

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE : des Sciences

DEPARTEMENT de Sciences De La Nature  
et de La Vie

N° :



DOMAINE : Sciences De La Nature et de La  
Vie

FILIERE : Biotechnologies Végétales

OPTION : Biotechnologies Végétales

Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique

Par :

- LATRECHE Wissame
- MANSOR Nacera

Intitulé

**Les huiles essentielles,  
activités biologique d'une  
plante aromatique**

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. HADJI Abbas	MAA	Université de M'sila	Président
Dr. BELKASSAM Abdelouahab	MCA	Université de M'sila	Rapporteur
Dr. SMAILI Tahar	MCA	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire : 2020/2021

# Remerciements

Avant tout, on remercie « Dieu », le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience.

Nous exprimons nos remerciements à Monsieur **BELKASSAM Abdelouahab** l'encadreur de cette étude pour avoir dirigé ce travail, ses conseils, ses encouragements et à finir ce travail.

Nous adressons nos remerciements à **SMAILI Tahar** qui a bien voulu présider notre jury et pour sa précieuse aide, ses encouragements et ses conseils et pour l'aide compétente qu'il nous a apporté pour finir ce travail.

Mes remerciements vont également à Monsieur **HADJI Abbas**, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions aussi tous les enseignants de département de SNV université de M'sila.

Nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# *Dédicace*

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur  
soutien et

Leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs Amina, Asma pour leurs encouragements permanents, et leur  
soutien moral,

A mes chers frères, Ali Ayoub, et Kamel pour leur appui et leur encouragement,

A la personne avec qui j'ai partagé le stress et la tension de la recherche et à qui je  
parle la plupart du temps ma belle-sœur Rima

A ma meilleure amie Hasna Mon ami dans le crime et le puits de mes secrets

A mes meilleures collègues Hadjer, Arbia Et Nacera

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre  
soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi.

*Wissem*

# *Dédicace*

Je remercie Avec un énorme plaisir et une immense joie que je dédie ce modeste travail Aux deux êtres qui me sont très chers dans ma vie ; mon père et ma mère. Je les remercie pour leur éducation, leur sacrifice et leur assistance, et pour ce que vous m'avait fait et qui m'a permis d'avoir cette réussite et ce bonheur.

A mes chers sœurs : Akila, Naima, Afaf, Iman et Hadil

M'a donnée par Dieu et qui m'a accompagné dans les moments les plus difficiles

Toute la chance et le bonheur

A mes frère : Meftah, kada et Anoire

A mes meilleures amies Wafaa, Hadjer, Arbia Et Wissem

Merci d'être à mes côtés dans les plus durs moments

A tous mes amis et camarades je vous remercie de votre patience vous m'avez

toujours aidé

A toute personne que n'ai pas cité et qui m'a aidé de près ou de loin,

Je vous remercie.

*Nacera*

# TABLE DES MATIERES

Remerciement	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	01
<b>Chapitre I : présentation de la plante</b>	
1. Description botanique de la famille	04
1.1. Les Apiacées	04
1.2. Les Lamiacées	05
2. les genres	05
2.1. Genre <i>Pituranthos</i>	05
2.2. Genre <i>Ferula</i>	06
2.3. Genre <i>Mentha</i>	06
2.4. Genre <i>lavendula</i>	07
3. Répartition géographique de la famille	07
3.1. La famille des <i>Apiacées</i>	07
3.2. La famille des lamiacées	07
4. Position systématique de la famille	08
4.1. Les apiacées	08
4.2. Les lamiacées	09
5. les espèces	09
5.1. <i>Pituranthus scoparius</i>	09
5.1.1. Description botanique de la plante	09
5.1.2. Nomenclature	10
5.1.3. Utilisation	10

<b>5.2. <i>Pituranthus cholranthus</i></b>	<b>11</b>
<b>5.2.1. Description botanique de la plante</b>	<b>11</b>
<b>5.2.2. Nomenclature</b>	<b>11</b>
<b>5.2.3. Utilisation</b>	<b>11</b>
<b>5.3. <i>Ferula communis</i></b>	<b>12</b>
<b>5.3.1. Description botanique de la plante</b>	<b>12</b>
<b>5.3.2. Nomenclature</b>	<b>12</b>
<b>5.3.3. Utilisation</b>	<b>12</b>
<b>5.4. <i>Ferula vesceritensis</i></b>	<b>12</b>
<b>5.4.1. Description botanique de la plante</b>	<b>12</b>
<b>5.4.2. Nomenclature</b>	<b>13</b>
<b>5.4.3. Utilisation</b>	<b>13</b>
<b>5.5. <i>Mentha pulegium.</i></b>	<b>13</b>
<b>5.4.3. Utilisation</b>	<b>13</b>
<b>5.5.1. Description botanique de la plante</b>	<b>13</b>
<b>5.5.2. Nomenclature</b>	<b>14</b>
<b>5.6. <i>Mentha spicata</i></b>	<b>14</b>
<b>5.6.1. Description botanique de la plante</b>	<b>14</b>
<b>5.6.2. Nomenclature</b>	<b>15</b>
<b>5.6.3. Utilisation</b>	<b>15</b>
<b>5.7. <i>Lavandula angustifolia</i></b>	<b>16</b>
<b>5.7.1. Description botanique de la plante</b>	<b>16</b>
<b>5.7.2. Nomenclature</b>	<b>16</b>
<b>5.7.3. Utilisation</b>	<b>16</b>
<b>5.8. <i>Lavandula stoechas</i></b>	<b>17</b>
<b>5.8.1. Description botanique de la plante</b>	<b>17</b>
<b>5.8.2. Nomenclature</b>	<b>18</b>
<b>5.8.3. Utilisation</b>	<b>18</b>

## Chapitre II : Huiles essentielles

<b>1. Les Métabolites secondaire</b>	<b>20</b>
<b>1.1. Généralités</b>	<b>20</b>
<b>2. Huiles essentielles</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Définition</b>	<b>20</b>
<b>2.2. Répartition, localisation et fonction</b>	<b>21</b>
<b>2.3. Biosynthèse des huiles essentielles</b>	<b>22</b>
<b>2.3.1. Biosynthèse des monoterpènes</b>	<b>22</b>
<b>2.3.2. Biosynthèse des sesquiterpènes</b>	<b>23</b>
<b>2.4. Composition chimiques des huiles essentielles</b>	<b>24</b>
<b>2.4.1. Les composés terpéniques</b>	<b>24</b>
<b>2.4.2. Les composés aromatiques</b>	<b>26</b>
<b>2.4.3. Composés d'origines diverses</b>	<b>26</b>
<b>2.5. Propriétés physiques</b>	<b>27</b>
<b>2.6. Rôle physiologique</b>	<b>28</b>

## Chapitre III : Activités biologiques des huiles essentielles

<b>1. Antibiotiques</b>	<b>30</b>
<b>1.1. Les cibles bactériennes des antibiotiques</b>	<b>31</b>
<b>1.2. La résistance bactérienne aux antibiotiques</b>	<b>32</b>
<b>1.3. Les mécanismes de résistance</b>	<b>32</b>
<b>2. Activités antimicrobiennes des huiles essentielles</b>	<b>33</b>
<b>2.1. Activités antimicrobiennes des huiles essentielles</b>	<b>34</b>
<b>3. Activité antioxydante</b>	<b>35</b>
<b>3.1. Le stress oxydant</b>	<b>35</b>
<b>3.2. Les radicaux libres</b>	<b>35</b>

## Chapitre IV : les activités biologiques des huiles essentielles de quelque genre des plantes aromatiques

<b>1. Le genre <i>pituranthus</i></b>	<b>38</b>
<b>1.1. Les compositions chimiques</b>	<b>38</b>
<b>1.2. Les activités biologiques</b>	<b>40</b>
<b>1.2.1 Les activités antioxydant</b>	<b>40</b>
<b>1.2.2. Activités antibactériennes</b>	<b>40</b>
<b>2. Le genre <i>ferula</i></b>	<b>42</b>
<b>2.1. Les compositions chimiques</b>	<b>42</b>
<b>2.2. Les activités biologiques</b>	<b>43</b>
<b>2.2.1 Les activités antioxydant</b>	<b>43</b>
<b>2.2.2. Activités antibactériennes</b>	<b>44</b>
<b>3. Le genre <i>mentha</i></b>	<b>45</b>
<b>3.1. Les compositions chimiques</b>	<b>45</b>
<b>3.2. Les activités biologiques</b>	<b>46</b>
<b>3.2.1 Les activités antioxydant</b>	<b>46</b>
<b>3.2.2. Activités antibactériennes</b>	<b>46</b>
<b>4. Le genre <i>lavendula</i></b>	<b>47</b>
<b>4.1. Les compositions chimiques</b>	<b>47</b>
<b>4.2. Les activités biologiques</b>	<b>48</b>
<b>4.2.1. Les activités antioxydant</b>	<b>48</b>
<b>4.2.2. Activités antibactériennes</b>	<b>48</b>
<b>Conclusion</b>	<b>51</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>53</b>
<b>Résumé</b>	

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : IC50 de l'HE de <i>Pituranthos scoparius</i> et de <i>Pituranthos chloranthus</i>	<b>40</b>
<b>Tableau 02</b> : diamètres d'inhibition de l'activité antibactérienne <i>Pituranthos scoparius</i>	<b>40</b>
<b>Tableau 03</b> : diamètres d'inhibition de l'activité antibactérienne des H.E de <i>P.chloranthus</i> au floraison.	<b>41</b>
<b>Tableau 04</b> : IC50 de l'HE de <i>F. vesceritensis</i> et <i>F. communis</i> .	<b>43</b>
<b>Tableau 05</b> : Diamètres des zones d'inhibition de l'activité antibactérienne des huiles essentiels de <i>Ferula communis</i> et de <i>Ferula vesceritensis</i> .	<b>44</b>
<b>Tableau 06</b> : IC50 de l'HE de <i>Mentha pulegium</i> et de <i>Mentha spicata</i>	<b>46</b>
<b>Tableau 07</b> : Diamètres des zones d'inhibition de l'activité antibactérienne des huiles essentiels de <i>Menta pulegium</i> et de <i>Menta spicata</i>	<b>46</b>
<b>Tableau 08</b> : IC50 de l'HE de <i>Lavendula angustifulia</i> et de <i>Lavendula stoechas</i>	<b>48</b>
<b>Tableau 09</b> : Diamètres des zones d'inhibition de l'activité antibactérienne des huiles essentiels de <i>Lavendula angustifulia</i>	<b>48</b>
<b>Tableau 10</b> : Diamètres des zones d'inhibition (mm) de l'activité antibactérienne des huiles essentiels de <i>Lavendula stoechas</i> en concentration 10 µl.	<b>49</b>

# Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Plante à la famille des Apiacées	<b>04</b>
<b>Figure 02</b> : plante à la famille des labiées ( <i>lamiaceae</i> )	<b>05</b>
<b>Figure 03</b> : Répartition géographique mondiale des <i>Apiacées</i> .	<b>07</b>
<b>Figure 04</b> : distribution géographique de la famille des lamiacées	<b>08</b>
<b>Figure 05</b> : <i>Pituranthus scoparius</i> de région de récolte	<b>10</b>
<b>Figure 06</b> : <i>pituranthus cholorantus</i>	<b>11</b>
<b>Figure 07</b> : l' espèce <i>ferula communis</i>	<b>12</b>
<b>Figure 08</b> : <i>Ferula vesceritensis</i>	<b>13</b>
<b>Figure 09</b> : Menthe pouliot	<b>13</b>
<b>Figure 10</b> : le menthe verte	<b>15</b>
<b>Figure 11</b> : lavande et leur cycle reproductif	<b>16</b>
<b>Figure 12</b> : <i>Lavandula stoechas</i>	<b>17</b>
<b>Figure 13</b> : La voie métabolique générale de la biosynthèse des différentes sections terpénoïdes	<b>23</b>
<b>Figure 14</b> : Structure de la molécule d'isoprène	<b>24</b>
<b>Figure 15</b> : Structure de quelques composés des huiles essentielles (monoterpènes)	<b>25</b>
<b>Figure 16</b> : Structure de quelques composés des huiles essentielles (sesquiterpènes)	<b>25</b>
<b>Figure 17</b> : exemples de quelques composés aromatiques phénylpropanoïdes caractéristique des huiles essentielles	<b>26</b>
<b>Figure 18</b> : Mode d'action des antibiotiques	<b>31</b>
<b>Figure 19</b> : L'efflux, la destruction et la modification des antibiotiques comme modes de résistance	<b>33</b>
<b>Figure 20</b> : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de <i>Pituranthos scoparius</i> .	<b>38</b>
<b>Figure 21</b> : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de <i>Pituranthos chloranthus</i>	<b>39</b>
<b>Figure 22</b> : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de <i>Ferula vesceritensis</i>	<b>42</b>
<b>Figure 23</b> : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de <i>Ferula communis</i>	<b>43</b>
<b>Figure 24</b> : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de <i>Mentha pulegium</i>	<b>45</b>
<b>Figure 25</b> : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de <i>Mentha spicata</i>	<b>45</b>
<b>Figure 26</b> : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de <i>Lavandula angustifolia</i>	<b>47</b>
<b>Figure 27</b> : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de <i>Lavandula stoechas</i>	<b>47</b>

## Liste des abréviations

ADN: acide désoxyribonucléique

APG: Angiosperm Phylogeny Group

ARN : acide ribonucléique

B : *Bacillus*

C : *Citrobacter*

Cm : centimètre

CPG : chromatographie en phase gazeuse

DPPH : 2,2- diphényl-1-picrylhydrazyl

E : *Enterococcus*

E : *Escherichia*

ERN : Espèce Réactive de l'azote

ERO : Espèces réactives de l'oxygène

F : *Ferula*

FDP : farnésyldiphosphate

GDP : géranyldiphosphate

HE : huile essentielle

K : *Klebsiella*

LDL : **cholestérol**

LDP: diphosphate linalylique

M: *Mentha*

MDA : malondialdéhyde

mg: milligramme

ml: mililètre

OH : hydroxyle

P : *Pseudomonas*

P : *Pituranthus*

S : *Staphylococcus*

SM : spectrométrie de masse

*Strep* : streptocoque

UV : l'ultra-violet

µg : Microgramme

# **Introduction**

## INTRODUCTION

Les plantes sont des usines biologiques naturelles. Elles produisent des substances biochimiques actives : huiles essentielles (HE), flavones, alcaloïdes, tanins,...et les mettent à la disposition de l'homme qui en fait usage pour sa santé et satisfaire ses besoins vitaux.

Depuis toujours, les huiles essentielles, et plus généralement les plantes aromatiques, ont été utilisées quotidiennement par l'Homme pour se parfumer, cuisiner et se soigner. L'histoire de l'aromathérapie a connu quatre périodes principales. Dans les temps les plus anciens, les plantes aromatiques étaient utilisées entières, généralement en infusion ou décoction. Dans une seconde époque, elles ont été brûlées ou mises à macérer dans des huiles végétales. L'activité est alors attribuée aux substances odorantes. La période qui a suivi est celle de l'extraction de cette substance odorante et de la création de la distillation. La notion d'huile essentielle fait alors son apparition. La quatrième et actuelle période correspond au développement des connaissances sur les huiles essentielles par tous les moyens modernes, que cela concerne leurs propriétés physiques, chimiques ou physiologiques

Les huiles essentielles par définition ce sont des métabolites secondaire, parmi les 800000 espèces végétales connues, 10% seulement synthétisent des essences et seules quelques centaines présentent à la fois des qualités intéressantes est une production suffisantes de molécules volatiles odorantes pour permettre leur extraction.

La composition chimique en huile essentielle est fortement influencée par des facteurs biotiques et abiotiques. Elle dépend des conditions climatiques, saisonnières et géographiques ainsi que de la période de récolte de la plante voire de la technique d'extraction (**Kapoor et al., 2002 ; Baydar et al., 2004 ; Colombo et al, 2013**).

l'activité antibactérienne des huiles essentielles est en relation directe avec la composition et la concentration en composés volatils, le type de microorganismes cibles, les conditions et les méthodes de traitement (**Baydar et al., 2004**).

L'utilisation des huiles essentielles dans l'industrie agro-alimentaire, sous forme d'épices ou d'aromates pour leurs propriétés organoleptiques et dans l'industrie des parfums et cosmétiques, est à la base de l'intérêt économique des plantes aromatiques,

Les huiles essentielles présentent également un intérêt scientifique en plus de celui économique ; en témoignent le nombre de publications rencontrées à ce sujet, dans la littérature et le nombre d'espèces végétales dont les essences sont commercialisées. L'intérêt scientifique et économique des essences naturelles réside par ailleurs, dans le fait que l'investigation systématique des plantes aromatiques procure souvent de nouvelles molécules, qui servent de modèles pour la synthèse industrielle d'analogues structuraux.

Cette thèse a pour but de montrer le lien entre composition chimique et activité des huiles essentielles et d'étudier les conséquences de la variabilité de la composition chimique.

Ce **travail** est structuré en **quatre chapitres** :

- le premier chapitre est consacré L'étude botanique des familles étudiées.
- Le second chapitre présente les huiles essentielles
- le troisième chapitre de l'activité biologique des huiles essentielles
- la quatrième présente activité biologique de des huiles essentielles isolées de quelques espèces du genre *Pituranthus*, *Ferula*, *Mentha* et *lavendula* suivi par les références bibliographiques utilisées dans cette étude.

# **Chapitre I**

## **Présentation de la plante**

## 1. Description botanique de la famille

### 1.1 Les Apiaceae

La famille des Apiacées (Apiaceae), appelées anciennement Ombellifères (Umbelliferae), est une famille de plantes dicotylédones. Selon Watson & Dallwitz, elle comprend environ 3000 espèces réparties en 469 genres distribués dans toutes les régions tempérées mais surtout dans l'hémisphère Nord (**Boitineau, 2010**).

Les Apiacées sont généralement des plantes herbacées annuelles, parfois bisannuelles ou vivaces. La famille compte aussi des arbres et arbustes, comme le buplèvre. Cette importante famille est très mal représentée au Sahara, notamment dans sa partie centrale. En revanche, Les Ombellifères sahariennes sont différentes les unes des autres et leur détermination n'offre pas de grandes difficultés. Les feuilles sont alternes, composées, rarement simples. Souvent, les pétioles sont élargis à leur base, engainant la tige.

La tige est souvent creuse. Les fleurs sont réunies en ombelles simples ou composées, munies de bractées à la base appelées involuclles. Elles comptent 5 pétales et 5 étamines et un ovaire à deux loges. Les fruits sont formés de 2 méricarpes accolés à un axe central, le carpophore, se séparant à maturité. Chaque méricarpe présente deux faces : commissurale (plane) et dorsale (convexe). La face dorsale porte au moins 5 côtes séparées par 4 vallécules contenant des canaux sécréteurs courts (bandelettes) (**Nabila, 2017**).



**Figure 01** : Plante à la famille des Apiacées

## 1.2 Les lamiacées

La famille des Labiatae (Lamiaceae) est l'une des familles la plus grande et la plus distinctifs de plantes à fleurs, avec environ 220 genres et 4000 espèces dans le monde (Naghibi et al., 2005, Botineau, 2010).

Les fleurs bisexuées, irrégulières groupées à l'aisselle des feuilles en inflorescences plus ou moins allongées ou en inflorescences terminales plus ou moins denses. Le calice est synsépale, bilabié et porte 5 à 15 nervures protubérantes. La corolle à tube très développé, avec deux lobes formant une lèvre supérieure et trois lobes formant une lèvre inférieure (Guignard, 2001 ; Carr, 2004). L'ovaire est supère à 2 carpelles originellement bi-ovulés, ensuite uniovulés par la constitution d'une fausse cloison. Style bifide, en général gynobasique (Quezel et Santa, 1963). Le fruit sec se séparant en quatre articles contenant chacun une graine (Guignard, 1998).



**Figure 02** : plante à la famille des Labiées (Lamiaceae)

## 2. Les Genres

### 2.1 Genre *Pituranthos*

Le genre *Pituranthos* possède plus de vingt espèces, dont certaines sont spécifiques à l'Afrique du nord (Quezel et Sanata, 1963 ; Kaabeche, 1990) et sont souvent rencontrées dans les régions arides ou désertiques.

Le potentiel floristique algérien de ce genre comporte les espèces suivantes :

- *Pituranthos Scoparius*, l'objet de notre travail, espèce abondante dans les Aurès.
- *Pituranthos Chloranthus*, espèce particulièrement moins présente.
- *Pituranthos Battandieri* (Mair) : endémique au Sahara marocain et l'oranie (Bellakhdar, 1997).

Quezel a décrit le genre *Pituranthos* comme une plante vivace, totalement aphyllé, à tige très ramifiées, portant des ombelles à involucre et involucelles polyphylles est des péricarpes ovoïdes à six bandelettes (**Quezel et Sanata, 1963**).

## 2.2 Genre *Ferula*

Le genre *Ferula* comporte près de 180 espèces poussant à travers le Monde, principalement dans des régions arides. Un total de 130 espèces est commun au bassin méditerranéen et à l'Asie centrale (**Pimenov, M. G., & Leonov, M. V. 2004**). Ces espèces sont utilisées entre autres comme tranquillisants, antispasmodiques ou bien pour soigner les troubles digestifs et les problèmes de fertilité. Elles sont aromatiques comme la majorité des *Apiaceae*. Leurs huiles essentielles (HE) sont responsables d'une partie de leurs activités biologiques (**Ghisalberti, E. L, 1994**) (**Dehak, K, 2012**).

## 2.3 Genre *Mentha*

Le genre *Mentha*, dont les espèces colonisent les cinq continents, est divisé en 5 sections. La section *Audibertia* (Bentham) Briq. Compte une seule espèce, *M. requienii* Benth. Qui est endémique de quelques îles méditerranéennes, la Corse, la Sardaigne, l'île de Montecristo. Cette espèce est la seule menthe protégée. La section *Eriodontes* Bentham, inclut les menthes australiennes, *M. satureioides* R. Br. et *M. cunninghamii* Bentham.

D'après les études morphologiques et cytologiques, les liens de parenté avec les espèces de l'hémisphère nord restent obscurs. La section *Pulegium* (Miller) DC., originaire d'Europe du sud mais cultivée et dispersée vers le nord, rassemble trois espèces, *M. micrantha* (Bentham) Schost.-Desjat., *M. pulegium* L. et *M. gattefossei* Maire. La section *Preslia* (Opiz) Harley. Se limite à l'espèce *M. cervina* L. (**Harley et Brighton, 1997**) ont noté la ressemblance de l'espèce avec certaines formes de *M. gattefossei* du sud-ouest de l'Europe. Finalement, la section *Mentha* compte le plus grand M. *suaveolens* Ehrh., nombre d'espèces et d'hybrides. Elle rassemble des espèces légitimes diploïdes, *M. longifolia* (L.) Huds., des polyploïdes, *M. arvensis* L., *M. aquatica* L. et des hybrides dont les plus connus sont *M. spicata* L. et *M. x piperita* L. car commercialement intéressants. L'autogamie (cleistogamie) et l'allogamie (gynodioécie et protandrie) sont communes chez les menthes (**Harley et Brighton, 1977**).

De plus, les menthes peuvent se multiplier par Revue de littérature : Analyse des mélanges Complexes 5 l'intermédiaire d'un puissant système de reproduction végétative (rhizomes), ce qui permet aux hybrides stériles de persister.

## 2.4 Genre *lavendula*

Le genre *Lavandula* est l'un des plus importants genres de la famille des Lamiacées sous-arbrisseaux aromatique produisant une essence odorante très utilisée en cosmétique médecine et alimentation (fourrager) (Bachiri et al., 2015), caractérisé par les inflorescences en épis denses terminaux. Fleurs bractéoles. Calice tubuleux à 05 dents courtes inégales. Corolle exserte à tube dilaté à la gorge, à 02 lèvres, la supérieure à 02 lobes, l'inférieure à 03 étamines incluses. Feuilles entières ou tout au plus crénelées sur les marges. Epis florifères terminés par un toupet de grandes bractées patelliformes bleu-violacé. (Quezel et Santa., 1962).

## 3. Répartition géographique de la famille

### 3.1 La famille des Apiaceae

La famille des Apiaceae est une famille cosmopolite, Elle est très commune en montagne mais toutefois assez rare dans les régions tropicales. Elle est présente dans tous les continents habités, mais surtout dans les régions tempérées, avec, toutefois, une prédilection pour l'hémisphère Nord.



**Figure 03 :** Répartition géographique mondiale des Apiacées.

Les principaux genres sont *Eryngium*, avec 230 espèces, *Bupleurum*, avec 180 espèces, *Ferula*, avec 170 espèces, *Pimpinella*, avec 150 espèces, *Peucedanum*, avec 120 espèces, *Hydrocotyle*, avec 120 espèces, *Angelica*, avec 100 espèces, *Lomatium*, avec 70 espèces, *Heracleum*, avec 65 espèces et *Apium*, avec 25 espèces.

### 3.2 La famille des Lamiaceae

#### En monde

La famille des Lamiacées comprennent environ 300 espèces dont une distribution cosmopolite, de régions tempérées à tropicales, mais se trouve principalement dans le bassin méditerranéen (Brahmi et al., 2017). Cependant, elle est absente dans les régions les plus septentrionales, ce sont des plantes des milieux ouverts, avec de rares espèces en forêt tropicale humide (Martin, 2014).

**En Algérie**

Dans la flore de l'Algérie, les Lamiacées sont représentées par 28 genres et 146 espèces, Certains genres sont de détermination délicate en raison de la variabilité extrême des espèces (Bendif, 2017).



**Figure 04** : distribution géographique de la famille des Lamiacées

#### 4. Position systématique de la famille

##### 4.1 Les Apiacées

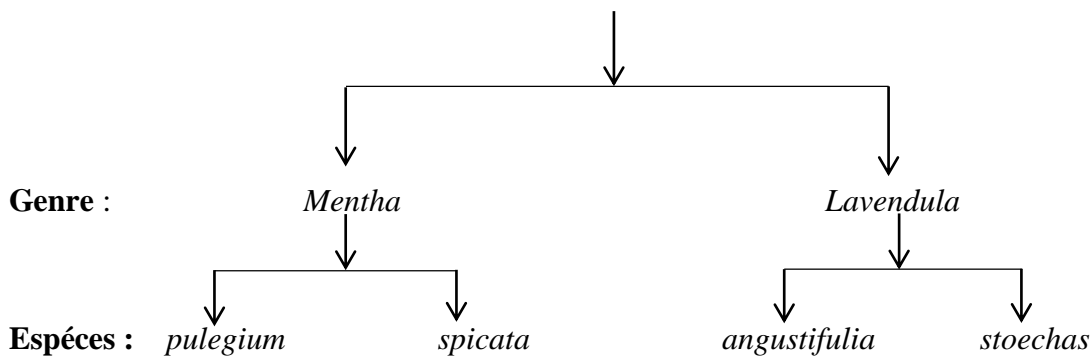
Selon la Classification de **Cronquist (1981)** la famille est classée comme suite :

<b>Règne :</b>	Plantae								
<b>Sous-règne :</b>	Tracheobionta								
<b>Division :</b>	Magnoliophyta								
<b>Classe :</b>	Magnoliopsida								
<b>Sous-classe :</b>	Rosidae								
<b>Ordre :</b>	Apiales								
<b>Famille :</b>	Apiaceae								
	↓								
<b>Genre :</b>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">↓</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">↓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Pituranthus</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Ferula</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> </tr> </table>	↓	↓	<i>Pituranthus</i>	<i>Ferula</i>	↓	↓	↓	↓
↓	↓								
<i>Pituranthus</i>	<i>Ferula</i>								
↓	↓								
↓	↓								
<b>Espèces :</b>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>chloranthus</i>    <i>Scoparius</i></td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>communis</i>    <i>vesceritensis</i></td> </tr> </table>	<i>chloranthus</i> <i>Scoparius</i>	<i>communis</i> <i>vesceritensis</i>						
<i>chloranthus</i> <i>Scoparius</i>	<i>communis</i> <i>vesceritensis</i>								

## 4.2 Les lamiacées

La place des Lamiales dans la classification systématique APG II (*Angiosperm Phylogeny Group*) est la suivante (APG, II 2002 ; Bray, 2005)

<b>Embranchement :</b>	Spermatophytæ (Plantes à graines)
<b>Sous-embranchement :</b>	Angiospermae (grianes protégées) ou plantes à fleurs
<b>Classe :</b>	Dicotylédonae (Eudicots) ou Dicotylédone vrai
<b>Sous-classe :</b>	Asteropsidae
<b>Groupe :</b>	Asteropsidae
<b>Super-ordre :</b>	Lamianeae
<b>Ordre :</b>	Lamiale
<b>Famille :</b>	Lamiaceae



## 5. Les espèces

### 5.1 *Pituranthus scoparius*

#### 5.1.1 Description botanique de la plante

*Pituranthos scoparius* est une plante herbacée, aphyllé, à tiges souvent très ramifiées. Ombelle à involucre, ovoïde à 6 bandelettes. C'est une plante herbacée, formant des touffes tiges florifères érigées bien plus longues, à ombelles latérales, à pédoncule court (1 - 3 cm). Les fleurs est de couleurs blanches (Quzel et Santa., 1963).



**Figure 05 :** *Pituranthus scoparius* de région de récolte

### 5.1.2 Nomenclature

Nom en français : Pituranthus à balai (IUCN, 2005) et en arabe : Guezzah, Tattai (Quézel et Santa, 1963).

### 5.1.3 Utilisation

*Pituranthus scoparius* communément appelée "Guezzah" (Quézel et Santa, 1963), est utilisée en médecine traditionnelle. En effet, une infusion des parties aériennes est conseillée pour les soins en post-partum (spasmes et douleurs) ainsi que pour le traitement du diabète, de L'hépatite, des troubles digestifs et des infections urinaires (Hammiche et Maiza, 2006).

La plante est aussi utilisée en décoction dans le traitement de l'asthme et elle est conseillée également pour soulager les douleurs liées aux rhumatismes par une application locale des feuilles (Boukef, 1986 ; Benchelah et al., 2000).

Une infusion ou une décoction des feuilles et des fleurs de *P. scoparius* sont utilisées pour soulager les indigestions, les maux de l'estomac et du bas ventre (Didi et al., 2003).

L'application d'un cataplasme des parties aériennes de *P. scoparius* sur la tête, est conseillée pour soulager les maux de tête (El Rhaffari et Zaid, 2002).

Une décoction des parties aériennes sont également utilisées dans le traitement de la diarrhée et de l'eczéma (IUCN, 2005).

Dans la région de Msila, les parties aériennes sont utilisées en décoction contre les troubles digestives (Boudjelal et al., 2013).

## 5.2 *Pituranthus cholranthus*

### 5.2.1 Description botanique de la plante

L'espèce *Pituranthos chloranthus* (Coss et Dur) Benth et Houk, est une Plante vivace, aromatique (proche de l'odeur de fenouil) de plusieurs tiges vertes jaunâtre droites atteignant 80 cm, mais avec une taille moyenne de 50 centimètres. Les feuilles basiques sont minuscules et chutent rapidement. Les tiges aphyllées, robustes jaune-verdâtre. Les petites fleurs ont 5 pétales verdâtres libres et sont groupées en ombelles avec de longs pédoncules aux extrémités des tiges. Le fruit est un petit diakène ovoïde et complètement couvert de petits poils brunâtres. Il fleurit en premier ressort, entre mars et avril (QUEZEL et SANTA, 1963 ; IUCN., 2005 ; DAHIA, 2009 ; TOUIL, 2009 ; FERHI et al, 2014).



Figure 06 : *pituranthos chloranthus* (BOUSSAID, 2013)

### 5.2.2 Nomenclature

Le mot *Pituranthos* dérive de 2 mots grecs, *anthus* = fleur et *Pituron* = son de blé (BENISTON, 1984), mais aussi *Deverra chlorantha* Coss. & Dur (= *Pituranthos chloranthus* Benth & Hook.) (= *Deverra denudata*) *Deverra* : déesse de l'accouchement ; *Chloranthus* : vert-fleuri. Arabe : Gouzah (Guezzah). Berbère : Tattayt (IUCN., 2005 ; SBF., 2011).

### 5.2.3 Utilisation

L'espèce *Pituranthos chloranthus*, est employée en cataplasmes sur la tête, contre les céphalées (Antolovich, 2002).

Les nomades connaissent le haut pouvoir allergisant des plantes du genre *Pituranthos* pour les animaux, en période de leur floraison. Le pollen rend les animaux aveugles pendant plusieurs jours. Les nomades traitent ces ophtalmies en instillant dans les yeux du dromadaire, du jus de tabac ou en introduisant du sel sous les paupières (Antolovich, 2002).

### 5.3 *Ferula communis*

#### 5.3.1 Description botanique de la plante

*Ferula communis* est une plante méditerranéenne, un arbrisseau vivace pouvant atteindre deux mètres de haut, à croissance très rapide (quelques semaines) et caractérisée par une inflorescence très dense (QUEZEL et SANTA., 1963). La totalité de l'appareil végétatif est parcouru de canaux sécréteurs contenant un mélange d'essence et de résines (FILIAT., 2012).



Figure 07: l'espèce *ferula communis* (Anonyme)

#### 5.3.2 Nomenclature

Fenouil géant, grande Férule, Bûbal, Kalkha, Fassoukh, Ferula comune, Pamelier.

#### 5.3.3 Utilisation

*Ferula communis* L est utilisée pour traiter l'hystérie et la dysenterie (Heywood, 1971). Les tiges sèches sont utilisées pour la vannerie et la confection des ruches d'abeilles (Trabut L., 1935) *F. communis* connue au Yemen sous le nom «Chemer ou Chemar», est utilisée en médecine traditionnelle pour éliminer les sels des urines (Ahmed, 2007).

### 5.4 *Ferula vesceritensis*

#### 5.4.1 Description botanique de la plante

*Ferula vesceritensis* elle a une taille supérieure à 1 mètre. En été, elle n'est représentée que par une rigide tige creuse. Feuilles à divisions allongées, droites. Fleurs vertes, à pétales larges portant des poils sur leurs nervures dorsales. Fruits ovales, à sommets pointus et portés par des pédoncules plus courts qu'eux (Ozenda, 1991 ; Quezel et Santa, 1963).



**Figure 08 :** *Ferula vesceritensis*

### 5.4.2 Nomenclature

L'espèce *F. vesceritensis* appelée localement en arabe 'El Kalkha'

### 5.4.3 Utilisation

Les fruits de *F. vesceritensis* sont utilisés en médecine traditionnelle comme infusion pour traiter les maux de tête (la migraine), la fièvre, les infections de la gorge, les angines, le cancer et les maladies inflammatoires (Oughlissi-Dehak et al. 2008 ; Zellagui et al., 2012).

## 5.5 *Mentha pulegium*

### 5.5.1 Description botanique de la plante

L'espèce *Mentha pulegium* pousse à l'état spontané dans les lieux humides des plaines et des montagnes, Herbe vivace a tiges feuillées et fleuries presque à partir de la base, jusqu'au sommet ; feuilles opposées, ovales lancéolées et munies d'un court pétiole ; inflorescences en petits groupes de verticilles presque globuleux, plus ou moins espacés le long de la tige. Les fleurs, qui apparaissent l'été, de juillet à fin septembre, sont de couleur bleu violace claire, rose ou mauve ; son odeur aromatique rappelant la menthe poivrée (Baba Aissa, 1999).



**Figure 09 :** Menthe pouliot (Anonyme)

### 5.5.2 Nomenclature

En français : pouliot, pouliot royal, herbes aux puces, herbe de saint Laurent, dictamme de Virginie, frétillet. En allemand : Feldminze, Poleiminze, Flohkraut. En anglais : pennyroyal, field mint, pudding grass. En espagnol : póleo, póleo omún, póleo negro. En italien : menta terragnola, menta poggio, menta pulezzo. En portugais : poejo. En arab : habaq. Appelé par la population Maghrébine locale : Fliou.

### 5.5.3 Utilisation

Les parties aériennes fleuries de *Mentha pulegium* ont été utilisées depuis longtemps comme antiseptique, pour le traitement de grippe, sinusite, cholera, intoxications alimentaires et tuberculose (**Mahboubi M. et Haggi G., 2008**). C'est est un excellent digestif. Elle stimule les sécrétions gastriques, réduit les flatulences et les coliques, et, à l'occasion, élimine les vers intestinaux. Elle fait baisser la fièvre, favorise la sécrétion des muqueuses et constitue un bon remède contre les maux de tête et les infections respiratoires bénignes. Elle favorise l'apparition des règles. En infusion, la menthe pouliot apaise les démangeaisons et les sensations de picotement, et les rhumatismes, dont la goutte (**serin P. et al., 2001**) La menthe pouliot a aussi des propriétés antioxydants, carminatives, expectorantes, diurétiques, et antitussives, mais il est aussi à noter l'effet abortif et cytotoxique (**Mahboubi M. et Haggi G., 2008**).

## 5.6 *Mentha spicata*

### 5.6.1 Description botanique de la plante

La menthe verte est une plante vivace stolonifère, herbacée, indigène, robuste, de 50 cm à 1 mètre de hauteur, d'un vert sombre et à odeur suave très pénétrante. Leurs feuilles simples et opposées sont d'un vert clair brillant, sessiles, dentées en scie, ovales- lancéolées et acuminées. L'implantation des feuilles est paripennée et décussées (avec un angle de 90°). Leur tige rameuses est quadrangulaire (carrée) ascendante (orthotrope). Elle est de couleur pourpre. Les fleurs pentamères oligostémones poussent en grappe à l'aisselle de la feuille. Elles sont zygomorphes et hermaphrodites. Elles sont rosées ou lilas, en épis terminaux peu denses, longs, grêles, linéaires-aigus ; bractées et dents du calice linéaires, glabres ou ciliées ; pédicelles et tube du calice glabres ; corolle glabre en dedans ; carpelles ovoïdes.

La fleur présente une bractée qui dépasse les pièces florales et ses pétales sont soudés (gamopétales). La racine est pivotante et dure plus de 3 ans. On trouve en dessous de chaque pied, des rhizomes (tiges souterraines) qui servent à la propagation de la plante (**Paris et Moysse, 1971**).



**Figure 10** : le menthe verte

### 5.6.2 Nomenclature

Nom commun : menthe verte, menthe douce, menthe chewing-gum, menthe des jardins, menthe romaine, menthe sauvage, baume vert (**Pauline, 2015**).

Nom botanique : *Mentha spicata*. ; *Mentha viridis* L ; *Mentha silvestris* L. ; *Mentha longifolia* (**Fournier, 1999**).

### 5.6.3 Utilisation

#### Interne :

La Menthe s'utilise contre l'atonie digestive, l'indigestion, la fatigue générale, les gastralgies, l'aérophagie, les spasmes gastriques et coliques, les flatulences, les diarrhées, le choléra, les parasites intestinaux, l'intoxication gastro-intestinales, les affections hépatiques

Les vomissements nerveux, et l'haleine fétide des dyspeptiques. On l'utilise aussi contre les palpitations et vertiges, les migraines, les tremblements, les paralysies, les règles insuffisantes ou douloureuses, l'asthme, la bronchite chronique, et la tuberculose.

#### Externe :

La Menthe s'utilise contre la gale, l'asthme, la bronchite, la sinusite, les migraines, les névralgies dentaires, et les moustiques. Contre l'asthme, la bronchite et la sinusite utiliser la Menthe en inhalations. Contre les migraines et les névralgies dentaires se masser avec l'huile essentielle de Menthe. Enfin pour éloigner les moustiques mettez quelques gouttes de Menthe sur votre oreiller (**Morigane, 2007**).

## 5.7 *Lavandula angustifolia*

### 5.7.1 Description botanique de la plante

*Lavandula angustifolia* est la plus prisée. Originaires des basses montagnes du bassin méditerranéen, elle pousse en altitude au-dessus de 1000 m sur des coteaux arides, calcaires et ensoleillés. C'est une plante vivace et broussailleuse. Ses feuilles sont étroites, linéaires et ses fleurs bleu-violet apparaissent en épis associés à deux petites bractées ovales et pointues. Son excellente tolérance cutanée, sa parfaite innocuité, son efficacité prouvée lui attribuent une place de choix dans toutes les pharmacies familiales naturelles. Il existe plusieurs espèces botaniques de lavandes et elles ne possèdent pas toutes les mêmes vertus (La lavande officinale, La lavande stoechade, La lavande aspic, Le lavandin) (Aimene et Bellil, 2019).



**Figure 11** : lavande et leur cycle reproductif

### 5.7.2 Nomenclature

*Lavendula officinalis*, *Lavendula vera*, lavande anglaise (certains auteurs préférant donner ce nom à l'espèce *L. dentata*), lavande des Alpes, lavande fine.

### 5.7.3 Utilisation

On utilise la lavande pour traiter ou soulager plusieurs maladies, on note pour :

**Système nerveux** : L'effet calmant de la Lavande est reconnu : associée à d'autres plantes sédatives, elle combat l'insomnie, l'irritabilité, les maux de tête et la dépression.

**Digestion** : La lavande soigne indigestions et coliques et élimine les ballonnements.

**Asthme** : L'action apaisante de la lavande est efficace contre divers types d'asthme, notamment quand il est provoqué par la nervosité (AICHAOUI, 2019).

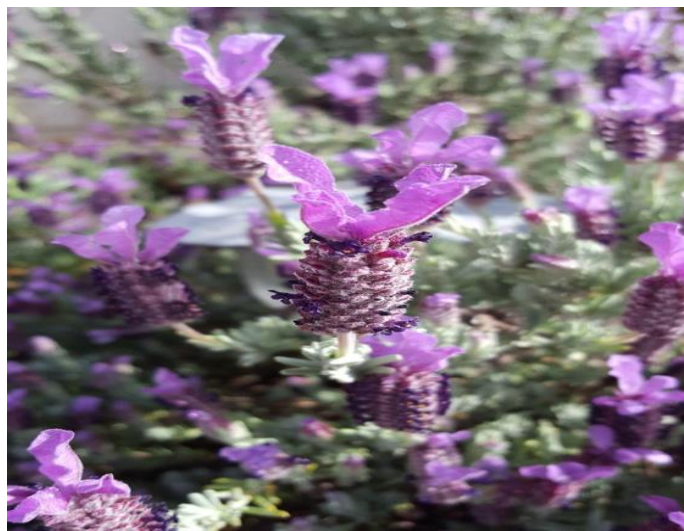
## 5.8 *Lavandula stoechas*

### 5.8.1 Description botanique de la plante

Le lavande papillon, *L. stoechas* L. est une espèce végétale appartient à la famille des Lamiacées ou Labiées. Elle se présente sous la forme d'un arbrisseau et pouvant atteindre un mètre de haut (**Benabdelkader, 2012**), tomenteux, blanchâtre, tétragones (**Jullien, 2016**), très ramifié et très aromatique avec une lourde odeur semblable à celle du pin (**Benabdelkader, 2012**), l'essence qu'on peut en extraire a une odeur très forte et désagréable (**Barbier, 1963**). Elle supporte la miombre, tolère le froid et préfère les endroits ensoleillés et les sols riches (**Chu et Kemper, 2001**).

- **Fleurs** : de couleur mauve foncé en épis courtement pédonculés, ovales ou oblongs, compacts, quadrangulaires, surmontés d'une houppe de grandes bractées stériles violettes. Bractées fertiles larges, obovales subtrilobées, membraneuses, veinées, plus courtes que le calice très velu. Carpelles ovales à 3 angles (**Jullien, 2016**).
- **Feuilles** : sont **petites**, grisâtres, tomenteuses (**Besombes, 2008**), sont opposées de 2- 4 cm de long, sessiles, oblongues, lancéolées, linéaires, étroites et recourbées sur les bords (**Benabdelkader, 2012**), mais sans dents ni lobes, appariés ou groupés à les nœuds, parfumés lorsqu'ils sont écrasés, stipules-aucune, pétiole-aucune (**Siddiqui et al. 2016**).
- **Tiges** : Nombre-**plusieurs**, longueur de 20- 40 cm (**Besombes, 2008**) de couleur grisâtre, ramifié, carré quand jeunes, poussent souvent le long du sol, puis plier vers le haut, densément poilu avec étoile type poils, parties inférieures boisées et rugueuses, taillis lors de la coupe (**Siddiqui et al, 2016**).

La floraison, plus précoce que chez les autres lavandes, se déroule d'avril à mai puis en automne (**Giray et Kirici, 2008**).



**Figure 12** : *Lavandula stoechas*

### 5.8.2 Nomenclature

- **Nom commun** : Lavandula stoechas.
- **Nom vernaculaire** : halhap, halhap el\_djebal, maharga, astakhouds, amezzir, imcir (**Dellile, 2007**).

### 5.8.3 Utilisation

La lavande (Lavandula L) très riche en camphre, actuellement inusitée, sera toute réservée à l'usage externe, comme stimulante et vulnérable (**Pierre, 1996**).

#### Usage interne

- Infusion de fleurs
- Antispasmodique, antiseptique, bactéricide diurétique, sudorifique, maladies infectieuses des voies respiratoires, de rhumatisme, de migraines, de vertiges, de pertes blanches.

#### Usage externe

- En fumigation, comme désinfectant des voies respiratoires.
- En lotion, et compresse, cicatrisant, antiseptique pour les contusions brûleuses, piqûres d'insectes, gale, pelade, coupures.
- En bain, fortifiant pour les enfants.
- En teinture, contre les insomnies Yi cuillère à café de teinture dans l'eau.

# **Chapitre II**

## **Huiles essentielles**

## 1. Les Métabolites secondaire

### 1.1. Généralités

Ce sont des substances naturelles produites en faible quantité dans les plantes (**Ali et al., 2013**) et les microorganismes comme les bactéries et les champignons (**Troppens et al., 2013**). A l'inverse des métabolites primaires ; les métabolites secondaires sont des espèces spécifiques qui ne sont pas directement impliquées dans le cycle de vie normal des plantes (**Lee et al., 2013**), mais les végétaux supérieurs ont la capacité de les synthétiser pour diverses fonctions adaptatives (**Wink, 2013**). Notamment, en réponse au stress biotique et abiotique qu'ils peuvent subir tels que les changements de températures, la sécheresse, la salinité, la radiation, les herbivores, les infections pathogènes, la défense contre l'attaque des organismes compétitifs dont les bactéries, les champignons, les insectes, les animaux et les autres plantes (**Kliebenstein., 2012; Costa et al., 2013**). Cependant, le rôle écologique le plus important des métabolites secondaires des plantes est lié à la fonction reproductrice qui garantit le succès évolutif de toutes les espèces vivantes, les pigments et les composés volatils de ces métabolites peuvent attirer les pollinisateurs et ainsi favoriser la dispersion des graines et la fécondation (**Iriti, 2013**). Ces composés sont importants, non seulement en raison de leur rôle dans les plantes, mais aussi pour leurs propriétés biologiques comme antioxydant, antimicrobien et anticarcinogènes et leurs effets thérapeutiques contre plusieurs maladies à savoir l'hypertension, le diabète et l'obésité (**Aires et al., 2013**).

## 2. Huiles essentielles

### 2.1. Définition

Il est très difficile d'attribuer une seule définition au terme « huile essentielle », car il en existe plusieurs. Mais aucune des définitions n'a le mérite de la clarté, ni celui de la précision. Les HE sont des mélanges de divers produits issus d'une espèce végétale.

Ces mélanges passant avec une certaine proportion d'eau lors d'une distillation effectuée dans un courant de vapeur d'eau (**Naves, 1976**).

Sous le nom d'HE, on désigne les principes volatiles généralement odoriférants élaborés par l'organisme végétal. Ces composés volatils ont la propriété de se solubiliser dans les huiles et les graisses et par la même ont reçu empiriquement le nom d'HE. Le terme « huile » souligne le caractère visqueux et hydrophobe de ces substances et le terme « essentielle » désigne la caractéristique principale de la plante à travers ses exhalaisons (**Bernard et al., 1988 ; Bruneton, 1993**).

L'association française de normalisation (**AFNOR**) définit une huile essentielle comme étant « un produit obtenu à partir d'une matière végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus, soit par distillation à sec ». L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physique (**AFNOR, 2000**). Cette définition est restrictive car elle exclut aussi bien les produits extraits à l'aide de solvants que ceux obtenus par tout autre procédé.

## 2.2. Répartition, localisation et fonction

Les HEs n'ont pas une présence générale chez les végétaux. Parmi les 1 500 000 espèces végétales, 10% seulement sont dites « aromatiques », c'est-à-dire qu'elles synthétisent et sécrètent des infimes quantités d'essence aromatique. Certaines familles se caractérisent par le grand nombre d'espèces à essences qu'elles regroupent, en particulier Myrtacées, Lauracées, Rutacées, Lamiacées, Astéracées, Apiacées, Cupressacées, Poacées, Zingibéracées, Pipéracées, etc. (**Bruneton, 1999; Benayad, 2008; Degryse et al., 2008**).

Elles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux: les fleurs [oranger, rose, lavande; le bouton floral (girofle)], les feuilles (eucalyptus, menthe, thym, laurier, sarriette, sauge, aiguilles de pin et sapin), les racines (vétiver), rhizomes (gingembre, acore), les fruits (anis, fenouil, badiane), le bois et les écorces (cannelle, santal, bois de rose.) et les graines (noix de muscade, coriandre) (**Bruneton, 1993; Anton et Lobstein, 2005**).

Les HEs sont produites par diverses structures spécialement différenciées dont le nombre et les caractéristiques sont très variables : poches sécrétrices schizogènes (Myrtacées) ou poches sécrétrices schizolyziques (Aurantiacées), des canaux sécréteurs (Conifères et Apiacées), poils sécréteurs (Lamiacées et Astéracées), et cellules sécrétrices isolées (Lauracées, Magnoliacées et Pipéracées) (**Belaiche, 1979 ; Paris et Hurabielle, 1981 ; Bruneton, 1999 ; Ghestem et al., 2001**).

**Ghestem et al. (2001)** indiquent, que la teneur des plantes en huiles essentielles est faible, souvent inférieure à 1%. Il existe, cependant, des exceptions telles que le clou de girofle qui renferme plus de 15%.

Beaucoup de plantes produisent les HEs en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante est inconnu (**Rai et al., 2003**). Elles sont en général considérées comme des déchets du métabolisme (**Amiot, 2005**) ou des sous-produits de l'activité métabolique d'une plante. Cependant, plusieurs effets apparents utiles ont été décrits telles que la réduction de la compétition des autres espèces de plantes (allélopathie) par inhibition chimique de la germination des graines ainsi que la protection contre la flore

microbienne infectieuse par les propriétés fongicides et bactéricides et contre les herbivores par goût et effets défavorables sur le système nerveux (**Porter, 2001; Guignard et al., 2004**).

Certains auteurs pensent que les huiles essentielles pourraient avoir un rôle attractif vis-à-vis des insectes pollinisateurs et favoriseraient ainsi la pollinisation (**Bruneton, 1999 ; Guignard, 2000**).

**Belaiche (1979)** signale que l'utilité des HEs pour les plantes désertiques est liée à la conservation d'une humidité indispensable à la vie des plantes. Les vapeurs aromatiques permettent de saturer l'air autour de la plante empêchant, le jour, la température de l'air de monter jusqu'à un degré insupportable pour la vie végétale et la nuit de baisser de façon excessive.

Les essences pourraient constituer des supports à une communication et ce d'autant mieux que leur variété structurale autorise le transfert de messages biologiques sélectifs (**Bruneton, 1999**), tandis que **Guignard et al. (1985)** considèrent l'huile comme une source énergétique : «mis en réserve pendant le jour, ils seraient dégradés durant la nuit en acétyl CoA».

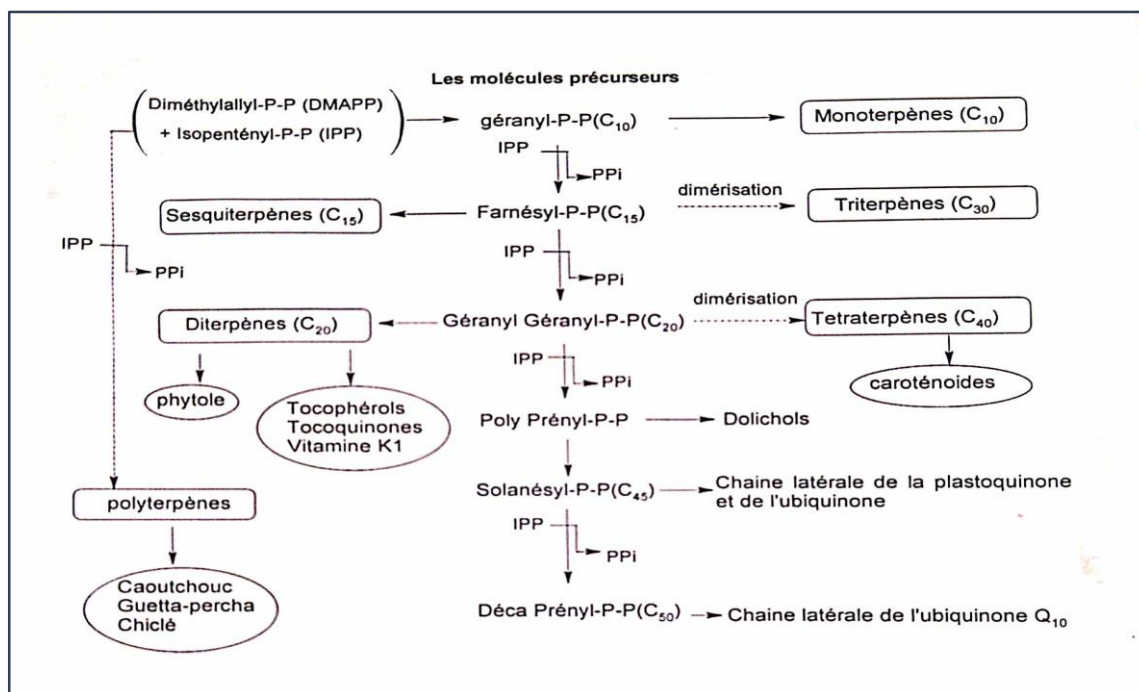
### 2.3. Biosynthèse des huiles essentielles

Selon (**Bruneton, 1999**) seuls les terpènes les plus volatils dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée (monoterpènes et sesquiterpènes) et leurs dérivés oxygénés sont rencontrés dans la composition des HE.

#### 2.3.1. Biosynthèse des monoterpènes

Le géranyldiphosphate « GDP » est considéré comme le substrat naturel pour la synthèse des monoterpènes (**Croteau, 1987**), et suite à des étapes d'isomérisation et de cyclisation ; il se transforme en LDP (diphosphate linalylique). Le LDP s'ionise et se cyclise donnant une forme qui correspond au cation *a-terpinyl*. De cet intermédiaire universel

La réaction peut prendre l'un des plusieurs itinéraires (figure1). Alternativement, le cation *a-terpinyl* peut subir davantage de cyclisation, pour fournir l'*a-* ou *B-pinène* (**Gambliel et Croteau, 1984**). Ce cation peut aussi produire l'*a-terpinéol*, lequel après hétérocyclisation donne le 1.8-cineole (**Croteau et al., 1994**). Quelques synthèses de monoterpènes produisent les produits acycliques tels que le myrcène et le linalool (**Bohlmann et al., 1997**).



**Figure 13** : La voie métabolique générale de la biosynthèse des différentes sections terpénoïdes (Fabrice, 1976, Gerhard, 1993, William, 2003)

### 2.3.2. Biosynthèse des sesquiterpènes

Tous les sesquiterpènes sont dérivés du farnésyldiphosphate « FDP » (Cane, 1990), et la diversité structurale de cette classe est plus grande que celle des monoterpènes.

Le nombre des monoterpènes avoisine les 1000 alors que les sesquiterpènes sont plus de 7000 (Connolly et Hill, 1991). De même que les monoterpènes, la formation des composés cyclohexanoid, tels que  $\alpha$ -bisabolène, exige l'isomérisation préliminaire du trans-farnésyl qui est analogue à LDP et représente le précurseur des sesquiterpènes, suivie d'une cyclisation ionisation-dépendante. La plus grande taille de la chaîne du farnésyl permet également après cyclisation la formation de composés tel que germacrène C (Colby et al., 1998) et  $\gamma$ -humulène (Steele et al., 1998). Des migration méthylique, et des réarrangement de Wagner-Meerwein, permet la génération d'une large gamme de structures, y compris le *O*-cadinène (Chen et al., 1995), l'epi-aristolochène (Facchi et Chappell, 1992), le  $\gamma$ -selinène, le vetispiradiène et le longifolène (Steele et al., 1998).

Les sesquiterpènes acyclique, tels que le *B*-farnésène, sont également dérivés de FDP. Les mécanismes de réaction des synthèses plastidiale des monoterpènes et les synthèses cytosolique des sesquiterpènes ont des similaires (Alonso et Croteau, 1993).

## 2.4. Composition chimiques des huiles essentielles

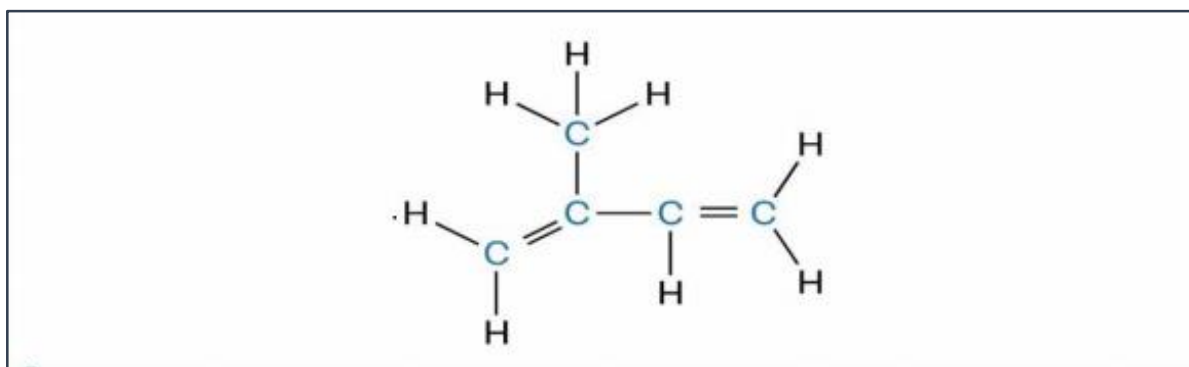
Les HEs sont des mélanges complexes contient un nombre de molécules différentes dans la plupart sont poly-moléculaires, composées d'un grand nombre de composants (jusqu'à 500 molécules différentes dans l'huile essentielles de rose). **(Herzi.2013)**.

L'analyse des huiles essentielles montre que certaines essences sont constituées d'un composant nettement majoritaire à côté d'une dizaine d'autres minoritaires. D'autres, par contre, sont particulièrement complexes et peuvent contenir plus d'une centaine de composés. On peut donner comme exemple dans le premier cas, l'huile essentielle de girofle (*F:Ilgenia caryophyllata*), qui contient 80 % d'eugénol, 10 % de p-caryophyllène et des petites quantités d'une dizaine d'autres produits; dans le second cas, citons en exemple, l'essence de vétiver (*Vetiveric/ nigritana*) qui contient 160 constituants dont le plus abondant ne dépasse pas 8% **(Ouamba, 1998)**.

Il a été démontré que les huiles essentielles sont constituées principalement par :

### 2.4.1. Les composés terpéniques

Les terpènes sont des hydrocarbures formés par l'agglomération de plusieurs isoprènes (figure 2 : isoprène). Dans les plantes aromatiques médicinales on trouve souvent une famille d'arôme constituée d'une grande partie de ces terpènes. Ces terpènes possèdent généralement des propriétés biologiques importantes telles que des propriétés fongicides ou insecticides.

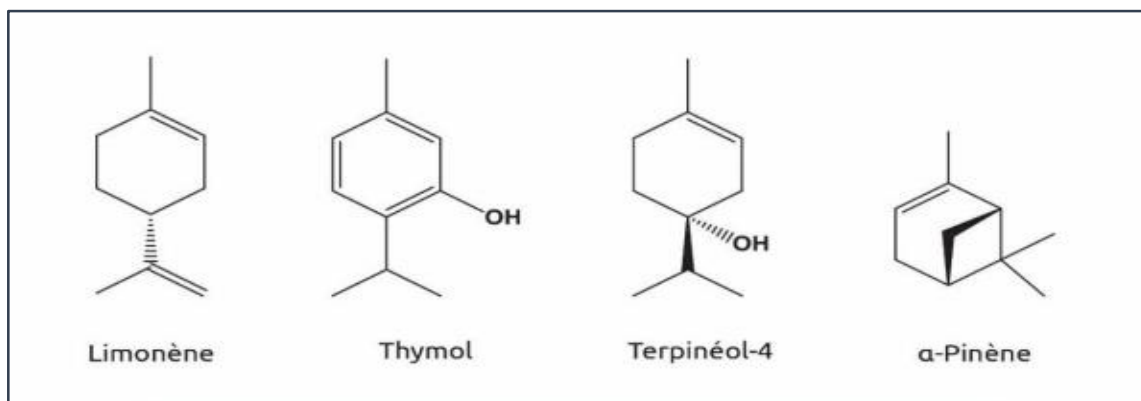


**Figure 14** : Structure de la molécule d'isoprène **(Clarke, 2009)**

Les terpènes peuvent être classés selon leur nombre de motifs isoprènes ainsi que leurs arrangements :

- **Mono terpènes**

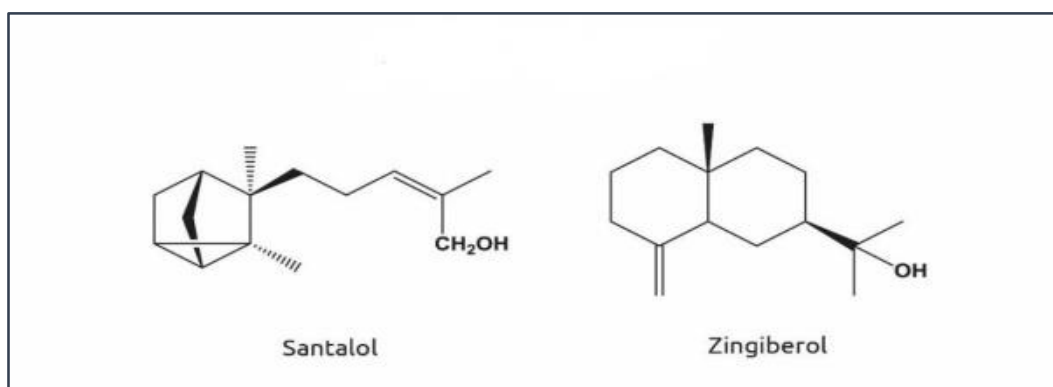
Les constituants les plus simples de la série des terpènes, comportent deux unités isoprène ( $C_5H_8$ ), dont les principaux se trouvent dans l'HE (90%). Ils pouvant être bicycliques, monocyclique ou acycliques.



**Figure 15** : Structure de quelques composés des huiles essentielles (monoterpènes) (Clarke, 2009).

- **Sesquiterpènes**

Sont les dérivés hydrocarbures en ( $C_{15}H_{22}$ ) qui comportent trois unités isoprènes. Ils se trouvent sous deux formes, hydrocarbures et oxygénés tels que les aldéhydes et les acides, présents dans la nature. Ainsi, ces composés constituent la classe la plus diversifiée des terpènes et ils se trouvent dans de nombreuses catégories structurales, polycycliques, tricycliques, bicycliques, monocycliques, acycliques.

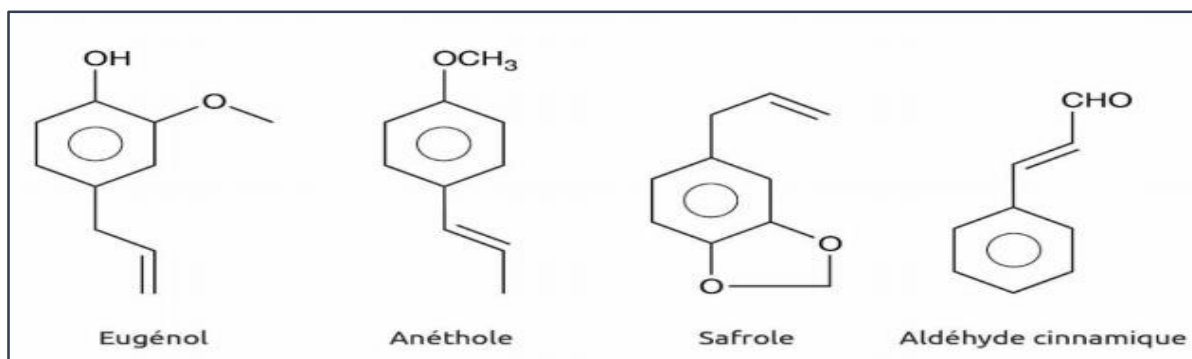


**Figure 16** : Structure de quelques composés des huiles essentielles (sesquiterpènes) (Clarke, 2009).

Les mono et sesquiterpènes constituent les principaux composants des huiles essentielles. La grande réactivité des intermédiaires cationiques qui se forment au cours de leur biosynthèse, explique la diversité de leurs structures. Ils sont estimés entre 5000 à 6000, ils représentent moins du 1/1000 de tous les produits chimiques connus (Alfa, 2000).

#### 2.4.2. Les composés aromatiques

Les dérivés du phénylpropane ( $C_6-C_3$ ) sont beaucoup moins fréquents que les précédents. Ce sont très souvent des allyles-et des propénylphénols, parfois des aldéhydes. On peut également rencontrer dans les huiles essentielles des composés en ( $C_6-C_1$ ) comme la vanilline ou comme l'athranilate de méthyle. (Bekhechi et Abdelouahid, 2014).



**Figure 17** : exemples de quelques composés aromatiques phénylpropanoïdes caractéristique des huiles essentielles (Clarke, 2009).

#### 2.4.3. Composés d'origines diverses

Il s'agit là de produits résultant de la transformation de molécules non volatiles ;

- Composés issus de la dégradation d'acide gras ((3z)-hexén-1-ol, (2E)-hexénals et les acides jasmoniques) ;
- Composés issus de la dégradation de terpène ;
- Composés non spécifiques pouvant contenir dans leurs structures des atomes d'azote ou de soufre (Bruneton, 1999).

## 2.5. Propriétés physiques

Les essences et les huiles essentielles ont des propriétés physiques communes, qui peuvent cependant varier en fonction de leur composition chimique.

À température ambiante, les huiles essentielles sont liquides. Il existe cependant des exceptions. Par exemple, l'huile essentielle est visqueuse chez la myrrhe (*Commiphora myrrha* (T. Nees) Engl.), pâteuse pour le bois de gaïac (*Bulnesia sarmienti* Lorentz ex. Griseb.), solide pour le cèdre de Virginie (*Juniperus virginiana* L.) ou parfois la rose (*Rosa x damascena* Mill.) ou encore un mélange solide-liquide lorsqu'elle est extraite de la badiane (*Illicium verum* Hook. F.).

Les huiles essentielles sont volatiles. C'est ce qui les rend entraînaibles à la vapeur et particulièrement odorantes. Ce caractère les différencie aussi des huiles végétales grasses ou « fixes ». Si ces dernières laissent des taches indélébiles, la trace laissée par une huile essentielle tendra à disparaître plus ou moins rapidement. La volatilité étant très liée à la composition chimique, les monoterpènes sont par exemple beaucoup plus volatiles que les sesquiterpènes.

Les essences sont **lipophiles** et donc très peu solubles dans l'eau en général. Certains composants le sont cependant, comme par exemple la verbénone du romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) ou le lavandulol que l'on retrouve dans l'huile essentielle de lavande vraie (*Lavandula angustifolia* Mill.). Certains composants sont même très hydrosolubles et vont favoriser l'apparition d'émulsion dans le produit de distillation lors de l'extraction. C'est, entre autre, le cas de l'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan (*Cinnamomum verum* J.Presl).

Leur solubilité est totale dans les huiles grasses qui représentent leurs meilleurs solvants, elle est très grande dans les alcools à titres élevés et dans les solvants organiques.

La **couleur** des huiles essentielles est très variable. Cela comprend l'ultra-violet (UV) du zeste de mandarine (*Citrus reticulata* Blanco), le bleu (lié à la présence de chamazulène) des sommités de tanaïsie annuelle (*Tanacetum annuum* L.), le vert émeraude (azulène) de l'inule odorante ou de l'immortelle d'Italie (*Helichrysum italicum* (Roth) G.Don), le vert franc du nard de l'Himalaya (*Nardostachys jatamansi* (D.Don) DC.) ou encore le vert pâle du zeste de bergamote (*Citrus bergamia* Risso & Poitet). On retrouve également le rouge de certaines sarriettes (*Satureja* sp.) ou le jaune pâle de la sauge sclarée (*Salvia sclarea* L.).

La plupart des huiles essentielles ont une couleur jaune presque imperceptible. Elles foncent au court de leur vieillissement (oxydation). Dans certains cas extrêmes, les huiles essentielles vieilles et oxydées présentent un risque toxique important.

La **densité** ou densité relative d'une huile essentielle est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique de l'eau distillée, à 20°C. La densité des huiles essentielles est très souvent inférieure à 1 (densité de l'eau) et varie en fonction de leur composition chimique. La valeur de 0,92 peut être considérée comme une moyenne. Elle en est parfois très proche comme celle du zeste de mandarinier (*Citrus reticulata* Blanco: 0,9929), de santal blanc (*Santalum album* L.: 0,9741), ou d'écorce de cannelier (*Cinnamomum verum* J.Presl. : 1,0027). Quelques huiles essentielles ont même une densité très supérieure à l'eau, par exemple celle de gaulthérie couchée (*Gaultheria procumbens* L.: 1,1807) ou d'oignon (*Allium cepa* L.: 1,54 à 1,58).

## 2.6. Rôle physiologique

Il y a beaucoup de spéculations au sujet du « Rôle » d'huiles essentielles des plantes. Beaucoup de plantes produisent les huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante est inconnu (**Rai et al., 2003**).

certainement plusieurs effets apparents « utiles » ont été décrits : protection contre la flore microbienne infectieuse par les propriétés fongicides et bactéricides et contre les herbivores par goût et effets défavorables sur le système nerveux (**Guidah, 2013**). en phytothérapie, les huiles essentielles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne (**billerbeck et al., 2002**).

# **Chapitre III**

## **Activités biologiques des huiles essentielles**

Depuis l'antiquité, l'homme a utilisé diverses plantes pour le traitement de maladies infectieuses communes ainsi que pour leur parfum et leur saveur (**Bauer et al., 2001 ; Ríos et Recio, 2005 ; Zsuzsanna et al., 2010**). En effet, tout au long des siècles, les plantes médicinales et aromatiques ont toujours fourni une source stable de médicaments pour les populations. Elles ont été utilisées par les premiers Egyptiens et pour des siècles par les pays asiatiques et plusieurs civilisations telle que les cultures indigènes, dans les pays arabes, la civilisation grecque ou chinoise (**Cowan, 1999**).

On a attribué de nombreux effets bénéfiques aux huiles essentielles contenues dans les plantes aromatiques, elles sont devenues durant ces dernières décennies, des sources d'antioxydants naturels et d'agents antimicrobiens (**Bandoniène et al., 2000**). En effet, les huiles essentielles présentent de nombreuses activités biologiques (**Marouf et Tremblin, 2009**). Un certain nombre d'entre elles présentent également des propriétés antiseptiques, insecticides, fongicides et bactéricides (**Carson et Hammer, 2011**).

## 1. Les antibiotiques

Selon Waksman, inventeur de la Streptomycine en 1943, on désigne sous le vocable d'antibiotique « toutes les substances chimiques produites par des micro-organismes, capables d'inhiber le développement et de détruire les bactéries et d'autres organismes » (**Cohen et Jacquot, 2008**). Cette définition évolua depuis, et on désigne actuellement un antibiotique, comme une substance chimique produite par un micro-organisme et disposant en solution diluée de la capacité d'inhiber sélectivement la croissance voir même de détruire d'autres microorganismes (**Muylaert et Mainil, 2012**). Les antibiotiques sont majoritairement représentés par des molécules d'origine naturelle et leurs dérivés. Ils peuvent aussi être d'origine synthétique ou semi-synthétique (**Newman et al., 2003 ; Singh et Barrett, 2006**). Les antibiotiques synthétiques sont obtenus, soit à partir de dérivés.

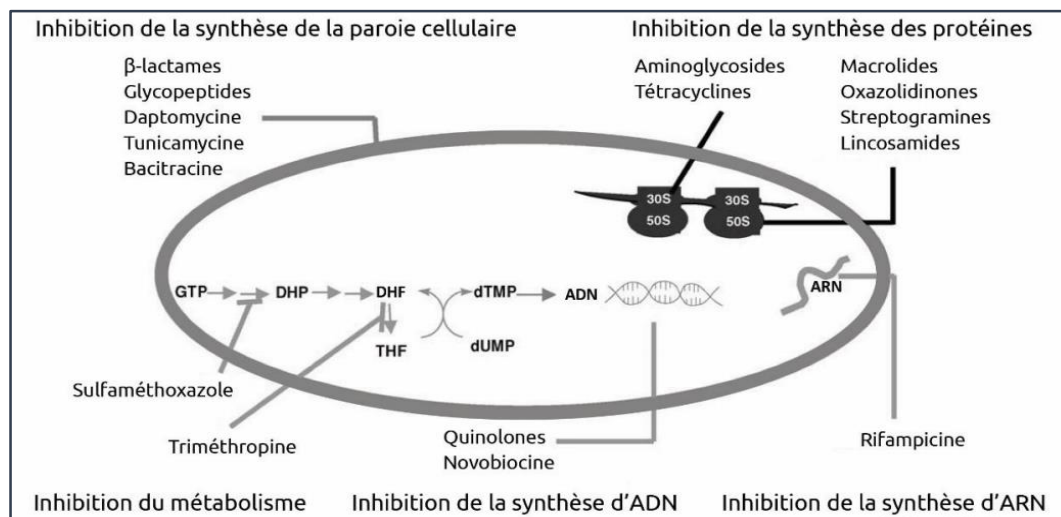
Totalement artificiels, soit en recréant des substances initialement extraites de microorganismes. Les antibiotiques semi-synthétiques quant à eux sont issus de la modification, en laboratoire, de substances produites par des microorganismes.

### 1.1. Les cibles bactériennes des antibiotiques

Depuis que Fleming à découvert la pénicilline G en 1928, plusieurs découvertes de nouvelles molécules se sont succédées, donnant ainsi une nécessité à créer une classification pour ces dernières. Plusieurs bases de classification ont été proposées, reposant principalement sur la structure chimique des molécules.

Toutefois, les antibiotiques ont aussi été classés en fonction de leur mode d'action. On distingue quatre catégories de molécules : antibiotiques inhibant la synthèse de la paroi bactérienne, antibiotiques inhibant la synthèse des protéines, antibiotiques inhibant la synthèse de l'ADN et de l'ARN, ou bien antibiotiques entraînant la destruction de la membrane cytoplasmique (**Figure 18**) (Singh et Barrett, 2006).

L'action d'un antibiotique est le résultat des interactions organisme-antibiotique d'une part et antibiotique-bactéries d'autre part. Pour résumer ces dernières, on peut dire que pour être actif, un antibiotique doit pénétrer jusqu'à sa cible bactérienne, ne pas être inactivé et être capable de se lier à sa cible. Ce sont là les conditions nécessaires à l'activité antibactérienne. L'antibiotique exercera son action qui pourra être de deux types : bactériostatique s'il n'y a qu'une simple inhibition de la croissance bactérienne (blocage de la multiplication des cellules microbiennes), ou bien bactéricide s'il y a mort de la bactérie (Gaudy et Buxeraud, 2005).



Avec DHP : dihydroptéroate ; DHF : dihydrofolate ; THF : tétrahydrofolate

**Figure 18** : Mode d'action des antibiotiques (Singh et Barrett, 2006)

## 1.2. La résistance bactérienne aux antibiotiques

La résistance bactérienne aux antibiotiques aurait deux origines essentielles, intrinsèques et acquise. La première est programmée au niveau du pool génomique alors que la seconde est développée en fonction des conditions métaboliques (**Julian et Dorothy, 2010**).

- **La résistance intrinsèque**

La résistance intrinsèque, est commune à une population bactérienne, due essentiellement à la présence de gènes spécifiques (**Allen et al., 2010**). Elle se caractérise par des modifications structurales et métaboliques. Les gènes de résistance sont exprimés soit

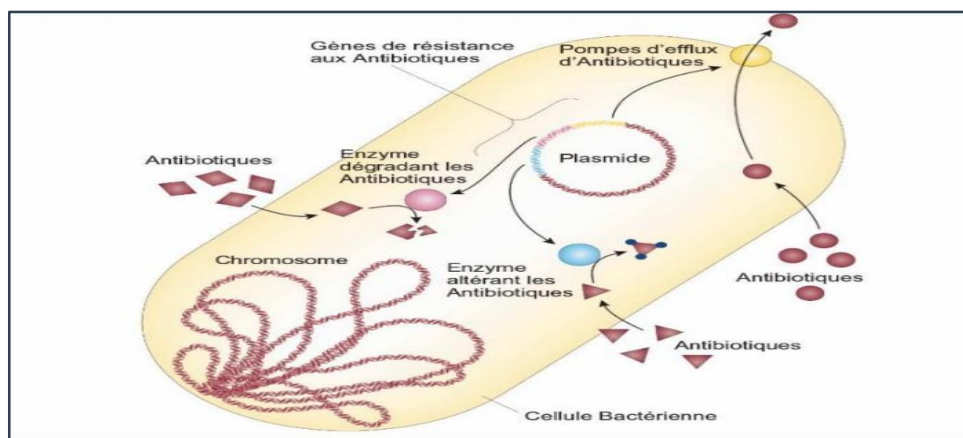
D'une manière constitutive ou bien induite en répondant à un signal enzymatique établi par la mise en œuvre d'un processus d'échappement vis-à-vis de l'antibiotique (**Doyle, 2006**). Cette absence ou réduction de la sensibilité à l'antibiotique peut être due à : un manque d'affinité du composé pour la cible bactérienne, une inaccessibilité de la molécule à la cellule bactérienne (impermeabilité de la membrane externe), une expulsion de l'antibiotique par des pompes à efflux chromosomiques, ou encore une inactivation enzymatique innée de l'antibiotique (**Muylaert et Mainil, 2012**).

- **La résistance acquise**

La résistance acquise (ou extrinsèque) résulte de changements génétiques résultant de la mutation du site cible de l'antimicrobien dans la bactérie ou de l'acquisition de matériel génétique codant pour la résistance via des plasmides ou des transposons contenant des séquences d'intégrons (**Russell et Chopra 1996**). Cette acquisition de gènes se fait par le biais de transferts horizontaux (conjugaison, transformation, transduction) du matériel génétique. Grâce à ce processus, les bactéries partagent entre elles des informations génétiques, ce qui leur confère un très grand pouvoir d'adaptation aux milieux environnementaux qu'elles habitent (**Bouyahya et al., 2017**).

## 1.3. Les mécanismes de résistance

Les bactéries adaptent diverses méthodes pour survivre à l'inhibition ou à la destruction des antibiotiques. Ceux-ci comprennent : l'inactivation d'antibiotiques par des réactions enzymatiques (par exemple, l'inactivation de  $\beta$ -lactames par la  $\beta$ -lactamase) ; des mécanismes d'efflux par lesquels des antibiotiques sont transportés hors des cellules par des pompes ; une mutation cible pour diminuer l'efficacité de liaison des antibiotiques ; surproduction de cible ; un pontage de la voie métabolique pour éliminer l'essentialité de la cible ; et diminution de l'absorption d'antibiotiques (par exemple, perte de *Pseudomonas aeruginosa* de sa porine D2) (**Singh et Barrett, 2006**).



**Figure 19 :** L'efflux, la destruction et la modification des antibiotiques comme modes de résistance (Levy et Marshall, 2004)

## 2. Activités antimicrobiennes des huiles essentielles

Les qualités antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales ainsi que de leurs huiles essentielles sont connues depuis longtemps. Toutefois, leur utilisation se basait sur des pratiques traditionnelles sans fondements scientifiques (Hala et al., 2000).

Il aura fallu attendre le début du 20<sup>ième</sup> siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser. La première mise en évidence de l'action des huiles essentielles contre les bactéries a été réalisée en 1881 par Delacroix (Boyle, 1955). Depuis plusieurs auteurs se sont succédés pour démontrer cette activité, et de nombreuses huiles sont maintenant définies comme antibactériennes (Burt, 2004).

L'activité antimicrobienne des HEs est principalement fonction de leur composition chimique, et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs (Sipailiene et al., 2006 ; Oussou, 2009). Il a été rapporté que les HEs contenant des aldéhydes ou des phénols, tels que le cinnamaldéhyde, le citral, le carvacrol, l'eugénol ou le thymol comme composés majoritaires présentaient l'activité antibactérienne la plus élevée (Bassolé et Juliani, 2012). Lang et Buchbauer (2012) ont passé en revue des recherches récentes (2008-2010) sur les huiles essentielles en tant qu'agents antimicrobiens. Ils ont conclu que bien même si de nombreuses huiles essentielles aient une forte activité antimicrobienne sur une large gamme de microorganismes, les constituants prédominants étaient le thymol, le carvacrol, le cinnamaldéhyde, l'eugénol, le camphre, le limonène, le linalol, l' $\alpha$ -pinène, le terpinéol-4 et le 1,8-cinéole.

Les huiles essentielles agissent aussi bien sur les bactéries à Gram positif que les bactéries à Gram négatif. Toutefois, les bactéries à Gram négatif paraissent moins sensibles à leur action et ceci est directement lié à la nature de leur paroi cellulaire (Burt, 2004). Il existe cependant quelques exceptions. Les bactéries à Gram négatif comme *Aeromonas hydrophila*

(Wan et al., 1998), *Campylobacter jejuni* (Wannissorn et al., 2005) et *Pseudomonas aeruginosa* (Goetz et Ghedira, 2012) ont été décrites comme particulièrement sensibles à l'action des huiles essentielles. De plus, certaines études ont également mis en évidence l'absence de différence entre ces deux groupes d'organismes (Deans et Ritchie, 1987 ; Ouattara et al., 1997).

Les huiles essentielles peuvent aussi avoir un rôle contre la résistance des bactéries aux antibiotiques. En effet, il y a près de 20 ans, Nelson (1997) a découvert que les huiles essentielles de la menthe poivrée, de thym, de lavande, d'arbre à thé et de genévrier étaient efficaces in vitro contre les souches de *Staphylocoques aureus* résistantes à la méticilline (SARM) (Warnke et al., 2009). Dans une autre étude, Kon et Rai (2012) suggèrent que les huiles essentielles pourraient être utilisées comme traitements efficaces contre de nombreux pathogènes bactériens, y compris *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline (SARM), entérocoques résistants à la vancomycine (ERV), ainsi que d'autres souches résistantes comme *Pseudomonas aeruginosa* et *Klebsiella pneumoniae*. Ils suggèrent également que certaines huiles essentielles peuvent potentialiser l'efficacité des antibiotiques contre les bactéries multirésistantes aux antibiotiques.

Le mélange de différentes huiles essentielles comme l'origan et le thym, l'origan et la marjolaine, le thym et la sauge a aussi montré un fort pouvoir antibactérien contre *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* et *Listeria monocytogenes* (Gutierrez et al., 2008).

### 2.1. Activité bactéricide et bactériostatique

L'activité antibactérienne des huiles essentielles a été la plus étudiée. On distingue deux sortes d'effets des huiles essentielles sur ces microorganismes :

- Effet bactéricide (bactéricidie) : exerçant une activité létale
- Effet bactériostatique (bactériostase) : entraînant une inhibition de la croissance.

L'activité bactériostatique est souvent plus assimilable aux huiles essentielles que l'activité bactéricide. Cependant il a été démontré que certains constituants chimiques des huiles essentielles ont des propriétés bactéricides. En effet, des dommages au niveau des cellules de différents microorganismes ont été rapportés, illustrés par microscopie électronique. Citons l'effet bactéricide des huiles essentielles riches en monoterpénols et en phénols sur *Staphylococcus aureus*, ou encore celui de *l'Origanum compactum* sur *Escherichia coli*.

Toutefois, cette action bactéricide des huiles essentielles sur la cellule bactérienne demeure encore insuffisamment élucidée. Plusieurs mécanismes seraient mis en jeu :

- Précipitation des protéines et des acides nucléiques.

- Inhibition de la synthèse des macromolécules (ADN, ARN, protéines et peptidoglycanes).
- Inhibition de la perméabilité membranaire sélective et détérioration membranaire.
- Inhibition de la glycolyse et déplétion potassique.
- Modification de la morphologie de la cellule bactérienne.
- Absorption et formation d'un film autour de la cellule bactérienne avec inhibition des processus de respiration, d'absorption et d'excrétion.

### 3. Activité antioxydante

#### 3.1. Le stress oxydant

Le stress oxydant est défini comme un déséquilibre de la balance entre les systèmes de défenses antioxydants et les pro-oxydants (**Meda et al., 2013**), que ce soit par un déficit dans les mécanismes de défense comprenant des composés et des enzymes antioxydantes (**Albayrak et al., 2013**) ou une surproduction des radicaux libres (**Duran-bedolla et al., 2013**).

#### 3.2. Les radicaux libres

Les radicaux libres sont connus dans la chimie depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle. Ils ont été initialement utilisés pour décrire des composés intermédiaires en chimie organique et inorganique (**Rochette et al., 2013**). Ce sont des molécules ou fragment de molécules très réactives, puisque ils contiennent des électrons non appariés dans leur orbite extérieure (**Penna et al., 2009**), ils cherchent donc à atteindre un état stable en s'appropriant les électrons des molécules proches qui à leur tour deviennent instables.

- **Les effets et les conséquences biochimiques du stress oxydant**

Il s'agit des modifications des macromolécules cellulaires comme les lipides, les membranes, les protéines et les acides nucléiques. Ces altérations peuvent modifier les fonction des cellules et conduire à la mort cellulaire (**Ma et al., 2013**).

- **L'action sur l'ADN**

L'ADN est constamment attaqué par des espèces réactives qui peuvent affecter sévèrement sa structure et sa fonction. Les modifications structurales de l'ADN résultent essentiellement à des modifications de ses bases, la coupure des brins d'ADN et l'altération de nombreuses protéines qui sont en contact avec l'ADN (**Jena, 2012**). Ces modifications peuvent conduire à des mutations génétiques affectant les oncogènes et les gènes suppresseurs des tumeurs (**Borrego et al., 2013**).

- **L'action sur les protéines**

Les protéines sont facilement attaquées par les ERO et les ERN (**Xiang et al., 2013**), leur oxydation est définie comme une modification induite soit directement par les interactions avec les radicaux libres ou indirectement par la réaction avec des sous-produits secondaires du stress oxydatif. Les dommages protéiques causés par les radicaux libres impliquent plusieurs réactions chimiques comme l'oxydation des chaînes latérales d'acide aminé, fragmentation des chaînes de polypeptides et les changements de conformation des protéines. Ces modifications peuvent conduire à diverses conséquences fonctionnelles telles que l'inhibition des activités enzymatiques, une susceptibilité accrue à l'agglomération et la protéolyse, l'augmentation ou la diminution de l'absorption cellulaire (**Shacter, 2000; Kuka et al., 2012**).

- **L'action sur les lipides**

Le stress oxydatif cause la peroxydation lipidique dans les membranes cellulaires quand les radicaux libres réagissent avec les constituants membranaires essentiellement les acides gras polyinsaturés et les LDL. Les interactions entre les ERO et les lipides se déroulent en trois étapes : l'initiation, la propagation et la terminations (**Ahmed et al., 2013**).

La peroxydation des lipides implique la destruction des lipides membranaires, des troubles métaboliques et inflammatoires, la formation et la propagation des radicaux lipidiques avec de nombreux effets délétères (**Zhao et al., 2013**) comme le malondialdéhyde (MDA) qui est un produit caractéristique de ce processus (**Rofi'i et al., 2013**).

- **L'action sur les carbohydrates**

Les radicaux libres tels que OH réagissent avec les carbohydrates par une abstraction d'un atome d'hydrogène d'un des atomes de carbone, pour produire un radical centré de carbone. Cela conduit à des ruptures dans la chaîne des molécules importantes comme l'acide hyaluronique dans le liquide synovial entourant les articulations (**Devasagayam et al., 2004**).

# **Chapitre IV**

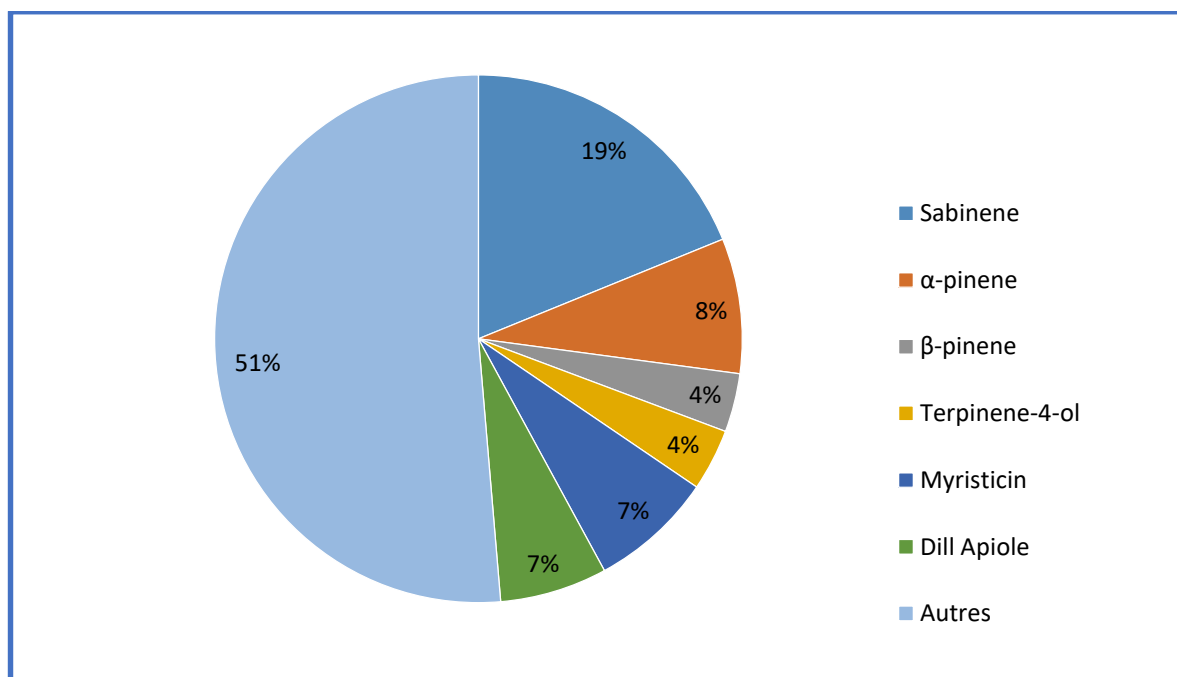
**Les activités biologiques  
des huiles essentielles de  
quelque genre des plantes  
aromatiques**

## 1. Le genre *Pituranthus*

### 1.1. Les compositions chimiques

- *Pituranthus scoparius*

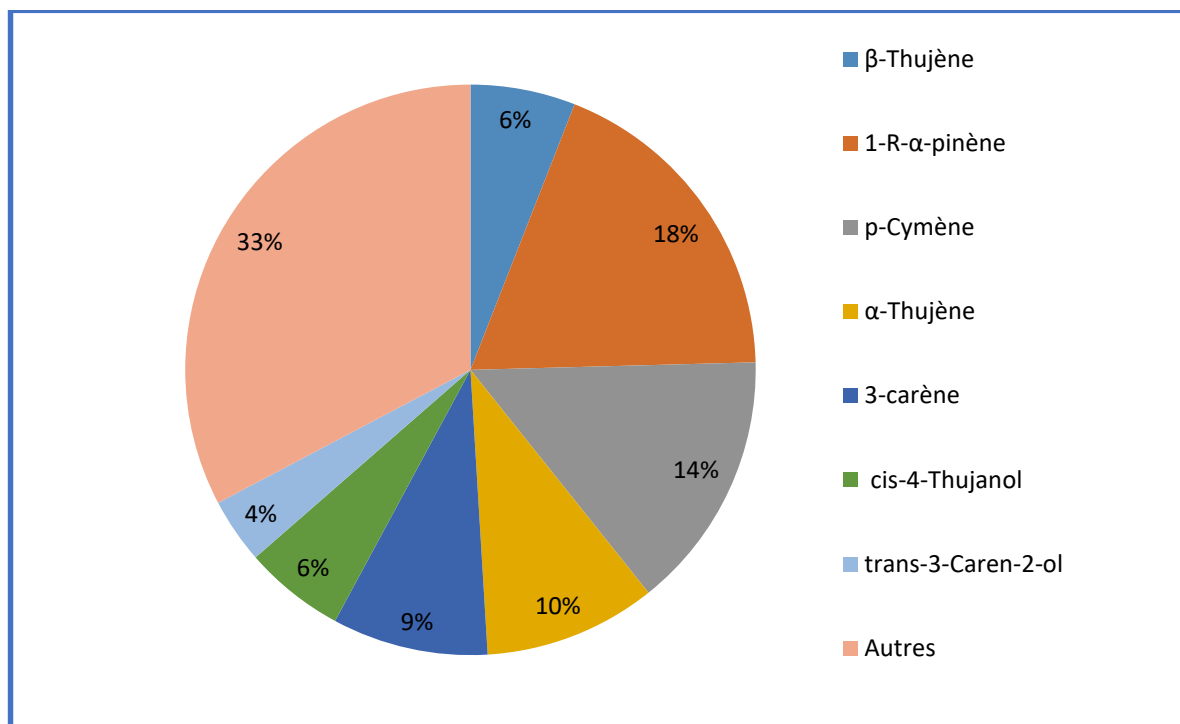
L'analyse de l'huile essentielle de la partie aérienne de l'espèce *Pituranthus scoparius* de la population d'El-kantra de la région de Biskra par hydrodistillation est ensuite suivie par une analyse chimique par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM) permis d'identifier 41 composants, formant 76,0% de l'huile essentielle. Le sabinène avec un pourcentage de 18,91 % est constitué le composant majoritaire de l'huile de *Pituranthus scoparius* de la population d'El-kantra. D'autres constituants sont présents en concentrations moindre, l' $\alpha$ -pinène (8,28 %), le dillapiole (6,61 %) et le myristicine (7,61 %) (KIRAM et al. 2013).



**Figure 20 :** Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de *Pituranthus scoparius*.

- *Pituranthus chloranthus*

L'étude de la composition chimique des huiles essentielles, obtenues par hydrodistillation des parties aériennes fleuries, a été réalisée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM) qui a permis d'identifier 44 composés pour l'huile essentielle de *P. chloranthus*. Les principaux constituants sont : 1-R- $\alpha$ -pinène (18.63%), p-Cymène (14.69),  $\alpha$ -Thujène (9.77%), 3-carène (8.83%),  $\beta$ -Thujène (5,95%), cis-4-Thujanol (5,71%), trans-3-Caren-2-ol (3,70%) (**Dridi, A.2018**).



**Figure 21** : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de *Pituranthus chloranthus*

La composition chimique des huiles essentielles de *Pituranthus scoparius* et *Pituranthus chloranthus* sont caractérisé par taux élevé en monoterpènes chez *Pituranthus scoparius* et en hydrocarbures monoterpéniques, alcools monoterpéniques et hydrocarbures Sesquiterpéniques chez *Pituranthus chloranthus*.

Donc il y a une variabilité des compositions chimiques des huiles essentielles de *Pituranthus scoparius* et *Pituranthus chloranthus* dépend des facteurs bioclimatiques et édaphiques.

## 1.2. Les activités biologiques de genre *Pituranthos*

### 1.2.1. Les activités antioxydant

l'étude de l'activité antioxydante des huiles essentielles des parties aériennes de *Pituranthos scoparius* porté sur la méthode du piégeage du radical 2, 2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) sur l'échantillon de Ghardaïa à une concentration 800 mg/ml (Malti, 2019) et l'activité antioxydant des huiles essentielles des parties aériennes de *Pituranthos chloranthus* par la même méthode (Yangui, 2009).

**Tableau 01** : IC50 de l'HE de *Pituranthos scoparius* et de *Pituranthos chloranthus*

Echantillons	IC50	SD
HE <i>Pituranthos scoparius</i> mg/ml	79,69	0,88
HE <i>Pituranthos chloranthus</i> mg/ml	59,98	1,12

Donc les huiles essentielles de *Pituranthos chloranthus* ont une activité antioxydant plus élevé que les huiles essentielles de *Pituranthos scoparius*

### 1.2.2. Activités antibactériennes

- *Pituranthos scoparius*

Après (KIRAM et al. 2013) L'activité antimicrobienne des huiles essentielles brutes de *Pituranthos scoparius* de la population d'El-kantra est moyenne sur *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et *Shigella sp* avec une zone d'inhibition comprise entre 14-16mm, et faible sur le reste des germes microbiens à l'exception de l'espèce *Psodomonas aerogenosa* ATCC 27853 qui a manifesté une grande résistance. Cette activité reste faible sur les différentes dilutions à l'exception des espèces *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 dont le pouvoir antimicrobien est nul.

**Tableau 02** : diamètres d'inhibition de l'activité antibactérienne *Pituranthos scoparius* (KIRAM et al. 2013)

<i>Pituranthos scoparius</i>	
Souches	Zone d'inhibition
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	13
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	15
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	13
<i>Psodomonas aerogenosa</i> ATCC 2785	0
MRSA ( <i>Staphylococcus aureus</i> résistant à la méticilline)	14
<i>Shigella</i>	16
<i>Salmonella paratyphimerium</i>	10
<i>Candida albicans</i>	12

- ***Pituranthos chloranthus***

L'étude de L'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Pituranthos chloranthus* (Dridi, A, 2018) de la région d'Ouenza à la floraison de quelque souche bactérienne *Bacillus subtilis* ATCC 7033, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella typhimurium* ATCC 10428 et *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 présenté au tableau suivant avec leur sensibilité :

**Tableau 03** : diamètres d'inhibition de l'activité antibactérienne des H.E de *P.chloranthus* au floraison.

<i>Pituranthos chloranthus</i>	
Souches	Zone d'inhibition
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 7033	<20
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	17
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29219	<20
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	13
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	11
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 10428	12
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 f	16

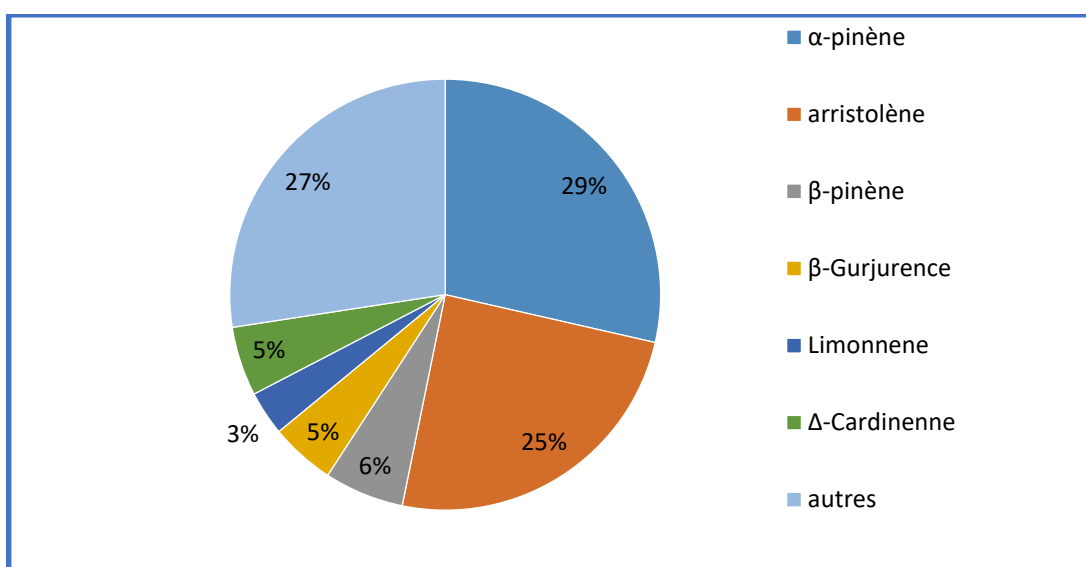
L'analyse des résultats de L'huile essentielle de *P. chloranthus* a donné des diamètres d'inhibition plus ou moins importants variant de 11 à 20 mm pour la saison floraison, les souches qui se sont révélées les plus sensibles sont *Enterococcus faecalis* ATCC 29219 et *Bacillus subtilis* ATCC 7033 (Dridi, A.2018).

## 2. Le genre *Ferula*

### 2.1. Les compositions chimiques

- *Ferula vesceritensis*

Après les résultats des analyses fait apparaître que l'huile essentielle de *F. vesceritensis* Est constituée de 53 composés ce qui correspond à 96,00% de la totalité de l'huile. Cette huile est caractérisée par des monoterpènes et sesquiterpènes avec prédominance des sesquiterpènes, leurs pourcentages sont respectivement 43,45 et 49,68%. Le composé majoritaire des monoterpènes est l' $\alpha$ -pinène (28,57%). Par contre, le représentant majoritaire des sesquiterpènes est l'arristolène avec un pourcentage de 24, 63% (RAHMOUNI, 2014).

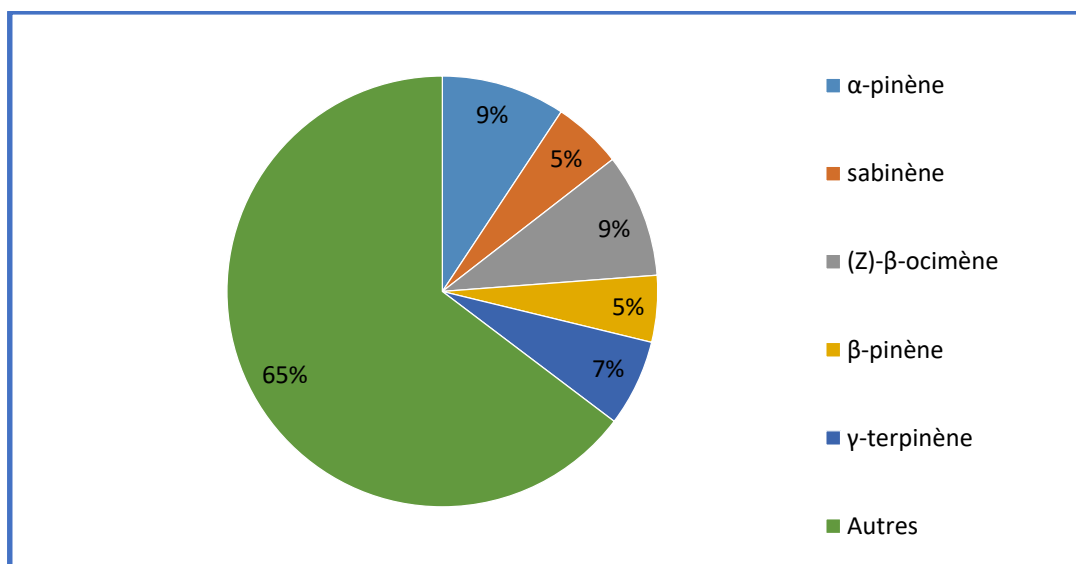


**Figure 22** : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de *Ferula vesceritensis*

- *Ferula communis*

Permet les compositions chimiques identifiées par CHALABI., 2017 à l'ordre de leur temps de rétention. Ces compositions ont été identifiées à des pourcentages variables. Le  $\alpha$ -pinène et le (Z)- $\beta$ -ocimène apparaissent comme les constituants les plus importants (9.3 % chacun), suivis du  $\gamma$ -terpinène (6.5 %), du sabinène (5.2 %) et du  $\beta$ -pinène (5 %).

L' $\alpha$  pinène, le terpène le plus courant dans la nature, est une molécule efficace pour le traitement des affections respiratoires comme le rhume, la toux ou la bronchite.



**Figure 23** : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de *Ferula communis*

## 2.2. Les activités biologiques de genre *Ferula*

### 2.2.1. Les activités anti oxydantes

L'activité antioxydant de l'huile essentielle de *F. vesceritensis* et celle de *F. communis* vis à vis du radical DPPH a été évaluée par leur capacités de piéger les radicaux libres (DPPH).

La quantité de substance réduit l'absorbance de 50% (CI50) est déterminée. La CI50 de l'huile de *F. communis* est de 21,11 mg /ml (2111 µg/ml) (BENMANSOUR, 2020) et celle de *F. vesceritensis* et de 7440,68µg/ml (RAHMOUNI., 2014).

**Tableau 04** : IC50 de l'HE de *F. vesceritensis* et *F. communis*.

Echantillons	IC50	SD
HE <i>F. vesceritensis</i> µg/ml	7440,9	0,80
HE <i>F. communis</i> µg/ml	2111	0,39

Donc après les résultats l'huile essentielle de *F. communis* a une activité antioxydante un peu plus élevée que celle de *F. vesceritensis*. Il est rapporté que de nombreux facteurs influent sur l'activité antioxydant.

### 2.2.2. Les activités antibactériennes

Pour comparer l'action d'antibiotique de référence contre les bactéries avec l'activité antibactérienne de feuille de *Ferula communis* (DEGAA, 2020) et *Ferula vesceritensis* (HALEM, 2020). Le tableau ci-dessous exprime le diamètre des zones inhibition d'antibiotique à Les souches des bactéries : *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27835, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Escherichia coli* ATCC 10536, sont montré des sensibilités à l'antibiotique gentamicine.

**Tableau 05 :** Diamètres des zones d'inhibition de l'activité antibactérienne des huiles essentiels de *Ferula communis* et de *Ferula vesceritensis*.

Souches	Zone d'inhibition	
	<i>Ferula communis</i>	<i>Ferula vesceritensis</i>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	36	24
<i>Staphylococcus aureus</i>	20	14
<i>Escherichia coli</i>	34	26

Les bactéries à Gram +, *E.coli* et *Staphylococcus aureus* sont sensible à antibiotiques Gentamicine avec des diamètres de zones d'inhibition de 26 mm, 24 mm respectivement chez *Ferula vesceritensis* et de 34mm, 36mm chez *Ferula communis*.

La bactérie à Gram -, *Pseudomonas aeruginosa* elle est très sensible à antibiotique Gentamycine, avec diamètre de 14mm chez *Ferula vesceritensis* et de 20mm chez *Ferula communis*.

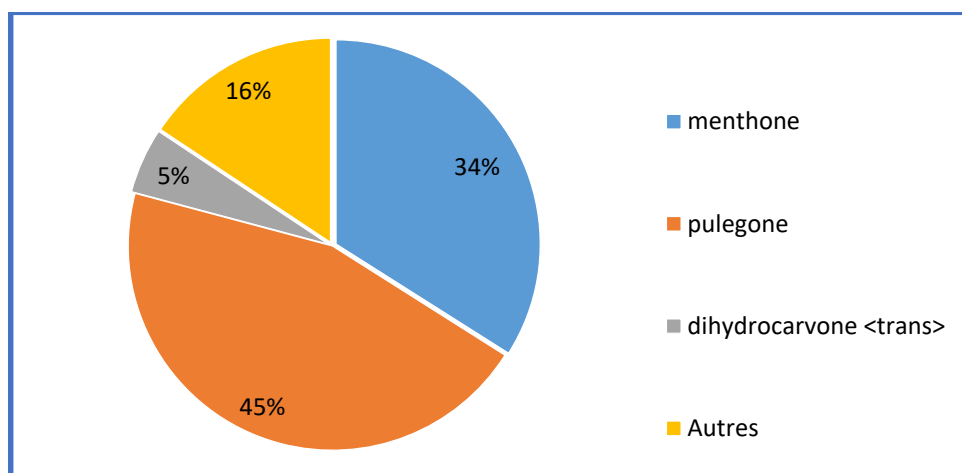
Donc les bactéries à Gram + sont très sensible vis à vis La bactérie à Gram –

### 3. Le genre *Mentha*

#### 3.1. Les compositions chimiques de genre *Mentha*

- *Mentha pulegium*

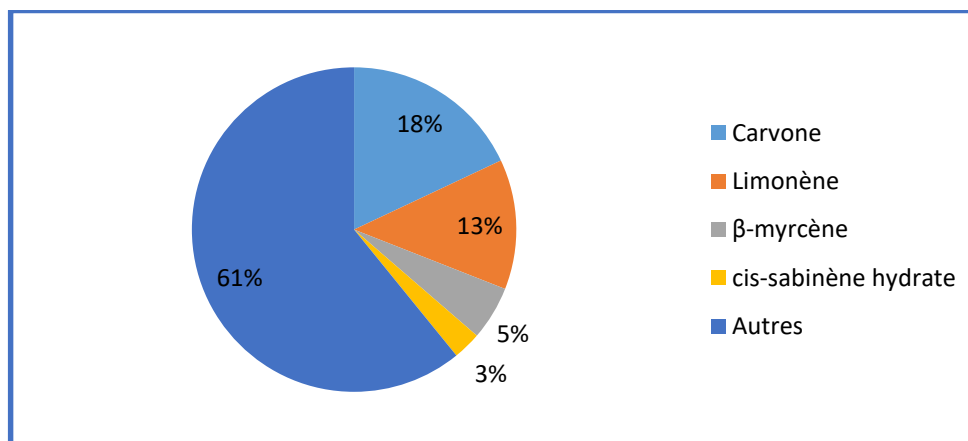
L'HE de *Mentha pulegium* est composée de 88.56 % de cétones, dont les majoritaires sont : le pulegone (45.17%), menthone (33.98%), et on constate aussi la présence du trans-dihydrocarvone, iso-menthone et le piperitenone. Au total, 19 composants ont été identifiés, représentant 92.11% des composés volatils de l'HE.



**Figure 24 :** Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de *Mentha pulegium*

- *Mentha spicata*

*Mentha spicata* L est majoritairement composée de carvone (18,00%), limonène (12,96%) et  $\beta$  myrcène (5,38%). Donc L'huile essentielle de la *Mentha Spicata* présente un taux en pourcentage plus identique en monoterpène et en cétone suivie par les alcools 5,17% et les esters 4,47% et enfin les sesquitérènes 3,25%.



**Figure 25 :** Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de *Mentha spicata*

### 3.2. Les activités biologiques

#### 3.2.1. Activités antioxydants

L'étude de l'activité antioxydant des huiles essentielles des deux menthes *Mentha pulegium* (Attou, 2017) et de *Mentha spicata* (Ismaili, 2017) vis-à-vis du radical DPPH d'après les résultats du tableau ci-dessous on peut constater que les huiles essentielles de *Mentha pulegium* est le plus antioxydant avec une concentration 183,68 µg/ml que *Mentha spicata* avec une concentration 201,34 µg/ml.

**Tableau 06 :** IC50 de l'HE de *Mentha pulegium* et de *Mentha spicata*

Echantillons	IC50	SD
<i>Mentha pulegium</i> µg/ml	183,68	4,50
<i>Mentha spicata</i> µg/ml	201,34	2,58

#### 3.2.2. Activités antibactérienne

L'étude de l'activité antimicrobienne des extraits et de l'huile essentielle de la plante *Mentha pulegium* et *Mentha spicata* faite par la méthode de diffusion sur gélose. Les résultats obtenus montrent que Les huile essentielle de la plante *Mentha spicata* et *Mentha pulegium* montré une cytotoxicité des souches étudiées mais avec des degrés différents.

Aucune zone d'inhibition autour des disques n'a été observée pour *E. coli* et *strepetocoque*, ces bactéries possèdent un potentiel de résistance très élevée contre l'action antibactérienne des HEs.

Cette différence dans la sensibilité des espèces microbiennes suggère la susceptibilité des différents microorganismes aux effets de composants différents de l'huile essentielle (Bouhaddouda, 2016).

*Candida albicans* a montré une très grande sensibilité variable aux HEs, la menthe verte a montré l'activité antimicrobienne la plus élevée avec un diamètre d'inhibition de 7cm, suivie par l'HE de la *M.pulegium* avec un diamètre de 6,5 cm.

D'après les résultats obtenus ; les champignons ont été donc plus sensible que les bactéries à l'huile essentielle de *Mentha spicata* et *Mentha pulegium* (Benazzouz, 2012).

**Tableau 07 :** Diamètres des zones d'inhibition de l'activité antibactérienne des huiles essentiels de *Menta pulegium* et de *Menta spicata*

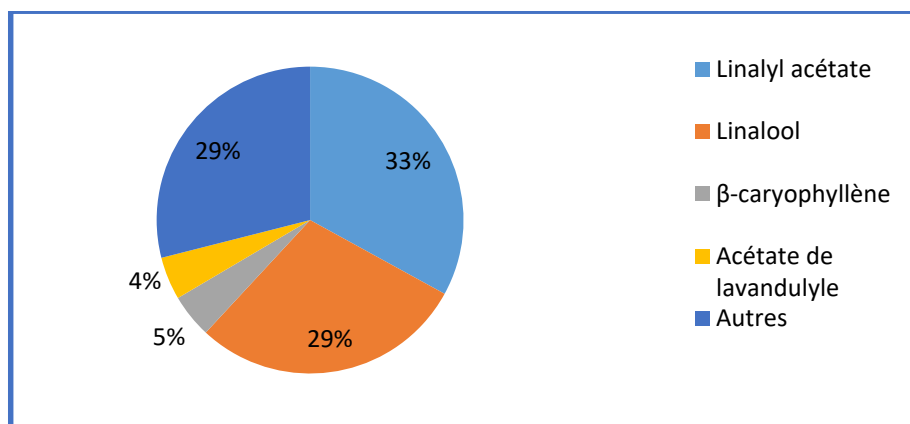
Souches	Diamètre de la zone d'inhibition (cm)	
	<i>Menta pulegium</i>	<i>Menta spicata</i>
<i>Candida albican</i>	6,5	7
<i>E.coli</i>	/	/
<i>S.aureus</i>	2	2,5
<i>Strep. Pyogenes</i>	0,2	/

## 4. Le genre *lavedula*

### 4.1. Les compositions chimiques

- *Lavendula angustifolia*

L'analyse de l'huile essentielle de *Lavendula angustifolia* par (GC/SM) de l'huile essentielle a permis d'identifier 20 composés qui représentent un total de 91,84 %. L'essence de *Lavandula officinalis* est constituée principalement de : Linalyl acétate (32,98 %), Linalool (28,92 %),  $\beta$ -caryophyllène (4.62 %), Acétate de lavandulyle (4.52%), Z- $\beta$ -ocimène (4.44%), terpinène-4-ol (4,32 %), E- $\beta$ -ocimène (3.09 %),  $\beta$ -farnésène (2.73 %) totalisant environ 85,62% (Boughendjioua, 2017).

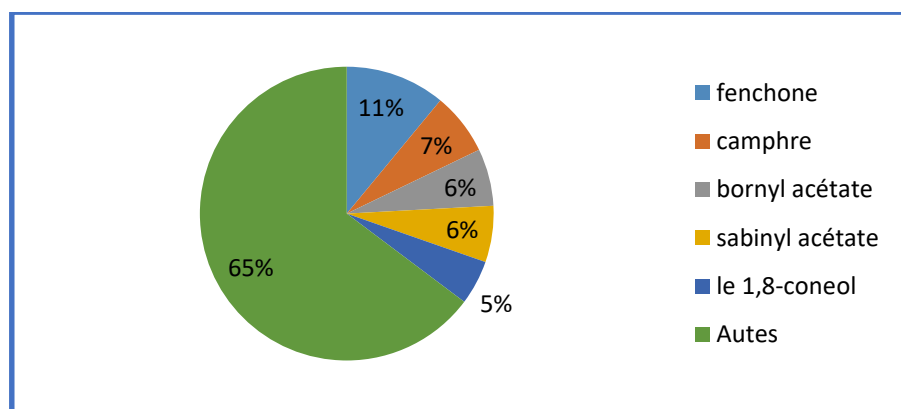


**Figure 26** : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de *Lavendula angustifolia*

- *Lavendula stoechas*

L'étude des compositions chimiques de l'huile essentielle par Chromatographie en Phase gazeuse (CPG) et par Chromatographie en Phase gazeuse couplée à la Spectroscopie de Masse (CPG /SM) de *lavendula stoechas* à partir la partie aérienne (Menaceur, 2011).

Les majorités des compositions chimiques sont : fenchone (11%), camphre (6,85%), bornyl acétate (6,3%), sabinyl acétate (6,2%) et le 1,8-coneol (4,9%) (Menaceur, 2011).



**Figure 27** : Pourcentages des compositions chimiques majoritaires de *Lavendula stoechas*

## 4.2. Les activités biologiques

### 4.2.1. Les activités antioxydants

L'utilisation de méthode d'analyse pour l'évaluation de l'efficacité antioxydante des HEs par Piégeage de radical DPPH pour déterminer l'IC50 de deux lavandes *Lavendula angustifolia* (Boughendjioua, 2017) et *Lavendula stoechas* (Menaceur, 2011). A partir des valeurs obtenues de l'IC50 des huiles essentielles deux lavandes ont été calculé. Les HEs présentent une activité antioxydant d'IC50=1000µg/ml de *Lavendula angustifolia* plus élevé que l'IC50= 4140 µg/ml *Lavendula stoechas*.

**Tableau 08 :** IC50 de l'HE de *Lavendula angustifolia* et de *Lavendula stoechas*

Echantillons	IC50	SD
<i>Lavendula angustifolia</i> µg/ml	1000	/
<i>Lavendula stoechas</i> µg/ml	4140	

### 4.2.2. Les activités antibactériennes

- *Lavendula angustifolia*

L'étude in vitro du l'activité antimicrobienne des huiles essentiels de *Lavendula angustifolia* par l'estimation du diamètre de la zone d'inhibition autour des disques.

L'activité antibactérienne de l'huile essentielle pure *Lavendula angustifolia* Mill montre une forte activité sur la plupart des souches bactériennes. *E.coli*, *E. faecalis* (WDCM00009) et *C.freundi* sont les bactéries les plus sensibles. D'autre part, on remarque que *S.aureus*, *P.aerogenosa* et *B. cereus* sont moyennement sensibles. Par contre *E.faecalis*(ATCC14579) et *K.Pneumoniae* étaient résistantes à cette huile essentielle (Aimen, 2019).

**Tableau 09 :** Diamètres des zones d'inhibition de l'activité antibactérienne des huiles essentiels de *Lavendula angustifolia*

Souches	Diamètre des zones d'inhibition en mm
<i>Enterococcus faecalis</i> WDCM 00009	12±0.00
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	9±1.41
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 14579	9.5±0.70
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 10541	/
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	12±1.41
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	8±1.41
<i>Klebsiella Pneumoniae</i> ATCC 700603	/

/ : Pas de zone d'inhibition

- *Lavendula stoechas*

Evaluation des activités antibactériennes des huiles essentielles de *Lavendula stoechas* par la méthode de diffusion des disques en milieu gélose vis-à-vis de quatre bactéries (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *S. aureus* et *P. mirabilis*). Les volumes d'huiles essentielles utilisées furent : 5, 10, 15 et 20  $\mu$ l (**Bachiri et al, 2016**).

Après les résultats on peut constater qu'aucune activité sur la souche *S.aureus* par contre chez les huiles essentielles extraites à partir de la partie aérienne de *Lavendula stoechas* qui exercent une activité inhibitrice vis-à-vis des bactéries Gram (-) (*E. coli*, *K. pneumoniae* et *P. mirabilis*) par des zones inhibitrice définit (**Bachiri et al, 2016**).

**Tableau 10** : Diamètres des zones d'inhibition (mm) de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Lavendula stoechas* en concentration 10  $\mu$ l.

Souches	Zones d'inhibition
<i>S.aureus</i>	NA
<i>E.coli</i>	9 $\pm$ 0,00
<i>K.pneumoniae</i>	10 $\pm$ 0,26
<i>P.mirabilis</i>	9 $\pm$ 0,40

NA: Non actif

# Conclusion

## CONCLUSION

Les plantes sont depuis toujours une source essentielle des huiles essentielles actuellement l'intérêt de plusieurs chercheurs en raison des bénéfices qu'ils pourraient procurer à la santé humaine l'industrie agroalimentaire, cosmétique, pharmaceutique etc.

La composition de l'huile essentielle issue d'une plante est extrêmement variable d'une espèce à l'autre. Cette variabilité est influencée d'une multitude de facteurs s'appliquant au végétal tout au long de son développement. Ces facteurs de variation s'étendent jusqu'à l'extraction et le stockage de l'huile essentielle.

Ce travail avait pour but d'étudier les différents changements des compositions chimiques et des activités biologiques des plantes aromatiques des travaux antérieurs à des méthodes très utilisées.

Nous avons fait une recherche bibliographique sur les différentes utilisations de l'huile essentielle de quelques plantes aromatiques étudiées.

# **Bibliographies**

## Bibliographies

- 1) ACHIRI, R. *Etude chimique et activité antioxydante des huiles essentielles de Mentha pulegium, Lavandula angustifolia et Verbena officinalis au niveau de la pépinière de Ain Fettouh* (Doctoral dissertation, 11-11-2018).
- 2) Ahmed A. A., Hegazy M.-E. F., Zellagui A., Rhouati S., Mohamed, T. A., Sayed, A. A., Abdella, M. A., Ohta, S., Hirata, T., 2007.- Ferulsinaic Acid, Asesquiterpenecoumarin With A Rare Carbon Skeleton From Ferula Species. *Phytochemistry*, Vol. 68:680–686
- 3) AICHAOUI, S., & Hanane, A. B. E. O. U. B. E. (2019). *Etude phytochimique et activité biologique des extraits de l'espèce Lavandula angustifolia Mill. Dans la région Est d'Algérie (Batna)* (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- 4) Aimene, R., & Bellil, H. (2019). *Etude de l'activité antibactérienne de deux huiles essentielles de Lavandula angustifolia Mill et Pinus sylvestris L et leur potentiel Synergique vis à vis des souches pathogènes* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- 5) Aires A., Marques E., Carvalho R., Rosa E. A. S. and Saavedra M. J. (2013). Evaluation of biological value and appraisal of polyphenols and glucosinolates from organic baby-leaf salads as antioxidants and antimicrobials against important human pathogenic bacteria. *Molecules*. 18: 4651- 4668
- 6) Alfa, K.-D. (2000). *analyse des huiles essentielles de quelques plantes de la flore du Burkina Faso appartenant à la famille des Lamiaceae (Hyptisspicigera Lam., Hyptissuaveolens Poit., Ocimum americanum L.) Et des Poaceae (Cymbopogonschoenanthus (L.) Spreng, Cymbopogongiganteus Chiov et Cymbopogon Citratus (DC)* Stapf. thèse de doctorat en chimie organique appliquée. Univ. OUAGADOGOU
- 7) Ali M., Abbasi B. H. and Ul-haq I. (2013). Production of commercially important secondary metabolites and antioxidant activity in cell suspension cultures of Artemisia absinthium L. *Industrial Crops and Products* 49: 400-406.
- 8) Allen HK, Donato J, Wang HH, Cloud-Hansen KA, Davies J, Handelsman J. (2010) Call of the wild: antibiotic resistance genes in natural environments. *Nature Reviews Microbiology*, 8, 251-259.
- 9) Almanig., Benayache S., Benayache F., Dendougui H., Jay M. (1998). *Métabolisme Flavonique De Centaurea caenis All.* *J.Soc. Alg. Chim.*, 8, 29
- 10) Alonso W.R. et Croteau R., 1993. Prenyltransferases and cyclases : *Methods Plant. Biochemistry*, Vol.9, p.p. 239-260.
- 11) Amiot J. (2005). *Thymus vulgaris, un cas de polymorphisme chimique pour comprendre l'écologie évolutive des composés secondaires.* Thèse-doctorat-Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier. France.
- 12) ANFOR (2000). Association française de normalisation. Normes française : huile essentielle. Ed. Afnor, Paris.
- 13) Anonyme : (<https://quelle-est-cette-fleur.com/Fiches-botaniques/menthe-pouliot.php>)
- 14) Anonyme: (<http://www.floramaroccana.fr/ferula-communis.html>).
- 15) Anton R. et Lobstein A. (2005). *Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles.* Ed. Tec. & Doc., Paris, 522p
- 16) AOUIA, M., & Sarra, L. A. K. H. D. A. R. I. (2019). *Biologie des huiles essentielles de la famille des Lamiaceae* (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- 17) Balouiri Mounyr. 2011 : *Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne de trois extraits de Plantes Médicinales et Aromatiques cultivées dans le jardin de l'institut national des plantes médicinales et aromatiques– Taouate.* Université Sidi Mohammed Ben Abdellah. Faculté des Sciences et Techniques – Fès.
- 18) Bandoniene D, Pukalskas A, Venskutonis PR, Gruzdiene D. (2000) Preliminary screening of antioxidant activity of some plant extracts in rapeseed oil. *Food Research International*, 33(9), 785-791.

- 19) Barbier E. 1963 : LES LAVANDES ET L'APICULTURE DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE. Les Annales de l'Abeille. INRA Editions, 6 (2). pp.85-159.
- 20) Bauer K, Garbe D, Surburg H. (2001) Common Fragrance and Flavor Materials: Preparation, Properties and Uses. Wiley-VCH, Weinheim, 293.
- 21) Bekhechi, C., abdelouahid, D. (2010).les huiles essentielles. Office des publications universitaires.
- 22) Belaiche P. (1979). Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome 1 : l'aromatogramme .éd. Maloine. Paris.
- 23) Benabdelkader Tarek. 2012 : Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatils des lavandes ailées, *Lavandula stoechas* sensu lato, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique. Biologie végétale. Université Jean Monnet - Saint-Etienne, Français, France; Ecole normale supérieure de Kouba, Alger, Algérie
- 24) Benakchar. (2001). Etude Phytochimique De Deux Plantes Algériennes : Centaureapungenset Salsolavermiculata, Activité Biologique. Thèse De Magister Chimie-Constantine
- 25) Benayad N., (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Rapport d'étude. Université Mohammed V – Agdal. Rabat, 63p.
- 26) Benchelah Ac, Bouziane H, Maka M, Ouahès C. (2000) Fleurs Du Sahara : Voyage Ethnobotanique Avec Les Touaregs Du Tassili. Ibis Press, Paris, 256
- 27) Bendif, H. (2017). Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga iva* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanussubsp. Coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter&Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord & Fourr., thèse de doctorat, l'école normale supérieure de KOUBA-Alger, département des sciences naturelles, biotechnologie végétale, P. 26.
- 28) Beniston Nt Et Ws. 1984. Fleur D'algerie, Ed : Entreprise Nationale Du Livre Alger, N°D'édition : 1822/84. 359p.
- 29) Bernard T., Perinau F., Brav O., Delmas M. et Gaset A., 1988. Extraction des huiles essentielles. Chimie et technologie. Information chimie.
- 30) Besombes C. 2008 : Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo-mécanique d'herbes aromatiques. Application généralisées. Thèse de doctorat
- 31) Bézanger-Beauquesne L., Pinkas M et Torck M (1986). Les plantes dans la thérapeutique moderne, 2ème édition révisée, Ed. Maloine
- 32) Bo L., Philip D. C., Richard G. O., Gemma L. C. B., Chun-Lei X., Zhong-Hui M., Yun-Hong T., Dian-Xiang Z. (2016). A large-scale chloroplast phylogeny of the Lamiaceae sheds new light on its subfamilial classification. Scientific Reports. 6: 1-18.
- 33) Bohlmann J., Steele C.L. et Croteau R., 1997. Monoterpene synthases from grand fir (*Abies grandis*) : DNA isolation, characterization, and functional expression of myrcene synthase, (-)-(4s)-limonene synthase, and (-)-(1s,5s)-pinene synthase. Journal of Biological Chemistry, Vol. 272, p.p. 21784-21792.
- 34) Boiteau M. Botanique Systématique Et Appliquée Des Plantes A Fleurs, Lavoisier, Tec & Doc, Paris. 2010 ; 1335 Pp.
- 35) Boudjelal A, Henchiri C, Sari M, Sarri D, Hendel N, Benkhaled A, Ruberto G. (2013) Herbalists And Wild Medicinal Plants In M'sila (North Algeria): An Ethnopharmacology Survey. Journal Of Ethnopharmacology, 148, 395-402.
- 36) Boughendjioua, H. (2017). Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* cultivées dans la région de Skikda-Algérie. Chemical composition and antibacterial activity of

- essential oil of *Lavandula officinalis* grown in the region of Skikda-Algeria. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*.
- 37) Boughendjioua, H. (2017). Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* cultivées dans la région de Skikda-Algérie. Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of *Lavandula officinalis* grown in the region of Skikda-Algeria. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*.
  - 38) Bouhaddouda, N. (2016). Activités antioxydante et antimicrobienne de deux plantes du sol local: *Origanum vulgare* et *Mentha pulegium*. *Diplôme de Doctorat, Univ Badji Mokhtar, Annaba*.
  - 39) Bouhaddouda, N. (2016). Activités antioxydante et antimicrobienne de deux plantes du sol local: *Origanum vulgare* et *Mentha pulegium*. *Diplôme de Doctorat, Univ Badji Mokhtar, Annaba*.
  - 40) Boukef Mk. (1986) Les Plantes Dans La Médecine Traditionnelle Tunisienne. Agence De Coopération Culturelle Et Technique, Paris, 350.
  - 41) Boussaid, M.(2013) *Etude Phytochimique Et Activités Biologiques (Antioxydante Et Antimicrobienne) De L'extrait De Tannins De Pituranthos Chloranthus (Ghezze)* (Doctoral Dissertation).
  - 42) Bouyahya A, Bakri Y, Et-Touys A, Talbaoui A, Khouchlaa A, Charfi S, Abrini J, Dakka N. (2017) Resistance to Antibiotics and Mechanisms of Action of Essential Oils against Bacteria. *Phytothérapie*, 1-11.
  - 43) Brahmi F., Hadj-Ahmed S., Zarrouk A., Bezine M., Nury T., Madani K., Chibane M., Vejux A., Androletti P., Boulekbache-Makhlouf L., Lizard G. (2017). Evidence of biological activity of *Mentha* species extracts on apoptotic and autophagic targets on murine RAW264.7 and human U937 monocytic cells. *Pharmaceutical Biology*. 55 (1): 286-293.
  - 44) Bruneton J. (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3<sup>ème</sup> édition, Ed. TEC et DOC, Paris.
  - 45) Bruneton J., (1993). Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. Tec. & Doc. Lavoisier, 2<sup>ème</sup> édition, Paris. 915p.
  - 46) Bruneton J., 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed. Lavoisier, 3<sup>ème</sup> Ed., Paris. 585 P.
  - 47) Bruneton, J. (1999). pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3<sup>ème</sup> Ed. Paris: Tec& Doc Lavoisier.
  - 48) Cane D.E., 1990. Enzymatic formation of sesquiterpenes. *Chemical Reviews*, Vol. 90, p.p. 1089-1103.
  - 49) Carr G., (2004). Vascular plant family. Consulter le 25/05/2011 sur : <http://www.botany.hawaii.edu/faculty/carr/pfamilies.htm>.
  - 50) Carson CF, Hammer KA. (2011) Chemistry and Bioactivity of Essential Oils. In Thormar H. *Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents*. United Kingdom, John Wiley & Sons LTD, 338.
  - 51) Chen X., Chen Y., Heinstejn P. et Davson V.J., 1995. Cloning, Expression, and characterization of (+)-Cadinene Synthase : A Catalyst for Cotton Phytoalexin Biosynthesis. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Vol. 324, p.p. 255-266.
  - 52) Chu C. J. et Kemper K. J. 2001 : Lavender (*Lavandula spp.*). Longwood Herbal Task. Force. 32 p
  - 53) Cohen Y, Jacquot C. (2008) Pharmacologie. 6<sup>ème</sup> édition, Elsevier, Masson, France, 512.
  - 54) Colby S.M., Crock J., Dowdle-Rizzo B., lemaux P.G. et Croteau R. 1998. Germacrene C synthase from *Lycopersicon esculentum* cv. VFNT Cherry tomato : cDNA isolation, characterization, and bacterial expression of the multiple product sesquiterpene cyclase. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 95, p.p. 2216-2221.
  - 55) Connolly J.D. et Hill R.A., 1991. Dictionary of terpenoids. Ed. Chapman & Hall, London, 2156 p.
  - 56) Cowan MM. (1999) Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564-582.
  - 57) Cronquist, A., *An Integrated System Of Classification Of Flowering Plants*, Columbia University Press, New York, 1981.
  - 58) Croteau R., 1987. Biosynthesis and catabolism of monoterpenoids. *Chemical Reviews*, Vol. 87, p.p. 929-954.
  - 59) Croteau R., Alonso W.R., Koepp A.E. et Johnson M. A., 1994. Biosynthesis of monoterpenes : partial purification, characterization, and mechanism, of action of 1,8-cineole synthase. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. Vol. 309, p.p. 184-192.

- 60) Dahia M, Siracusa L, Laouer H, Ruberto G. (2009) Constituents Of The Polar Extracts From Algerian *Pituranthos Scoparius*. *Natural Product Communications*, 4, 1691-1692.
- 61) DEGAA, N., & LATRECHE, H. (2020). Contribution à l'étude de l'effet biologique des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis*
- 62) Degryse A.C., Delpla I. et Voinier M.A. (2008). Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. Atelier santé environnement -IGS- EHESP, 87p.
- 63) Dehak, K. (2012). *Contribution A L'étude Phytochimique De Quelques Plantes Sahariennes A Caractère Médicinal, Cas De Ferula Vesceritensis* (Doctoral Dissertation).
- 64) Dellile L, (2007). Les plantes médicinales d'Algérie .Alger : Berti. 240 pp.
- 65) Deschepper, R. (2017). Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie.
- 66) Didi Oehm, Hadj-Mahammed M, Zabeirou H. (2003) Place Des Plantes Spontanées Dans La Médecine Traditionnelle De La Région De Ouargla (Sahara Septentrional Est). *Courrier Du Savoir – N°03*, 47-51.
- 67) Djibo, A. K. (2014). Analyse des huiles essentielles de quelques plantes de la flore du Burkina Faso appartenent aux familles des Lamiaceae (*Hyptis spicigera* Lam., *Hyptis suaveolens* Poit., *Ocimum americanum* L.) et des Poaceae (*Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng, *Cymbopogon giganteus* Chiov et *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.
- 68) Doyle MP. (2006) Antimicrobial resistance: implications for the food system. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5,71-137.
- 69) Dupond F., Guignard J. L. (2012). Botanique: Les familles de plantes. Elsevier Masson (ed.). Paris. P300.
- 70) El Rhaffari L, Zaid A. (2002) Pratique De La Phytothérapie Dans Le Sud-Est Du Maroc (Tafilalet) : Un Savoir Empirique Pour Une Pharmacopée Rénovée. *Congrès Européen D'ethnopharmacologie, Metz*, 4, 293-318.
- 71) Facchini P.J. et Chappell J., 1992. Gene family for an elicitor-induced sesquiterpene cyclase in tobacco. *Proceedings pfof the National Academy of Sciences*, Vol. 89, p.p. 11088-11092.
- 72) Fatiha, N. O. U. I. R. I., & Hayat, T. O. U. A. H. R. I. (2019). Contribution à l'étude de l'activité fongicide des huiles essentielles des lamiacées (*Thymus* du fraisier, *Mentha spicata*) sur *Botrytis cinerea* agent de la pourriture grise.
- 73) Ferdjioui, S. (2018). Activités antioxydante et antimicrobienne des extraits méthanoliques et de l'huile essentielle de la plante *mentha rotundifolia* (Doctoral dissertation).
- 74) Fournier, P., (1999). Le livre des plantes médicinales et vénéneuses de France. Tome III menthe à zacinthe. P.11
- 75) Gambliel H. et Croteau R., 1984. Pinene Cyclases I and II. *Jornal of Biological Chemistry*, Vol. 259, n. 2, p.p.740-748.
- 76) Gaudy C, Buxeraud J. (2005) Antibiotiques : pharmacologie et thérapeutique. Elsevier Masson, France, 269.
- 77) Ghestem A., Seguin E., Paris M. and Orecchioni A.M. (2001). Le préparateur en pharmacie. Dossier 2, - Botanique, Pharmacognosie, Phytothérapie, Homéopathie. Ed. TEC et DOC, Paris.
- 78) Ghisalberti, E. L. (1994). The Daucane (Carotane) Class Of Sesquiterpenes. *Phytochemistry*, 37(3), 597-623.
- 79) Giray E. S et Kirici S. 2008: Comparing the effect of sub-critical water extraction with conventional extraction methods on the chemical composition of *Lavandula stoechas*. *Talanta* 74, 930-935
- 80) Guidah, A. (2013). Étude phytochimique des métabolismes secondaires huiles essentielles, polyphénol) de la plante médicinale saharienne: *Pituranthos chloranthuset* l'évaluation de l'activité biologique. Mémoire de master en biotechnologie végétales et métagénomique. UNIV. M'sila.
- 81) Guignard J., Dupont F. (2004). Botanique- systématique moléculaire- Ed. Masson.13è édition.

- 82) Guignard J.L. (2000). Biochimie végétale. 2ème Ed. De l'abrégé Dunod, Paris.177-185.
- 83) Guignard J.L., Cosson L. and Henry M. (1985). Abrégé de phytochimie. Ed. Masson Paris.155-174.
- 84) Guignard J.L., (1998). Abrégé botanique. 11ème Edition Masson, Paris
- 85) Guignard J.L., (2001). Botanique systématique moléculaire. Ed Masson, Paris
- 86) Hala GM, Christ H, Carla K. (2000) Traditional uses of *Salvia libanotica* (East Mediterranean sage) and the effects of essential oils. *Journal of Ethnopharmacology*, 71(3), 513-520.
- 87) HALEM, S., & LIMANE, W. (2020). Contribution à l'étude de l'effet biologique des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula vesceritensis* Coss. & Dur récoltée dans la région de Biskra.
- 88) Hammiche, V., & Maiza, K. (2006). Traditional Medicine In Central Sahara: Pharmacopoeia Of Tassili N'ajjer. *Journal Of Ethnopharmacology*, 105(3), 358-367.
- 89) Harley R. M. et C. A. Brighton., 1977. Chromosome numbers in the genus *Mentha* L. *Botanical Journal of the Linnean Society* 74: 71-96.
- 90) Herzi, N. (2013).extraction et purification de substances naturelles: comparaison de l'extraction au CO2-supercritique et des technique conventionnelles, thèse de doctorat génie chimiqueprocédés. Univ.de toulouse.
- 91) Heywood V. H., 1971.- The Biology And Chemistry Of The Umbelliferae.Academic Press, London, 438p
- 92) Heywood, V. H. (1996). *Les Plantes A Fleurs: 306 Familles De La Flore Mondiale*. Nathan.
- 93) Iriti M. (2013). Plant neurobiology, a fascinating perspective in the field of research on plant secondary metabolites. *Int. J. Mol. Sci.* 14: 10819-10821.
- 94) Ismaili, R., Houbairi, S., Sanâa, L., Khadija, M., & Abdeslam, L. (2017). Etude de l'activité antioxydante des huiles essentielles de plantes aromatiques et médicinales marocaines. *European Scientific Journal*, 13, 323-334.
- 95) Iucn International Union For Conservation Of Nature. (2005) A Guide To Medicinal Plants In North Africa. Centre For Mediterranean Cooperation, Malaga (Spain), 183.
- 96) Julian D, Dorothy D. (2010) Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 74, 417-33.
- 97) Jullien J – DGAL. Juillet, 2016 : Guide de reconnaissance Plantes hôtes potentielles de *Xylella fastidiosa* subsp. *multiplex* en France, Surveillance biologique du territoire (SBT) dans le domaine végétal, Symptôme d'une infection de *Xylella fastidiosa* subsp. *multiplex* sur *Polygala myrtifolia* – 1ère édition
- 98) Kaabeche, M. 1990. Les Groupements Végétaux De La Région De Bou Saad (Algérie). Essai Desynthèse Sur La Végétation Steppique Du Maghreb. Thèse De Doctorat En Sciences, Université De Paris Sud, Centre D'orsay, 93.
- 99) KERBOUCHE, L. (2010). Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de quelques plantes des familles de labiacées et de cupressacées (Doctoral dissertation, INA).
- 100) Kliebenstein D. J. (2012). Making new molecules-evolution of structures for novel metabolites in plants. *Current Opinion in Plant Biology* 16: 1-6.
- 101) Kokkini S., Karousou R., Hanlidou E. (2003). Herbs | Herbs of the Labiatae. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. 3082-3090.
- 102) Kurita, N., Koike, S. (1982). Systematic antimicrobial effect of sodium chloride and essential oils componements. *Agric.Biol. Chem.*p 46-159-165.
- 103) Lamamra, M. (2018). Activités biologiques et composition chimique des huiles essentielles d'Ammiopsis aristidis Coss.(Syn. *Daucus aristidis* Coss.) et d'*Achillea santolinoides* Lag (Doctoral dissertation).
- 104) Le Floc'h E. (1983) Contribution A Une Etude Ethnobotanique De La Flore Tunisienne. Imprimerie Officielle De La République Tunisienne, Tunisie, 402.
- 105) Lee D, Yoon M. H., Kang Y. P., Yu J., Park J. H., Lee J., Kwon S. W. (2013). Comparison of primary and secondary metabolites for suitability to discriminate the origins of *Schisandra chinensis* by GC/MS and LC/MS. *Food Chemistry* 141: 3931–3937.
- 106) Leila, M. F., & Rania, M. A. N. S. O. U. R. (2018). *Caractérisation chimique et évaluation «in vitro» des activités antibactérienne et antioxydante des huiles essentielles de quelques plantes du genre Thymus* (Doctoral dissertation).
- 107) Levy SB, Marshall B. (2004) Antibacterial resistance worldwide: causes, challenges and responses. *Journal of Nature Medicine*, 10, 122-129.
- 108) Malti, C. E. W. (2019). *Etude des activités biologiques et de la composition chimique des huiles essentielles de trois plantes aromatiques d'Algérie: Pituranthos scoparius (Guezzah), Santolina africana (EL Djouada) et*

- Cymbopogon schoenanthus (El Lemad)*» (Doctoral dissertation, UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEN; Tlemcen).
- 109) Mamoci, E., Cavoski, I., Simeone, V., Mondelli, D., Al-Bitar, L., & Caboni, P. (2011). Chemical Composition And In Vitro Activity Of Plant Extracts From *Ferula Communis* And *Dittrichia Viscosa* Against Postharvest Fungi. *Molecules*, 16(3), 2609-2625.
  - 110) Marouf A, Tremblin G. (2009) Abrégé de biochimie appliqué. EDP Sciences, France, 490.
  - 111) Martin P. (2014). Les familles de plantes à fleurs d'Europe: Botanique systématique et utilitaire. Presses Universitaires de Namur (ed.). Belgique. P289.
  - 112) Morigane, (2007). Grimoire des Plantes. Édition Histoire Ebook . P. 71- 115
  - 113) Muylaert A, Mainil JG. (2012) Résistances bactériennes aux antibiotiques : les mécanismes et leur « contagiosité ». *Annales de Médecine Vétérinaire*, 156, 109-123.
  - 114) Nabila, B. (2017). Séparation Et Détermination De Structures Des Métabolites Secondaires De *Cachrys Libanotis* L. 9-10.
  - 115) Naghibi F., Mosaddegh M., Motamed S-M., Ghorbani A.,(2005).Labiatae Family in folk Medicine in Iran: from Ethnobotany to Pharmacology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 2: 63-79
  - 116) Naves Y.R., 1976. Technologie des parfums naturels. Ed Masson, paris. 105 P.
  - 117) Newman DJ, Cragg GM, Snader KM. (2003) Natural products as sources of new drugs over the period. *Journal of Natural Products*, 66, 1022-1037.
  - 118) Ouamba, J.-M. (1998). Valorisation chimique des plantes aromatique du Congo: Extraction et analyse des huiles essentielles, oximation de l'aldéhyde des naturels, thèse de doctorat d'état, univ. Montpellier2, P.340.
  - 119) Oughlissi-Dehak, K., Lawton, P., Michalet, S., Bayet, C., Darbour, N., Hadjmahammed, M., ... & Guilet, D. (2008). Sesquiterpenes From Aerial Parts Of *Ferula Vesceritensis*. *Phytochemistry*, 69(9), 1933-1938
  - 120) Paris M.et Hurabielle M. (1981). Abrégé de matière médicale (pharmacognosie) Tome. Ed. Masson 339 p.
  - 121) PARIS R.R. et MOYSE H., 1971. - Précis de Matière médicale, t. III. Paris: Masson. Plantes médicinales des régions arides, 1960.
  - 122) Pierre, L. (1996). Le livre des bonnes herbes. 3ème edition. 1313. pp.
  - 123) Pimenov, M. G., & Leonov, M. V. (2004). The Asian Umbelliferae Biodiversity Database (Asium) With Particular Reference To South-West Asian Taxa. *Turkish Journal Of Botany*, 28(1-2), 139-145.
  - 124) Porter N. (2001). Essential oils and their production. *Crops and Food Research*. Number 39.
  - 125) Quezel, P., Santa, S. (1963). Nouvelle Flore De L'algérie Et Des Régions Désertiques Méditerranéennes. Centre National De La Recherche Scientifique, Paris, France, 19-23.
  - 126) Rai M.K., Acharya D. and Wadegaonkar P. (2003). Plant derived-antimycotics: potential of Asteraceous plants, In : plant-derived antimycotics : Current Trends and Future prospects, Haworth press, N-York, Londin, Oxford. 165-185.
  - 127) Rai, M., acharya, D., wadegaonkar, P. (2003).plant derived-antimycotics: potential of acteraceous plants.in: plantb-derived antimycotics: current trends and future prospects.haworth press, NYork, londin, oxford.
  - 128) Ramasubramania R. (2012). Medicinally Potential Plants of Labiatae (Lamiaceae) Family: An overview. *Research Journal of Medicinal Plants*. 6 (3): 203-213.
  - 129) Russell AD, Chopra I. (1996) Understanding antibacterial action and resistance. 2nd edition, Ellis Horwood, London.
  - 130) Ryma, L. A. B. I. O. D. (2016). Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calamintha nepeta*: activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide (Doctoral dissertation, Université BADJI Mokhtar Annaba).
  - 131) Ríos JL, Recio MC. (2005) Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 100, 80-84

- 132) Sbf., 2011. Document Sur Les Activités De La Société Botanique De France « Flore Et Végétation De La Tunisie Méridionale », 281-359
- 133) Shalaby N. (1998). Modelling, Measurement And Control, C: Energetics. Chemistry And Engineering, Earth, Resources, Environment, Biomedical Problems, 57, 17-35
- 134) Siddiqui Mohd Aftab., Khalid Mohd., Akhtar Juber., Siddiqui HH., Baadruddeen., Usma Ahmad., Farah Ahsan., Khan Mohd Muazzam., Mohammed Ahamd et Asad Ali. 2016: *Lavandula Stoechas* (Ustukhuddus): Une plante miracle. Faculté de pharmacie. Université intégrale. Dasauli. Kursi Road. Lucknow (UP) 226026.
- 135) Singab A.N., Khalifa T., Mahran G.H., Okaday., Matsumaru Y., Nishino H., Okuyama T.(1998). A New Flavonoid Glycoside from *Pituranthus tortuosus* Desf. Benth& Hook. Natural Medicines, 52, 191-194.
- 136) Singh SB, Barrett JF. (2006) Empirical antibacterial drug discovery-foundation in natural products. Biochemical Pharmacology, 71, 1006-1015.
- 137) Steele C.L., Crock J., Bohlmann J. et Croteau R., 1998. Synthases from grand fir (*Abies grandis*) : Comparison of constitutive and wound-induced activities, and cDNA isolation, characterization, and bacterial expression of Delta-Selinene synthase and Gamma-Humulene synthase. Journal of Biological Chemistry, Vol. 273, p.p. 2078-2089.
- 138) TEUSCHER E., ANTON R., LOBSTEIN A. - Plantes aromatiques, épices, aromates, condiments et huiles essentielles, TEC&DOC, Paris, 105-109, (2005).
- 139) Touila., Creche J., Rhouati S.(2006). Flavonoid Glycosides from *Pituranthos Chloranthus*. Chemistry Of Natural Compounds, 42, 104-105.
- 140) **Trabut L., 1935.**- Flore Du Nord De L'Afrique Répertoire Des Noms Indigènes Des Plantes Spontanées, Cultivées Et Utilisées Dans Le Nord De L'Afrique. Alger. Imprimeries «La Typo·Litho» Et Jules Carbonelreunies. 355p.
- 141) Troppens D. M., Chu M., Holcombe L. J., Gleeson O., O'Gara F., Read N. D. and Morrissey J. P. )2013(. The bacterial secondary metabolite 2, 4-diacetylphloroglucinol impairs mitochondrial function and affects calcium homeostasis in *Neurospora crassa*. Fungal Genetics and Biology 56: 135–146.
- 142) Wink, M. (2013). Evolution of secondary metabolites in legumes (Fabaceae). *South African Journal of Botany*, 89, 164-175.
- 143) Yangui, T., Bouaziz, M., Dhouib, A., & Sayadi, S. (2009). Potential use of Tunisian *Pituranthos chloranthus* essential oils as a natural disinfectant. *Letters in Applied Microbiology*, 48(1), 112-117.
- 144) Zsuzsanna S, Hohmann J, Molnar J. (2010) Recent advances in research of antimicrobial effects of essential oils and plant derived compounds on bacteria. *Ethnomedicine: A Source of Complementary Therapeutics*, 179-201.

## Résumé

Ce travail consacré à l'étude des activités biologiques des huiles essentielles des plantes aromatiques. Pour cette étude on choisit quelques espèces des genres à la famille Apiaceae : le genre *Pithuranthus* et le genre *Ferula* et quelques espèces de genres à la famille Lamiaceae : le genre *mentha* et le genre *Lavendula* pour l'étude les compositions chimiques des huiles essentiels, les activités antimicrobiennes et les activités antioxydants des travaux antérieurs d'une espèce à l'autre espèce du même genre.

**Mots clé :** *apiaceae*, *lamiaceae*, activités biologiques, huiles essentielles.

## Abstract

This work devoted to the study of the biological activities of essential oils of aromatic plants. For this study we choose some species of the genera to the family Apiaceae: the genus *Pithuranthus* and the genus *Ferula* and some species of the genera to the family Lamiaceae: the genus *mentha* and the genus *Lavendula* for the study of the chemical compositions of essential oils, antimicrobial activities and antioxidant activities of previous work from one species to the other species of the same genus.

**Key words:** Apiaceae, Lamiaceae, biologic activities, essential oils.

## ملخص

خصص هذا العمل لدراسة الفعالية البيولوجية للزيوت الأساسية للنباتات العطرية. في هذه الدراسة، تطرقنا إلى اختيار بعض الأنواع التابعة إلى عائلة *Apiaceae* من الجنس *Pithuranthus* والجنس *Ferula* وبعض الأنواع التابعة إلى العائلة *Lamiaceae* من الجنس *Mentha* والجنس *Lavendula* مع دراسة التركيبات الكيميائية للزيوت الأساسية، والفعالية المضادة للميكروبات والأنشطة المضادة للأكسدة وهذا بالاعتماد على الأبحاث والمنشورات التي لها علاقة بالموضوع.

الكلمات المفتاحية : *Apiaceae* ، *Lamiaceae* ، الفعالية البيولوجية، الزيوت الأساسية.