune claire	Aromatique âcre, caractéristique de l'espèce végétale.	Binate et Dikes, 2018
Liquide	Brun, rougeâtre	Agréable, épicée	Benbouali, 2006
Liquide	Jaune orange	odeur piquante.	Hassani et al., 2017
Liquide	Jaune pâle	/	Bouguerra et al., 2017



Figure 17 : Huile essentielle de *Thymus vulgaris*

([www.alamy.com](http://www.alamy.com))

### III-1-3 Caractéristiques physicochimiques

Le contrôle de l'huile essentielle se fait par la détermination des paramètres physico chimiques qui seront utilisées pour décrire l'huile et servir de critères de qualité de l'huile.

Les méthodes de détermination des caractéristiques physico-chimiques sont décrites dans le recueil de normes publié par l'Association Française de Normalisation (AFNOR, 1989).

L'HE de *T. vulgaris* est caractérisé par des constantes physico-chimiques, qui sont déterminées selon des méthodes normalisées (Tableau 8).

Tableau 8 : Caractéristiques physicochimiques de l'HE de *thymus vulgaris*

Caractéristiques physico chimiques					
Densité	Indice d'acide	Indice de réfraction	PH	Régions	Références
0,912	3,330	1,467	-	Algérie (Chlef)	Benbouali, 2006
<b>1,05</b>	<b>9,25</b>	1,503	6	Algérie (Ain Defla)	Benaziza et Benhalima, 2017
-	-	1,504	-	Algérie (Tizi Ouzou)	Aoamari et sehaki, 2018
<b>0,79</b>	2,24	1,503	6	Algérie (M'sila)	Binatte et Dikes, 2018
0,939	-	1,491	-	Mexique	Soto-Mendivil et al 2006
0,952	<b>6,4</b>	-	-	Maroc	El Gamouz et al., 2020
0,910 -0,935	4,1-5,2	1,495-1,505	-	-	AFNOR, 1989

Les paramètres physico-chimiques diffèrent suivant l'origine de l'huile essentielle. Ainsi, une huile essentielle provenant d'Italie n'aura pas les mêmes valeurs de paramètres que celle provenant d'Algérie, de Tunisie ou d'Australie. Tous ces paramètres sont influencés par les conditions édaphiques, climatique ainsi que les conditions de culture des plantes (**Remal et Khachouche, 2017**).

La densité est un critère très important pour évaluer la qualité d'une huile essentielle dans différents domaines de vie (cosmétique, pharmacie, agroalimentaire, chimie, etc.) (**Boughendjioua et Djeddi, 2018**). L'espèce *T. vulgaris* de Ain Defla présente une densité supérieure aux normes (1,05), par contre celle de M'sila enregistre une densité inférieure aux normes (0,74). Pour l'espèce des autres régions d'Algérie et du monde leur densité vérifie les normes (Tableau 8).

L'indice de réfraction est un critère de pureté de l'HE, un faible indice de réfraction indique la faible réfraction de la lumière ce qui pourrait favoriser l'utilisation de l'huile essentielle dans les produits cosmétiques (**Abadlia et Chebbour, 2014 ; Boukhatem et al., 2010**). On remarque que les indices de réfractations enregistrés par l'espèce *T. vulgaris* en Algérie et dans d'autres régions du monde respectent les normes sauf pour l'espèce de Chlef (Algérie) qui donne un indice inférieur aux normes (1,467). Le pH obtenu indique que l'huile de cette espèce est légèrement acide (Tableau 8).

L'indice d'acide donne une idée sur le taux d'acide gras libres, ce paramètre peut nous aider à connaître la qualité de nos produits. Un produit avec un indice d'acidité faible est un produit de bonne qualité. En effet une huile fraîche ne contient que très peu d'acides libres. C'est pendant la période de stockage que l'huile peut subir des dégradation telle l'hydrolyse des esters (**Lazouni et al., 2007**).

L'espèce *T. vulgaris* d'Ain Defla et de Tlemcen en Algérie ont enregistrées des valeurs de  $I_A$  élevées par rapport aux normes : 9,25 et 8,4 respectivement, ainsi que l'espèce du Maroc qui présente un  $I_A = 6,4$  (Tableau 8).

### **III- 1-4 Composition chimique de l'huile essentielle de *Thymus. Vulgaris***

De nombreuses études ont révélé que les parties aériennes de *Thymus vulgaris* sont très riches en plusieurs constituants dont la teneur varie selon la variabilité des conditions géographiques, climatiques, de séchage, de stockage et des méthodes d'études.

L'hybridation facile de l'espèce mène à une grande variabilité intra spécifique qui

affecte l'homogénéité du rendement d'extrait et sa composition en produits chimiques (**Abbas et Guerriche, 2016 ; Bruneton, 1999**). Au sein d'une même espèce la composition chimique de l'huile essentielle peut être différente : on parle alors de races chimiques ou de chémotypes.

La composition chimique de l'huile essentielle de l'espèce *T. vulgaris* en Algérie et dans différentes régions du monde est indiquée dans le tableau 9.

**Tableau 9 : Composition chimique de l'huile essentielle de *T. vulgaris***

Composés principaux	Origine	Références
<b>Thymol (58,1 - 44,4%)</b> p-cymène (18,5 - 9,1%) $\gamma$ -terpiène (18,0 - 6,9%) carvacrol (4,2 - 2,4%)	Algérie (Mostaganem)	Benmadi et Abida, 2018
<b>Thymol (70 - 30%)</b> p-cymène (20 - 15%) Carvacrol (15 - 3%) $\gamma$ -terpinène (10 - 5%)	Algérie (M'sila)	Binata et dikes, 2018
<b>Thymol (67,3 %)</b> $\gamma$ -Terpinène (10,1 %) p- cymène (6,0 %)	Algérie (Tlemcen)	Abdelli, 2017
<b>Thymol (59,5 %)</b> $\gamma$ -Terpinène (8,7%) p-cymène (5,6 %)	Algérie (Mostaganem)	Abdelli, 2017
<b><math>\gamma</math>-terpinène (25,70 %)</b> thymol (20,83 %) p-cymène (20,04 %)	Algérie (Djelfa)	Benabed et al., 2018
<b>Carvacrol (48,4%)</b> thymol (5,6 %)	Algérie (Chlef)	Brada et al., 2009

**Tableau 9 : Composition chimique de l'huile essentielle de *T. vulgaris***  
(suite)

<b>Carvacrol (55,1%)</b> γ-terpinène (12,6%) p- cymène (9,2%) linalool (3,8%)	<b>Algérie</b> <b>(Ain Defla)</b>	<b>Sidali et al., 2016</b>
<b>Carvacrol (83,66%)</b> p-cymène (3,623%) thymol (2,85%)	Algérie (Chlef)	Benbouali,2006
<b>Carvacrol (83,8%)</b> p-cymène (8,15%) γ-terpinène (4,96%)	Algérie (Bouira)	Benachenhou et Sahari, 2020.
<b>Linalool (82, 88%)</b> Thymol (4,92%)	Algérie (Blida)	Bouguerra et al. (2017)
<b>Thymol (42,01%)</b> p-cymène (14,34%) γ-terpinène (12,06 %) carvacrol (5,07%)	Maroc	Lakhdar, 2015
<b>Thymol (41,39%)</b> γ-terpinène (22,25%) p_cymène (15,59%) α-terpinène (3,25%)	Maroc	El Ouali Lalami et al., 2013
<b>Thymol (46,2%)</b> γ-terpinène (14,4%) p-cymène (9,9%) linalool (4%)	Turquie	Mebarki, 2010
<b>Thymol (55,3%)</b> p- cymène (11,2%) carvacrol (8,7%) β-caryophyllene (4,2%)	Iran	Bahisht et al., 2020
<b>Thymol (40,98%)</b> p-cymène (15,32%) γ-terpinène (12,01 %)	Egypte	Al saqqa et al., 2018



**Tableau 9 : Composition chimique de l'huile essentielle de *T. vulgaris***  
(suite)

<b>Thymol (55-36%)</b> p-cymène (28-15%) γ-terpinène (10-5%) linalool (6,5-4%)	France	David, 2019.
<b>Thymol (30,86 %)</b> p-cymène (30,53%) sabinene (4,24%) carvacrol (3,37%)	Roumanie	Grigore et al., 2010
<b>Thymol (44,97 %)</b> p-cymène (7,61%) γ-terpinene (7,08 %)	Pologne	Wesolowska et Jadcak, 2019
<b>Thymol (51,34 %)</b> p-cymène (18.35%) caryophyllene (4.26%)	Yemen	Maqtari et al., 2011
<b>Thymol (46,21 %)</b> γ-terpinène (14,08%) p-cymène (9,91%) linalol (3,99%)	USA	Shazia et al., 2011.
<b>Thymol (44,7 %)</b> p-cymène (18,6%) γ-terpinène (16,5%) carvacrol (2,4%)	Brésil	Alexandre et Ronoel, 2007
<b>Thymol (64,45%)</b> γ-terpinène (9,22%) p_cymène (6,18%) carvacrol (2,82%)	Inde	Valizadeh et al., 2015.
<b>Thymol (54,26%)</b> p-cymène (6,18%) carvacrol (7,61%)	Arabie Saoudite	Agili, 2014

**Tableau 9 : Composition chimique de l'huile essentielle de *T. vulgaris***  
(suite)

<b>Carvacrol (78,4 %)</b> p-cymène (4,6 %)	Maroc	El Hattabi et al., 2016
<b>Carvacrol (85%)</b> thymol (83%) p-cymène (6,0%) linalool (21%)	Pologne	Marzena et al., 2010
<b>Carvacrol (41,1%)</b> thymol (30,6%) p-cymène (11,2%) $\gamma$ -terpinène (9,5%)	Estonie	Zeghib, 2013.
<b><math>\gamma</math>-terpinène (32,60%)</b> thymol (29,10%) para- cymène (23,56%)	Inde	Punyashreeta et al., 2019.
<b>p-cymène (45,90%)</b> thymol (23,72%) cis-sabinene hydrate (5,9%) linalool (3,90%)	Cameroune	Florentine et al., 2016
<b>Bornéole (28,4%)</b> thymol (16,6%) carvacrol méthyl ether (9,6%) Camphene (6,9%)	Mexique	Erica et al., 2006
<b>Linalool (39,21%)</b> terpinène 4-ol (10,21%) Myrcène (6,31%) $\alpha$ -pinène (4,08%)	Espagne	Deschepper, 2017
<b>Linalool (60,55%)</b> $\alpha$ - terpenyl acetate (13.95%)	Italie	Torras et al., 2007
<b>Linalool (40,2-43,0%),</b> p-cymène (13,5-15,5%) 1,4-terpineol (4,3- 6,8%)	Croatie	Jukic et Milos, 2005

L'espèce *T. vulgaris* est très connue pour son polymorphisme chimique. En effet, elle est représentée par au moins sept à huit chémotypes différents, définis en fonction du constituant principal de son huile essentielle.

L'espèce *T. vulgaris* dans différentes régions d'Algérie et selon notre recherche est caractérisée par quatre chémotypes à savoir : **Thymol** dans les régions de Mostaganem et M'sila avec des teneurs variant entre (30 % - 70 %), **carvacrol** dans les wilayas : Ain Defla, Chlef et Bouira avec des teneurs de (48,4 % - 83,8 %),  **$\gamma$ -terpinène** (25,7%) dans la région de Djelfa et **Linalool** (82,88%) dans la région de Blida ( Figures 18, 19, 20).

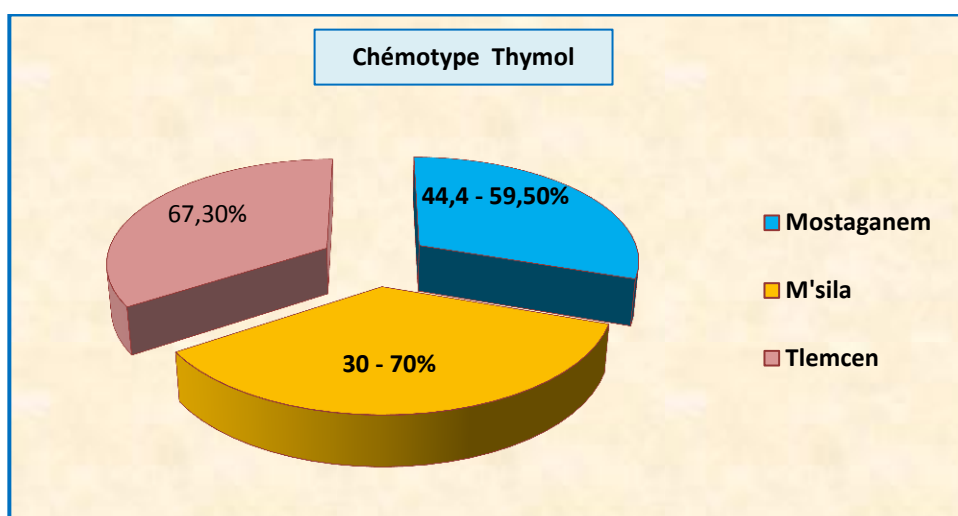


Figure 18 : Teneurs du chémotype Thymol de *T. vulgaris* dans différentes régions d'Algérie (Résultats personnels)

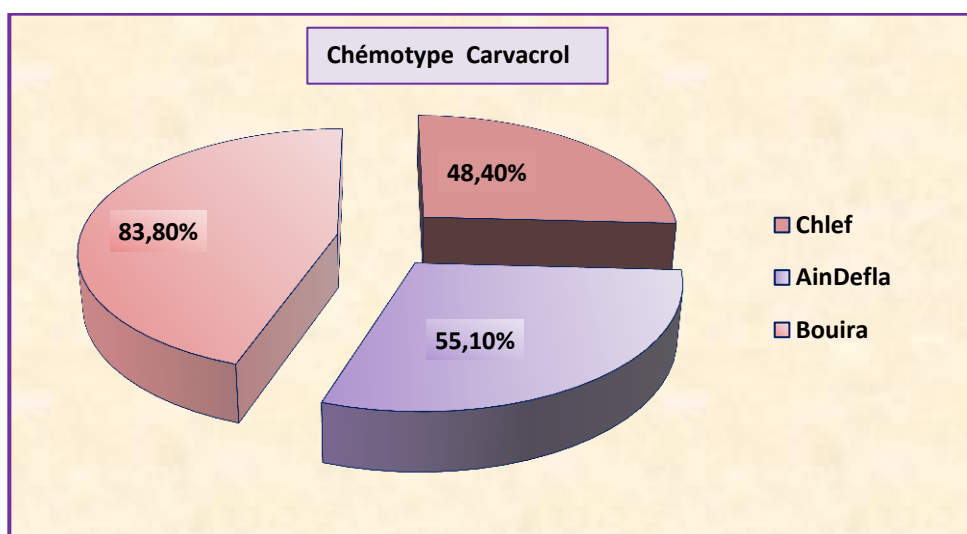
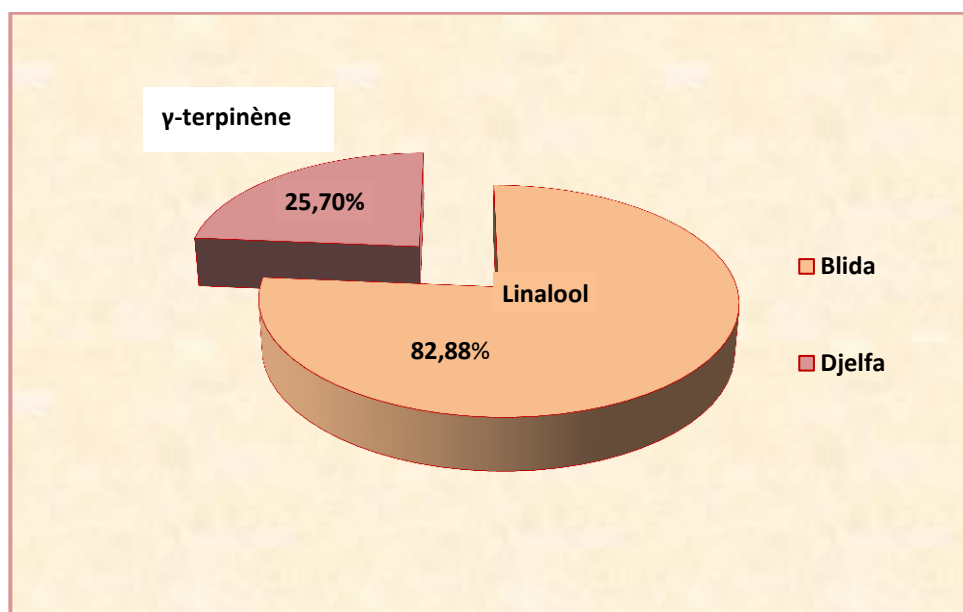


Figure 19 : Teneurs du chémotype Carvacrol de *T. vulgaris* dans différentes régions d'Algérie (Résultats personnels)



**Figure 20 : Teneurs du chémotype Linalool et  $\gamma$ -Terpinène de *T. vulgaris* dans différentes régions d'Algérie (Résultats personnels)**

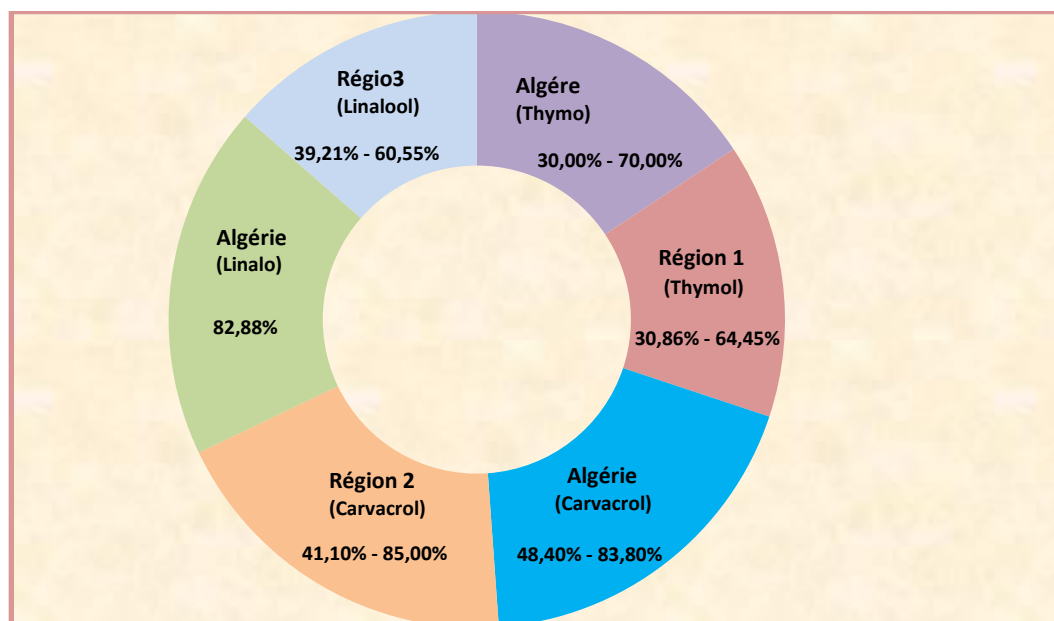
La composition chimique de l'HE de *T. vulgaris*, prélevée de différents endroits très éloignés géographiquement peut être représentée en régions selon le chémotype de l'huile :

**Région 1:** Maroc, Turquie, Iran, France, Egypte, Roumanie, Pologne, Yémen, Etats unis, Brésil, Inde et Arabie Saoudite, est remarquablement riche en Thymol avec un taux qui varie entre (30,86% – 64,45%) (Figure 25). Il faut savoir que le chémotype thymol est le plus fréquent chez l'espèce *T. vulgaris* (Figure 21).

**Région 2 :** Maroc, Pologne et Estonie est à chémotype Carvacrol avec une teneur variant entre (41,1% - 85%) (Figure 21).

**Région 3 :** Espagne, Italie et Croatie est riche en Linalool avec un taux variant entre : (39,21% – 60,55%) (Figure 21).

Par ailleurs, l'espèce *T. vulgaris* de l'Inde est à chémotype  $\gamma$ -terpinène (32,60%), celle du Cameroun est à chémotype p-cymène (45,90%) et l'espèce du Mexique présente comme composé majoritaire le Bornéole (28,4%) (Tableau 9).



**Figure 21 : Teneurs des chémotypes Thymol, Carvacrol et Linalool de *T. vulgaris* en Algérie et dans différentes régions du monde (Résultats personnels)**

### III-2 Activités biologiques de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L.

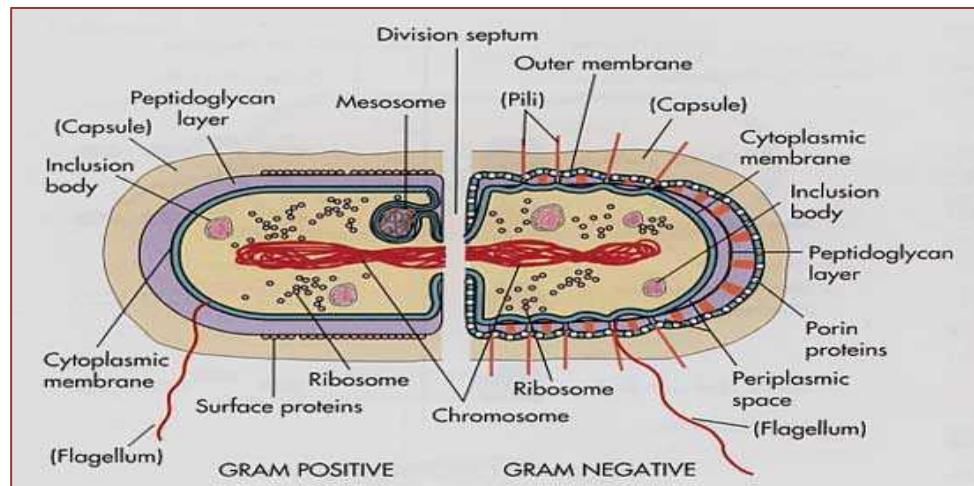
Les huiles essentielles sont utilisées en phytothérapie à cause de leurs nombreuses propriétés biologiques qui sont étroitement liées à la nature de leurs constituants et aux groupements ou fonctions chimiques qu'elles possèdent (Touhami, 2017). Les HEs du genre thymus en général, et *T. vulgaris* en particulier possèdent des activités biologiques très importantes qui sont liées à leur grande biodiversité structurale.

Cinq activités biologiques de l'huile essentielles de *Thymus vulgaris* ont été examinées dans cette étude indiquant l'importance de cette huile dans différents domaines. Les informations décrites peuvent être utile dans la rationalisation de l'utilisation des HEs de *T. vulgaris* comme source de constituants pour les produits pharmaceutiques et les applications agrochimiques ainsi que les conservateurs alimentaires.

#### III-2-1 Activité antibactérienne

Les bactéries sont des organismes vivants unicellulaires et procaryotes présents dans tous les milieux. La plupart d'entre elles possèdent une paroi cellulaire glucidique. Elles ont une taille moyenne de 0,5 à 2  $\mu\text{m}$  de large et 2 à 6  $\mu\text{m}$  de long, parfois beaucoup plus (Touhami, 2017).

En fonction de la technique de coloration de Gram, on distingue les bactéries Gram (+) et Gram (-) (Figure 23).



**Figure 22 : Structure de bactérie a Gram positif et Gram négatif**

(Ramdani, 2016)

La première mise en évidence de l'action des huiles essentielles contre les bactéries a été réalisée en 1881 par Delacroix. Depuis, de nombreuses huiles ont été définies comme antibactériennes. Leur spectre d'action est très étendu, car elles agissent contre un large éventail de bactéries, y compris celles qui développent des résistances aux antibiotiques. Cette activité est par ailleurs variable d'une huile essentielle à l'autre et d'une souche bactérienne à l'autre (Guinoiseau, 2010).

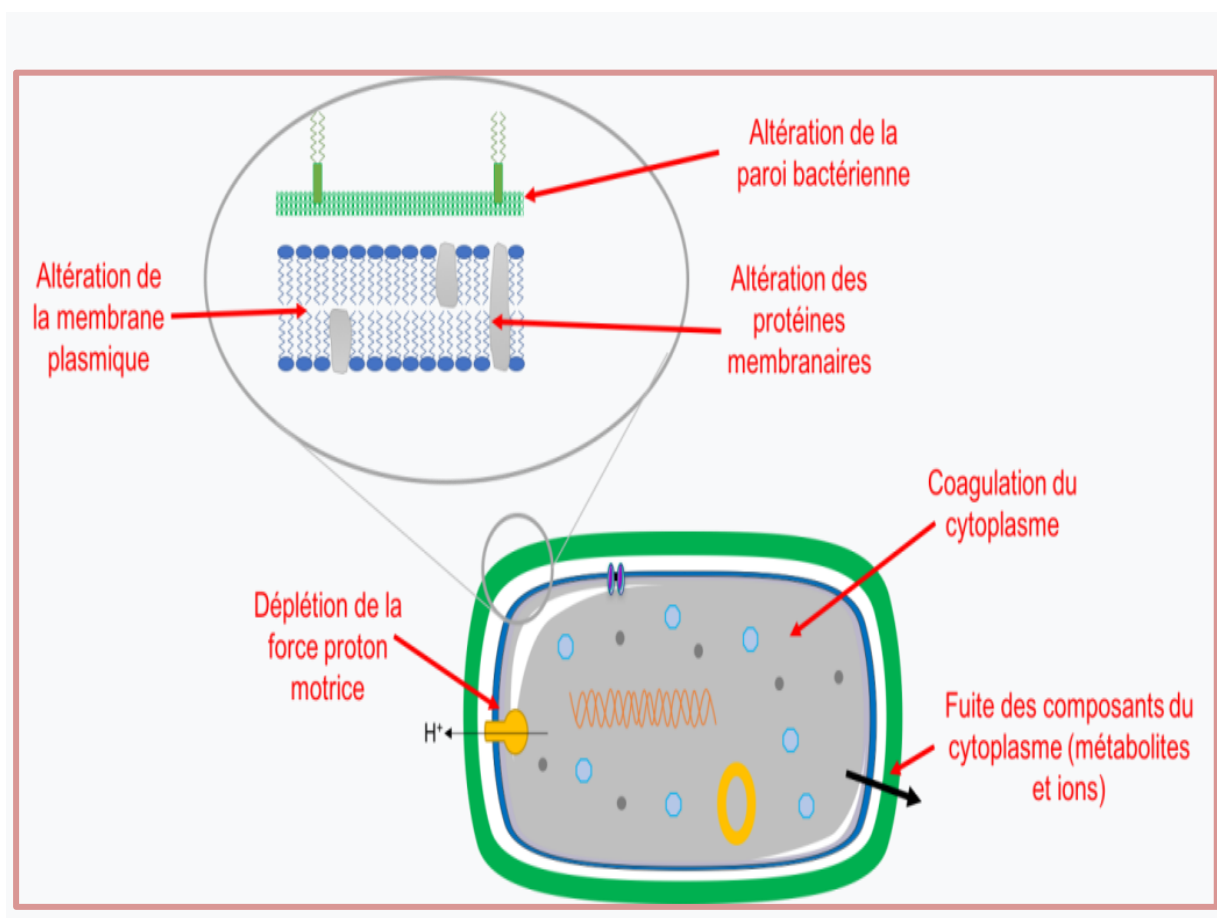
Les HEs sont légèrement plus actives contre les bactéries gram-positifs que gram-négatif. La membrane extérieure des Gram- est plus riche en lipopolysaccharides (LPS) et en protéines que celle des Gram+ ce qui la rend plus hydrophile et ce qui empêche les terpènes hydrophobes d'y adhérer. Néanmoins, certains composés phénoliques de bas poids moléculaire comme le thymol et le carvacrol peuvent adhérer à ces bactéries par fixation aux protéines et aux LPS membranaires grâce à leurs groupes fonctionnels et atteindre ainsi la membrane intérieure plus vulnérable (Iazzouguen et Ouatah, 2012).

L'activité antimicrobienne des huiles essentielles est principalement liée à leur composition chimique, en particulier de leurs composés volatils majeurs. Etant donné la complexité de leur composition chimique, tout laisse à penser que ce mode d'action est assez complexe et difficile à cerner du point de vue moléculaire. Il est très probable que chacun des constituants des HEs ait son propre mécanisme d'action (Bazine et Benzaid, 2019).

Le mode d'action des HEs dépend en premier lieu du type et des caractéristiques actifs, en particulier leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne ce qui entraîne :

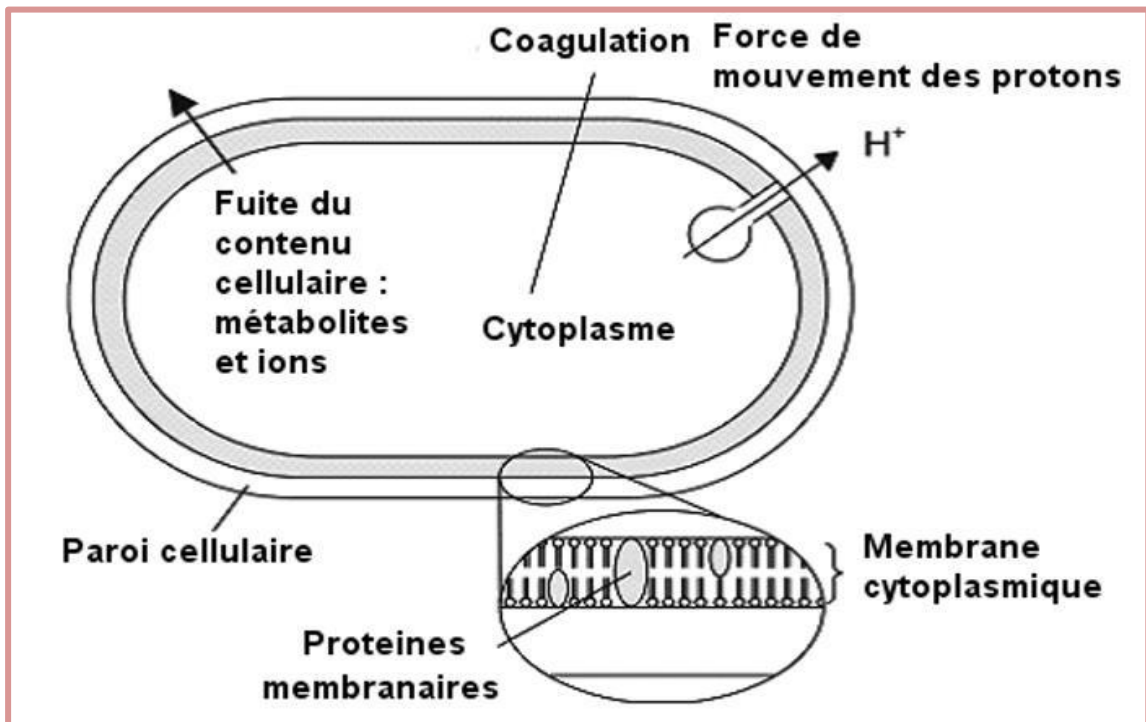
- L'augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaire.
- L'acidification de l'intérieur de la bactérie, bloquant ainsi la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- L'inhibition de la synthèse de l'ADN et de l'ARN des protéines et des polysaccharides.

(Benaziza et Benhalima, 2017).



**Figure 23 : Mode d'action des huiles essentielles**

(<https://laboratoiredumani.fr/>)



**Figure 24 : Principales localisations des sites d'action des constituants des huiles essentielles (Ziti-Freville, 2019)**

Les HEs les plus étudiées pour leurs propriétés antibactériennes appartiennent aux Labiées : origan, thym, sauge, romarin, clou de girofle sont des plantes aromatiques à huile essentielle riches en composés phénoliques comme l'eugénol, le thymol et le carvacrol. Ces composés possèdent une forte activité antibactérienne. Le carvacrol est le plus actif de tous (**Labioud et Aouadi, 2016**). L'efficacité antimicrobienne des huiles essentielles dépend de deux principaux paramètres : L'huile et sa composition chimique d'une part et le microorganisme d'autre part (**Chaoui et Chegroune, 2019**).

La plante *Thymus vulgaris* est douée de propriétés antimicrobiennes très appréciées, et cela justifie son utilisation dans le traitement traditionnel comme un remède antibactérien (**G. Yakhlef1 et al, 2011**). Les huiles essentielles de *Thymus vulgaris* ont été testées contre un panel de 21 souches bactériennes décrites dans le tableau (10).



Tableau 10 : Activités antibactériennes de l'HE de *Thymus vulgaris*

Espèces cibles	Références
<i>Bacillus cereus</i>	Cheurfa et al., 2013
<i>Bacillus subtilis</i>	Binate et Dikes, 2018
<i>B. capsulas</i>	Nikolić M et al., 2014
<i>Citrobacter freundii</i> ,	Kaloustian, 2008
<i>E. faecium</i>	Bouhdid et al., 2006
<i>Escherichia coli</i>	El Ouali Lalami, 2013
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Yakhlef et al., 2011
<i>Lactobacilus sp</i>	Sidali et al., 2014
<i>L.innocua</i>	Boukrif et Boukabous, 2019
<i>L. monocytogenes</i>	Benmadi et Abida, 2018
<i>Listeria monocytogenes</i>	Rekioua et Rezzai, 2017
<i>Proteus mirabilis</i>	Ettayeb et al., 2000
<i>Proteus vulgaris</i>	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
<i>Salmonella sp</i>	
<i>Salmonella typhimurium</i>	
<i>Serratia sp</i>	
<i>Staphylococcus aureus</i>	
<i>Streptococcus pyogenes</i>	
<i>Streptococcus sp</i>	

D'après **Cheurfa et al., 2013** l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* atteste d'une forte activité antibactérienne vis-à-vis de cinq bactéries pathogènes (*Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae* et *Staphylococcus aureus*) responsables de gastroentérites. Les tests d'inhibitions ont été réalisés par la méthode de diffusion des disques et les résultats ont montré une forte activité antibactérienne de l'huile essentielle avec des diamètres variant de 22,00 à 45,00 mm. Ceux-ci suggèrent que l'utilisation de l'huile essentielle de thym permettrait de mieux protéger l'homme contre les bactéries responsables de gastroentérites.

**Benmadi et Abida, 2018** ont utilisés plusieurs techniques de mesures pour évaluer l'activité antibactérienne de l'HE de *T vulgaris* sur *Escherichia coli* dont : méthode de contact direct, méthode des disques, Concentrations Minimales Inhibitrices et Bactéricides (CMI et CMB). Tous les extraits à différentes polarités de *Thymus vulgaris* ont présenté, notamment à

l'état pur des activités antimicrobiennes intéressants et proche de la gentamicine vis -à- vis d'*E. Coli*.

Selon **Binate et Dikes, 2018** de grandes zones d'inhibition ont été constatées chez toutes les souches bactériennes testées avec l'extrait aqueux de *T. vulgaris*. Les diamètres des zones d'inhibition varient de 14.20 à 22.30 mm. Les valeurs de la CMI varient aussi de 0.5 à 0.0009 %. La souche ayant présenté la valeur de CMI la plus faible est *Escherichia coli* (0.0009 %). A l'opposé, *Klebsiella pneumonia*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et *Serratia sp* ont montrées les mêmes valeurs de CMI les plus élevées (0.5 %), suivie de : *Proteus mirabilis* et *Salmonella typhimurium* ayant toutes les deux les mêmes valeurs de CMI (0.25 %). Cependant, les souches extrêmement sensibles selon les diamètres de la zone d'inhibition sont : *Salmonella typhimurium* (20.30 ± 0.24 mm), *Serratia sp* (20.30 ± 0.94 mm) et *Proteus mirabilis* (22.30 ± 1.00 mm).

L'huile de *Thymus vulgaris* témoigne d'une activité antibactérienne intéressante par rapport à la concentration utilisée (1,5µl) surtout contre la bactérie *Staphylococcus aureus*. En effet, *S. aureus*, souche hautement pathogène, présente une sensibilité élevée à cette huile. Cette grande activité antibactérienne peut être reliée dans le cas de l'huile de *Thymus vulgaris* à la présence du thymol qui est majoritaire. Ce composé phénolique est en effet connu pour ses propriétés antimicrobiennes (**Ettayeb et al., 2000**).

Par ailleurs, des études réalisées par l'Organisation Mondiale de la Santé (**OMS, 1999**) et d'autres auteurs (**Dorman et Deans, 2000**) ont montré que le thymol possède une forte activité antibactérienne contre de nombreuses espèces, y compris *S. aureus*, *E. coli*.

D'autres études ont indiquées que le thymol et le carvacrol possèdent un effet antimicrobien contre un large spectre de bactéries: *Escherichia coli*, *Bacillus creus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Clostridium jejuni*, *Lactobacillus sake*, *Staphylococcus aureus* et *Helicobacter pyroli* (**rahmouni, 2014**).

D'après **Dorman et al., 2000** l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a présenté une sensibilité plus importante contre *E. coli* et elle était moins active face aux deux entérobactéries *Salmonella sp* et *Escherichia coli*.

Cette résistance des deux souches n'est pas surprenante puisque la littérature rapporte la résistance aux agents antibiotiques de ce genre d'espèces isolées dans les aliments (**El Ouali Lalami et al, 2013**).

**Abdi et Arkam, 2016** ont montré que L'HE de *T. vulgaris* a exhibé une activité antibactérienne remarquable pour différentes souches bactériennes sauf pour *P.aeruginosa* avec un diamètre de 9mm qui se rapproche de celui de ciprofloxacine. Ils ont estimé que le thymol et le carvacrol sont les principaux composants de cette huile à présenter cette activité antimicrobienne. Ces mêmes auteurs ont démontré que ces phénols augmentent la perméabilité de la membrane cellulaire des bactéries et réduisent la force motrice et diminuent ainsi le taux intracellulaire d'ATP qui fournit l'énergie nécessaire aux réactions chimiques et métaboliques de la cellule.

Enfin et selon **Boukrif et Boukabous, 2019**, l'huile de cette espèce était active sur trois souches bactériennes (*Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*) avec des diamètres d'inhibition variant entre 24mm et 34mm pour l'extrait brut et 13 mm à 32 mm pour huile essentielle. *Staphylococcus aureus* était la souche la plus sensible en effet la concentration minimale inhibitrice de l'extrait Brut de *Thymus vulgaris* vis à vis de *Escherichia Coli*, est de 1/16, de *Pseudomonas aeruginosa* 1/32, par contre *Staphylococcus aureus* a présenté une CMI de 1/8.

### III-2-2 Activité antifongique

Les plantes aromatiques sont connues pour avoir des propriétés antifongiques. Pour les levures, elles agissent sur la biomasse et la production du pseudo mycélium alors qu'elles inhibent la germination des spores, l'élongation du mycélium la sporulation et la production de toxine chez les moisissures. L'activité antifongique des huiles du Thym sont attribuées au Thymol et au carvacrol. Ils provoquent une dégénérescence des hyphes des champignons qui semblent vider leur contenu cytoplasmique (**Gouzi et Ghellab, 2019**).

Dans le domaine phytosanitaire et agro-alimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant la denrée alimentaire (**Touhami, 2017**).

Les infections fongiques sont d'une actualité criante aujourd'hui. En effet, leur extension est largement favorisée par l'utilisation abusive et parfois trop légère des antibiotiques. Ici les groupes moléculaires cités en priorité pour leur action antibactérienne se révèlent également actifs sur les champignons.

Néanmoins, la durée d'un tel traitement sera plus longue que pour celle d'un traitement antibactérien (**Zaid et Tifourghi, 2020**).

Il a été démontré que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* pouvait inhiber la croissance d'un certain nombre de souches fongiques dont *Candida albicans*, *Cryptococcus*

*neoformans*, *Aspergillus*, *Saprolegnia* et *Zygorhynchus*. Cette même huile pouvait potentialiser l'effet antifongique de l'amphotéricine B vis-à-vis de *C. albicans* (**Giordani et al., 2004 ; Pina-Vaz et al., 2004**).

Les HEs de *thymus vulgaris* ont été évaluées contre diverses espèces fongiques comme indiqué dans le tableau (11).

**Tableau 11: Activités antifongiques de l'HE de *Thymus vulgaris***

Espèces cibles	Références
<i>Anethum graveolens</i>	
<i>Aspergillus flavus</i>	El Ouali Lalami, 2013
<i>Aspergillus niger</i>	
<i>Aspergillus parasiticus</i>	Nikolić M et al., 2014
<i>Aspergillus brasiliensis</i>	
<i>Aspergillus spp</i>	Abdelli, 2017
<i>Candida albicans</i>	Sidali et al., 2014
<i>Candida tropicalis</i>	
<i>Cladosporium spp</i>	Megherbi et al., 2017
<i>Cryptococcus neoformans</i> ,	
<i>Saprolegnia</i>	Jouault, 2012.
<i>Fusarium oxysporum</i>	
<i>Fusarium verticillioides</i>	Gouiza et Ghellab, 2019
<i>Fusarium graminearum</i>	
<i>Matricaria recutita</i>	Mebarki 2010
<i>Melaleuca alternifolia</i>	
<i>Mucor spp</i>	Deschepper, 2017
<i>Penicillium sp</i>	
<i>Rhizopus spp</i>	Khalidi, 2015
<i>Trichoderma spp</i>	
<i>Zygorhynchus</i> .	

Selon **Deschepper, 2017** Le thym présente une activité antifongique intéressante que ce soit contre les dermatophytes, les moisissures alimentaires (notamment *Aspergillus*, dont il inhibe

le développement mycélien et la production d'aflatoxines) et certains phytopathogènes.

L'activité antifongique est principalement due à la présence de thymol et de carvacrol, les alcools terpéniques, les aldéhydes et les cétones y contribuent également.

**Sid ali et al., 2014** ont trouvé que l'huile de l'espèce *T. vulgaris* a donné une grande activité antifongique vis-à-vis de différentes souches fongiques, cette activité est due à l'action du thymol composé majoritaire combinée avec celle des constituants présents à des teneurs appréciables tels que  $\gamma$ -terpinène, p-cymène et linalool.

### III-2-3 Activité anti oxydante

Un antioxydant est un agent qui empêche ou ralentit l'oxydation en neutralisant des radicaux libres. Dans l'organisme, la respiration cellulaire génère des espèces réactives de l'oxygène qui peuvent être à l'origine de radicaux libres. Les radicaux libres en excès sont responsables de dommages cellulaires, notamment sur l'ADN, et peuvent favoriser des maladies. À l'inverse, les antioxydants luttent contre le stress oxydatif responsable du vieillissement cellulaire. Ils auraient donc un effet anti-âge (**Rahman et al, 2013**).

Les antioxydants agissent contre le processus d'oxydation en emprisonnant les radicaux libres. Ils abandonnent volontairement un électron aux radicaux libres et les rendent ainsi moins réactifs et par conséquent inoffensifs.

De cette façon, les antioxydants préviennent jusqu'à un certain point le vieillissement précoce de la peau dû à des facteurs externes et agissent dès lors comme un dispositif anti-âge (**Alliwell, 1994**).

Les cellules et tissus humains peuvent être soumis à une grande variété d'agressions physiques (traumatisme, hypothermique), chimiques (acidose, toxines) et métaboliques (exposition à des xénobiotiques, privation d'un facteur hormonal ou facteur de croissance). La plupart de ces agressions débouchent sur une expression commune appelée stress oxydant, dues à l'exagération d'un phénomène physiologique, normalement très contrôlé, la production de radicaux dérivés de l'oxygène (**Walker et al, 1982**).

Des travaux antérieurs sur l'espèce *Thymus vulgaris* ont montré que son huile essentielle présentait des propriétés anti oxydantes marquées (**Dapkevicius et al., 2002 ; Miura et al., 2002**). En effet, administrée à des rats par leur alimentation, l'huile stabilise la perte du potentiel antioxydant lié au vieillissement, aux niveaux hépatique, cardiaque et cérébral (**Youdim et Deans, 2000**).

Évaluée également in vitro par le test de DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl), elle est capable de piéger le radical libre en le réduisant en 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine.

Le pouvoir antioxydant de l'huile est attribué principalement au carvacrol, thymol et p-cymène-2,3-diol (Ternes et al., 1995).

Ce dernier composé a été démontré comme étant plus actif que certains antioxydants synthétiques tels que l' $\alpha$ -tocophérol et l'hydroxyanisole butylé (BHA) (Schwarz et al., 1996 in Abdelli et al., 2017).

Toutes les huiles essentielles de l'espèce *T. vulgaris* d'Algérie et d'autres régions du monde testées ont présenté une activité anti oxydante variable qui s'est traduite par leur pouvoir réducteur des radicaux libres. Ce pouvoir réducteur des radicaux libres qui sont à l'origine de l'oxydation confirme l'utilisation traditionnelle de ces plantes pour traiter entre autres, des maladies oxydatives (Tableau 12).

**Tableau 12 : Activités anti oxydantes de l'HE de *T. vulgaris***

Activité anti oxydante	Région	Références
+	Algérie	Zeghad et Merghem, 2013
+	Algérie	Guerfa et Ounaissia, 2015
+	Algérie	Abdelli, 2017
+	Algérie	Benabed et al., 2017
+	Maroc	Ismaili et al., 2017
+	Maroc	Elgamouz et al., 2020.
+	Maroc	Zantar et al, 2015
+	Maroc	Bouhdid et al., 2006
+	Croatie	Jukić et Miloš, 2005
+	Serbie	Nikolić et al., 2014
+	Italie	Mancini et al., 2015
+	Romanie	Grigore et al., 2010
+	Iran	Fazel et al. (2007)
+	Iran	Keramat et Golmakani, 2016
+	Lituanie	Dapkevicius, 1998
+	Japon	Miura et al., 2002
+	Egypte	El-Nekeety et al., 2011

Selon l'étude de **Zeghad et Merghem, 2013** et **Benabed et al, 2017** l'EH de *T. vulgaris* a une grand activité anti oxydante en raison, en partie, de la présence de plusieurs composés, tels que le thymol, le thymol-méthyl-éther, le linalool et le carvacrol, dans leur compositions chimiques.

**Ismailiet al, 2017** et **Zantaret al, 2015** du Maroc et selon une étude comparative ont trouvé que l'HE du *T. vulgaris* a une forte activité qui dépasse celle de l'acide ascorbique.

### III-2-4 Activité insecticide

Un insecticide est un produit utilisé dans la lutte contre les insectes, ou d'autres invertébrés (acariens, myriapodes), nuisibles à l'Homme, aux cultures et aux denrées alimentaires.

L'effet insecticide des huiles essentielles contre les déprédateurs des denrées entreposées par contacts, ingestion et par fumigation a bien était démontré, de nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer et de rentabiliser leur activité insecticide.

L'effet insecticide de ces huiles est assuré par leur volatilité et leur petite taille. Beaucoup de constituant des HEs volatiles interagissent avec les récepteurs d'odeur des insectes, déclenchant ainsi des comportements variés : fuite, attraction, oviposition (**Belgaid et rahmani, 2018**). Elles sont essentiellement larvicides, inhibitrice de la croissance et des propriétés anti-nourrissante.

Les huiles essentielles ont des différents effets sur les insectes :

- ❖ Effets anti-appétent : affectant ainsi la croissance, la mue, la fécondité et le développement des insectes et acariens. Des travaux récents montrent que les mono terpènes inhibent le cholinestérase.
- ❖ Effets sur l'octopamine : L'octopamine est neuromodulateur spécifique des invertébrés. Cette molécule, a un effet régulateur sur les battements de cœur, la motricité, le vol et le métabolisme des invertébrés.
- ❖ Effets physiques où les huiles essentielles agissent directement sur la cuticule des arthropodes à corps mous (**Kechroud, 2012**).

L'huile essentielle de l'espèce *Thymus vulgaris* en Algérie et dans différentes régions du monde a été testée positivement dans le contrôle d'une variété d'espèces d'insectes (Tableau 13).

Tableau 13 : Activités insecticides de l'HE de *T. vulgaris*

Espèces cibles	Références
<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Belgaid et rahmani, 2018
<i>Alphitobius. diaperinus</i>	Park et al., 2017
<i>Aphis fabae</i>	Modarres et al., 2012
<i>Aphis spiraecola</i>	Karahacane, 2015
<i>Callosobruchus maculatus</i>	Szczepanik et al., 2012
<i>Pochazia shantungensis</i>	
<i>Sitophylus oryzae</i>	Regnault-Roger et Abdelaziz, 1997
<i>Tribolium castaneum</i>	Chekkal et Derradji, 2015
<i>Tribolium confusum</i>	Habouchi et Djrourou, 2018
	Hassani et al., 2017

**Karahacane, 2015**, a utilisé les feuilles fraîches de *Thymus vulgaris* récoltée à Médéa en Algérie pour l'évaluation de la toxicité de l'huile essentielle de cette espèce sur les adultes de *Tribolium castaneum* L. Il a trouvé que La moyenne maximale de mortalité était de 96,66 %± 1,2 et La dose ayant causé la mortalité maximale: D4 = 100 µl au 2ème jour de traitement.

**Hassani et al., 2017** Ont étudié les propriétés insecticides de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. dans la lutte contre les ravageurs des semences et denrées stockées et les résultats du test insecticide par fumigation (Inhalation) ont indiqué que les insectes subissant le traitement à la dose de 5 µL ont montré une petite résistance au 1<sup>er</sup> jour et après 48 heures la mortalité était totale.

Selon **Habouchi, 2018**, les résultats de l'activité insecticide des huiles essentielles du *Thymus vulgaris* sur les adultes du puceron vert ont montré que les taux de mortalité des larves observés sont en fonction des différentes doses et en fonction du temps. Ce qui traduit leur efficacité à l'égard de puceron vert et l'ensemble des lots traités pour les différentes doses ont atteint 100% de décès même pour les doses les plus faibles.

Enfin, l'analyse de la variance à un critère de classification révèle une différence forte significative entre les doses des huiles essentielles et la mortalité des pucerons verts. L' HE de *Thymus vulgaris* (F = 80,86 ; P < 0,0001) entre les différents traitements.



**Djrourou et Habouchi, 2018** ont évalué l'effet de l'extrait méthanoïque et l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur le puceron *Aphis spiraecola*. Les résultats montrent que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a provoqué un pourcentage de mortalité allant de 40% dès les premières 24h d'exposition pour une dose de 0.25%.

D'après **Chekkal et Derradji, 2015**, la fluctuation des populations résiduelles d'*Aphis fabae*, a été évaluée sous l'effet des huiles essentielles du thym et d'un produit phytosanitaire à activité insecticide. Les résultats de l'effet comparé des différentes doses appliquées lors des traitements montrent que les trois doses appliquées (D1, D2, D3) de l'huile essentielle de thym mélangé à l'extrait aqueux de la poudre de la silène se révèlent fortement toxique sur les populations résiduelles d'*Aphis fabae* (population résiduelle PR < 30%) durant toute la période du suivi.

Enfin l'étude de **Park et al., 2017** et en utilisant la méthode du test biologique par pulvérisation, a révélé que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* est fortement toxique sur les adultes et les nymphes de *Pochazia shantungensis* donnant des CL<sub>50</sub> de 57,48 mg/L pour les nymphes et 75,80 mg/L pour les adultes. En ce qui concerne les composés volatiles identifiés dans l'huile de cette espèce, les valeurs de CL<sub>50</sub> du carvacrol et du thymol à l'aide de l'essai biologique par trempage des feuilles contre les nymphes de *Pochazia shantungensis* étaient respectivement de 56,74 et 28,52 mg/L, ce qui indique que l'action insecticide de *T. vulgaris* contre *P. shantungensis* pourrait être attribuée au carvacrol et au thymol.

### III-2-5 Activité acaricide

Un acaricide est une substance active ou une préparation phytopharmaceutique ayant la propriété de tuer les acariens présents dans les cultures fruitières, la viticulture, les cultures du houblon et les cultures des plantes d'ornement. Les acaricides spécifiques agissent pour la plupart en tant qu'inhibiteurs de croissance ou des mécanismes de respiration cellulaire (**Berrah, 2011**).

L'application courante des acarides de synthèse est la méthode la plus utilisée dans les systèmes de production intensifs pour combattre ces ectoparasites. Cependant, les conséquences sur l'Homme et son environnement, la présence des souches d'acariens résistants aux acaricides ainsi que la rareté et le coût élevé des produits de bonne qualité sur les marchés locaux posent le problème de la recherche de solutions alternatives.

Le recours à la phytothérapie par l'utilisation des huiles essentielles des plantes naturelles semble une solution (**Pamo E Tedonkeng, 2004**).

Un certain nombre d'études ont démontré l'effet acaricide de l'HE de l'espèce *Thymus vulgaris* sur certains acariens (Tableau 14).

**Tableau 14 : Activités acaricides de l'HE de *T. vulgaris***

Espèces cibles	Références
<i>Dermatophagoides farinae</i>	Chi-Hoon Lee et al., 2010
<i>D. pteronyssinus</i> ,	Ghomari et al., 2014
<i>Varroa destructor</i>	Jeong et al., 2008
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	Arous, 2012

L'huile est active sur *Varroa destructor* des abeilles, acarien qui est à l'origine de la disparition de milliers d'abeilles en Algérie et dans le monde (**Boutoba, 2013 ; Ghomari et al., 2014 ; Lamara, 2012**).

Contre les acariens de maison *D. farinae* et *D. pteronyssinus*, l'HE de *T. vulgaris* a été testée positivement en donnant des DL50 de 3,1 et 3,7  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  respectivement (**Chi-Hoon Lee et al., 2010**).

Enfin l'effet acaricide de l'huile de cette espèce a été évalué contre *Tyrophagus putrescentiae* la dose létale enregistrée était de 10.2  $\text{g}/\text{cm}^2$ .

Les différentes activités biologiques observées chez l'espèce *Thymus vulgaris* sont dues à l'action de son composé majoritaire qui varie selon le chémotype de la plante, en effet c'est une espèce représentée par au moins huit chémotypes différents à savoir : Thymol, Carvacrol, Linalool, Géraniol, Thujanol,  $\alpha$ -Terpinéol, 1,8-cinéole, para-cymène. Ces composés majoritaires agissent en association avec les composés minoritaires présents dans la plante.

Il faut savoir que l'activité d'une huile essentielle est souvent réduite à l'activité de ses composés majoritaires, ou ceux susceptibles d'être actifs. Toutefois, les composés minoritaires pourraient agir de manière synergique (**Lahlou, 2004**).



## *Chapitre IV*

### *Le thym et Covid-19*



## IV- I La Covid-19

La Covid-19, une épidémie virale qui s'est déclenchée en Chine en 2019, est devenue une crise sanitaire mondiale. L'absence d'un vaccin adéquat contre SARS-CoV-2 a poussé les scientifiques à faire des recherches dans toutes les substances connues de la nature (**Goetz, 2020 In Hamdani et Houari, 2020**) pour atténuer et guérir les symptômes de la maladie.

Les croyances ont joué un rôle dans toutes les épidémies et à toutes les époques (**Zylberman, 2014**). Partout dans le monde, on assiste à un attachement profond aux traditions populaires pour se protéger contre la maladie à coronavirus 2019 (Covid-19) : des amulettes au Mexique (**Anonyme, 2020**), de l'ail bouilli dans l'eau au Maghreb (**Alvarez, 2020**), du pouvoir magique de quelques ingrédients antiviraux et antigrippaux dans la région de Ghardaïa en Algérie : thym, verveine, basilic, miel, huile d'olive, gingembre frais, armoise et cannelle (**Hamdani et Houari, 2020**). A la recherche de recettes traditionnelles, beaucoup croient dans le pouvoir miraculeux des plantes, renforçant leur immunité pour se protéger de la Covid-19 (**Bouzabata, 2020**). L'Organisation mondiale de la santé (OMS) encourage les pays en développement à intégrer dans leurs systèmes de santé officiels des remèdes à base de plantes dont les aspects, la sécurité, l'efficacité et la qualité sont garantis (**Hamdani et Houari, 2020**).

Dans toute l'Algérie, des études ont été menées sur la pharmacopée traditionnelle et les pratiques médicales en général (**Hamdani et Houari, 2020**). L'étude qu'on a menée a montré l'importance des activités biologiques de l'espèce *Thymus vulgaris*, ce qui nous a encouragé à faire un petit sondage sur l'utilisation du thym commun (*Thymus vulgaris*) par la population de la Wilaya de Constantine et la commune de Oued - Athmania (Wilaya de Mila) au nord de l'Algérie pour traiter la Covid-19.

## IV-II Matériels et méthodes

Une enquête est réalisée auprès d'une quarantaine de personnes volontaires (membres de la famille, amis, étudiants et voisins) et de quelques herboristes de la wilaya de Constantine et de la commune de Oued-Athmania (wilaya de Mila).

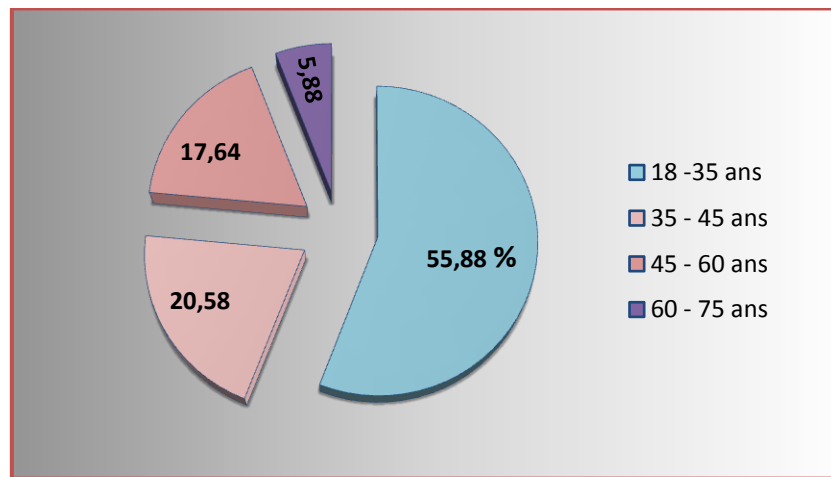
Un questionnaire est préparé et divisé en deux sections : une section contient des questions socio-économiques (âge, sexe, niveau d'éducation le plus élevé....) et la seconde section porte sur l'utilisation du thym seul ou associé à d'autres plantes contre la Covid-19 (**Annexe 1 et 2**).

Les informations recueillies sur la plante médicinale étaient les suivantes : le nom, la partie de la plante utilisée, la méthode de préparation, la fréquence et la durée d'utilisation et enfin l'efficacité du traitement.

## IV- III Résultats et discussion

### IV-III-1 Résultats et discussion du questionnaire de la population

Les caractéristiques individuelles propres aux participants sont résumées dans l'annexe 1. La composition de l'échantillon final renferme 64,70 % de femmes et 35,29 % d'hommes sur un total de 40 personnes. La tranche d'âge des participants la plus dominante est comprise entre 18 et 35 ans (55,88 %), (20,58%) représente la tranche d'âge entre 35 et 45 ans, (17,64 %) entre 45 et 60 ans, enfin (5,88 %) entre 60 et 75 ans (figure 25).



**Figure 25 : Pourcentage de la tranche d'âge des participants**

Selon notre enquête on a remarqué que :

- ✓ 50% des personnes questionnées sont célibataires, 44,1% sont mariés et 5,88% sont veuves.
- ✓ 61,76% possèdent un travail et 38,33% sont sans travail.
- ✓ 61,67% sont universitaires, 35,29% ont le niveau secondaire et 2,94% ont le niveau primaire.
- ✓ 88,23% se portent bien et 11,77% ont des maladies chroniques (**Annexe 1**)

On a constaté que :

- 85,29% utilisent le traitement pharmaceutique et naturel et 14,71% le traitement naturel seul (Figure 26).
- 88,23% utilisent les feuilles du thym, 8,82% l'huile essentielle du thym, et 2,94% les feuilles et l'huile essentielle (Figure 27).

- 64,70 % des personnes utilisent le thym sous forme de tisane, 26,47 % sous forme de tisane et vapeur et 8,82% sous forme de vapeur (Figure 28).
- 79,41% utilisent le thym associé à d'autres plantes tel que : le clou de girofle, l'eucalyptus, l'ail, le citron... et 20,59 % utilisent le thym seul (Figure 29).
- La durée du traitement avec le thym seul ou associé est de 30 jours pour 5,88 % de la population questionnée, 15 jours pour 32,35%, 10 jours pour 26,47 %, 7 jours pour 17,64 % , 5 jours pour 5,88% et 3 jours pour 11,76% (Figure 30).
- 20,58 % des personnes ont remarqué que le thym (seul ou associé) a une grande efficacité pour traiter la Covid-19, 64,70 % bonne efficacité, 11,76% faible efficacité et 2,94 % aucune efficacité (Figure 31).

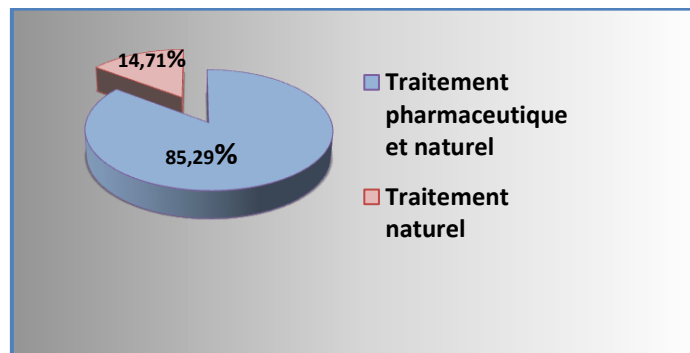


Figure 26 : Type de traitement utilisé contre Covid-19

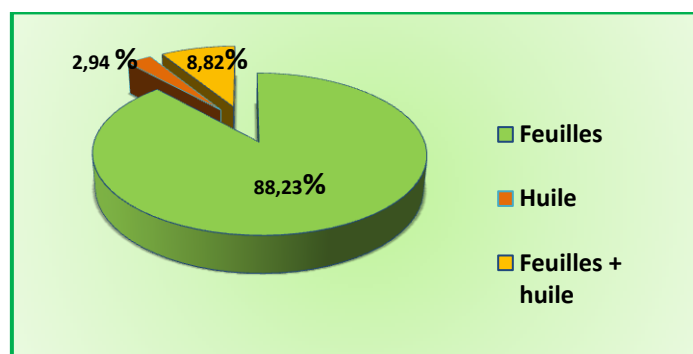


Figure 27 : Partie du thym utilisée contre Covid-19

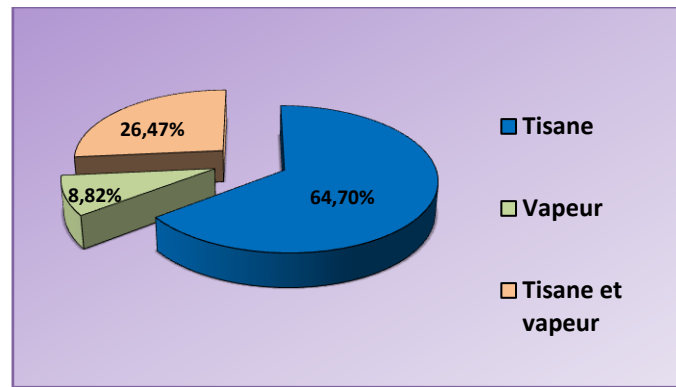


Figure 28 : Mode de préparation du thym contre Covid-19

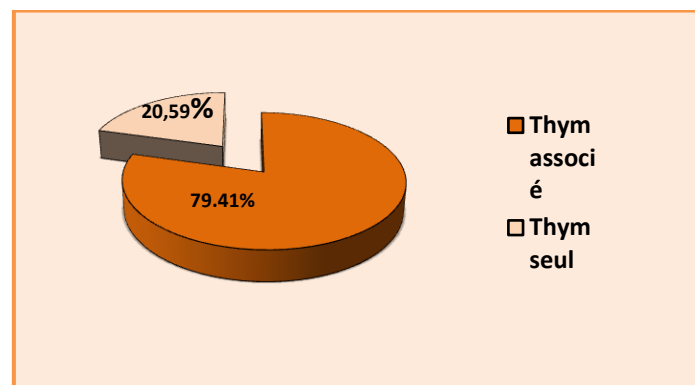


Figure 29 : Thym utilisé seul ou associé contre Covid-19

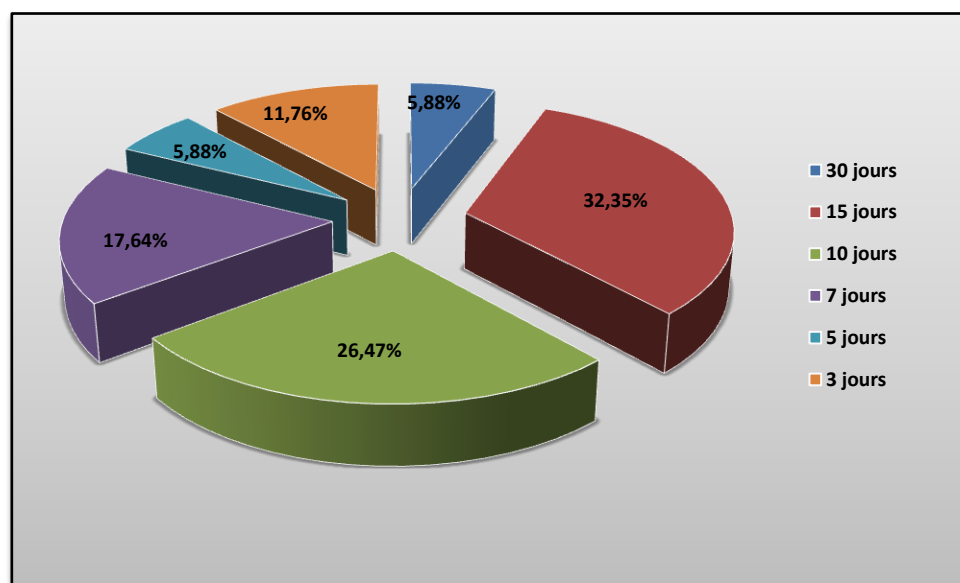


Figure 30 : Durée du traitement au thym seul ou associé contre Covid-19

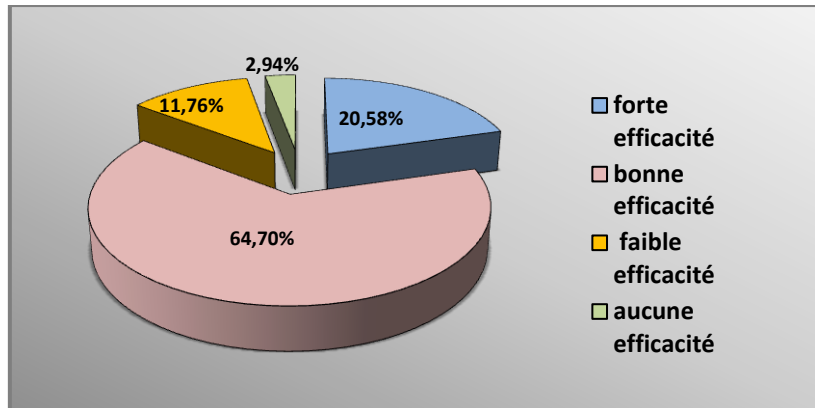


Figure 31 : Efficacité du traitement au thym seul ou associé contre Covid-19

### VI-III-2 Résultats et discussion du questionnaire des herboristes

Les caractéristiques individuelles propres aux herboristes sont résumées dans l'annexe 2. La composition de l'échantillon final ne renferme que des hommes. La tranche d'âge des participants la plus dominante est comprise entre 18 et 35 ans (44,44 %), (22,22%) représente la tranche d'âge entre 35 et 45 ans et (33,33 %) entre 45 et 60 ans. On a mené l'enquête auprès de cinq herboristes dans la wilaya de Constantine et quatre herboristes dans la commune de Oued - Athmania de la wilaya de Mila.

Selon notre enquête sur terrain on a remarqué que :

- Les plantes médicinales sont présentes dans les herboristeries à 55,55% (figure 32).
- Les plantes présentes dans les herboristeries sont dans la plupart des cas des plantes médicinales et aromatiques, plantes culinaires, herbes pour cosmétiques et épices alimentaires (Annexe 2).
- On retrouve l'espèce *thymus vulgaris* (thym vulgaire) chez tous les herboristes (annexe 2).
- Le thym est récolté dans différents endroits d'Algérie : wilaya El Bayadh, wilaya de Sétif, le Sahara, Wilaya de Jijel, grossistes de Sétif, villages, montagnes et campagnes de la wilaya de Mila (Annexe 2).
- Le thym est vendu sous forme de feuilles fraîches ou sèches et sous forme d'huile essentielle (Annexe 2).
- Selon les herboristes la consommation du thym pendant la pandémie du Covid-19 a beaucoup augmentée, 55,55% représente une forte consommation, 22,22% une consommation moyenne et 22,22% une faible consommation (Figure 33).



- L'efficacité du traitement au thym seul ou associé contre Covid-19 est très forte à 44,44%, elle est moyenne à 44,44% et enfin 11,11% représente une faible efficacité (Figure 34).

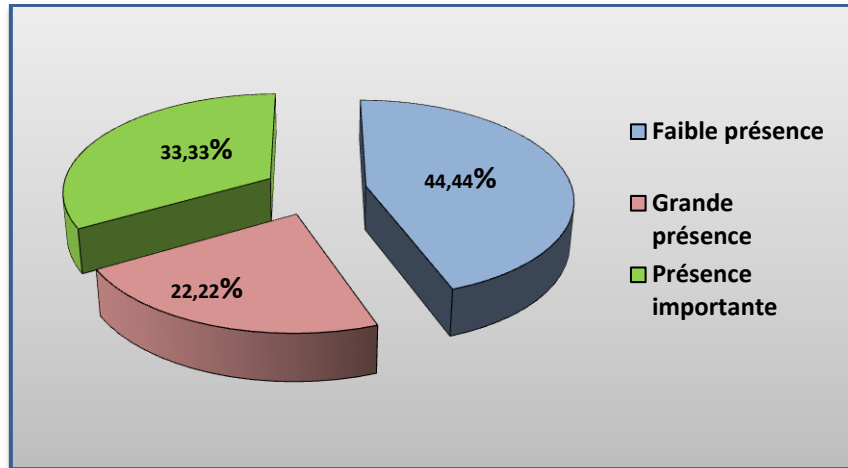


Figure 32 : Les plantes médicinales au niveau des herboristeries

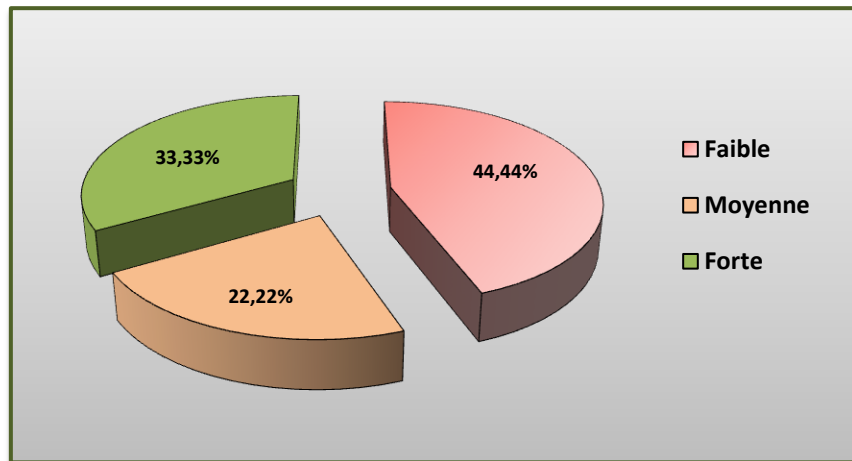
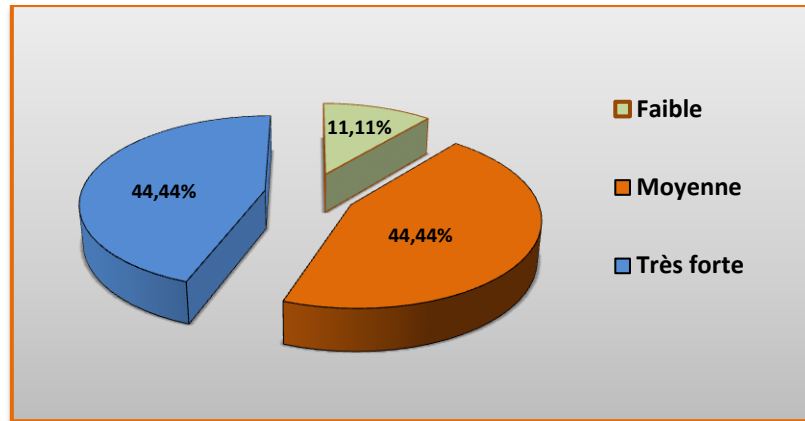


Figure 33 : Consommation du thym pendant la pandémie Covid-19



**Figure 34 : Efficacité du traitement au thym seul ou associé pendant la pandémie Covid-19**

A la lumière de tous ce qu'on vient de voir on peut dire que d'une part, cette enquête nous a permis de voir sur le terrain l'importance des plantes médicinales en général et de *Thymus vulgaris* (Thym vulgaire) en particulier chez la pluparts des personnes et des herboristes interrogés. Les deux se rejoignent pour indiquer que le thym est largement utilisé seul ou associé à d'autres plantes dans le traitement de la Covid-19.

D'autre part et ayant donné une bonne efficacité pour lutter contre la Covid-19, la demande de *thymus vulgaris* a fortement augmenté à la fois pour la prévention et le traitement contre la pandémie, ce qui a mené à une cueillette aveugle et anarchique de cette plante en effet, elle est cueillie par les consommateurs et les commerçants à partir des racines et avant la fin de sa croissance. Tout ceci menacera l'avenir de cette espèce, la rendra rare et augmentera son prix.

Enfin, depuis l'apparition de la pandémie Covid-19, beaucoup d'études et de recherches en Algérie et dans le monde (**Benkhaira et al., 2021 ; Bouzabata, 2020 ; Catella et al., 2020 ; Goetz, 2020 ; Hamdani et Houari, 2020**) ont montré l'efficacité de l'espèce *Thymus vulgaris* pour se prémunir, se protéger et se traiter conter la pandémie Covid-19, ce qui rejoint le résultat et la conclusion de notre présente étude.



*Conclusion générale*



Le développement scientifique dans le domaine de la médecine ne s'est pas heurté à la phytothérapie, au contraire, il a permis de montrer l'activité biologique des plantes médicinales et leur efficacité contre diverses maladies, ce qui a permis de réduire le recours aux traitements pharmaceutiques.

L'Algérie, avec sa vaste superficie, se caractérise par un couvert végétal très diversifié et comprenant l'espèce *Thymus vulgaris* importante plante médicinale, largement utilisée et très répandue en Algérie et dans le monde.

Le travail que nous avons entrepris porte donc sur l'étude chimique et biologique de l'huile essentielle de l'espèce *Thymus vulgaris* d'Algérie et des différentes régions du monde. Le but visé est d'effectuer une comparaison en termes, de rendement, de propriétés physico-chimique, de composition chimique, d'activité biologique et d'évaluer l'effet de cette plante pour se protéger de la Covid-19.

Le *Thymus vulgaris* algérien possède un rendement variant entre 1,2 % et 4,2 % comparable à celui trouvé chez la même espèce des autres régions du monde et qui varie entre 0,25 % et 5 %.

Les propriétés organoleptiques et les paramètres physico chimiques des huiles essentielles de cette espèce que ce soit en Algérie ou ailleurs sont en accord avec ceux mentionnés par les normes AFNOR. La valeur des paramètres obtenus indiquent que les huiles sont en générale de bonne qualité.

L'espèce *T. vulgaris* dans différentes régions d'Algérie et selon notre recherche est caractérisée par quatre chémotypes à savoir : thymol avec des teneurs variant entre (30 % - 70 %), carvacrol avec des teneurs de (48,4 % - 83,8 %),  $\gamma$ -terpinène (25,7%) et Linalool (82,88%).

Par ailleurs, la composition chimique de *T. vulgaris* récoltée est étudiée dans des endroits très éloignés géographiquement est pour la plupart des espèces à chémotype thymol (30,86% – 64,45%), carvacrol (41,1% - 85%) et Linalool (39,21% – 60,55%). Toutefois d'autres chémotypes peuvent exister tel que  $\gamma$ -terpinène, p-cymène et bornéole.

L'espèce *Thymus vulgaris* et selon les différentes études et recherches établies en Algérie et ailleurs, présente une activité antibactérienne, antifongique, anti oxydante, insecticide et acaricide.

On pourra donc l'utiliser comme agent anti oxydant et conservateur en industrie alimentaire, agent antifongique pour protéger les récoltes, réduire la croissance microbienne et comme insecticide et acaricide afin de palier aux difficultés rencontrées en agricultures.

Le rendement obtenu est très intéressant sur le plan économique pour d'éventuelle utilisation commerciale en effet, 10 ml d'huile essentielle est commercialisée à 13,99 euros (selon Amazon). On pourra donc compter sur l'espèce *Thymus vulgaris* dans la reprise de l'économie nationale comme une ressource naturelle renouvelable.

Enfin, Les résultats de notre sondage montrent qu'une grande partie de la population interrogée utilise le thym (*Thymus vulgaris*) seul ou associé à d'autres plantes médicinales pour se protéger contre la Covid-19. Il serait donc intéressant de développer cet axe de recherche et d'utiliser cette huile comme moyen de prévention et de traitement contre ce fléau dans notre pays.



*Références Bibliographiques*



- Abadlia, M et Chebbour, A.H. (2014).** Contribution à l'étude des huiles essentielles de la plante *mentha piperita* et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires. Mémoire de Master, Université Constantine 1, Algérie.
- Abbas, N et Guerriche, F. (2016).** Etude phytochimique du thym *Thymus vulgaris* L. (Lamiaceae) et évaluation insecticide de son extrait éthanolique brut vis-a-vis de deux insectes, nuisible *Aphis fabae* et utile *Apis mellifera*. Mémoire de Master, Université M' hamed Bougara Boumerdès, Algérie.
- Abbes, A. (2014).** Evaluation de l'activité anti oxydante des huiles essentielles d'*ammoides verticillata*« *Noukha* » de la région de Tlemcen. Mémoire de Master, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie.
- Abdelli,W. (2017).**Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et de *Thymus vulgaris*. Thèse de Doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem, Algérie.
- Adwanet G., Abusafieh D., Aref R., Omar J.A. (2005).**Prevalence of microorganisms associated with intrammary infection in cows and small ruminants in the north of Palestine. *Jornal of Islamic, University of Gaza, Palestine.*
- AFNOR** (Association Française de Normalisation), Recueil des Normes Françaises : Huiles Essentielles, Edition AFNOR, 2000.
- Agili, F.A. (2014).** Chemical composition, antioxidant and antitumor activity of *Thymus vulgaris* L. essential oil. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 21(10): 1670-1676.
- Ahmia, S et Fethallah, F. (2020).** Inventaire de quelques Lamiacées et caractérisation de l'huile essentielle de Thym (*Thymus vulgaris*) dans différentes régions. Mémoire de Master. Université de Blida1, Algérie.
- Ait Salem, L. (2016).** Evaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Pinus sylvestris* et *Pelargonium asperum* en combinaison avec la nisine sur des bactéries pathogènes. Mémoire de master. Université Moulod Mameri, Tizi Ouzou, Algérie.
- Alexandre, P et Ronoel, L.O. (2008).** Chemical composition of *Thymus vulgaris* L. (thyme) essential oil from the Rio de Janeiro state. *Journal of the Serbian chemical society*, 73(3): 307-310.
- Alliwell, B (1994).** Free radicals and antioxidants: a personal view. *Nutr. Rev*, 52, 253-265.
- Alouache, F et Benmeziane, S. (2017).**Etude comparative des activités biologiques des huiles essentielles et extraits volatiles (CO<sub>2</sub> supercritique) de plantes aromatiques du genre *Thymus*. Mémoire de Master, Université A. Mira, Béjaia, Algérie.
- Al Saqqa G., Alian A., Ismail F., Ramzy S. (2018).** Chemical composition of rocket, thyme and parsley essential oils and their effect on some fungi and aflatoxin production *Chemistry debt*, 4(4):277-282.
- Alvarez, B. (2020).** En Tunisie, c'est la ruée vers l'ail pour se protéger du coronavirus. L'édition du soir A la une, publié le 13 mars 2020. <https://www.ouestfrance.fr/leditiondusoir/data/82937/reader/reader.html#!preferred/1/package/82937/pub/117255/page/5phone/>, consulté en ligne le 31 mars 2020.
- Anonyme. (2020).**Au Mexique, des amulettes contre le coronavirus. *Le Point*, publié le 23/03/2020, [https://www.lepoint.fr/monde/au-mexique-des-amulettes-contre-le-coronavirus-23-03-2020-2368294\\_24.php](https://www.lepoint.fr/monde/au-mexique-des-amulettes-contre-le-coronavirus-23-03-2020-2368294_24.php), consulté en ligne le 31 mars 2020.

- Aomari, L et Sehaki, C. (2018).** Optimisation de l'extraction de l'huile essentielle de thym. caractérisation et évaluation de l'activité antimicrobienne. Mémoire de Master, Université Mouloud mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.
- Arous, A. (2012).** Contribution à l'étude de l'effet de l'huile essentielle de thym « *Thymus vulgaris* L» contre le varroa des abeilles. Mémoire de diplôme de DEUA, Université Khemis Meliana, Algérie.
- Atmani-Merabet, G. (2019).** Huiles essentielles de trois espèces d'*Eucalyptus* d'Algérie : composition et activité acaricide (*Varroa destructor*). Thèse de doctorat. Université Des Frères Mentouri Constantine1, Algérie.
- Attou, A. (2017).** Détermination de la Composition Chimique des Huiles Essentielles de Quatre Plantes Aromatiques de l'Ouest Algérien (Région d'Ain T'émouchent). Etude de Leurs Activités Anti oxydante et Antimicrobienne. Thèse de Doctorat, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, Algérie.
- Baba Aissa, F. (1990).** Les plantes médicinales en Algérie, édition le monde des pharmaciens, p173.
- Barbelet, S. (2015).** Le giroflier : historique, description et utilisations de la plante et de son huile essentielle. Thèse de Doctorat, Université de Lorraine, Luxembourg.
- Bazzine, O et Benzaid, Z. (2019).** Etude de la composition chimique et les activités biologiques des huiles essentielles de *Thymus Capitatus*. Mémoire de master, Université kasdi Merbah Ouargla, Algérie.
- Belgaid, A et Rahmani, A. (2018).** Activité insecticide du thym (*Thymus vulgaris* L) sur un insecte des stocks *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera Bruchidae). Mémoire de Master, Université de Bouira, Algérie.
- Benabdelkader, T. (2012).** Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatils des lavandes ailées, *Lavandula stoechas sensu lato*, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique. Mémoire de Doctorat, Ecole Normale Supérieure, Kouba-Alger, Algérie.
- Benabed K H., Gourine N., Ouinten M., Bombarda I., Yousfi M. (2017).** Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Essential Oils of Three Algerian Lamiaceae Species. Current Nutrition and Food Science, Bentham Science Publishers, 13 (2), pp.97 – 109.
- Benachenhou, R et Sahari, I. (2020).** Valorisation des huiles essentielles du Thym en Aromathérapie. Mémoire de master, Université Blida 1, Algérie.
- Benayache, F. (2013).** Etude phytochimique et biologique de l'espèce *Thymus numidicus* Poiret. Mémoire de Master, Université Constantine 1, Algérie.
- Benaziza, D et Benhalima, Y. (2017).** Etude de l'activité antibactérienne de certaines huiles essentielles sur un des agents responsables de Scombrotisme (*Klebsiella pneumoniae*). Mémoire de Master, Université Djilali Bounaama, Khemis Miliana, Algérie.
- Benazzedine, S. (2010).** Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilis oryzae* (Coleoptra ; cuculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptra ; Tenebrionidae). Mémoire on line, Ecole nationale supérieure agronomique, El Harrach, Algérie.
- Benbelaid, F. (2015).** Effets des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques sur *Enterococcus faecalis* responsable d'infections d'origine dentaire. Thèse de Doctorat. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie.



- Benbouali, M. (2006).** Valorisation des extraits de plantes aromatiques et médicinales de : "*Mentha rotundifolia* & *Thymus vulgaris*". Mémoire de Magister, Université Hassiba Ben Bouali –Chlef, Algérie.
- Benini, C. (2007).** Contribution à l'étude de la diversification de la production des huiles essentielles aux Comores. Mémoire d'Ingénieur. Université Gembloux, pp109.
- Benkhaira N., Koraichi SI., Benbrahim KF.(2021).** Ethnobotanical survey on plants used by traditional healers to fight against Covid-19 in Fez city, Northern Morocco. *Ethnobotanic Research & Applications* 21:27.
- Benmadi, Z et Abida, H. (2018).** Effet des extraits de *Thymus vulgaris* chez *Escherichia coli* responsable des infections uro-génitales. Mémoire de Master, Université Abdel Hamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie.
- Benouali, D. (2016).** Extraction et identification des huiles essentielles. Mémoire de Master, Université des sciences et de la technologie d'Oran, Algérie.
- Benteyeb, A et Djemmal, S. (2014).** Contribution à la mise en évidence in vitro de l'efficacité des huiles essentielles de *Thymus ciliatus* et *Thymus dreatensis* contre les champignons lignivores, Mémoire de Master en microbiologie, université Constantine 1.
- Berrah, A. (2011).** Etude sur les pesticides. Mémoire on line, Université de Tébessa, Algérie.
- Binate, G et Dikes, L. (2018).** Etude de l'effet antibactérien et prébiotique des extraits de *Thymus vulgaris* et de *Thymus serpyllum*. Mémoire de Master, Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana, Algérie.
- Bouhekrit, M. (2018).** Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité biologique des huiles essentielles de deux Apiaceae *Elaeoselinum asclepium* (L.) Bertol. et *Margotia gummifera* (Desf.) Lange. Mémoire de Doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Algérie.
- Boudoumi, K. (2014).** Etude de l'influence du lieu et de la période de récolte de l'espèce «*Thymus vulgaris* L. » sur le rendement et la composition chimique des huiles essentielles. Mémoire de Master. Université de Djelfa, Algérie.
- Boughendjioua, H et Djeddi S. (2018).** Quality Attributes of the Thyme (*Thymus numidicus* Poiret.) Essential Oil. *Journal of Plant Sciences* 6(1): 12-15.
- Bouguerra, A. (2012).** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculum vulgare* Mill. En vue de son utilisation comme conservateur alimentaire. Mémoire de Magistère, Université Mentouri Constantine1, Algérie.
- Bouguerra N., Djebbar F.T., Soltani N. (2017).** Algerian *Thymus vulgaris* essential oil: Chemical composition and larvicidal activity against the mosquito *Culex pipiens*. *International Journal of Mosquito Research*, 4(1): 37-42.
- Bouhdid S., Idaomar M., Zhiri A., Baudoux D., Skali N.S et Abrini J. (2006).** Thymus essential oils : chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities. Congrès international de biochimie, Agadir, Maroc.
- Boukhatem M.N., Hamaidi M.S., Saidi F., Hakim Y., (2010).** Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L.) Cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). *Nature et Technologie* : 37-45.
- Boukhatem M., Ferhat M., Kameli A., Saidi F., Taibi H., Djamel T. (2014).** Valorisation de l'essence aromatique du Thym (*Thymus vulgaris* L.) en aromathérapie anti-infectieuse. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 8:1418-1431.

- Boukrif, R et Boukabous, S. (2019).** Etude de l'activité antibactérienne de *Thymus vulgaris*. Mémoire de Master, Université de Bouira, Algérie.
- Boulade, K. (2018).** Lamiaceae : caractéristiques et intérêts thérapeutiques à l'officine. Thèse de Doctorat, Université Toulouse III, Paul Sabatier, France.
- Boutoba, (2013).** Effet Acaricide d'huile de *Thymus vulgaris* sur *Varroa jacobsoni*. Pp : 25-44.
- Bouzabata, A. (2020).** Médecine traditionnelle et COVID-19: croyances et réalités 01/04/20 publié dans 20 ans Sci Dev Net, Edition : Afrique Sub - Saharienne.
- Brada M., Achour D., Wathelet J.P., Lognay G. (2009).** Study of Essential Oils of Some Plants from Algeria (*Salvia officinalis*, *Thymus vulgaris* and *Ruta chalepensis*).
- Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. 3<sup>ème</sup> édition, Tec & Doc. Lavoisier, Paris, p 1120.
- Catella C., Camero M., Lucente M.S., Fracchiolla G., Sblano S., Tempesta M et al. (2021).** Virucidal and antiviral effects of *Thymus vulgaris* essential oil on feline corona virus. Research in Veterinary Science 137: 44–47.
- Chagra, K. (2019).** Etude les propriétés physico-chimiques et biologique de clou du girofle (*Syzygium aromaticum* L.). Mémoire de Master, Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie.
- Chaoui, M et Chegroune, S. (2019).** Contribution à la caractérisation chimique des extraits de quelques plantes aromatiques et médicinales de la steppe du sud-algérois. Mémoire de Master. Université Ziane Achour, Djelfa, Algérie.
- Chekkal, K et Derradji, S. (2015).** Evaluation de l'effet insecticide de deux huiles essentielles formulées (*Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus*) en combinaison avec un bioadjuvant (*Selena fuscata*) sur *Aphis fabae* haricot en comparaison avec un produit. Mémoire de Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimy, Bordj Bouariridj, Algérie.
- Chourfa M., Allem R., Sebahia M. S., Belhireche. (2013).** Effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les bactéries pathogènes responsables de gastroentérites. Phytothérapie, 11 : 154-160.
- Chi-Hoon L., Sang-Guei L., Hoi-Seon L. (2010).** Acaricidal Effects of *Thymus vulgaris* Leaf-derived Materials and Monoterpene Alcohols against *Dermatophagoides* spp. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem, 53(2): 170-174.
- Daidj, N. (2007).** L'évolution des chaînes de valeur dans le secteur des jeux vidéos. Edition Mutanier des STIC. Acteurs, Ressources et Activité, Paris, p193-221.
- Daoudi, F. (2016).** Analyse chimique et propriétés biologiques des huiles essentielles de *Chiliadenus rupestris* et *Thymus coloratus* (Zaater) de la région de Tlemcen. Thèse de Master en chimie, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie, p 7-11.
- Dapkevicius A., Venskutonis R., Van Beek T.A., Linszen J.P.H. (1998).** Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. Journal of Science Food and Agriculture, 77(1):140-146.
- David, M. (2019).** Le thymol - sources propriétés et applications. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, France.
- Deschepper, R. (2017).** Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. Mémoire de Doctorat, Université d'Aix-Marseille, France.

- Desramaux, M. (2018).** Huiles essentielles en dermocosmétologie. Sciences Pharmaceutiques, édition Dumas.
- Djedir, G. (2018).** Etude comparative entre deux espèces du Thym: *Thymus coloratus* et *Thymus capitatus* dans la région de Tlemcen : Aspect écologique, cartographique et morphométrique. Master, Université Aboubakr Belkaid, Tlemcen, Algérie.
- Djeroumi, A et Nacef, M. (2004).** 100 plantes médicinales d'Algérie. Ed Palais du livre, pp 135 -131.
- Djrourou, M et Habouchi, S. (2018).** Etude de l'activité insecticide des extraits méthanoïques et huiles essentielles de *Sinapis arvensis* et *Thymus vulgaris* sur les larves de *Aphis spiraecola* (Patch). Mémoire de Master, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Algérie.
- Dob T., Darhmane D., Benabdelkader T., Chelgoum C.(2006).** Studies on the essential oils and antimicrobial activity of *Thymus algeriensis* Boiss & Reut. Int. J. Aromath., 16 (2), 95-100.
- Dorman, H.J.D et Deans, S.G. (2000).** Antimicrobial agents from plants: antimicrobial activity of plant volatile oils. J. Appl. Microbiol, 88, 308-316.
- Dridi, F. (2005).** Extraction et analyse de l'huile essentielle de cumin formulation d'une pommade décongestionnante. Mémoire de Magistère, Université M'hamed Bouguerra, Boumerdes, Algérie.
- Echchaoui, M. (2018).** Le Pouvoir antibactérien des huiles essentielles. Thèse de Doctorat, Université Mohammed V-Rabat, Maroc.
- El-akhal H., Greche F., Ouazzani Chahdi R., Guemmouh A., El Ouali Lalami A. (2015).** Chemical composition and larvicidal activity of *Culex pipiens* essential oil of *Thymus vulgaris* grown in Morocco. Journal of Materials and Environmental Science, 6(1): 214-219.
- El Hattabi L., Talbaoui A., Amzazi S., Bakri Y., Harhar H., Costa J et al. (2016).** Chemical composition and antibacterial activity of three essential oils from south of Morocco (*Thymus satureoides*, *Thymus vulgaris* and *Chamaelum nobilis*). Journal of Materials and Environmental Science, 7(9): 3110-3117.
- El kalamouni, C. (2010).** Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Mémoire de Doctorat, Université de Toulouse. France.
- Elgamouz S., Bouzekri O., Bouymajane A., Rhazi Filali F., Elidrissi M., Amchrouk A., Chokrad M. (2020).** The Study of Antioxidant and Antimicrobial activities of Moroccan *Thymus vulgaris* Essential oil and its Physicochemical Characteristics in comparison with previous Studies. Rhazes: Green and Applied Chemistry, Vol. 10, 103~112.
- El-Nekeety A.A., Mohamed S.R., Hathout A.S., Hassan N.S., Aly S.E., et al. (2011).** Antioxidant properties of *Thymus vulgaris* oil against aflatoxin-induced oxidative stress in male rats. Toxicol 57: 984-991.
- El ouali lalami A., El-AKhal F., Ouedrhiri W., Ouazzani Chahdi F., Guemmouh R., Greche H. (2013).** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain: *Thymus vulgaris* et *Thymus satureioïdis*. Les technologies de laboratoire, 8: 31.

- Eqbal M., Duaqan A., Aminah A. (2017).** Medicinal and functional values of thyme (*Thymus vulgaris* L.) Herb. Journal of applied biology and biotechnology, 5(02) : 017-022.
- Erica A., Juan F., Jorge A., Eva N. (2006).** Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of *Thymus vulgaris* against *Alternaria citri*. Chemical composition and fungicidal, 4 (16): 1-7.
- Ettayebi K., El Yamani J., Rossihassani BD. (2000).** Synergistic effects of nisin and thymol on antimicrobial activities *Listeria monocytogenes* and *Bacillus subtilis*, FEMS microbial Lett, 183 : 191-195.
- Farrell, G et Sulten, G.G.M. (2002).** Larger grain borer in Africa; a history of efforts to limit its impact. Integr. Pest Manage. Rev, 7,67-84.
- Fazel M., Omid B.M., Barzegar M., Naghdi B.H. (2007).** Influence of heating on antiradical activity of essential oils of thyme, summer savory and clove by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method. J. Med. Plants, 2(22): 54-63.
- Figueredo, G. (2007).** Étude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne. Mémoire de Doctorat, Université Blaise Pascal, France.
- Florentine M.C., Ndoye F., Maximilienne A., Sylvain, L.S., Riwom, H.S., François Xavier Etoa. (2016).** Chemical composition, antioxidant effects and antimicrobial activities of some spices essential oils on food pathogenic bacteria. African journal of biothechnology, 15 (16): 649-656.
- Frederich, M. (2014).** Les plantes qui nous soignent: de la tradition à la médecine moderne, centre inter facultaire de recherche du médicament. Chargé de cours à la faculté de médecine, université de Liège, p 62.
- Garnero, J. (1991).** Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur analyse et leur normalisation. Ed. Encyclopédie des médecines naturelles. Paris, France. pp 2-20.
- Ghomari FN., Kouache B., Arous A., Cherchali S. (2014).** Effet de traitement par fumigation du thym (*Thymus vulgaris*) sur le *Varroa destructor* agent de la varroase des abeilles. Nat et Technol, Scie Agron et Biol, 10 : 34-38.
- Giordani R., Regli P., Kaloustian J., Mikail C., Abou L., Portugal H (2004).** Antifungal effect of various essential oils against *Candida albicans*. Potentiation of antifungal action of amphotericin B by essential oil from *Thymus vulgaris*. Phytother Res, 18(12), 990-995.
- Goetz, P. (2020).** Autopsie du traitement naturel de la Covid-19. Phytothérapie 18:69–70.
- Gouizi, H et Ghellab, M. (2019).** Contribution à l'étude de l'activité fongicide des extraits de thym (*Thymus vulgaris*). Mémoire de Master, Université Akli Mohand oulhadj, Bouira, Algérie.
- Grigore A., Inna Paraschiv., Colceru Mihul S., Bubueanu C., Draghici E., Ichim M. (2010).** Chemical composition and antioxidant activity of *Thymus vulgaris* L. volatile oil obtained by two different methods. Romanian biotechnological letters, 15 (4): 5436-5442.
- Guerfa, S et Ounaissia, N. (2015).** Contribution à l'étude d'activités anti oxydante et anti inflammatoire de certaines huiles essentielles. Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 Guelma, Algérie.
- Guerrouf A. (2017).** Application des huiles essentielles dans la lutte microbiologique cas d'un cabinet dentaire. Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.

- Guinoiseau, E. (2010).** Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles: séparation, identification et mode d'action. Sciences du Vivant. Thèse de Doctorat, Université de Corse, France.
- Habbi-Cherifi, A. (2014).** Etude de la dynamique du parasite *Varroa destructor* de l'abeille domestique (*Apis mellifera*) et évaluation de l'efficacité de quelques huiles essentielles dans la lutte contre ce parasite. Mémoire de Magister en Sciences Biologiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, Algérie.
- Haddouche, K.H. (2011).** Etude de l'effet antibactérien des huiles essentielles de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus*. Mémoire de Master, Université, Abou Bekr Belkaid Tlemcen, Algérie.
- Haddouchi F., Lazouni H., Meziane A., Benmansour A. (2009).** Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss & Reut. Afrique Science : 05(2), 246 - 259.
- Hamdani, F.Z et Houari, N. (2020).** Phytothérapie et Covid-19. Une étude fondée sur une enquête dans le nord de l'Algérie. Phytothérapie, 18:248-254.
- Hammaz, F et Nafa, S. (2017).** Contribution à l'essai de fabrication de pâté de volaille à base de conservateurs naturels. Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Algérie.
- Hassani A., Sehari N., Sehari M., Bouchenafa N.1., Labdelli F., Kouadrie M. (2017).** Etude des propriétés insecticides et bactéricides de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. dans la lutte contre les ravageurs des semences et denrées stockées. Revue Écologie-Environnement (13), ISSN: 1112-5888.
- Hessas, T et Simoud, S. (2018).** Contribution à l'étude de la composition chimique et à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *thymus sp.* Mémoire de Doctorat, Université Mouloud Mameri Tizi-Ouzou, Algérie.
- Hudaib, M et Aburjai, T. (2007).** Volatile components of *Thymus vulgaris* L. from wild-growing and cultivated plants in Jordan. Flavour and fragrance journal, 22: 322–327.
- Hurtel, J.M. (2006).** Noix de muscade, *Myristica fragrans*, fiche médicale sur cette épice Aphrodisiaque et son huile essentielle antiseptique, phytomania : phytothérapie, plantes médicinales, aromathérapie, huiles essentielles. Phytomania. com.
- Iazzouguen, A et Ouatah, N. (2012).** Effet de l'association de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* (Bois et Reut) et de deux antibiotiques (ampicilline et céfazoline) sur *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*. Mémoire de l'ingénieur d'état, Université Abderrahmane Mira, Bejaia, Algérie.
- Iserin, p. (2001).** Encyclopédie des plantes médicinales ,2 Ed. Larousse. Londres, pp 225-226.
- Ismaili R, Houbairi S, Lanouari S, Moustaid K, Lamiri A. (2017).** Etude De L'Activité Anti oxydante Des Huiles Essentielles De Plantes Aromatiques et Médicinales Marocaines. European Scientific Journal,13(12): 1857 – 7881.
- Jalas J. (1971).** Note of *Thymus* .L (Labiatae) in Europe. I. Supraspecific Classification and Nomenclature. Bot .J. Linn.Soc, 64 :199-215.
- Jeong E.Y., Lim J.H., Kim H.G., Lee H.S. (2008).** Acaricidal Activity of *Thymus vulgaris* Oil and Its Main Components against *Tyrophagus putrescentiae*, a Stored Food Mite. Journal of Food Protection, 71( 2) : 351–355.

- Johnson, T. (1998).** CRC Ethnobotany Desk Reference. CRC Press, p 122.
- Jouault, S. (2012).** La Qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur toxicité. Synthèse de Doctorat, Université de Lorraine. Luxembourg.
- Jukic, M et Milos, M. (2005).** Catalytic oxidation and antioxidant properties of thyme essential oils (*Thymus vulgaris* L.). Croatica Chemica Acta, 78(1): 105-110.
- Kabouche, A. (2005).** Etude photochimique de plantes médicinales appartenant à la famille des Lamiaceae. Thèse de Doctorat d'état en chimie, Université Mentouri Constantine, p 277.
- Kaloustian J., Chevalier J., Mikail C., Martino M., Abou L., Vergnes M F. (2008).** Étude de six huiles essentielles : composition chimique et activité antibactérienne. Phytothérapie, 6 : 160 - 164
- Karahacane, T. (2015).** Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Alger, Algérie.
- Kechroud, M.(2012).** Effet insecticide des huiles essentielles de *Pinus nigra* Arl Ssp. *mauritanica* sur les ravageurs des denrées stockées. Mémoire de Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia. Algérie.
- Keefover-Ring K., Linhart Y.B., Thompson J.D. (2009).** Beyond six scents: defining a seventh *Thymus vulgaris* chemotype new to southern France by ethanol extraction. Flavour and Fragrance journal, 24 : 117-122.
- Kemassi A., Darem S., Cherif R., Boual Z., Sadine SE., Aggoune MS et al., (2014).** Recherche et identification de quelques plantes médicinales à caractère hypoglycémiant de la pharmacopée traditionnelle des communautés de la vallée du M'Zab (Sahara septentrional Est Algérien). Journal of Advanced Research in Science and Technology:2352-9989.
- Keramat, M et Golmakani, M.T. (2016).** Effect of *Thymus vulgaris* and *Bunium persicum* essential oils on the oxidative stability of virgin olive oil. Grasas Aceites, 67(4): 1-11.
- Khaldi, F.Z. (2015).** Évaluation de l'activité antioxydant et anti inflammatoire des plantes médicinales algériennes *Thymus vulgaris*, *Matricaria recutita* et *Anethum graveolens*. Mémoire de Master, Université frères Mentouri Constantine, Algérie.
- Khelifi, Z et Medjani, F. (2018).** Evaluation des activités biologiques des extraits d'une plante Algérienne appartenant au genre *Thymus*. Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri Constantine, Algérie.
- Kholkhal, F. (2014).** Etude Photochimique et Activité Anti oxydante des extraits des composés phénoliques de *Thymus ciliatus* ssp coloratus et ssp euciliatus. Thèse de Doctorat en Biologie, Université- Abou Bakr Belkaid ,Tlemcen,139p.
- Labioud, R. (2016).** Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calamintha nepeta* : activité antibactérienne, activité anti oxydante et activité fongicide. Thèse de Doctorat, Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie.
- Lahlou, M. (2004).** Methods to study the photochemistry and bioactivity of essential oils. Phytotherapy Research: an international journal devoted to pharmacological and toxicological evaluation of natural product derivatives, 18(6): 435-448.
- Lahsissene H., Kahouadji A., Tijane M., Hseini S. (2009).** Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de zaër (Maroc occidental). Lejeunia, revue de botanique [en ligne], n° 186.

- Lakhder, L. (2015).** Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur *aggregati bacter actinomycetem comitans* : Etude *in vitro*. Thèse de Doctorat, Université de médecine dentaire de Rabat, Maroc.
- Lamamra, M. (2007).** Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Tinguarra sicula* (L.) Parl. Et de *Filipendula hexapetala* Gibb. Mémoire de Magistère, Université Ferhat Abbas, Sétif. Algérie.
- Lamara M., (2012).** Effet D'huile essentielle de thym sur la Varroa. Mémoire Université Saad Dahleb Blida, l'Algérie. Pp : 63-66.
- Laurent, J. (2017).** Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine. Mémoire de Doctorat, Université Paul Sabatier Toulouse , France.
- Lavergne, D. (2012).** Guide technique des plante à parfum aromatiques et médicinales (PAM) en bio, rédaction : AGROBIO 47 Association de Développement de l'Agriculture Biologique
- Lazouni H.A., Benmansour A., Taleb-Bendiab S.A., Chabane Sari D. (2007).** Composition des constituants des huiles essentielles et valeurs nutritives du *Foeniculum vulgare* Mill. Sciences & Technologie, 25: 7-12.
- Madi, A. (2010).** Caractérisation et comparaison du contenu poly phénolique de deux plantes médicinales (Thym et Sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques. Magister, Biotechnologie végétale, Université Mentouri Constantine, Algérie.
- Mancini E., Senatore F., Del Monte D., De Martino L., Grulova D., Scognamiglio M et al., (2015).** Studies on Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Five *Thymus vulgaris* L. Essential Oils. Molecules, 20(7), 12016-12028.
- Maouche, N et Baziz, N. (2018).** Effets des huiles essentielles et des extraits éthanolique du thym sur les propriétés physicochimiques et biologiques du PLA. Mémoire de Master, Université de Bejaia, l'Algérie.
- Maqtari M.A.A., Alghalibi S.M., Alhamzy E.H. (2011).** Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *Thymus vulgaris* from Yemen. Turkish Journal of Biochemistry, 36(4): 342-349.
- Marzec M., Polakowski C., Chilczuk R., Kolodziej B. (2010).** Evaluation of essential oil content, its chemical composition and price of thyme (*Thymus vulgaris* L.). Kerva Polonica, 56 (3): 38-52.
- Mayer, F. (2012).** Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles : Etude de cas en maison de retraite. Thèse pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, p 17.
- Mebarki, N. (2010).** Extraction de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse - antimicrobienne. Thèse de Doctorat, Université M'hamed Bougara, Boumèrdes, Algérie.
- Megherbi A., Zouaoui S., Ouaar Dj. (2017).** L'activité antifongique des extraits des feuilles du *Thymus vulgaris* L. Editions universitaires européennes
- Mlle Nowicki, J. (2019).** Les dangers de l'utilisation abusive des huiles essentielles. Thèse de Doctorat, université de Lille 2, France.
- Miura K., Kikuzaki H., Nakatani N. (2002).** Antioxidant activity of chemical components from sage (*Salvia officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) measured by the oil stability index method. J Agric Food Chem, 50(7): 1845-1851.

- Modarres Najafabadi SS., Taji M., Hajihassani A. (2012).** Study on *Thymus vulgaris*, *Lavandula officinalis* and *Eucalyptus camaldulensis* extracts on the two-spotted spider mite. International Journal of Agri Science, 2(3): 228-236.
- Mouhi, L. (2017).** Etude des activités biologiques de l'association des huiles essentielles de plantes de la flore Algérienne. Élaboration d'une forme pharmaceutique. Thèse de Doctorat, Université Houari Boumediene, Algérie.
- Mpondo E., Paul Ngene J., Mpounze Som L., Etame Loe G., Ngo Boumsong P., Yinyang J., et al., (2017).** Connaissances et usages traditionnels des plantes médicinales du département du haut Nyong. Journal of Applied Biosciences, 113: 11229-11245.
- Nedjai, I. Nedjai, S. (2017).** Activité antimicrobienne des huiles essentielles. Mémoire de Master, Université A. MIRA – Bejaia, Algérie.
- Nikolić M., Glamočlija J., Ferreira I.C.F.R., Calhella R.C., Fernandes A., Marković T et al., (2014).** Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and Reut and *Thymus vulgaris* L. essential oils. Industrial Crops and Products, 52 : 183-190.
- Nouioua, W. (2012).** Biodiversité et ressources phylogénétiques d'un écosystème forestier « *Paeonia mascula* (L.) Mill. ». Thèse de Magister en Biodiversité et Gestion des Ecosystèmes, Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS),** Monographs on selected medicinal plants. Geneva, Switzerland: 1999.
- Ouis, N. (2015).** Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fe nouil et de persil. Thèse de Doctorat, Université d'Oran 1, Algérie.
- Oulebsir M., Khemili-Talbi S., Benzina F., Halouane F. (2015).** Isolation and Identification of Entomopathogenic Bacteria from Algerian Desert Soil and their Effects against the Migratory Locust, *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) (Orthoptera: Acrididae). Egyptian Journal of Biological Pest Control, 25(3), 739-746.
- Park J.H., Jeon Y.J., Lee C.H., Chung N., Lee H.S. (2017).** Insecticidal toxicities of carvacrol and thymol derived from *Thymus vulgaris* Lin. against *Pochazia shantungensis* Chou & Lu., newly recorded pest. Scientific Reports, 7.
- Pina-Vaz C., Gonçalves Rodrigues A., Pinto E., Costa-de-Oliveira S., Tavares C., Salgueiro L et al. (2004).** Antifungal activity of Thymus oils and their major compounds. J Eur Acad Dermatol Venereol, 18(1), 73-78.
- Piochon, M. (2008).** Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse, Université du Québec, Chicoutimi.
- Pirbalouti A.G., Hashemi M., Ghahfarokhi F.T. (2013).** Essential oil and chemical compositions of wild and cultivated *Thymus daenensis* Celak and *Thymus vulgaris* L. Industrial Crops and Products 48, 43–48.
- Punya Shree H N., Nitin Mehta., Manish Kumar C., Rajesh V., Harsh Panwar. (2019).** In vitro evaluation of antimicrobial and antioxidant efficacy of thyme (*Thymus vulgaris* L.). essential oil Journal of animal research 9 (3) : 443-449.



- Qaralleh H.N., Abboud M.M., Khleifat K.M., Tarawneh K.A., et Al Thunibat O.Y.(2009).**Antibacterial activity in vitro of *Thymus capitatus* from Jordan. Revue de Pak J Pharm Sci, 22(3):247-51.
- Quezel, P et Santa, S. (1963).**Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales - Tome2.
- Rahman A.U., Nasim S., Baig I., Jalil S., Orhan I., Sener B., Choudhary M.I (2003).** Anti inflammatory isoflavonoids from rhizomes of *Iris germanica*. Journal of Ethnopharmacology, 86, (2-3), 177-180.
- Rahmouni, M.(2014).** Contribution à l'étude de l'activité biologique et la composition chimique des huiles essentielles de deux Apiacées (*Ferula vesceritensis* Coss et DR et *Balanseagla berrima* Desf.) Lange. Mémoire de Master, Université Ferhat Abbas – Sétif 1.Algérie.
- Ramdani, H. (2016).** Les bactéries Gram négatif. Cour du Module de Microbiologie/3 ème année Médecine, Université. Saleh Boubnider, Constantine, Algérie.
- Raymond, M. (2005).** L'aromathérapie chez le nourrisson et le petit enfant. Thèse de Doctorat, Pharmacie, Université de Nantes, France.
- Razzaghi – Abyaneh, M et Rai, M. (2013).** Antifungal metabolites from plants. Springer Science & Business Media, p 469.
- Regnault-Roger, C et Hamraoui, A. (1997).** Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques, Acta Botanica Gallica, 144:4, 401-412, DOI: 10.1080/12538078.1997.10515779.
- Rekioua, W et Rezzai, S. (2017).** Etude de la sensibilité de quelques souche d'espèce *Escherichia coli* et quelques bactéries à Gram positif aux 10 molécules d'aurones synthétisés et l'étude de l'activité antibactérienne d'huile essentiel de *Thymus vulgaris*. Mémoire de Master, Université Mohamed Seddik Ben Yahia, Jijel, Algérie.
- Remal, W et Khachouche,Z. (2017).**Initiation à l'Elaboration d'une carte de répartition du genre *Thymus* et l'étude de la composition chimique des huiles essentielles de *Thymus Serpyllum* L. récoltée du massif Dahra Zaccar région d'El Amra -wilaya de Ain Defla. Mémoire de Master, Université El Djillali Bounaama, Khemis Miliana, Algérie.
- Rizwan B., Zahur M., Azhar M., Azhar N., Khalid S., Sajid N., Qadeer S. (2020).** Therapeutic potential of *Thymus vulgaris*: A Review. Annals Res , 3 :147-161
- Saadallah H., Radjeh B., Dakhli D. (2020).**Les activités biologiques des constituants bioactifs de thym (*Thymus algeriensis*). Mémoire de master, Université Mohammed Sedik Benyahia, Jijel, Algérie.
- Saidj, F. (2007).** Extraction des essences du *Thymus numedius kabylliica*. Thèse de Doctorat, Université M'hamed Bougara,Boumerdès, Algérie.
- Samate, A.D. (2002).**Compositions chimiques d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone Soljdanienne du Burkina Faso: valorisation. Mémoire de Doctorat, présentée à l'Université de Ouagadougou, Burkina Faso.
- Sarni, T et Yelles, D. (2017).** Evaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Cedrus atlantica* et *Origanum compactum* : application sur la tomate. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie.

- Satyral P., Murray B.L., McFeeters R.L., Setzer W.N. (2016).** Essential Oil Characterization of *Thymus vulgaris* from Various Geographical Locations. *Foods*, 5, 70.
- Schwarz K., Ernst H., Ternes W. (1996).** Evaluation of anti oxidative constituents from thyme. *J. Sci. Food Agric*, 70(2), 217-223.
- Shazia S., Muzafar G., Wagay. (2011).** essential oil composition of *thymus vulgaris* L. and their uses. *J essent oil res*, 16: 69-74.
- Sidali L., Brada M., Fauconnier M.L., Lognay G. (2014).** Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* du Nord d'Algérie. *PhytoChem & Biosub Journal*, 8(3):10-163.
- Soto-Mendívi E., Moreno-Rodríguez J., Estarrón-Espinosa M., García-Fajardo J., Obledo-Vázquez N. (2006).** Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of *Thymus vulgaris* against *Alternaria citri*. *e-Gnosis [online]* Vol. 4, Art. 16.
- Stahl-Biskup, E et Saez, F. (2002).** Thyme: The genus *Thymus*. London; New York, USA: Taylor & Francis.
- Sutour, S. (2010).** Etude de la composition chimique d'huiles essentielles et d'extraits de menthes de corse et de kumquats. Mémoire de Doctorat, Université de corse pascal Paoli.
- Szczepanik M., Zawitowska B., Szumny A. (2012).** Insecticidal activities of *Thymus vulgaris* essential oil and its components (thymol and carvacrol) against larvae of lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae). *Allelopathy Journal*, 30: 129.
- Ternes W., Gronemeyer M., Schwarz K.(1995).** Determination of p-cymene-2,3-diol, thymol and carvacrol in different foodstuffs. *Z. Lebensm.-Unters. Forsch*, 201(6), 544-577.
- Teuscher E., Anton R., Lobstein A. (2005).** Plantes aromatiques Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Tec & Doc. Lavoisier, Paris, p 521.
- Tisserand, M. (2014).** Aromatherapy vs MRSA: Antimicrobial essential oils to combat bacterial infection, including the superbug. *Singing Dragon*, p 192.
- Tiwari, M et Tandon, V. 52004).** Medicinal plants. Vol 2, Gyan Publishing House, p 653.
- Torras J., Grau M.D., Lopez J.F., De las Heras F.X. (2007).** Analysis of essential oils from chemotypes of *Thymus vulgaris* in Catalonia. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(12): 2327-2333.
- Touhami, A. (2017).** Etude chimique et microbiologique des composants des huiles essentielles de différentes genre *Thymus* récoltées dans les régions de l'Est algérien pendant les deux périodes de développement. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar. Annaba, Algérie.
- Valizadeh S., Mahmoudi R., Fakheri T., Katirae F., Rahmani V. (2015).** Investigating the phytochemical antibacterial and antifungal effects of *Thymus vulgaris* and *Cyminum* essential oils. *Medical laboratory journal*, 10 (1): 36-43.
- Vangelder, V. (2017).** L'aromathérapie dans la prise en charge des troubles de Sante mineurs chez l'adulte à l'officine. Thèse de Doctorat, Université de Lille 2, France.
- Veyrone, P. (2019).** Place des huiles essentielles en dermo-cosmetique. Thèse de Doctorat, Marseille Université, France.

- Walker J.E.M., Saraste M.J., Runswick N.J., Gay.(1982).** Distantly related sequences in the alpha-and beta-subunits of ATP synthase, myosin, kinases and other ATP requiring enzymes and a common nucleotide-binding fold. *The Embo Journal*, 1(8), 945-51.
- Wesolowska, A et Jadcak, D. (2019).** Comparison of the Chemical Composition of Essential Oils Isolated from Two Thyme (*Thymus vulgaris* L.) Cultivars. *Not Bot Horti Agrobo*, 47(3): 829-835.
- Yaacoub, R et Tlidjane, I. (2018).** Caractérisation physico-chimiques et analyses biologiques de l'huile essentielle des grains de *Cuminum cyminum* L. et de *Foeniculum vulgare* Mill. extraite par hydrodistillation et CO<sub>2</sub> supercritique : Etude comparative. Mémoire de Master, Université Larbi Ben M'hidi, Oum-El- Bouaghi, Algérie.
- Yakhlef, G. (2010).** Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *Laurus nobilis* L. Mémoire de Master, Université El hadj Lakhdar. Batna, Algérie.
- Yakhlef G., Laroui L., Lambaba L., Ayacchi M. (2011).** Evaluation de l'activité antimicrobienne de *Thymus Vulgaris* et de *Laurus nobilis*, plantes utilisées en médecine traditionnelle. *Phytotherapie*, 9(4):209-218.
- Youdim, K.A et Deans, S.G. (2000).** Effect of thyme oil and thymol dietary supplementation on the antioxidant status and fatty acid composition of the ageing rat brain. *British Journal of Nutrition*, 83(1), 87-93.
- Zaid, B et Tifourghi, H. (2020).** Contribution d'étude de l'activité antifongique des huiles essentielles de thym (*Thymus vulgaris*) contre *Aspergillus niger*. Mémoire de Master, Université Mohamed khider, Biskra, Algérie.
- Zantar S., El Garrouj D., Pagan R., Chabi M., Laglaoui M., Hassani Z.M. (2015).** Effect of harvest time on yield, chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Thymus vulgaris* and *Mentha pulegium* essential oils. *Eur. J. Med. Plants*, 8(2): 69-77.
- Zarzuelo, A et Crespo, E (2000).** The medicinal and non medicinal uses of thyme. In: *Thyme: The genus Thymus. Medicinal and Aromatic Plants Industrial Profiles*, New York, Taylor and Francis.
- Zayaad N., Farah A., 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*, Vol. 83, 2014, p. 118 - 132.
- Zeghad, N. (2009).** Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne. Diplôme de Magister, Université des Frères Mentouri, Constantine. Algérie.
- Zeghad, N et Merghem, R. (2013).** Antioxidant and Antibacterial activities of *Thymus vulgaris* L. *j. Biol.-Plant*, 58:27-36.
- Zeghib, A. (2013).** Etude phytochimique et activités anti oxydante, anti proliférative, antibactérienne et antivirale d'extraits et d'huiles essentielles de quatre espèces endémiques du genre *thymus*. Thèse de Doctorat, Université de Constantine .Algérie.
- Zerbani, G. (2020).** Caractéristiques physico-chimiques antimicrobiennes d'un savon additionné à l'huile essentielle de citron (*Citrus limon*). Mémoire de Master, Université de Ghardaïa, Algérie.

**Ziti-Freville, N. (2019).** L'aromathérapie anti-infectieuse est-elle une alternative essentielle à l'officine. Thèse de Doctorat, Université de Lille, France.

**Zrira, S. (2000).** Marché des plantes aromatiques des plantes aromatiques et médicinales au Maroc, Cour, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202, Rabat, Maroc, p 2-3.



*Annexes*



## ANNEXE 1

### Questionnaire de la population

Nom Prénom	Sexe	Age (ans)	Situation familiale	Situation sociale	Niveau d'étude	Maladies chroniques	Avez- vous eu le corona virus	Traitement Suivi	Avez- vous utilisé le thym	Thym sous forme feuilles ou huile	Comment l'avez-vous utilisé	Seul ou associé	Durée du traitement	Efficacité du traitement au thym
1	M	27	célibataire	Avec travail	universitaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	feuilles	Tisane	Associée, avec (verveine, Miel, gingembre, et giroflès)	7 jours	bonne efficacité.
2	M	27	célibataire	Avec travail	universitaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	feuilles	Tisane	associée avec (verveine, Miel, gingembre, et giroflès)	10 jours	Bonne efficacité
3	M	55	marié	Avec travail	niveau secondaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	feuilles	tisane	Seule	15 jours	Très bonne efficacité
4	F	23	célibataire	Sans travail	universitaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	feuilles	tisane	associée avec artémise	03 jours	faible efficacité
5	F	20	célibataire	Sans travail	universitaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	feuilles	Vapeur et tisane	Associée avec (verveine, citron, miel)	3 jours, et le traitement est toujours en cours	j'ai remarqué une amélioration.
6	F	23	Célibataire	Sans travail	secondaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	feuilles	tisane	seule	10 jours	bonne efficacité
7	F	32	mariée	Sans travail	secondaire	Non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	feuilles	vapeur et tisane	associée avec (autre plantes médicinales)	7 jours	bonne efficacité
8	M	29	Célibataire	Avec travail	secondaire	Non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	feuilles	tisane	associé avec (autre plantes médicinales)	7 jours	très bonne efficacité
9	M	38	Marié	Avec travail	secondaire	Non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	feuilles	tisane	seule	3 jours	faible efficacité

## Annexe 1 (suite) Questionnaire de la population

Nom Prénom	Sexe	Age (ans)	Situation familiale	Situation sociale	Niveau d'étude	Maladies chroniques	Avez- vous eu le corona virus	Traitement Suivi	Avez- vous utilisé le thym	Thym sous forme feuilles ou huile	Comment l'avez-vous utilisé	Seul ou associé	Durée du traitement	Efficacité du traitement au thym
10	M	28	célibataire	Avec travail	universitaire	Non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	feuilles et huile essentielle	tisane + cuillère d'huile dans l'eau	associée avec (Haricots noirs et le citron)	5 jours	oui il y a une efficacité
11	F	19	célibataire	Sans travail	universitaire	Non	Oui	Naturel	oui	Feuilles	vapeur et tisane	associée avec (eucalyptus, Romarin, menthe, Gingembre, girofle)	30 jours	oui il y a une grande efficacité
12	F	23	célibataire	Sans travail	universitaire	Non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	vapeur	associée avec (girofle, Gingembre)	7 jours	non il n'y a pas d'efficacité
13	F	23	célibataire	Sans travail	universitaire	non	Oui	Naturel	oui	Feuilles	tisane	associée avec autre plantes médicinales	10 jours	très bonne efficacité
14	F	23	célibataire	Sans travail	universitaire	Non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	tisane	Seule	10 jours	oui il y a une efficacité
15	M	53	marié	Avec travail	universitaire	Tension	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	vapeur et tisane	Seule	15 jours	faible efficacité
16	F	25	célibataire	Sans travail	universitaire	B- thalassémie majeure	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	feuilles	tisane	seule	3 jours	très efficace surtout contre la toux
17	F	25	célibataire	Avec travail	universitaire	Non	Oui	Naturel	oui	Feuilles	vapeur et tisane	associée avec (girofle, Gingembre)	15 jours	oui il y a une efficacité

**ANNEXE 1 (suite)**  
**Questionnaire de la population**

Nom Prénom	Sexe	Age (ans)	Situation familiale	Situation sociale	Niveau d'étude	Maladies chroniques	Avez-vous eu le corona virus	Traitement Suivi	Avez-vous utilisé le thym	Thym sous forme feuilles ou huile	Comment l'avez-vous utilisé	Seul ou associé	Durée du traitement	Efficacité du traitement au thym
18	F	73	Veuve	Sans travail	Primaire	Tension	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	vapeur et tisane	associée avec (Cannelle, clous de girofle, costus)	15 jours	oui efficace avec le traitement pharmaceutique.
19	F	23	célibataire	Sans travail	secondaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	Tisane	associée avec (citron)	7 jours	Bonne efficacité
20	F	26	célibataire	Avec travail	universitaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	tisane et vapeur	Associer avec clous de girofle, zeste d'orange..	15 jours	Bonne efficacité
21	M	56	marié	avec travail	universitaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	Tisane	Associer avec la menthe	10 jours	Très bonne
22	F	22	célibataire	Sans travail	universitaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	Huile	vapeur	Thym avec clous de girofle	7 jours jusqu'à 15 jours	Bonne
23	F	26	célibataire	Sans travail	universitaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	tisane et vapeur	Associer avec le citron	10 jours	Bonne
24	F	36	mariée	Avec travail	universitaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	tisane et vapeur	Associer avec clous de girofle,	15 jours	Bonne
25	F	40	mariée	Avec travail	universitaire	non	Oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	Tisane	Associer avec le citron et le girofle	7 jours	Bonne
26	F	61	mariée	Avec travail	universitaire	Non	oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles et huile	tisane + cuillère d'huile dans l'eau	Associer avec la menthe	15 jours	Bonne



**ANNEXE 1 (suite)**  
**Questionnaire de la population**

Nom Prénom	Sexe	Age (ans)	Situation familiale	Situation sociale	Niveau d'étude	Maladies chroniques	Avez- vous eu le corona virus	Traitement Suivi	Avez- vous utilisé le thym	Thym sous forme feuilles ou huile	Comment l'avez-vous utilisé	Seul ou associé	Durée du traitement	Efficacité du traitement au thym
27	F	31	mariée	Sans travail	secondaire	non	Oui	Naturel	oui	Feuilles	Tisane	Associer avec le girofle et citron	5 jours	Bonne
28	M	41	marié	avec travail	secondaire	non	oui	Naturel	Oui	Feuilles	vapeur	Associé à la menthe et au gingembre	10 jours	Oui efficace en particulier l'état du goût et de l'odorat
29	F	47	mariée	Avec travail	universitaire	stress	oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles et huile	(Tisane, + huile de Tao)	Associé avec eucalyptus	30 jours	Moyenne
30	F	36	mariée	avec travail	secondaire	Non	oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	Tisane	seule	plus que 15 jours	Le thym seul ne suffit pas, il faut prendre des médicaments
31	M	57	marié	avec travail	secondaire	Non	oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	Tisane	associée avec (girofle, citron)	15 jours	très bonne efficacité
32	F	52	veuve	avec travail	universitaire	Non	oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	Tisane	associée avec le citron	15 jours	bonne efficacité
33	M	24	marié	avec travail	secondaire	Non	oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	Tisane	associé	10 jours	Bonne
34	M	40	marié	avec travail	secondaire	Non	oui	pharmaceutique et naturel	oui	Feuilles	Tisane	associée avec le girofle le miel le citron	10 jours	Avec des médicaments , l'état s'est amélioré

**ANNEXE 2**  
**Questionnaire des herboristes**

Nom Prénom de l'herboriste	Age (ans)	Nom de L'herboristerie	Lieu de L'herboristerie	Type d'herbes existantes	Est-ce qu'il ya beaucoup d'herbes médicinales	Le thym en fait-il parti	D'où provient le thym	Forme du thym utilisée Huile ou Sèche	La consommation du thym a-t-elle augmenté après le corona (%)	Efficacité du traitement au thym
1	54	les amandiers	19, rue Boudjeriyou <b>Constantine</b>	herbes médicinales et épices alimentaires	+++++	Oui	Wilaya El Bayadh	Feuilles	+++	++++
2	34	Magasin el hadj	19, rue chevalier <b>Constantine</b>	herbes médicinales et épices alimentaires	+++++	Oui	Sétif (Aïn Oulmene).	huiles et feuilles	+++++	+++++
3	27	Herbes médicinales	Rue chevalier Constantine	herbes médicinales et épices alimentaires	++++	Oui	Sétif Sahara	huiles et feuilles	++++	++++
4	36	Herbes et épices Kasr el Bey	Rue chevalier <b>Constantine</b>	herbes médicinales et épices alimentaires	+++	Oui	Jijel Sahara	feuilles et huiles distillée	+++++	+++++
5	53	herbes et épices	Centre de Bekira <b>Constantine</b>	herbes médicinales et épices alimentaires	++++	Oui	Beni Hmiden (Constantine)	Huile et sèche	++++	++++
6	34	Mentoudjet el-Tabiaa"	Bou-senna Ahmed <b>Oued Athmania</b>	Plantes médicinales Plant aromatiques plante culinaire Les herbes pour les cosmétiques	+++	Oui	Montagnes de la wilaya de Sétif	sèche huiles et fraîche	+++++	+++++
7	33	Mamlakat El-aacheb wa Tawabil	Rue Belghimouz Selima <b>Oued Athmania</b>	Plantes médicinales aromatiques culinaire Les herbes pour les cosmétiques	+++	Oui	Les grossistes de Sétif	Huile et feuilles sèches	+++	+++

**ANNEXE 2 (suite)**  
**Questionnaire des herboristes**

Nom Prénom de l'herboriste	Age (ans)	Nom de L'herboristerie	Lieu de L'herboristerie	Type d'herbes existantes	Est-ce qu'il ya beaucoup d'herbes médicinales	Le thym en fait-il parti	D'où provient le thym	Forme du thym utilisée Huile ou Sèche	La consommation du thym a-t-elle augmenté après le corona (%)	Efficacité du traitement au thym
8	39	Bayt El-Tabiaa	Rue 1 <sup>er</sup> Novembre <b>Oued Athmania</b>	Plantes médicinales aromatiques culinaire Les herbes pour les cosmétiques	+++++	Oui	récoltée de (Ferdjioua , Ouled-elkaim, Jabel-aqab wilaya de Mila)	Huile et feuilles sèches	+++++	+++++
9	53	"Dar el-aacheb"	Rue Belghimouz Selima <b>Oued-Athmania</b>	Plantes médicinales aromatiques culinaires Les herbes pour s cosmétiques	+++	Oui	Recolté dans les Villages et campagnes de la wilaya de Mila	Huile et feuilles sèches	+++++	++++

+++++ : Très forte efficacité      +++++ Présence importante      +++++ Forte consommation  
 ++++ : Moyenne efficacité      ++++ Grande présence      ++++ Moyenne consommation  
 +++ : Faible efficacité      +++ Faible présence      +++ Faible consommation

## Résumé

Le travail de notre recherche porte sur l'étude chimique et biologique de l'huile essentielle de l'espèce *Thymus vulgaris* d'Algérie et des différentes régions du monde. Le but visé est d'effectuer une comparaison en termes, de rendement, de propriétés physico-chimiques, de composition chimique, d'activité biologique et d'évaluer l'étendue de l'utilisation de cette plante et son efficacité contre le virus du Covid-19

Le *Thymus vulgaris* algérien possède un rendement variant entre 1,2 % et 4,2 % comparable à celui trouvé chez la même espèce des autres régions du monde. Les propriétés organoleptiques et les paramètres physico chimiques des huiles essentielles de cette espèce que ce soit en Algérie ou ailleurs sont conformes aux normes AFNOR.

La composition chimique de l'espèce algérienne est à chémotype thymol, carvacrol,  $\gamma$ -terpinène et Linalool ce qui est retrouvé chez la majorité des espèces dans différents pays. Toutefois, d'autres chémotypes peuvent exister.

L'huile essentielle de *Thymus vulgaris* possède des propriétés biologiques très importantes, elle peut être antibactérienne, antifongique, anti oxydante, insecticide et acaricide. Ce qui confirme l'importance de l'huile de cette espèce en agriculture, en industrie alimentaire et en pharmacie.

Enfin, et selon notre sondage, l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* est très utilisée pour se protéger de la Covid-19, il serait donc intéressant de développer cet axe de recherche et d'utiliser cette huile comme moyen de prévention et de traitement contre ce fléau dans notre pays.

**Mots clés :** *Thymus vulgaris*, propriétés physicochimiques, propriétés biologiques, Covid-19.

## **Abstract**

The work of our research focuses on the chemical and biological study of the essential oil of the species *Thymus vulgaris* from Algeria and from different regions of the world. The aim is to make a comparison in terms of yield, physicochemical properties, chemical composition, biological activity and to assess the extent of use of this plant and its efficacy against the virus of Covid-19.

The Algerian *Thymus vulgaris* has a yield varying between 1,2% and 4,2% comparable to that found in the same species in other regions of the world. The organoleptic properties and physicochemical parameters of essential oils species, whether in Algeria or elsewhere, comply with AFNOR standards.

The chemical composition of the Algerian species is thymol, carvacrol,  $\gamma$ -terpinene and Linalool chemotype, which is found in the majority of species in different countries. However, other chemotypes may exist.

The essential oil of *Thymus vulgaris* has very important biological properties; it can be antibacterial, antifungal, antioxidant, insecticidal and acaricidal. This confirms the importance of the oil of this species in agriculture, food industry and pharmaceuticals.

Finally, and according to our survey, the essential oil of *Thymus vulgaris* is widely used to protect against Covid-19, it would therefore be interesting to develop this line of research and to use this oil as a means of prevention and treatment against this scourge in our country.

**Keywords:** *Thymus vulgaris*, physicochemical properties, biological properties, Covid-19.

## التلخيص

يتمحور بحثنا في هذا العمل حول الدراسة الكيميائية والبيولوجية للزيت الأساسي لنوع " الزعتر الشائع " من الجزائر ومن مختلف مناطق العالم. الهدف منه هو إجراء مقارنة من حيث المردود، والخصائص الفيزيائية والكيميائية، والتركييب الكيميائي، و النشاط البيولوجي وتقييم مدى استخدام هذه النبتة وفعاليتها ضد فيروس كوفيد-19.

يتراوح إنتاج الزعتر الشائع الجزائري بين 1.2٪ و 4.2٪ مقارنة بتلك الموجودة من نفس النوع في مناطق أخرى من العالم تتوافق الخصائص الحسية والمعايير الفيزيائية والكيميائية للزيوت الأساسية لهذا النوع، سواء في الجزائر أو في أي مكان آخر، مع معايير AFNOR .

التركييب الكيميائي للأنواع الجزائرية هو الثيمول ، كارفاكرو ل ، بيتا-تربينولينول، وهي نفس الأنماط الكيميائية المتواجدة في غالبية الأنواع في مختلف البلدان، مع وجود أنماط كيميائية أخرى.

يحتوي الزيت الأساسي للزعتر الشائع على خصائص بيولوجية مهمة جدًا ، حيث يمكن أن يكون مضادًا للبكتيريا مضادًا للفطريات، مضادًا للأكسدة، مبيدًا للحشرات، ومبيدًا للقراد. وهذا ما يؤكد قيمة زيت هذا النوع في الزراعة، صناعة الأغذية و الأدوية.

أخيرًا ، ووفقًا لاستعلامنا ، فإن الزيت الأساسي للزعتر الشائع يستخدم على نطاق واسع للحماية من كوفيد\_19 ، لذلك سيكون من المثير للاهتمام تطوير هذا النوع من الأبحاث واستخدام هذا الزيت كوسيلة للوقاية والعلاج من هذه الأفة في بلادنا.

**الكلمات المفتاحية:** الزعتر الشائع، الخصائص الفيزيوكيميائية، الخصائص البيولوجية، كوفيد-19.

**Année universitaire : 2020/2021**

**Présenté par : Abed Soumia  
Messaadia Bouchra  
Djessas Maroua**

**Etude des propriétés physicochimiques et biologiques de *Thymus vulgaris* L.**

**Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Toxicologie**

**Résumé :**

Le but de ce travail est d'effectuer une comparaison en termes, de rendement, de propriétés physico-chimiques, de composition chimique, d'activité biologique et d'évaluer l'étendue de l'utilisation de cette plante et son efficacité contre le virus du Covid-19.

Le *Thymus vulgaris* algérien possède un rendement variant entre 1,2 % et 4,2 % comparable à celui trouvé chez la même espèce des autres régions du monde. Les propriétés organoleptiques et les paramètres physico chimiques des huiles essentielles de cette espèce que ce soit en Algérie ou ailleurs sont conformes aux normes AFNOR.

La composition chimique de l'espèce algérienne est à chémotype thymol, carvacrol,  $\gamma$ -terpinène et Linalool ce qui est retrouvé chez la majorité des espèces dans différents pays. Toutefois, d'autres chémotypes peuvent exister.

L'huile essentielle de *Thymus vulgaris* possède des propriétés biologiques très importantes, elle peut être antibactérienne, antifongique, anti oxydante, insecticide et acaricide. Ce qui confirme l'importance de l'huile de cette espèce en agriculture, en industrie alimentaire et en pharmacie.

Enfin, et selon notre sondage, l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* est très utilisée pour se protéger de la Covid-19, il serait donc intéressant de développer cet axe de recherche et d'utiliser cette huile comme moyen de prévention et de traitement contre ce fléau dans notre pays.

**Mots clés :** *Thymus vulgaris*, propriétés physicochimiques, propriétés biologiques, Covid-19

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** Dr Brik Nassima (MAHU - Université Salah Boubnider, Constantine3).

**Rapporteur :** Dr Atmani-Merabet Ghania (MCA- Université Salah Boubnider, Constantine 3).

**Examineur :** Dr Dalichaouch Souhaila (MCA - Université Salah Boubnider, Constantine3).

**Date de soutenance :** 19/09/2021