

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة دجلاي بونااما  
Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana  
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département de Science Biologique

## *Mémoire de fin d'études*

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

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

**Filière :** science biologique

**Spécialité :** microbiologie appliquée

# **Etude De L'activité Bioloique Des Huiles Essentielles De Romarin Et Menthe**

**Présenté par:**

- *BELAIDI Nour El Kouloub Wiam*
- *KOUIDER DJELLOUL Lydia Djihan Hanifa*

**Devant le jury :**

**Devant le jury :**

Mr. BRADA.M	Pr	Président	(U.D.B Khemis Miliana)
Mr. ACHEK.R	MCA	Examineur	(U.D.B Khemis Miliana)
Mr. AMROUCHE.Z	MCA	Promoteur	(U.D.B Khemis Miliana)

**Année universitaire : 2021/2022**

## *Dédicace*

*Louange à ALLAH, le Tout Puissant, qui nous a permis de mener à bien ce modeste travail.*

*On dit « les mots s'envolent, seuls les écrits restent » c'est pour cela que je vous écris ces petits mots.*

*C'est avec un très grand honneur que je dédie ce travail aux personnes les plus chères au monde :*

*Ma chère mère, qui m'a donné son amour et son soutien et qui m'a encouragé et m'a enseigné la persévérance tout au long de mes années scolaires.*

*Mes très chers frères Cela me fait oublier toutes mes peurs dans leurs beaux mots.*

*A ma chère grand-mère, qui n'a jamais oublié de prier dans ses prières.*

*À ma chère tante qui m'a soutenu dans ce travail.*

*À toute la Famille **Kouider Djelloul** et **Kaddouri**.*

*À ma binette **Wiam** avec qui j'ai partagé les bons et les durs moments.*

*À mes chères copines **Rawnak** et **Wissam**.*

*Tous mes camarades de la promotion 2021-2022 Microbiologie appliquée, tous mes enseignants qui m'ont enseigné durant mes années d'études.*

**LYDIA DJIHAN**

## *Dédicace*

*D'abord, nous remercions ALLAH qui nous a menés à réaliser ce travail.*

*Avec un très grand plaisir, Je dédie ce travail aux personnes les plus chères à moi :*

*A ma mère, pour son amour, ses encouragements, ses conseils et ses sacrifices tout au long de mes études pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

*A mon père, pour son soutien et la confiance qu'il m'a accordé.*

*A mon adorable petite sœur **Imene** et mon frère, pour ses soutiens moral et leurs encouragements.*

*A mes tantes qui m'ont soutenue avec leurs prières. A toute la famille **BELAIDI** et **GUELAGLI**.*

*A ma chère binette **Djihane**, pour sa diligence et son support dans les bons et les mauvais moments.*

*A mes chères amies **Djihane**, **Rawnak** et **Wissam**, pour leurs amours et leurs soutiens, je vous souhaite un avenir plein de succès et de bonheur.*

*A mes chers cousins(es) paternel et maternel et à tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.*

**Wiam**

## *Remerciement*

بسم الله الرحمن الرحيم والحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على نبينا محمد صلى الله عليه وسلم

سبحان الله الذي وهبنا نعمة العقل سبحان الذي يستحق الشكر على نعمته وحده لا شريك له سبحان الذي جعل لنا العلم نورا وهدانا سبيل الرشاد

*Nous remercions dieu tout-puissant de nous avoir donné le privilège d'étudier et de suivre le chemin de la science.*

*Nous remercions tous ceux qui par leur aide, par leurs conseils, leurs discussions ou leurs encouragements nous avons réalisé ce travail, parmi eux.*

*Tout d'abord, nous exprimons notre profonde reconnaissance et toute notre gratitude à notre promoteur **Mr AMROUCHE.Z**, pour l'aide et le suivi qu'il nous a fournis tout au long de la réalisation de ce mémoire. Ses conseils et ses encouragements nous ont permis de mener à bien ce mémoire.*

*Nous remercions les membres de ce jury : **Mr.BRADA.M** et **Mr. ACHÉK.R** Merci pour avoir acceptée de faire partie du jury de ce mémoire, pour l'intérêt que vous portez à nous travail et pour le temps consacré afin de l'évaluer*

*Nos sincères remerciements aux **Mr BRADA.K**, **Mme MEBREK**, **Mr CHAOUCHI***

*Nos vifs remerciements au personnel des laboratoires : chimie, microbiologie, génie des procédés*

## ملخص

يركز عملنا على دراسة النشاط البيولوجي للزيوت الأساسية لنباتات الفصيلة الشفوية في نبتة النعناع و الإكليل تم استخراج الزيوت الأساسية من الجزء الجوي من النعناع و الإكليل التي يتم حصادها من منطقة خميس مليانة و مليانة بطريقة التقسيم المائي. محصول الزيت الأساسي من النعناع هو 0.68% و الإكليل كان 0.15%. وقد أتاحت التحليلات التي أجريت بواسطة كروماتوغرافيا الغاز إلى جانب قياس الطيف الكتلي (GC/MS) تحديد المركبات الغالبة في النعناع هي L-Limonene (19.23%) ؛ الأوكالينول (52.46%) ؛ Carvotanacetone (7.32%)، وإكليل الجبل L- $\alpha$ -Pinene (6.71%) ؛ الأوكالينول (6.36%) ؛ D-Cavhor oxime (7.95%) أظهرت دراسة القوة المضادة للأكسدة للزيوت الأساسية بالطريقة الجذرية (DPPH) وجود نشاط متوسط مضاد للأكسدة سمح النشاط المضاد للميكروبات للزيوت العطرية الذي تم الحصول عليه على ثلاث بكتيريا بإيجاد أن مستخلصاتنا لها نشاط حساس إلى حد ما على جميع السلالات التي تم اختبارها.

**الكلمات الرئيسية:** النعناع، الإكليل، الزيت الأساسي، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للميكروبات

## Résumé

notre travail porte sur l'étude de l'activité biologique des huiles essentielles des plantes lamiaées de *Mentha viridis L* et *Rosmarinus officinalis L*.

L'extraction des huiles essentielles de la partie aérienne de *Mentha viridis L* et *Rosmarinus officinalis L* ils sont récoltés de la région de khemise-Miliana et Miliana , a été réalisée par la méthode d'hydrodistillation. le rendement des huile essentielle de l'espèce *Mentha viridis L* et 0.68% et pour le *Rosmarinus officinalis L* a été 0.15%

Les analyses par la chromatographie en phase gaz couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM) ont permis d'identifier Les composés majoritaires dans la menthe sont L- Limonene(19.23%) ; Eucalyptol(52.46%) ; Carvotanacetone (7.32%), et pour le Romarin sont L- $\alpha$ -Pinene(6.71%) ; Eucalyptol(6.36%) ; D-Camphor oxime(7.95%) L'étude du pouvoir antioxydant des huiles essentielles par la méthode du radical (DPPH) a montré l'existence d'une activité antioxydant et moyenne

L'activité antimicrobienne des HE obtenue sur trois bactérie ont permé de constatés que nos extraits possèdent une activité moyennement sensibles sur toutes les souches testés .

**Mots clés :** *Mentha viridis L* , *Rosmarinus officinalis L* , Huile essentielle, Activitéantioxydant, Activité antimicrobienne.

## Abstract

our work focuses on the study of the biological acitivity of the essential oils of the lamiaées plants of *Mentha viridis L* and *Rosmarinus officinalis L* .

The extraction of essential oils from the aerial part of *Mentha viridis L* and *Rosmarinus officinalis L* they are harvested from the region of Khemise-Miliana and Miliana , was carried out by the method of hydrodistillation. the yield of the essential oil of the species *Mentha viridis L* is 0.68% and for the *Rosmarinus officinalis L* was 0.15%

The study of the antioxidant power of essential oils by the radical method (DPPH) showed the existence of an antioxidant activity medium

The antimicrobial activity of essential oils obtained on three bacteria allowed to find that our extracts have a moderately sensitive activity on all strains tested

**Keywords:** *Mentha viridis L* , *Rosmarinus officinalis L* , Essential oil, Antioxidantactivity, Antimicrobial activity.

## *Table de matière*

<b>I -Introduction :</b> .....	<b>5</b>
<b>Chapitre I : Synthèse Bibliographique</b> .....	<b>5</b>
<b>II -Généralités sur les plantes : Menthe et Romarin</b> .....	<b>5</b>
• <b>Famille des Lamiaceae :</b> .....	<b>5</b>
<b>A/ La menthe :</b> .....	<b>6</b>
<b>1-Histoire de la menthe :</b> .....	<b>6</b>
<b>2-Etude botanique :</b> .....	<b>7</b>
<b>3-Classification botanique :</b> .....	<b>8</b>
<b>4-Étymologie et noms vernaculaires :</b> .....	<b>8</b>
6-Répartition géographique de la menthe : .....	<b>9</b>
7-Usages des menthes dans la pharmacopée traditionnelle :.....	<b>10</b>
<b>8-Lieu de germination :</b> .....	<b>11</b>
<b>10-Composition chimique :</b> .....	<b>12</b>
<b>11-Utilisation :</b> .....	<b>12</b>
<b>B/ Le Romarin :</b> .....	<b>13</b>
1-Histoire du romarin :.....	<b>13</b>
2-Etude botanique : .....	<b>13</b>
3-Classification botanique : .....	<b>14</b>
4-Etymologie et noms vernaculaires : .....	<b>14</b>
5-Bienfaits du romarin :.....	<b>15</b>
6-Répartition géographique du romarin :.....	<b>15</b>
7-Usage traditionnelle du romarin :.....	<b>16</b>
8-Lieu de germination :.....	<b>17</b>
9-Toxicité :.....	<b>17</b>
10-Composition chimique :.....	<b>18</b>
11-Utilisation :.....	<b>19</b>
<b>Chapitre II : les huiles essentielles</b> .....	<b>21</b>
<b>I- Histoire des huiles essentielles :</b> .....	<b>21</b>
<b>II- Définition d'une huile essentielle :</b> .....	<b>21</b>
<b>III- Propriétés des HE :</b> .....	<b>21</b>
1- Propriétés organoleptiques :.....	<b>21</b>
2- Propriétés physiques : .....	<b>21</b>
3- Propriétés chimiques :.....	<b>22</b>
4- Les chémotypes des HE : .....	<b>22</b>
5- Composition chimique :.....	<b>23</b>

6- Les Facteurs influençant la composition :	23
7- Rôles des HE chez les plantes :	23
8- Localisation des huiles essentielles dans la plante :	23
9- Différentes utilisations des huiles essentielles :	24
<b>IV- Huile essentielle de menthe :</b>	<b>26</b>
2- Caractéristiques physiques :	27
<b>V- Huile essentielle de romarin :</b>	<b>27</b>
1- Composés chimiques principaux :	28
2- Caractéristiques physiques :	28
<b>VI- Conservation et étiquetage des huiles essentielles :</b>	<b>28</b>
1- Conservation :	28
2- Etiquetage :	29
<b>VII- Toxicité des huiles essentielles :</b>	<b>29</b>
<b>VIII- Méthodes d'extractions des huiles essentielles :</b>	<b>29</b>
• Autres procédés :	31
❖ Avantage et inconvénient des différents procédés d'extraction :	33
<b>Chapitre III : Matériel et méthode.....</b>	<b>36</b>
<b>I-Extraction par hydro distillation :.....</b>	<b>36</b>
1-Objectifs :	36
2-Le principe d' hydro distillation :	36
3-Matériel végétale :	36
- Récolte et séchage des plantes :	36
4-Opération de traitement :	36
5-Matériels et produits :	37
6-Mode opératoire :	37
<b>II-Étude des propriétés physico-chimiques :</b>	<b>39</b>
1-Densité relative (d):.....	39
2-Indice de réfraction (i):.....	40
3-Analyse par couplage GC/MS :.....	41
1-Activité antioxydante :	43
2-L'activité anti-microbienne :	45
<b>Chapitre IV : Résultats et discussion.....</b>	<b>49</b>
I-Rendement de l'extraction :	49
III-Indice de réfraction :	50
IV-Analyse par couplage GC/MS :	50
1-Chromatogramme Menthe :	50
V-L'étude de l'activité biologique :	60
a)-HE de menthe :	60

b)-HE de romarin : .....	61
2-L'évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles : .....	62
<b>Conclusion .....</b>	<b>66</b>



## *Liste des tableaux*

<b>Titre de tableau</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 01 : classification botanique de menthe</b>	<b>08</b>
<b>Tableau 02 : Classification botanique de romarin</b>	<b>14</b>
<b>Tableau 03 : les avantages et les inconvénients des différents procédés d'extraction</b>	<b>33</b>
<b>Tableau 04 : matériels et produits d'hydrodistillation.</b>	<b>37</b>
<b>Tableau 05 : matériels et produits de densité</b>	<b>39</b>
<b>Tableau 06 : Matériels et produits utilisées dans Indice de réfraction</b>	<b>40</b>
<b>Tableau 07 : conditions opératoire de l'analyse par GC/MS</b>	<b>42</b>
<b>Tableau 08 : Matériels et produits utilisés dans l'activité antioxydante</b>	<b>44</b>
<b>Tableau 09 : Matériels et produits de l'activité antimicrobienne</b>	<b>45</b>
<b>Tableau 10 : les souches microbiennes utilisées</b>	<b>46</b>
<b>Tableau 11 : la règle mesurant le diamètre de la zone d'inhibition</b>	<b>47</b>
<b>Tableau 12 : variation du rendement des HE</b>	<b>49</b>
<b>Tableaux 13 : la densité des HE</b>	<b>50</b>
<b>Tableaux 14 : Indice de réfraction des HE</b>	<b>50</b>
<b>Tableau 15 : Rapport d'analyse par GC-MS pour huile de menthe</b>	<b>52</b>
<b>Tableau 16 : Rapport d'analyse par GC-MS pour huile Romarin</b>	<b>56</b>
<b>Tableau 17 : Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de HE de menthe</b>	<b>60</b>
<b>Tableau 18 : Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de HEdu romarin</b>	<b>61</b>
<b>Tableau 19 : diamètre d'inhibition des souches bactériennes d'HE de menthe</b>	<b>63</b>
<b>Tableau 20 : Diamètre d'inhibition des souches bactériennes de l'HE du Romarin</b>	<b>64</b>

## *Liste des figures*

Titre de figure	Page
<b>Figure 01 : la menthe</b>	<b>08</b>
<b>Figure 02 : Aire des répartitions de la menthe dans le monde.</b>	<b>10</b>
<b>Figure 03 : le romarin</b>	<b>14</b>
<b>Figure 04 : répartition géographique du romarin dans le monde</b>	<b>16</b>
<b>Figure 05 : appareillage d'hydrodistillation</b>	<b>30</b>
<b>Figure 06 : appareillage de l'extraction par l'entraînement à la vapeur</b>	<b>30</b>
<b>Figure 07 : extraction par hydro-diffusion</b>	<b>31</b>
<b>Figure 08 : extraction par solvant volatile</b>	<b>31</b>
<b>Figure 09 : extraction au CO<sub>2</sub> supercritique</b>	<b>32</b>
<b>Figure 10 : procédés d'hydrodistillation sous micro-ondes</b>	<b>32</b>
<b>Figure 11 : montage d'hydrodistillation (clévenger)</b>	<b>38</b>
<b>Figure 12 : Réfractomètre</b>	<b>40</b>
<b>Figure 13 : appareillage de couplage GC/MS</b>	<b>41</b>
<b>Figure 14 : réaction d'un antioxydant avec le radicale DPPH</b>	<b>44</b>
<b>Figure 15 : principe de la diffusion sur disque</b>	<b>47</b>
<b>Figure 16 : représentation graphique des rendements des HE</b>	<b>49</b>
<b>Figure 17 : Graphe représente la chromatographie GC/MS de l'HE de la plante <i>Menthe.viridis</i></b>	<b>51</b>
<b>Figure 18 : Graphe représente la chromatographie GC/MS de l'HE de la plante <i>Rosmarinus.officinalis.L</i></b>	<b>55</b>
<b>Figure 19: Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration d'HE de <i>M.viridis.L</i></b>	<b>61</b>
<b>Figure 20 : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration d'HE de <i>R.officinalis.L</i></b>	<b>62</b>
<b>Figure 21 : effets antimicrobienne des dilutions d'HE de menthe</b>	<b>64</b>
<b>Figure 22 : effets antimicrobienne des dilutions d'HE de romarin</b>	<b>65</b>

## *Liste des abréviations*

**DPPH** : 2, 2'-diphényl-1-picrylhydrazyle

**g** : Gramme .

**HE** : Huile essentielle.

**IR** : L'indice de réfraction

**MHE** : Masse en huile essentielle .

**mm** : Millimètre.

**ml** : Millilitre

**R(%)** : Rendement (%).

**RHE** : rendement d'extraction d'huile essentielle.

**T** : Température .

**%** : Pourcentage .

**d** : densité .

**CG/SM** : Chromatographie en phase gazeuse couplé par la spectrométrie de masse .

**AFNOR** : Association française de normalisation .

**°C** : Degré Celsius .



# **Introduction générale**

## Introduction générale

---

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies. Ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique possédant un très large éventail d'activités biologiques. **(Université Mentouri Constantine 2009)**

Les plantes médicinales sont utilisées depuis les temps les plus reculés comme médicaments pour plusieurs maladies car elles sont riches en composants de principes thérapeutiques. **(European Journal 2012)**

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), près de 80 % de la population dépend de la médecine traditionnelle. La plupart des plantes sont utilisées de manière empirique sans validation scientifique de leur efficacité et de leur innocuité. **(International Journal of Indigenous Medicinal Plants 2013)**

À l'heure actuelle, les plantes aromatiques jouent un rôle important, principalement pour leurs propriétés thérapeutiques en aromathérapie, ainsi que dans les industries cosmétique, parfumerie et agroalimentaire pour leurs propriétés organoleptiques et antioxydantes, en raison de la découverte progressive des applications de leurs huiles essentielles dans des domaines très différents.

La famille des Lamiacées est l'une des familles les plus exploitées comme source mondiale d'épices et d'extraits à haut pouvoir antimicrobien et antioxydant. **(Bouhdid.S, Idaomar.M 2006)**

Les huiles essentielles présentent une grande variabilité de composition et de rendement. Cette variabilité est fondamentale car les activités dérivées des huiles essentielles peuvent être très différentes. **(Garnero J 1991 ; Bruneton J 1999 ; Benini C 2007)**

Dans le cadre de la valorisation des espèces végétales en Algérie et compte tenu des avantages thérapeutiques représentés par les Lamiacées. Nous nous intéressons à l'extraction des huiles des parties aériennes des plantes *Mentha viridis L* et *Rosmarinus officinalis L*. Les plantes ont été récoltées dans les régions de Khemis-Miliana et Miliana de la wilaya d'Ain Defla.

Cette étude a été réalisée sur la base des plantes de *Mentha viridis L* et *Rosmarinus officinalis L* et a été principalement divisée en deux parties :

- ❖ Partie théorique composée de deux chapitres :
  - L'un traitant la botanique des plantes (une simple synthèse bibliographique sur les deux plantes).
  - L'autre traitant une généralité sur les huiles essentielles et les différentes méthodes

## **Introduction générale**

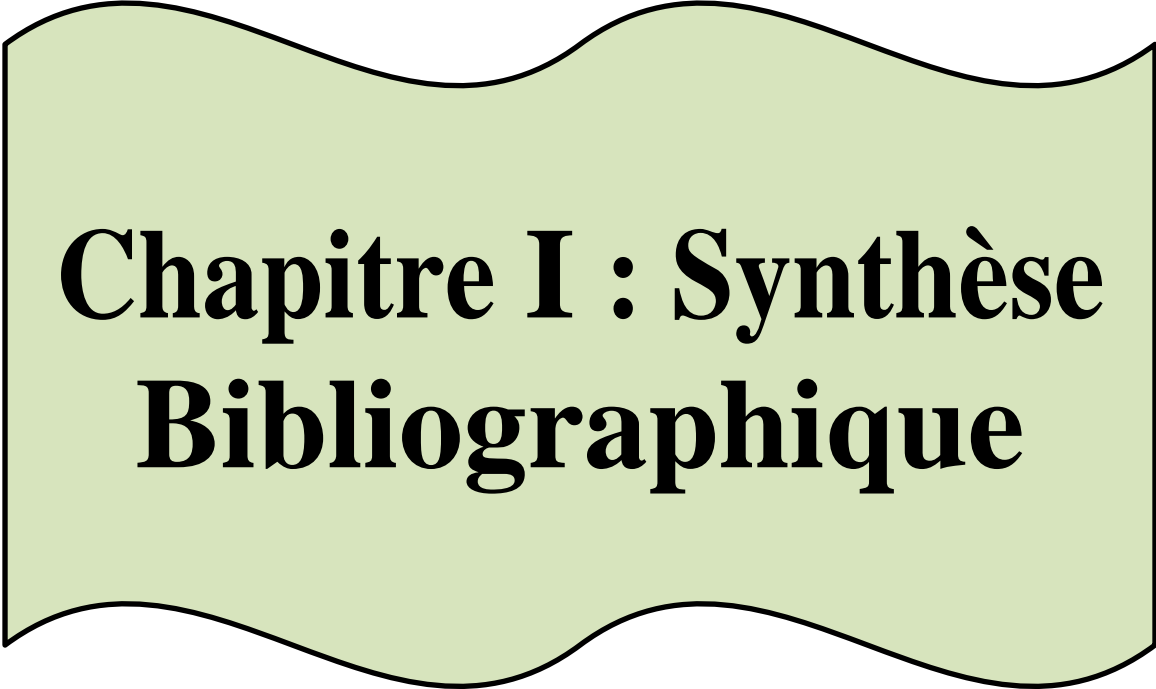
---

de leurs extractions.

- ❖ Partie expérimentale contenant deux chapitres :
  - Chapitre sur matériels et méthodes, nous avons cités toutes les méthodes suivies pour la réalisation de notre travail.
  - Un second chapitre examinant les résultats trouvés ainsi que leurs discussions.



**Partie  
théorique**



# **Chapitre I : Synthèse Bibliographique**



### I -Introduction :

-Depuis l'Antiquité, le monde végétal a fourni les éléments nécessaires à la survie de l'espèce humaine.

En effet, les plantes restent la principale source de principes actifs aux rôles et usages variés. Les huiles essentielles isolées des plantes sont l'un des principes actifs les plus importants en raison de leurs multiples utilisations.

Avant de se lancer dans l'étude chimique et biologique des huiles essentielles de romarin et de menthe, il nous semble nécessaire d'introduire dans ce chapitre un rappel bibliographique sur les huiles essentielles (**Guerfa & Merah, 2017**).

### II -Généralités sur les plantes : Menthe et Romarin

- **Famille des Lamiaceae :**

Les Lamiacées, également connues sous le nom de L, comprennent des herbes et des sous-arbrisseaux répartis dans le monde entier. Il existe 6 500 espèces dans cette famille, et environ 200 genres très divers qui caractérisent un climat de type méditerranéen. C'est une famille très homogène : les Lamiacées sont facilement identifiables.

Au sein de cette famille, un même nom vernaculaire désigne souvent plusieurs espèces appartenant au même genre, comme la menthe, le romarin ou le basilic. Beaucoup de ces espèces sont des plantes médicinales. D'un point de vue chimique, cette famille a fait l'objet de recherches intensives, notamment sur l'*Ocimum* (**Fernandez et al., 2005 ; Dupont et Guignard., 2012**).

- Les lamiacées sont des herbes ou des sous-arbustes à poils glanduleux. Leurs tiges sont carrées, certaines espèces sont dressées et d'autres prostrées sur des feuilles opposées ou verticillées. Fleurs bisexuées, irrégulières, plus ou moins agrégées en inflorescences allongées ou en inflorescences terminales plus ou moins denses à l'aisselle des feuilles, à calice tubulaire ou persistant en forme de cloche, corolle généralement caduque et à 2 labelles (rarement 1). Le fruit sec est divisés en quatre portions contenant chacune une graine (**Guignard, 1979**).

Un grand nombre de ces plantes sont aromatiques riches en huiles essentielles et ont donc une valeur économique et médicinale. Entre autre, un grand nombre de genres de la famille des Lamiacées sont sources de terpénoïdes et de flavonoïdes (**Boukhebti,2010**).

### A/ La menthe :

- Nom scientifique : *mentha spicata*
- Nom commun: La menthe douce.
- Classification botanique : *Lamiaceae*

### 1-Histoire de la menthe :

- La menthe est l'une des plantes médicinales les plus anciennes et les plus connues. En fait, des feuilles de menthe séchées datant d'environ 3 000 ans ont été trouvées dans les pyramides égyptiennes. Alors que les Grecs et les Hébreux l'utilisaient pour s'aromatiser, les Romains l'enfouaient dans leurs vins et leurs sauces. Au moyen âge, on trouvait vraiment ses vertus thérapeutiques soit en calmants, antiseptiques ou encore en anesthésiques, puisqu'elle est prescrite aux personnes souffrantes de douleur. (McKay DL, Blumberg JB 2006)

- Le terme « menthe » est apparu dans la langue en 1275. Il vient du latin *mentha*, qui l'a emprunté au grec *minthê*. La légende veut que ce fut, à l'origine, le nom de la menthe trouverait ses origines dans la mythologie grecque : Le dieu des enfers Hadès faisait la cour à Mintha, une belle nymphe du fleuve des enfers, seulement sa femme très jalouse, Perséphone décida de la transformer en plante. Hadès lui confère son odeur spécifique malgré son incapacité à revenir à la forme humaine. (Plants for a future)

- La menthe, originaire d'Asie et d'Europe médiévale, est une plante odoriférante connue pour sa prolifération rapide. Elle a imprégné les temples de la Grèce et les ruines des Hébreux d'un parfum fort et agréable. Elle éloignait également les puces et assaisonnait les plats.

- La menthe, référencée dans la Bible, les Hébreux achetaient une grande quantité de menthe comme passe-temps favori, au détriment des difficultés sociales et humanitaires que Jésus soutenait.

- Ses bienfaits ne s'arrêtent pas là : riche en vitamine C, en fer et en manganèse, elle possède également des propriétés antiseptiques, notamment au niveau du système respiratoire, et agit comme stimulant et anti-oxydant.

- De nos jours, elle est couramment utilisée en inhalation pour traiter les rhumes et les toux, en infusion pour faciliter la digestion, ou en bain de bouche incluant du menthol (l'essence qu'elle contient) pour apaiser l'haleine. (Palamrèse le point 2021)

- On retrouve un peu partout dans les jardins. Elle fait partie de la famille des labiacées et se retrouve dans plus d'un millier de variétés différentes à travers le monde. Elle est également

connue sous le nom de sentebon, menthe pouliot ou menthe anglaise, et elle est utilisée à diverses fins. La menthe, fréquemment utilisée dans la préparation des plats, aurait également des vertus médicinales.

Renfermant tout son arôme, ses feuilles sont généralement les parties les plus utilisées. Au Maghreb, la plante est utilisée pour fabriquer une boisson traditionnelle appelée thé à la menthe. Une infusion de thé vert et une pincée de feuilles de menthe sont utilisées pour faire cette boisson.

**(Journal des femmes santé)**

### **2-Etude botanique :**

- La menthe verte appartient à la famille des Lamiacées qui comprennent 6500 espèces réparties sur une vaste aire géographique ; c'est une famille très homogène, et une Lamiacée est facile à reconnaître. Ce sont le plus souvent des plantes herbacées et des arbustes qui produisent des huiles essentielles sont les plus courants, avec une odeur qui peut être détectée simplement en les touchant.

- En effet, la localisation des huiles essentielles est très externe ; elles se forment dans des poils à essence et se retrouvent sous la cuticule qui se soulève

- La forme de la fleur (une corolle zygomorphe avec perte de l'étamine supérieure) et la présence d'huiles essentielles indiquent son appartenance à cette famille. L'appareil végétatif comprenant une tige à section carrée et des feuilles opposées sont également des caractéristiques **(Pauline & Emmanuel, 2015)**.



Figure 01 : la menthe

**3-Classification botanique :**

**Tableau 01 : classification botanique de menthe**

- la classification botanique de l'espèce *M. viridis* L est la suivante :

Règne	<i>Plantae</i>
Embranchement	<i>Spermaphyte</i>
Sous-embranchement	<i>angiosperme</i>
Classe	<i>magnoliopsida</i>
Sous-Classe	<i>gamopétale</i>
Ordre	<i>lamiales</i>
Famille	<i>lamiaceae</i>
Genre	<i>Mentha</i>
Espèce	<i>M. viridis</i> L

**4-Étymologie et noms vernaculaires :**

- *Mentha spicata* Huds ou *viridis* L. est le nom latin de la menthe verte (en épi, agrappe, crispée,

crépue, ou parfois romaine).

- L'origine du mot menthe se trouve dans la mythologie grecque, et il existe deux versions de cette histoire :

- Hadès (le Dieu des Ténébres) donne la cour à la nymphe Menthè, et sa femme la transforme en plante. Hadès lui donne son odeur actuelle car il n'arrive pas à la ramener à son état naturel.

- Ou bien : Menthè et Pluton s'aiment ; Pluton pour la protéger de sa femme jalouse, il la transforme en plante.

- Son nom d'origine grec « minthe » ou du latin « mentha » et spicata signifie en épis. (**Sébastien Douay SVB 2009**)

### **5-Les bienfaits de la menthe :**

- La grande majorité des études sur la menthe se sont concentrées sur l'huile essentielle extraite de la plante plutôt que sur la consommation des feuilles. Cette section concerne les feuilles de menthe fraîches, séchées ou en infusion. Il est essentiel de rappeler que les études sur les feuilles de menthe utilisent une variété de menthes qui ne sont pas toutes utilisées de la même manière en Occident.

- De plus, les fines herbes sont rarement consommées en grande quantité. En raison de leur utilisation comme assaisonnement, ils ne peuvent pas fournir tous les bienfaits pour la santé qui leur sont attribués. L'adjonction régulière et importante de fines herbes aux aliments leur permet de contribuer, quoique de manière insignifiante, à l'apport alimentaire en antioxydants. La consommation d'herbes fines, en revanche, peut répondre à elle seule aux besoins en antioxydants de l'organisme.

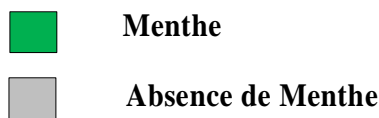
- La grande majorité des études sur les fines herbes ont été réalisées sur des animaux à l'aide d'extraits de plantes. L'extrait est utilisé pour isoler et concentrer les principes actifs, ainsi que pour mieux comprendre leurs mécanismes d'action. Il est difficile d'évaluer les effets sur la santé de la consommation de fines herbes chez l'homme car les quantités consommées sont souvent faibles. (**Passeport santé nutrition 2021**)

### **6-Répartition géographique de la menthe :**

La majorité des menthes sont d'origine européenne et asiatique. Cependant, en suivant les flux de migration, les menthes peuvent être trouvées sur presque tous les continents. (**Yvan T 1997**)



Figure 02 : Aire des répartitions de la menthe dans le monde.



### 7-Usages des menthes dans la pharmacopée traditionnelle :

- La menthe est utilisée depuis longtemps dans la nature et pour son huile essentielle. Elle est connue pour ses propriétés aromatiques (tonifiantes, fortifiantes) et digestives (utilisées pour lutter contre les lourdeurs, les ballonnements et les gaz). Les menthes doivent leurs odeurs et leurs activités à leurs huiles essentielles, qui occupent une place unique parmi les produits aromatiques d'origine naturelle ; en raison de propriétés spécifiques, les besoins en produits de la menthe sont multiples, tant pour leur saveur (aromatization) que pour leurs odeurs (parfumerie), leur pouvoir rafraîchissant ou leurs propriétés médicinales. Leurs qualités ont été soigneusement sélectionnées conformément à ces exigences. Cependant, les tonnages les plus importants sont consommés lors de l'aromatization : chewing-gum, cigarettes parfumées et cigarettes mentholées, bières, confiseries, sirop et chocolats. (Abdellatif El Fadl & Noureddine Chtaina 2010)

- Les Anglais et les Arabes sont considérés parmi les plus grands consommateurs au monde de la menthe. Tandis que les premiers en font des sauces et des gelées pour accompagner l'agneau gigot, les seconds doivent s'offrir un verre de thé chaud et sucré pour se dessaler à toute heure de la journée. Pour les marocains une tasse de thé à la menthe est la "boisson nationale".

- Elle parfume le thé, les salades, les grillades, les yaourts et les légumineuses, ainsi que les pâtisseries à base de fromage frais au Moyen Orient et en Afrique.

En ce qui concerne les usages traditionnels de la pharmacopée, l'utilisation de la menthe varie selon les espèces. Cependant, ses propriétés thérapeutiques sont similaires, car elle stimule la

sécrétion des sucs digestifs, réduit les ballonnements et la diarrhée et stimule la sécrétion biliaire. Elle est également efficace dans le traitement de l'inappétence et est recommandée dans le traitement des problèmes gastriques et de crampes. D'autre part, la menthe pouliot agit comme digestif, carminatif, cholagogue et désinfectant. (Abdellatif El Fadl & Nouredine Chtaina 2010)

### **8-Lieu de germination :**

- Pour que la menthe se développe dans les meilleures conditions, elle a besoin d'un environnement riche en nutriments. C'est une plante herbacée qui pousse dans les bois humides, les prairies d'Europe et d'Amérique du Nord. On la retrouve aussi dans les régions montagneuses (mieux se connaitre, 2017).

### **9-Toxicité :**

#### **a)-Précautions d'emploi :**

- La menthe verte n'a pas sa place en usage interne chez les enfants de moins de cinq ans. Quant à l'huile essentielle, ne doivent pas être données aux enfants de moins de 12 ans et aux femmes enceintes ou allaitantes.

- Pour un usage externe, il faut vérifier que l'application est effectuée sur une peau propre et sans imperfections.

#### **b)-Contre-indications :**

- Elle est contre-indiquée chez les personnes souffrant de problèmes hépatiques sévères ou de problèmes de vésicules biliaires.

#### **c)-Effets indésirables :**

- Lorsqu'elle est utilisée en grande quantité en usage interne, la menthe peut provoquer des problèmes gastro-intestinaux et céphaliques. Elle peut également contribuer à l'hypertension artérielle.

#### **d)-Interactions médicamenteuses :**

- Comme indiqué précédemment, la menthe verte utilise les mêmes sites d'action que les inhibiteurs calciques pour son activité antispasmodique. En raison de cet effet, la fixation des inhibiteurs à base de calcium utilisés en thérapie pour abaisser la tension artérielle peut être réduite, limitant leur activité hypotensive.

- De plus, la menthe verte dégage une forte odeur, indiquant qu'elle est active ; il est donc recommandé d'utiliser des traitements homéopathiques loin du brossage dentaire. Les homéopathes donnaient ce conseil à titre préventif car la menthe pouvait compliquer certaines

molécules et empêcher l'action du traitement.

- Les recherches scientifiques actuelles portent sur l'action de la menthe sur diverses molécules dont elle empêche l'élimination. **(thèse de doctorat Pauline Carlier-Loy 2015)**

### 10-Composition chimique :

La menthe contient plusieurs composés chimiques dont :

- des composés phénoliques : des flavonoïdes, en particulier des flavanones (hespéridine)  
- des terpénoïdes : des triterpènes principalement des saponines (acide oléanolique, acide ursolique)

- environ 1 % d'huile essentielle composée de :

- Des monoterpènes : acétate de menthyle, 55 à 70 % de carvone, dihydrocarvone, 6-hydroxycarvone, cinéole, limonène, linalol, 10 % de menthol, menthone, myrcène, phellandène, alpha et beta-pinène, pulégone, alpha-terpinéol, pipériténone, oxyde de pipériténone, menthofurane, carvéol et son acétate, dihydrocarvéol et son acétate.

- Des sesquiterpènes : caryophyllène

L'huile essentielle a des activités antibactériennes, antispasmodiques, carminatives et analgésiques.

- Les flavonoïdes contenus dans les feuilles de menthe douce ont une fonction cholérétique.

- Par ailleurs, on attribue à la plante des propriétés anti-prurigineuses, stomachiques, apéritives et antipyrétiques.

- On pense aussi qu'elle est antiasthénique et diurétique. C'est enfin un excellent décongestionnant respiratoire et un expectorant. **(mieux se connaître, 2017)**

### 11-Utilisation :

- L'huile essentielle et la plante de Menthe peuvent être utilisées de différentes manières pour traiter un large éventail de maladies et de symptômes. **(Joëlle & Stéphanie, 2014)**

- La menthe est largement utilisée en cuisine : elle s'utilise en infusion, le thé à la menthe étant obtenu en infusant environ 100 feuilles de menthe fraîche par litre d'eau.

- Dans le même ordre d'idées, elle est l'un des ingrédients d'un mojito (à consommer avec modération) ou d'un sirop de menthe (qui s'obtient en bouillant la menthe avec du sucre dans l'eau).

- Elle est également utilisée pour agrémenter les plats : sous forme de pesto ou de vinaigrette, elle peut également être mise en gelée ou simplement ajoutée à la cuisson du poisson ou des



légumes. On la retrouve ainsi dans une variété de plats asiatiques ou dans les tatziki grecs.

- Connue pour son odeur qui rappelle le chewing-gum à la chlorophylle, elle est utilisée pour fabriquer des dentifrices et des déodorants. Vous pouvez aussi simplement mâcher quelques feuilles de menthe pour l'haleine ou faire un bain de bouche.

Elle a également une efficacité contre les nuisibles, on peut déposer des feuilles dans les armoires pour éviter les fourmis (**mieux se connaitre, 2010**)

### **B/ Le Romarin :**

- **Nom scientifique :** *Rosmarinus officinalis*

- **Nom commun :** Romarin, Rose de mer

- **Classification botanique :** Lamiacées

#### **1-Histoire du romarin :**

- Le romarin, ou *Rosmarinus Officinalis* comme son nom latin l'indique, trouve ses origines dans le sud de l'Europe, où il a longtemps été utilisé comme aromate et plante médicinale. Dans l'Antiquité, les Grecs le dédiaient à la déesse Aphrodite et les Romains le faisaient brûler pour son effet bénéfique. Plus tard, son effet énergisant est devenu le point central et le romarin est devenu un emblème porte-bonheur. (**epices-fuchs.fr 2022**)

- D'autres théories sur les origines du nom "romarin" ont été proposées. Il pourrait être dérivé du mot grec « rhaps myrinos » (buisson aromatique). Son odeur, assez camphrée, évoque aussi l'encens d'où il tire son nom provençal « encensier ». Selon une légende, le romarin était autrefois une plante à fleurs blanches. Marie aurait drapé sa cape bleue sur un romarin devant la table avant de donner naissance à Jésus, donnant son teint aux fleurs de l'arbrisseau, résultant en une autre racine avec le mot romarin : « Rose de Marie ». Lors des épidémies de peste, ses rameaux étaient brûlés pour purifier l'air, croyant que cela éloignerait la maladie. (**Futura Planète**)

#### **2-Etude botanique :**

- Le romarin également connu sous le nom de rose marine, de la famille des Lamiaceae, est une plante méditerranéenne vivace, ligneuse, toujours verte, formant des buissons allant de 50 cm à presque 2 m de hauteur.

- En climat chaud, le romarin fleurit toute l'année, mais surtout en juin et juillet.

- C'est une plante très rameuse et très feuillée et ses jeunes tiges ont une couleur cendrée.

- Une odeur de camphrée d'encens imprègne toute la plante.

- Les feuilles sont opposées, persistantes, très aromatiques, coriaces, sessiles, linéaires, entières, enroulées par les bords, vertes en haut, blanches tomenteuses, avec la nervure principale saillante

sur le dessous.

- Il se multiplie facilement au printemps, La saison de floraison commence en mars et dure jusqu'à fin avril. Les fleurs sont disposées en petites grappes axillaires et terminales. Le calice, pulvérulent, est en cloche bilabée. La corolle est bleu pâle ou blanchâtre, ponctuée de petites taches violettes à l'intérieur et offre un nectar très abondant. Le fruit est constitué de 4 akènes bruns. (mieux se connaitre, 2010).



Figure 03 : le romarin

### 3-Classification botanique :

Tableau 02 : Classification botanique de romarin

Règne	<i>Plantes</i>
Embranchement	<i>Spermaphytes</i>
Classe	<i>Dicotylédones</i>
Ordre	<i>Lamiales (Labiales)</i>
Famille	<i>Lamiacées</i>
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis</i>

### 4-Etymologie et noms vernaculaires :

- Le romarin a pour nom Targui ou berbère : Lazir , Iklil Aljabal ,ouzbir ,touzala Avec les noms

vernaculaires : Klil, Hatssa louban, hassalban.

- Rosmarinus du latin Rose de la mer. Cette étymologie est controversée : en fait "ros" viendrait d'un nom du latin dérivant de rhus "rhous=sumac" qui fait référence au caractère arbrisseau de la plante. (**Hoefler, 1994**).

### **5-Bienfaits du romarin :**

Cette herbe aromatique, qu'elle soit fraîche ou séchée, apporte une touche méditerranéenne à votre cuisine. Ses branches sont fréquemment utilisées pour infuser la sauce dans les plats. Ses fleurs, en revanche, ont une saveur plus douce et se consomment crues.

C'est également une plante mellifère, le miel de romarin est parfois appelé « miel de Narbonne ». Pour son odeur camphrée, le romarin est fréquemment utilisé en parfumerie. Enfin, c'est un composant essentiel de la phytothérapie et de l'aromathérapie, notamment dans le traitement des rhumatismes. (**Futura Planète**)

### **6-Répartition géographique du romarin :**

En raison de sa diversité climatique (climat méditerranéen humide, climat semi-aride et climat aride) et de la richesse de son couvert végétal, l'Algérie est classée comme pays méditerranéen. Le Romarin fait partie des espèces végétales que l'on peut trouver à l'état sauvage dans les zones côtières non loin de la mer, les lieux secs et arides (Aurès) même au Sahara (**Beniston, 1982**).

Donc l'aire géographique du Romarin est spécifiquement méditerranéenne, il est répandu dans les pays européens, en France, en Espagne, au Portugal. De l'autre côté de Gibraltar on le retrouve au Maroc, en Algérie, en Tunisie et en Libye; malgré son abondance, il devient rare et n'apparaît que dans quelques endroits isolés en Égypte, en Israël, au Liban et à Chypre. Il réapparaît également en Turquie, en Grèce et en Italie. (**Granger, 1976**).

Figure 04 : répartition géographique du romarin dans le monde



### 7-Usage traditionnelle du romarin :

Le romarin est une plante méditerranéenne ayant des qualités et propriétés aromatique antispasmodiques, toniques, astringentes, anti-inflammatoires et carminatives (**kothe, 2007**).

L'extrait de *Rosmarinus officinalis* est couramment utilisé pour traiter l'asthme et l'eczéma, et il possède également un certain nombre d'autres propriétés, notamment des propriétés hépatoprotectrices, anti-hyperglycémiques et anti-ulcérogènes. (**Hichem et al., 2010**).

Le romarin est un stimulant ou un calmant, bien qu'il soit surtout connu, remède diurétique, cholagogue et un stimulant digestif ; il est également employé contre les coliques néphrétiques, les vers et les rhumatismes. En usage externe, il combat la règle irrégulière, les pertes blanches, accélère la cicatrisation, soigne les entorses, les foulures et les contusions (**Djerroumi et Nacef, 2004**).

Il est encore utilisé pour améliorer et stimuler la mémoire en Grèce aujourd'hui, les étudiants le brûlent dans leur chambre pendant les périodes d'examen. (**Iserinet al., 2007**).

### 8-Lieu de germination :

- Il pousse à l'état sauvage, à basse altitude, dans des zones sèches et arides comme la garrigue, le maquis et les rocailles, notamment le long du littoral.
- C'est l'une des plantes les plus appréciées en Algérie, on la retrouve dans tous les jardins et parcs en bordure odorante.
- Il est présent dans tout le bassin méditerranéen ; il est fréquemment cultivé et subspontané, et on peut le retrouver jusqu'au Massif Central.
- Il est généralement satisfait de l'humidité de la côte, comme en témoigne l'une des diverses interprétations de son nom : « rosée de mer », *ros marinus* en latin. **(Futura Planète)**

### 9-Toxicité :

Prise à fortes doses, l'huile essentielle de romarine peut provoquer des convulsions et des crises d'épilepsie **(Hallard, 1988)**.

Bien que les feuilles soient peu toxiques, elles ne doivent pas être négligées. Elles ont une action très tonique, presque excitable, empêchant le sommeil. Il est préférable d'éviter l'usage du Romarin à la fin de la journée au coucher. **(Escuder, 2007)**.

#### a)-Précaution d'emploi :

Selon l'Agence européenne du médicament, il est préférable d'éviter de prendre des produits à base de romarin pendant la grossesse et pendant l'allaitement, hors usage alimentaire.

Aussi, l'usage des feuilles de romarin séchées doit être réservé aux enfants de plus de douze ans, et l'utilisation de l'huile essentielle de romarin doit être réservée aux personnes de plus de dix-huit ans.

#### b)-Contre-indications :

Par voie orale, le romarin est contre-indiqué chez les personnes qui souffrent d'obstruction des voies biliaires (calculs) ou d'une maladie du foie. Le Romarin est également contre-indiqué chez les personnes ayant développée des symptômes d'allergie à cette plante.

En usage local, les bains au romarin ne sont pas recommandés pour les personnes qui souffrent de plaies étendues, de maladies aiguës de la peau, de fièvre élevée, d'infections sévères, de problèmes circulatoires ou d'hypertension artérielle.

L'inhalation d'huile essentielle de romarin est déconseillée en cas d'asthme, de coqueluche ou de laryngite striduleuse (une infection virale de l'enfant).

### c)-Effets indésirables et surdosage :

Les effets indésirables du romarin (nausées) sont peu fréquents à la dose recommandée. En cas de surdosage important, le romarin peut provoquer des crises de convulsions, des vomissements, des spasmes, des saignements de l'utérus, voire un coma mortel. Certaines personnes qui travaillent avec le romarin ont développé un eczéma de contact allergique à cause du carnosol présent dans la plante et l'huile essentielle.

### d)-Interaction médicamenteuses :

Les produits contenant du romarin pourraient théoriquement interagir avec les médicaments diurétiques et les suppléments de fer, mais aucun cas clinique de cette nature n'a été observé à ce jour. (**Guide des plantes Vidal 2010**)

### 10-Composition chimique :

Les feuilles renferment :

- Les feuilles de romarin contiennent de la résine, 8% de tanin, une substance amère la picrosalvine, environ 1.5% d'une essence spéciale (à odeur aromatique, d'une saveur chaude et camphrée), un composé de pinène, de camphre, de bornéol, d'acétate, de valériane et de bornyle et de cinéol. (**Aouadhi, 2010**).

- des acides organiques : acide ascorbique (vitamine C), acide glycolique, acide carnosique.
- des composés phénoliques représentés par : des acides phénoliques tels que l'acide caféique, l'acide chlorogénique, l'acide labiatic, l'acide néochlorogénique, l'acide rosmarinique.
- des flavonoïdes de type flavones : apigénine, apigétrine, diosmétine, hispiduline, lutéoline, diosmine, genkwanine, genkwanine-4'-méthylether, 6-méthoxygenkwanine, 6-méthoxylutéoline, 6-méthoxylutéoline-7-glucoside.
- des tanins – des terpénoïdes parmi lesquels :
  - des diterpènes (carnosol, rosmanol, rosmadial, rosmaridiphénol).
  - des triterpènes : saponines (acide oléanolique, acide ursolique, acide 19-alpha-ursolique).
  - des triterpènes divers : alpha et beta-amyrines, épi-alpha-amyrine, bétuline.
  - des stéroïdes : phytostérol, beta-sitostérol.
    - des traces d'alcaloïdes : rosmarinine
    - de l'acide nicotinique
    - de la choline

- 1 à 2,5 % d'huile essentielle constituée de terpénoïdes : monoterpènes (acétate d'isobornyle, bornéol, 15 % de camphre, camphène, 15 à 30 % de cinéole, p-cymène, géraniol, limonène, linalol, alpha et beta-phellandène, 35 à 40 % d'alpha-pinène, beta-pinène, alpha et gamma-terpinène, alpha-terpinéol, verbénol, safrol)

- Une oléorésine

Le romarin possède des propriétés analgésiques, anti- rhumatismales, antifongiques et anti-parasitaires. On lui attribue par ailleurs des activités antispasmodiques, stomachiques, apéritives et sudorifiques. Il possède également des propriétés antiasthéniques et aphrodisiaques, ainsi que des propriétés carminatives et cholérétiques. Il est toujours cicatrisant, emménagogue, diurétique et antitussif (**mieux se connaitre, 2010**)

### 11-Utilisation :

- L'huile essentielle et l'épice sont utilisés en cuisine comme assaisonnement pour les viandes, les légumes et d'autres aliments. L'épice entre dans la préparation de boissons.

- Le romarin est utilisé depuis longtemps pour améliorer les fonctions d'élimination de l'organisme et faciliter la digestion. Il est également utilisé pour l'hygiène buccale.

- Le romarin est un remède efficace contre les douleurs névralgiques et rhumatismales, ainsi que des maux de tête et du stress nerveux. Le romarin facilite les fonctions hépatiques et la production biliaire.

- Le Romarin stimule la mémoire et combat la dépression en agissant sur le système nerveux et la circulation sanguine.

- Les propriétés anti-oxydantes des extraits de romarin sont équivalentes à celles du BHA et du BHT. Ils sont également antiseptiques grâce à la présence de l'acide rosmarinique.

- Les extraits de romarin bénéficient d'activités astringentes et régénérantes. Ce sont aussi des séborégulateurs, c'est-à-dire qu'ils stimulent la repousse des cheveux.

- Ils fournissent également une forme de protection solaire. (**mieux se connaitre, 2010**)



## **Chapitre II : les huiles essentielles**



### I- Histoire des huiles essentielles :

L'utilisation des huiles essentielles est assez répandue ; elle date de plus de 7000 ans (on trouve les premières traces chez les aborigènes d'Australie avec fumigation) preuve en est un alambic en terre cuite retrouvé au Pakistan qui date de cette époque. On retrouve des inscriptions datant de 4000 ans en Mésopotamie et des écrits Egyptiens datant de 3500 ans. Les Egyptiens obtenaient les huiles essentielles par pressage des plantes. (Yuerdon, M 2004)

De nos jours, l'aromathérapie regroupe des sons qui ont été proposés aux médecins et utilisés dans la recherche scientifique (chimistes, agronomes). (Abdali M, Chebbour 2014)

### II- Définition d'une huile essentielle :

- Ce sont des extraits volatils et odorants que l'on extrait de certains végétaux par distillation à la vapeur d'eau, en pressant ou en coupant la matière végétale qui contient les extraits. Ce sont des sous-produits métaboliques secondaires qui surviennent dans un grand nombre de plantes. Les huiles essentielles sont des composés liquides extrêmement complexes avec des propriétés et des applications uniques. (Benayad, N 2008)

- Il s'agit d'un mélange complexe de divers composés aromatiques volatils issus de diverses classes de la chimie organique, notamment des alcools (comme le linalol), des phénols (comme le carvacrol), des hydrocarbures (composés terpéniques comme le limonène), des aldéhydes (comme le cinnamaldéhyde), des cétones (comme le menthone), esters (tel que l'acétate de linalyle), et éthers. (Oussalah M, Caillet 2007)

- La norme française AFNOR NF T75-006 définit l'huile essentielle comme un produit fabriqué à partir d'une matière première végétale et séparé de la phase par des moyens physiques, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques utilisant l'épicarpe des citrus. (Garnero, J . Huiles essentielles 1996)

### III- Propriétés des HE :

#### 1- Propriétés organoleptiques :

- Les propriétés organoleptiques communes des huiles essentielles incluent leur état liquide ambiant, ainsi que leur volatilité et leur sensibilité à la vapeur d'eau.

- Elles sont également assez parfumées et incolores ou jaune pâle, à l'exception des huiles essentielles de cannelle, girofle, camomille matricaire, vétiver et bouleau, dont les couleurs sont relativement opaques. (Franchomme P. et Péroël D 1990)

#### 2- Propriétés physiques :

- Les huiles essentielles ont également des propriétés physiques communes. Au lieu d'être

solubles dans l'eau, elles sont solubles dans les solvants organiques et les huiles végétales. Leurs densités sont inférieures à « 1 » à l'exception des huiles essentielles de cannelle, girofle, saffran et ail.

- Elles sont sensibles à l'oxydation, à la conservation limitée, à la lumière et à la chaleur. Un indice de réfraction élevé et des pouvoirs rotatoires sont caractéristiques des huiles essentielles. **(Seenivasan Prabuseenivasan 2006)**

### 3- Propriétés chimiques :

- Les caractéristiques chimiques des huiles essentielles sont magiques. Du fait de ces processus de biosynthèse, notamment celui des isoprénoïdes (Monoterpènes, sesquiterpènes, diterpènes, triterpènes, caroténoïdes), les HE sont constituées de mélanges complexes de composés organiques aux structures et fonctions chimiques très diverses. **( Stashenko, E.E.; Jaramillo 2003)**

### 4- Les chémotypes des HE :

- Le chémotype d'une huile essentielle est une précision qui indique le composant biochimique prédominant ou distinctif, présent dans l'huile essentielle. C'est l'élément qui permet de distinguer une huile essentielle extraite d'une même variété botanique mais d'une composition biochimique différente. **.( Stashenko, E.E.; Jaramillo 2003)**

- La connaissance des chémotypes d'une huile essentielle et leur comportement est essentiel pour prédire son activité pharmacologique ainsi que sa pharmacocinétique et sa biodisponibilité. La composition chimique de l'huile essentielle n'est pas immuable pour une même espèce botanique. Les huiles essentielles sont élaborées par les plantes aromatiques au niveau des cellules sécrétrices. Leur développement est entièrement dépendant du rayonnement solaire, en l'absence duquel le rendement en produits aromatiques et leur nature sont affectés.

- Les sortes de composants peuvent différer significativement au sein d'une même espèce en sa présence, et notamment en fonction de la présence de tel ou tel rayonnement. Par exemple, le basilic cultivé à Madagascar en plein soleil a une teneur en chavicol de 57% tandis que le basilic cultivé dans l'obscurité a une teneur en chavicol de 74% **(Franchomme et Penoël, 1990)**. La situation géographique et la composition du sol peuvent également avoir un impact sur cette variabilité. **(I.Touati, Z. Mahmoudi )**

### 5- Composition chimique :

- Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de composés organiques avec une variété de structures et de fonctions chimiques. Il n'est pas rare d'identifier plusieurs dizaines voire une ou deux centaines de constituants dans une huile essentielle (**Roux 2008**).

- Les techniques analytiques actuelles suivantes peuvent être utilisées : la chromatographie en phase gazeuse (CPG), la résonance magnétique nucléaire (RMN) et le couplage chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (CPG-SM).

- Les deux dérivés les plus courants sont les terpènes et les terpénoïdes. La formule  $(C_5H_8)_n$  est utilisée pour définir les terpènes. et suivant la valeur du n on obtient les hémiterpènes (n=1), les monoterpènes (n=2), les sesquiterpènes (n=3), les triterpènes (n=6), les tétraterpènes (n=8), puis les polyterpènes. Les terpènes modifiés appelés terpénoïdes sont là où sont regroupés les hydrocarbures, les esters, les lactones, les aldéhydes, les alcools, les acides, les cétones, les phénols, les oxydes et autres.

- Il existe également quelques composés aromatiques (dérivés du phénylpropane (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>), mais ils sont minimes, ainsi que d'autres composés d'origines diverses (**Pauline & Emmanuel, 2015**).

### 6- Les Facteurs influençant la composition :

La composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient en fonction de divers facteurs : L'environnement climatique, la localisation, le génotype, l'origine géographique, la saison de récolte, le séchage, le lieu de séchage, la température et durée de séchage, les parasites, les virus et mauvaises herbes (**Svoboda et Hampson, 1999**).

### 7- Rôles des HE chez les plantes :

- Les huiles essentielles servent à diverses fonctions dans la nature. Actuellement, Bien qu'il soit difficile d'en être certain dans tous les cas, il semble probable qu'elles aient un rôle écologique puisque dans les régions arides elles maintiennent l'humidité autour de la plante, empêchant la température de trop monter pendant la journée et de baisser pendant la nuit. (**Belaiche P 1979**)

- En fait, des recherches expérimentales ont montré qu'ils ont des interactions avec les plantes et les animaux, servant de moyen de communication (**Bruneton J. 1993**). Par exemple, certaines essences attirent les insectes et favorisent la pollinisation, tandis que d'autres aident à protéger les plantes des prédateurs (herbivores, insectes, micro-organismes).

### 8- Localisation des huiles essentielles dans la plante :

-Les huiles essentielles se retrouvent dans tout le règne végétal. Elles sont particulièrement

abondantes chez certaines familles: Conifères, Rutaceae, Ombellifères, Myrtaceae, Lamiaceae, Annonaceae. Tous les organes peuvent en renfermer: les sommités fleuries, les racines ou rhizomes, les écorces, les fleurs, le bois, les fruits, les grains. Il est à noter que les huiles essentielles peuvent se retrouver simultanément dans différents organes d'une même espèce, et que leur composition peut varier d'un organe à l'autre. De plus, selon les circonstances climatiques et édaphiques du lieu de récolte, cette composition peut différer même au sein d'une même espèce. La concentration d'huiles essentielles est généralement plus élevée par temps chaud. **(Zidi et Houilia univ oum el bouaghi)**

Les huiles essentielles sont synthétisées et accumulées dans des structures histologiquement spécialisées. Elles sont ensuite conservées dans des alvéoles d'huiles essentielles (Lauraceae ou Zingiberaceae), dans des poils sécréteurs (Lamiaceae), dans des poches sécrétrices (Myrtaceae ou Rutaceae) ou dans des canaux sécréteurs (Apiaceae ou Asteraceae). Lorsque les poches d'essence sont situées dans les tissus internes, elles peuvent également être transportées dans la zone intracellulaire.

Les gouttelettes d'huile essentielle sont encerclées par des membranes spéciales constituées d'esters d'acides gras hydroxylés hautement polymérisés liés à des groupements peroxydes afin de limiter leur évaporation et leur oxydation en présence d'air. **(Bruneton, 1993 ; Anton et Lobstein, 2005).**

### 9- Différentes utilisations des huiles essentielles :

En plus de leur usage strictement médical, les huiles essentielles sont également utilisées dans un large éventail d'industries, notamment la parfumerie, les cosmétiques, l'agroalimentaire et la chimie. Deux industries, l'agro-alimentaire et la parfumerie, se partagent ce marché mondial florissant. Les huiles essentielles sont utilisées dans le processus de fabrication:

- Des produits alimentaires: jus de fruits, crèmes glacées, bonbons, etc.,
- De tabac pour cigarettes,
- Des produits d'hygiène et de beauté,
- Des parfums, la désinfection des locaux (elles sont antiseptiques),
- Des colles et vernis dans l'industrie chimique.

De plus, les huiles essentielles sont utilisées pour leurs nombreuses propriétés et effets thérapeutiques **(Anton et al, 2006)**, tels que leurs effets anti-infectieux. Parmi les molécules antibactériennes les plus puissantes, on peut citer: le Cavacol, le Thymol et l'Eugénol, le Géraniol, le Linalool, Térpineol menthol, etc. Cette activité antivirale se retrouve principalement dans les huiles essentielles contenant des cétones, des monoterpénols ou certains

## Chapitre II : les huiles essentielles

---

aldéhydes ; des effets calmants et antispasmodiques ; les aldéhydes (citral de la verveine,...), les esters (salicylate de méthyle,...) ; des effets antiparasitaires; surtout les phénols ; des effets anti- inflammatoires; selon le type de douleurs, on peut utiliser les esters, des alcools (menthol) ou des aldéhydes (cuminal).

L'utilisation d'huiles essentielles dans les gargarismes et les bains de bouche est également utilisée pour traiter les aphtes, les gingivites et maux de gorge. Le massage aux huiles essentielles constitue un traitement puissamment curatif, énergisant et relaxant. Les huiles essentielles sont ajoutées aux crèmes, lotions, gels et produits de shampooing. De plus, les huiles essentielles ont des propriétés insecticides et insectifuges: c'est le cas de l'huile essentielle de *Cymbopogon choenanthus*, un biopesticide efficace contre *collasobruchus maculatus* F., prédateur de niébé (**Oussalah , 2007**).

### IV- Huile essentielle de menthe :

L'huile essentielle de Menthe Verte, également connue sous le nom de Menthe Nanah, est typiquement recommandée en cas d'infections des voies respiratoires et de problèmes digestifs. Elle aide à la cicatrisation des plaies et possède des propriétés calmantes, faisant d'elle une alliée utile dans la gestion du stress. De toutes les huiles essentielles de menthe, c'est la plus douce en menthol. Elle est cependant assez riche en carvone, il est donc important de faire preuve de prudence lors de son utilisation. Elle est la variété de menthe utilisée dans le célèbre thé à la menthe oriental. **(Compagnie des sens) (vos huiles)**

L'huile est incolore transparente et dégage un parfum frais et « feuillu ».

L'huile essentielle de menthe verte est la cousine de l'huile essentielle de menthe poivrée. Elle est issue de la distillation à la vapeur des parties aériennes.

Selon les conditions de production et la qualité de l'huile, la composition biochimique de cette huile peut changer. Cependant, on peut faire confiance à cette formulation pour déterminer la qualité d'une huile :

**1- Composés chimiques principaux :** Cétones (40 à 80%) (D-carvone, dihydrocarvone, menthone, pulégone), Monoterpènes (18 à 25%) (Limonène, myrcène, camphène, pinènes)

• **Autres composés chimiques :** Esters, Oxydes, Monoterpénols, Sesquiterpénols, Sesquiterpènes.

La carvone, le limonène et le myrcène sont fortement concentrés dans l'huile essentielle de Menthe Verte. Ces différentes molécules lui confèrent les caractéristiques principales suivantes :

- expectorant, mucolytique ++++ (limonène, carvone) : ces molécules aident à fluidifier le mucus et à son expulsion de la trachée ou des bronches, ce qui permet de libérer les voies respiratoires.

- anti-inflammatoire +++ : l'huile essentielle de Menthe Verte permet de moduler la réponse de l'organisme à une agression subie (inflammation) et calme les sensations de chaleur, et les rougeurs qui en découlent.

- cholagogue, cholérétique +++ (limonène, carvone) : ces molécules favorisent la production de bile par le foie et son envoi vers l'intestin. La bile permet la digestion des lipides car elle dissout les graisses.

- antiparasitaire +++ : Les cétones contenues dans l'huile essentielle de Menthe Verte stoppent la croissance des parasites dans l'organisme, notamment les helminthes comme le ténia ou l'ascaris.

- antiviral +++ : La carvone et le limonène de cette huile essentielle agissent comme une barrière protectrice contre les virus, ralentissant leur entrée dans l'organisme afin qu'elle puisse être stoppée le plus rapidement possible. Le papillomavirus et le virus de l'herpès sont les deux maladies que la carvone cible le plus spécifiquement.

- calmant ++ : L'huile essentielle de Menthe Verte contient des cétones qui ont un effet calmant sur le système nerveux. Ils aident à réduire les états anxieux en empêchant la délivrance de messages nerveux spécifiques. (**Compagnie des sens**)

- cicatrisant ++ : la carvone aide à la cicatrisation en favorisant la reconstitution de la peau après une blessure.

- stimulant hépato-digestif ++ : Les cétones et les terpènes facilitent la digestion et soutiennent le bon fonctionnement du foie. (**passport santé**)

### 2- Caractéristiques physiques :

- Les caractéristiques physiques suivantes doivent être présentes dans une bonne huile essentielle de Menthe Verte:

- Densité à 20°C : 0,920 à 0,940

- Indice de réfraction à 20°C : 1,480 à 1,495

- Pouvoir rotatoire à 20°C : -70° à -45°

- Point éclair : +63°C (**passport santé**)

### V- Huile essentielle de romarin :

L'obtention de l'huile essentielle de romarin se fait à partir de la distillation de ses parties aériennes.

L'huile essentielle de Romarin est essentiellement incolore. Selon la variété de romarin, son parfum vivifiant peut varier, mais d'une manière générale, elle est riche, aromatique, puissante et camphrée. Les pinènes, le camphre et le 1,8-cinéole sont les principaux composants de l'huile essentielle de romarin.

L'huile essentielle de romarin possède des vertus antibactériennes, fongicides, anticatarrhales, antalgiques et expectorantes. Elle possède également des propriétés mucolytiques, digestives, aide-respiratoires et antirides. Elle a une activité neuromusculaire et cardiotonique tout en tonifiant les veines et les artères.

Plus généralement, l'huile essentielle de romarin est bénéfique pour les encombrements muqueux et les infections respiratoires (catarrhe bronchique, rhinite, congestion pulmonaire, grippe, sinusite, rhume...). Elle est indiquée lors de candidoses, dyspepsies, entérocolites, varices, aménorrhées, arthrites, rhumatismes, asthénies, ou sclérose en plaques.

Elle est également utilisée pour soulager les céphalées, la fatigue chronique ainsi que les cystites et pour rétablir la circulation artérielle. (**santé magazine 2022**)

L'huile du romarin présentera différents bienfaits en cas de pathologies respiratoires :

- Activité expectorante et anti-inflammatoire : liées entre autre à l'eucalyptol, les pinènes, et les sesquiterpènes.
- Activité spasmolytique et broncho-dilatatoire.
- Activité décongestionnante et antitussive.
- Activité anti microbienne.
- Activité mucolytique : à relier notamment à la présence de Camphre.

### 1- Composés chimiques principaux :

- Oxydes : 1,8 cinéole (39-57%)
- Cétones : Camphre (7 à 15%)
- Monoterpènes :  $\alpha$  et  $\beta$ -pinène (15 à 20%)<sup>4</sup>

• **Autres composés** : Sesqui-terpènes, monoterpénols.

### 2- Caractéristiques physiques :

- Densité à 20°C : 0,895 à 0,915
- Indice de réfraction à 20°C : 1,460 à 1,474
- Pouvoir rotatoire à 20°C : -2° à +10°
- Point éclair : +43°C ( **passport santé** )

## VI- Conservation et étiquetage des huiles essentielles :

### 1- Conservation :

- Les huiles essentielles doivent être conservées dans des contenants métalliques propres et secs en métaux inoxydables (aluminium ou acier) ou en verre coloré conservés à une température froide (4 °C) à l'abri de la lumière et de l'air. Il faut éviter, d'une part, de mettre très peu d'huile essentielle dans le flacon et, d'autre part d'utiliser des emballages et des bouchons en matière plastique qui peuvent être sensibles au contenu. (A. Ben Ramdane, H. Mouloudj 2019)
- Pour éviter les erreurs, il est préférable de les conserver dans leur emballage d'origine (avec la notice), et de les garder bien rebouchées (elles sont oxydables et volatiles) et debout (pour éviter que les huiles ne "rongent" le bec compte-gouttes et le bouchon, qui sont en plastique).
- Bien conservées, vos huiles essentielles peuvent durer environ 5 ans (seulement 3ans pour les essences d'agrumes ; un peu moins, soit 2 ans pour les huiles essentielles issues d'aiguilles de conifères, comme le pin sylvestre). (**pure essentiel** )



### 2- Etiquetage :

Les informations suivantes doivent être incluses sur les étiquettes :

- Nom scientifique et vernaculaire de la plante.
- La partie de la plante utilisée.
- L'origine de la plante ou lieu de production.
- Mode d'obtention de l'HE.
- La variété et le chémotype s'il existe.
- Numéro de lot, date de production et date de péremption. (Chabert G, 2013)

### VII- Toxicité des huiles essentielles :

Bien que la toxicité de nombreux produits sur le marché soit mentionnée dans plusieurs publications, peu de recherches ont été faites sur la toxicité des huiles essentielles. La plupart du temps, sous le terme de toxicité des huiles sont décrites des données expérimentales accumulées en vue d'évaluer le risque que représente leur emploi. Les interactions de ces produits avec les médicaments sont à peine mentionnées (Pibiri, 2006). Mais la neurotoxicité des huiles essentielles à thuyone (*Artemisa absinthum*) et pinochaphène (*Hyssopus officinalis*) est assez bien connue. En effet, ces substances cétoniques induisent des troubles psychiques et sensoriels. D'autres monoterpènes sont toxiques à forte doses : camphre, cinéole, anéthol. Par ailleurs, des huiles essentielles de différentes variétés d'origan ont montré une forte cytotoxicité sur des cellules humaines cancéreuses (Sivropoulou et al, 1996).

### VIII- Méthodes d'extractions des huiles essentielles :

Diverses méthodes sont employées pour l'extraction des essences végétales.

En général, le type de matériel végétal à traiter déterminera la méthode d'extraction des huiles essentielles (graines, feuilles, ramilles), le rendement en huile étal fragilité de certains constituants des huiles aux températures élevées. (Hellal Zohra, 2010)

- Il existe plusieurs techniques d'extraction les plus importantes peuvent être mentionné comme suit :

❖ Hydrodistillation

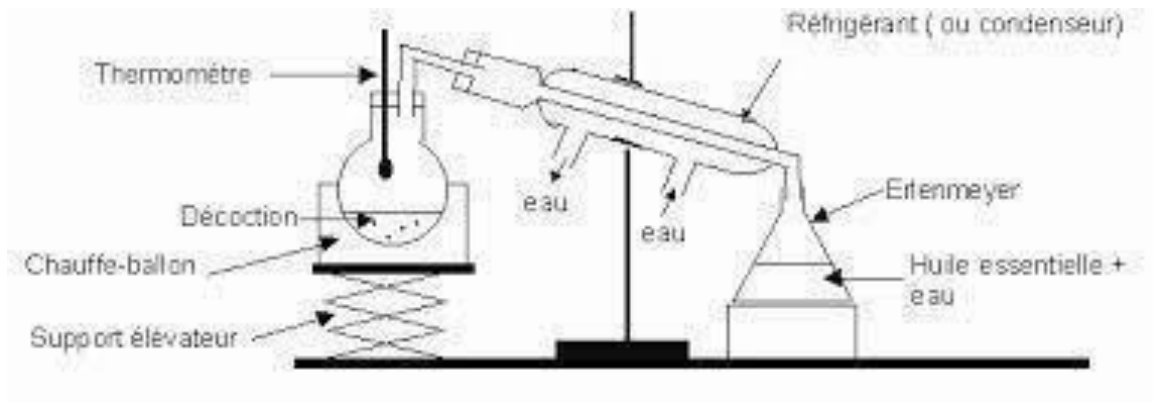


Figure 05 : appareillage d'hydrodistillation

❖ Entraînement à la vapeur d'eau

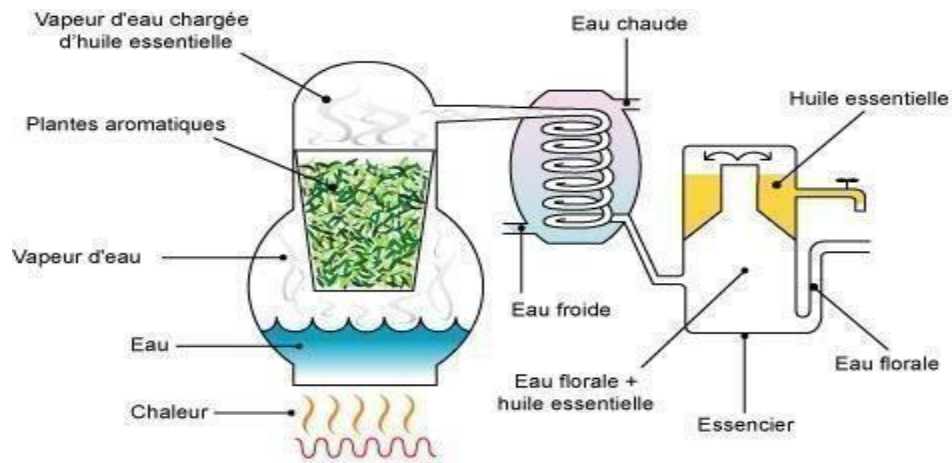


Figure 06 : appareillage de l'extraction par l'entraînement à la vapeur

❖ L'hydrodiffusion

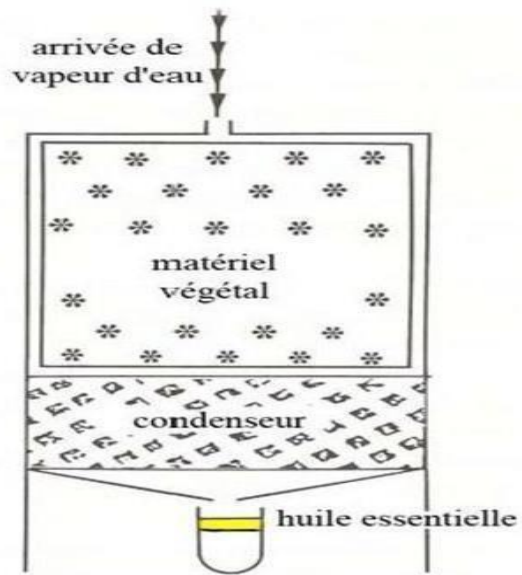


Figure 07: extraction par hydro-diffusion

• Autres procédés :

- D'autres procédés sont utilisés le plus souvent pour les plantes délicates qui ne supportent pas la chaleur :

❖ L'extraction par les solvants volatils

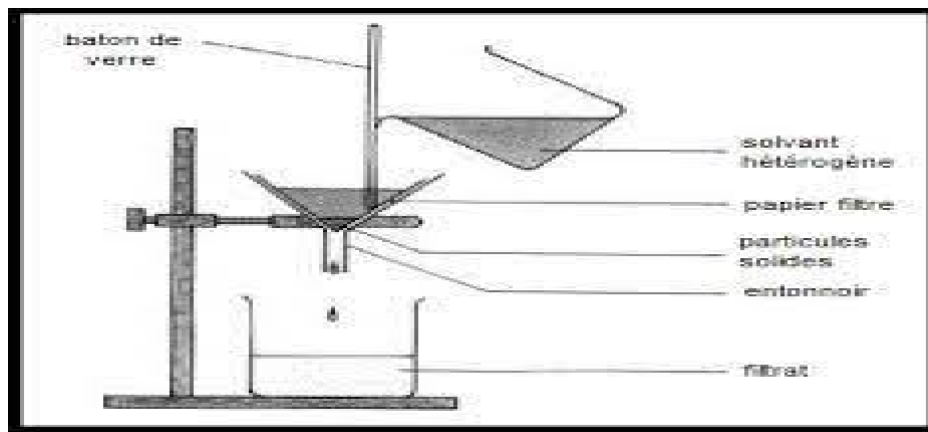


Figure 08 : extraction par solvant volatile

❖ Extraction au CO<sub>2</sub> supercritique

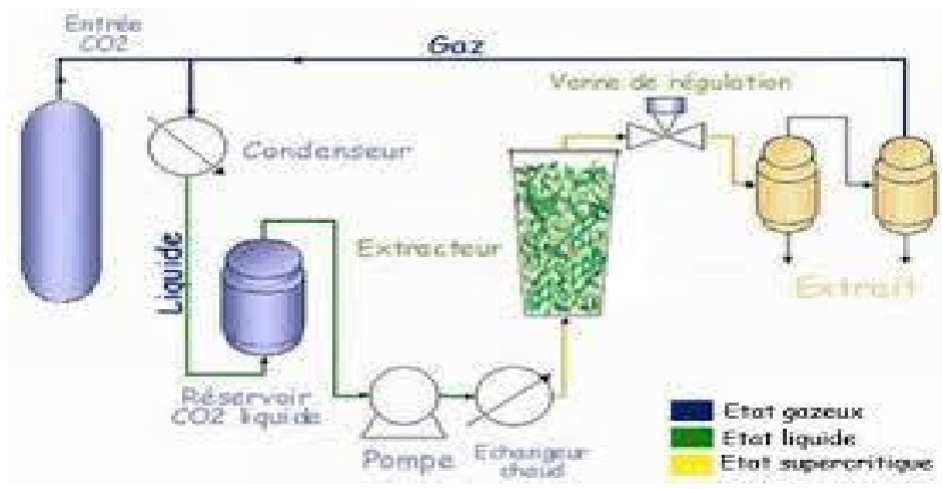


Figure 09 : extraction au CO<sub>2</sub> supercritique

❖ L'extraction par micro-ondes

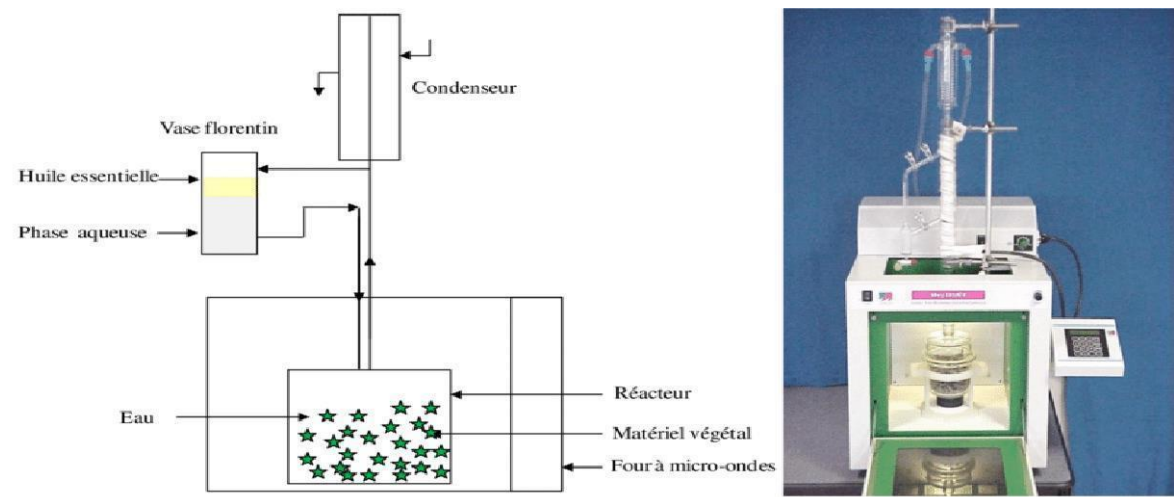


Figure 10 : procédés d'hydrodistillation sous micro-ondes

### ❖ Avantage et inconvénient des différents procédés d'extraction :

**Tableau 03 : les avantages et les inconvénients des différentes procédés d'extraction**

procédés d'obtention	Avantages	Inconvénients
Hydro distillation	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rendement des huiles essentielles très élevé.</li> <li>-essences de bonnes qualités ,très concentrés.</li> <li>-contact direct entre matière végétale-eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-altération de certaines substances odorantes à la température d'ébullition de l'eau.</li> <li>-perte d'une partie d'essences par évaporation ,oxydation ,dissolution et cyclisation, procédés violent</li> </ul>
Entrainement à la vapeur d'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>-réduire l'altération du constituant d'huiles essentielles.</li> <li>-économie énergie de temps d'extraction.</li> <li>-efficacité d'extraction.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-agglutination de la charge végétale sous l'effet de la vapeur d'eau.</li> <li>-réaction secondaire hydrolyse et formation d'artefacts</li> </ul>
Micro-ondes	<ul style="list-style-type: none"> <li>-rapidité.</li> <li>-réduction considérable du temps d'extraction.</li> <li>-amélioration du rendement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-détérioration des constituants odorantes par les micro-ondes qui possèdent une grande énergie de pénétration</li> </ul>
Extraction au CO <sub>2</sub> supercritique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-possibilité d'éliminer le solvant par simple détente.</li> <li>-les températures d'extraction sont basses, non agressives pour les constituants plus fragiles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Exige une technologie sophistiquée.</li> <li>-matériel et personnel considérable</li> </ul>
Solvants organiques volatils	<ul style="list-style-type: none"> <li>-universalité.</li> <li>-procédés doux, non violent principes actifs olfactivement proche de la végétale lui-même</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-danger sur l'homme et l'environnement en cas de manque de prévention.</li> <li>-impossible de contrôler les paramètres de pression et de T</li> </ul>



# **Partie expérimentale**



**Chapitre III :**  
**Matériel et méthode**

L'ensemble de ce travail a été réalisé durant une période de 3 mois (Mars , Avril , Mai)

- laboratoires de chimie et de microbiologie dans l'Université de Khemis- Miliana pendant le mois de (Mars, 2022).

- Laboratoire Houti.

- Laboratoire de génie des procédés dans l'Université de Khemis- Miliana.

### **I-Extraction par hydro distillation :**

#### **1-Objectifs :**

L'objectif de notre travail est l'extraction d'huile essentielle par hydro distillation et caractérisation des huiles essentielles de l'espèce *Mentha. viridis L* et *Rosmarinus officinalis L*.

#### **2-Le principe d' hydro distillation :**

C'est la méthode la plus employée et le plus simple pour extraire les huiles essentielles. La plante est mise en contact avec l'eau dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel, le tout est ensuite porté à l'ébullition, les vapeurs formées sont condensées par un système de réfrigération par courants d'eau ensuite les huiles se séparent de l'eau par différence de densité en une phase aqueuse et une phase organique. (BOUKHATEM et al , 2015)

#### **3-Matériel végétale :**

Les plantes qui font l'objet de notre étude sont : *Mentha Viridis L* et *Rosmarinus officinalis*.

- Récolte et séchage des plantes :

La récolte des plantes a été effectuée à partir des populations végétales de menthe et du romarin dans la région de Khemis-miliana et de Miliana dans la wilaya d'Ain-defla (l'ouest central d'Algérie) de l'année 2022 durant le mois de mars.

#### **4-Opération de traitement :**

- Un traitement pour éliminer la poussière, les herbes, on récupère les feuilles.

- Les parties aériennes de la plante sont séchées pendant 3 à 4 jours à une température ambiante et à l'ombre puis stockées à l'abri de la lumière jusqu'à l'utilisation.



### 5-Matériels et produits :

**Tableau 04 : matériels et produits d'hydrodistillation**

Réactifs chimiques	Matériels et verreries
<ul style="list-style-type: none"><li>Eau distillée.</li></ul> Plantes séchées (Menthe et Romarin).	ballon de 1l.Pipette. <ul style="list-style-type: none"><li>Burette graduée.</li><li>eppendorf.</li><li>Bécher.</li><li>Balance.</li><li>Seringues.</li></ul>

- On utilise un montage d'hydro distillation type de Clévenger.

### 6-Mode opératoire :

#### a)- Préparation du Matériel

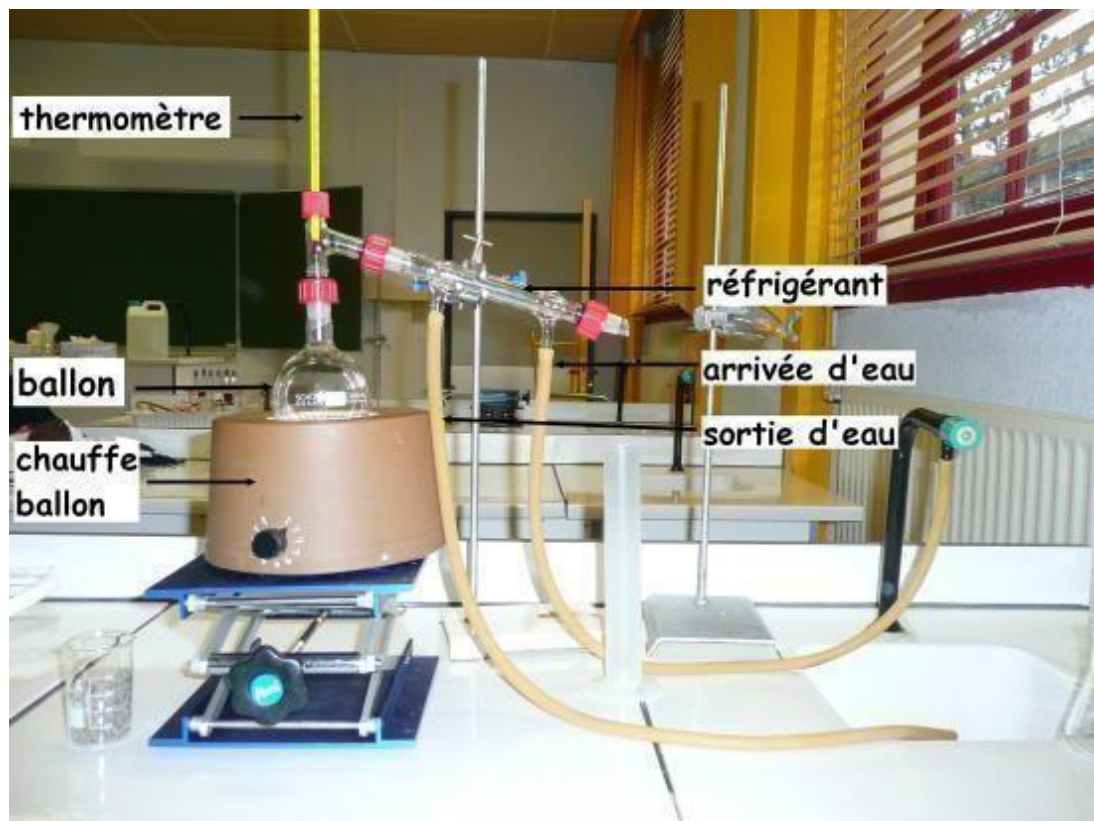
- Nettoyage du système (clévenger).
- On pèse 50g de feuilles des parties aériennes séchées de plante, dans un ballon de 1L,on ajoute de 500 ml d'eau distillée pour éviter les débordements lors de l'ébullition, à une température d'ébullition de 100°C.

#### b)- Hydro distillation

- Le chauffe-ballon sera placé sur un support élévateur en position haute. Le système refroidissant sera fixé à un support à l'aide d'une pince et d'une noix et à son extrémité,placer une allonge de distillation. On utilise des clips pour maintenir assemblées les deux pièces en verre. Faire circuler l'eau dans le réfrigérant et chauffer jusqu'à ébullition.
- Le mélange est porté à ébullition à l'aide d'une chauffe ballon pendant 4h.
- Les vapeurs chargées d'huile essentielle et l'eau passent le serpent de refroidissement où il aura lieu la condensation puis la séparation ce qui résulte l'apparition de deux phases :

\***Une phase organique** : l'huile essentielle, très parfumée.

\***Une phase aqueuse** : (ou l'hydrolat), l'eau aromatique, légèrement parfumée ayant une densité plus élevée.



**Figure 11 : montage d'hydrodisillation (clévenger)**

### c)- Conservation de l'huile essentielle

La conservation des huiles essentielles obtenue exige certaines précautions indispensables :

- \* Une température adéquate.
- \* Conservation à l'abri de la lumière.

C'est pour cela qu'on a conservé notre l'huile à une température voisine de 4°C à l'abri de la lumière, enveloppée de papier d'aluminium, jusqu'à leur usage pour éviter toute dégradation.

**(SAHNOUNE H et ZEBBOUDJ S , univ UDBKM)**

### d)- Détermination du rendement

Le rendement en huile essentielle (RHE), est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après extraction (MHE) et la masse de la matière végétale utilisée (MS). Le rendement est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{RHE = (MHE /MS).100}$$

**RHE** : Rendement de l'huile essentielle (%).

**MHE** : Quantité d'extrait récupéré (masse d'huile essentielle récupérée) en (g).

**Ms** : Quantité de la matière végétale sèche utilisée pour l'extraction exprimée en(g).

### II-Étude des propriétés physico-chimiques :

Aujourd'hui, les propriétés physico-chimiques (densité, indice de réfraction) sont exigées pour leur évaluation commerciale.

**1-Densité relative (d):** déterminée selon la recommandation ISO R 279 ou Norme française homologuée NFT 75-111.

#### a)-Matériels et produits :

**Tableau 05 : matériels et produits de densité**

Réactifs chimiques	Matériel utilisé
<ul style="list-style-type: none"><li>• HE de Menthe et du Romarin.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pycnomètre.</li><li>• Balance analytique.</li></ul>

#### b)-Principe :

- C'est le rapport de la masse d'un certain volume d'une huile essentielle à 20°C, à la masse d'un volume égal d'eau distillée à 20°C.

- La densité relative a été déterminée à partir d'un pycnomètre de 1ml à des températures légèrement supérieures à 20°C ; le travail consiste à peser le pycnomètre en trois reprises :

- 1- pycnomètre vide muni de son bouchon.
- 2- pycnomètre plein d'eau distillée.
- 3- pycnomètre rempli d'huile essentielle.

La densité relative (d) est donnée par la formule suivante :

$$d = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

**la densité :**

**m<sub>2</sub>** : masse de pycnomètre rempli d'huile essentielle

**m<sub>1</sub>** : masse de pycnomètre plein de l'eau distillée

**m<sub>0</sub>** : masse de pycnomètre vide

### 2-Indice de réfraction (i):

- L'indice de réfraction d'une huile essentielle est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'huile essentielle maintenue à une température constante.
- L'indice de réfraction n'a pas d'unité car c'est le rapport de deux vitesses. Plus la lumière n'est ralentie, plus la matière a un indice de réfraction élevé.

#### a)-Matériels et produits :

**Tableau 06 : Matériels et produits utilisés dans Indice de réfraction**

Réactifs chimiques	Matériel utilisé
<ul style="list-style-type: none"><li>• HE de Menthe et du Romarin.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Réfractomètre.</li></ul>

#### b)-Mode opératoire :

- La mesure de l'indice de réfraction des huiles essentielles a été effectuée à l'aide d'un réfractomètre.
- Après nettoyage de l'appareil avec l'eau distillée ou l'alcool, on place 2 ou 3 gouttes d'huile essentielle au milieu du prisme. Puis on regarde dans l'oculaire et la mesure se fait en tournant les boutons de réglage de l'indice de réfraction pour amener les zones sombres et éclairées au centre du réticule, finalement on note la valeur de l'indice.
- L'indice de réfraction des huiles essentielles est généralement élevé. Il est supérieur à celui de l'eau 1.3356.



**Figure 12: Réfractomètre**

### 3-Analyse par couplage GC/MS :

- La simplicité du couplage entre ces deux techniques, les progrès accomplis dans le traitement en temps réel du signal, la constitution de banques de données de spectres de masse et le développement des algorithmes de comparaison entre le spectre d'un composé inconnu avec ceux répertoriés dans la banque sont à l'origine de la généralisation de l'usage de la GC/MS dans les laboratoires d'analyse des composés aromatiques.



**Figure 13 : appareillage de couplage GC/MS**

La spectrométrie de masse permet de transformer des molécules de leur état naturel en ions à l'état gazeux et d'obtenir leur masse moléculaire en analysant leur rapport de masse/charge, noté  $m/z$ . Dans le secteur particulier des huiles essentielles, le couplage CG/SM est, aujourd'hui, la technique de référence.

#### **a)-Principe de la méthode :**

Le principe de séparation repose sur une différence de répartition des composés d'un mélange entre deux phases, la phase mobile et la phase stationnaire (imprégné dans la colonne). Les composants du mélange injecté dans la colonne et poussé dans celle-ci par le gaz vecteur interagissent différemment avec la phase stationnaire et de ce fait leur progression dans la colonne ne se fera pas à la même vitesse. Ce phénomène d'interaction provoque ainsi la séparation des constituants du mélange. Un système de détection adéquate en sortie de colonne permet de créer un signal qui est enregistré sous forme de "pics chromatographiques"

La combinaison de ces deux techniques d'analyses CPG/SM permet de séparer les composants

### Chapitre III : matériel et méthode

de l'échantillon et d'identifier chaque composant, donc de faire une analyse complète aussi bien qualitative que quantitative du produit à analyser. L'identification est ensuite réalisée par comparaison des indices de rétention (Ir) et des données spectrales (spectres de masse) des constituants individualisés avec les caractéristiques de produits de référence contenus dans des bibliothèques de spectres. (Messaoud, C et Boussaid, M 2011)

L'avantage d'un couplage en chaîne d'une interface chromatographique avec un spectromètre est la possibilité d'analyser le spectre individuel d'un composé. Il s'agit de la technique la plus utilisée pour l'analyse des huiles essentielle en raison en grande partie de la facilité de prise en main des systèmes de séparation.

#### b)-Conditions Opératoires de l'analyse par GC/MS:

Tableau 07 : conditions opératoires de l'analyse par GC/MS

Injecteur	Colonne	Détecteur de masse	Equipement
<b>Température :</b> 250°C <b>Mode d'injection :</b> Split 80:1 <b>Volume injecté :</b> 0.2 µl	<b>Type :</b> HP-5MS <b>Dimensions :</b> long 30 m * D int 0.25 mm * épaisseur film 0.25 µm <b>Phase stationnaire :</b> 5% Phenyl 95% dimethylpolysiloxane. (Autre : Spécifier) . <b>Température du four :</b> 60°C pendant 8 min, 2°C/min jusqu'à 250°C. isotherme pendant 10 min. <b>Durée d'analyse:</b> 113 min. <b>Gaz vecteur :</b> Hélium <b>Pureté :</b> N 6. <b>Débit GV :</b> 0.5 ml/min.	<b>Mode d'analyse :</b> Scan TIC (de 30 à 550) <b>Délai du solvant :</b> 3.5 min <b>Température de l'interface :</b> 270 °c.. <b>Type d'ionisation :</b> Impact électronique <b>Intensité du filament :</b> 70 év.. <b>Type de l'analyseur de masse :</b> Quadripôles <b>Température de la source :</b> 230 °c.	<b>Chromatographe :</b> Hewlett Packard Agilent 6890 plus. <b>Spectromètre de masse :</b> Hewlett Packard Agilent 5973.

#### c)-Spectroscopie infrarouge :

- Est une classe de spectroscopie qui traite de la région infrarouge du spectre électromagnétique.

Elle recouvre une large gamme de techniques, la plus commune étant un type de spectroscopie d'absorption. Comme pour toutes les techniques de spectroscopie, elle peut être employée pour l'identification de composés ou pour déterminer la composition d'un échantillon. Les tables de corrélation de spectroscopie infrarouge sont largement présentes dans la littérature scientifique.

- IR se situe entre 2  $\mu\text{m}$  et 50  $\mu\text{m}$  en longueur d'onde, mais on utilise dans ce domaine les nombres d'ondes ou termes spectraux, notés  $\tilde{\nu}$ , exprimés en  $\text{cm}^{-1}$

### III-L'étude de l'Activité biologique des HEs de *M. viridis* L et *R. officinalis* L :

#### 1-Activité antioxydante :

##### a)-Principe :

- Un antioxydant est défini comme étant toute substance susceptible d'inhiber directement la production, de limiter la propagation ou de détruire les espèces réactives de l'oxygène.

- Certains constituants des huiles essentielles présentent un antioxydant très marqué et sont aujourd'hui commercialisés : c'est le cas de l'eugénol, du thymol, du carvacol. etc. Les résultats déjà publiés montrent que les huiles essentielles constituent une bonne source d'antioxydant naturel rechargé pour leur innocuité relative. ( **Sanchez-Moreno C 2002** ) ( **Burits M., & Bucar F 2000** ) ( **Canda F., Unlu M.T.B 2003** ) ( **Tepe B., Daferera, D 2005** )

- A cause de la propriété essentielle de l'antioxydant (piégeur des radicaux libres), plusieurs

- méthodes ont été mises en évidence pour évaluer l'efficacité de l'antioxydant à piéger les radicaux libres (ABTS, DPPH, FRAP).

➤ On utilise le radical de DPPH :

Le radical chromogène DPPH· peut réagir directement avec des antioxydants. En effet, la méthode de DPPH· a été utilisée pour évaluer l'activité antioxydant des composés en raison des procédures simples, rapides, sensibles et reproductibles. Les antioxydants sont soupçonnés d'intercepter la chaîne d'oxydation des radicaux libres, de donner l'hydrogène des groupements hydroxyles phénoliques, et de former un produit final stable qui ne déclenche ou propage l'oxydation des lipides (Amarowicz R 2004)

➤ Test du DPPH :

L'activité antioxydant des extraits a été mesurée in vitro par le 2,2'-Diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH), dont le DPPH est un radical libre stable de couleur violacée photométrable à 517 nm. La réduction du radical par un donneur d'atome d'hydrogène conduit à la formation de 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine DPPH-H de coloration jaune. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons

b)-Matériels et produits :

Tableau 08 : Matériels et produits utilisés dans Activité antioxydante

Réactifs chimiques	Matériel utilisé
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ HE de Menthe et du Romarin.</li> <li>□ (DPPH) 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl.</li> <li>□ Ethanol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubes à essai.</li> <li>• Micropipettes.</li> <li>• Bécher.</li> <li>• Spectrophotomètre Uv-Visible.</li> </ul>

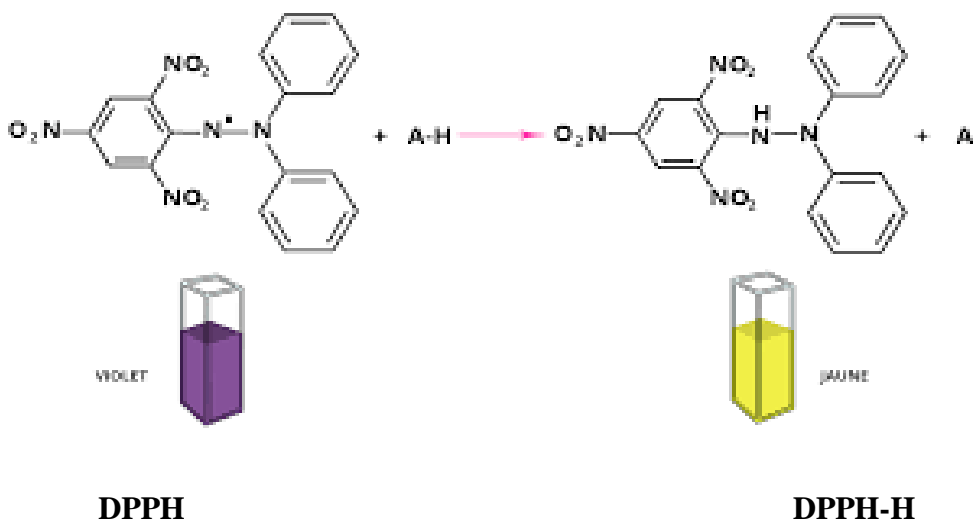


Figure 14 : réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH



### c)-Mode opératoire :

- La solution de DPPH a été préparée par la solubilisation de 0,0024g de DPPH (couleur rouge violette) dans 100ml d'éthanol, et mélanger pendant 15 à 30min à l'aide d'un agitateur.
- Préparation d'une solution mère par un volume de 100µl d'huile essentielle dans 1ml d'éthanol et prendre différentes concentrations (5, 10, 20, 40, 60, 80, et 100µl/ml) pour l'ajouter à 1ml de solution DPPH dans les tubes à essai, après incubation de 30min à l'obscurité et à température ambiante dans un incubateur.
- Les absorbances ont été mesurées à 515nm et 517nm contre le contrôle négatif (blanc : solution de DPPH et d'éthanol).

### 2-L'activité anti-microbienne :

La technique utilisée, pour évaluer l'activité antibactérienne de notre HE, est l'aromatogramme ou la méthode de diffusion en milieu gélosé (**Ormeno.E ., et al, 2007**).

- Cette méthode permet d'évaluer l'activité inhibitrice de croissance des huiles essentielles par la mesure du diamètre d'inhibition autour d'un disque de cellulose imprégné d'huile essentielle ou de produit à base d'huiles essentielles

De nos jours, leur emploi se fait sur des bases scientifiques et rationnelles puisque de nombreux travaux de recherche portent sur les propriétés antimicrobiennes des HE des plantes aromatiques (**Ettatyebi K. ., et al, 2000**).

### a)-Matériels et produits :

**Tableau 09 : Matériels et produits de l'activité anti-microbienne**

Réactifs chimiques	Matériels utilisés
<ul style="list-style-type: none"><li>• HE de Menthe et du Romarin.</li><li>• Milieu MH.</li><li>• Souches microbiennes.</li><li>• Eau distillée.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Boîtes pétri.</li><li>• Ecouvillons.</li><li>• Pipettes pasteur.</li><li>• Disques de cellulose.</li><li>• Pince.</li><li>• Etuve à 37°.</li><li>• Tubes à essai.</li></ul>

#### b)-Les souches microbiennes testées :

Les souches bactériennes utilisées dans notre étude sont présentées dans le tableau ci-dessous .Ces germes pathogènes font partie de la collection ATCC (American type culture collection) et ont été délivrées par l'institut Pasteur d'Alger.

Les huiles essentielles ont été testées in vitro, sur trois bactéries :

**Tableau 10 : les souches microbiennes utilisées**

Souche testée	N°ATCC
<i>Escherichia coli</i> (gram -)	ATCC 35218
<i>Staphylococcus aureus</i> (gram +)	ATCC 25923
<i>klebsiella pneumoniae</i> (gram -)	ATCC 70063

- Ces souches proviennent du Laboratoire d'analyse Dr. Houti

#### c)-Méthode de diffusion sur disque (aromatogramme) :

Cette méthode est décrite par **Jacob et Tonei ,1979** qui est appelée technique aromatoigramme, consiste à utiliser des disques de papier filtre stérile de 6mm imprégnés des concentrations différentes d'huiles essentielles pures et déposés à la surface d'un milieu gélose en boîte pétrie préalablement ensemencé en surface à l'aide d'une suspension standardisée.

L'agar Muller-Hinton nutritif a été coulé dans des boîtes de Pétri stériles (diamètre 90mm). Disques de papier (diamètre 6mm) ont été imprégnés aseptiquement d'huile essentielle et placés sur les surfaces de gélose inoculée. Après une incubation aérobie pendant 24 heures à 37°C, l'activité antimicrobienne a été estimée en mesurant les diamètres des zones d'inhibition en mm qui correspond à la distance autour des disques où nous constatons une absence totale de culture microbienne. En parallèle nous avons utilisé des témoins pour vérifier leur croissance après incubation. (**Bendahou et al ; 2007**)

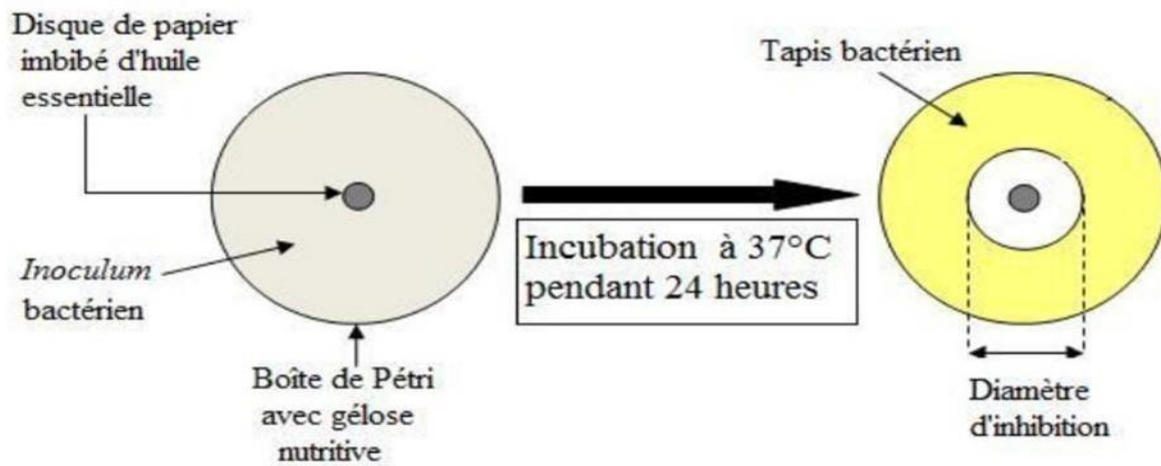


Figure 15 : principe de la diffusion sur disque

d)-La règle mesurant le diamètre de la zone d'inhibition :

Le résultat est exprimé par le DZI et peut être symbolisé par le Tableau :

Tableau 11 :la règle mesurant le diamètre de la zone d'inhibition

Diamètre d'inhibition(mm)	Signe	Inhibition
$D < 8$	-	Non sensible
Entre 9 – 14	+	Sensible
Entre 15 -19	++	Très sensible
$D > 20$	+++	Extrêmement sensible



**Chapitre IV :**  
**Résultats et discussion**

### I-Rendement de l'extraction :

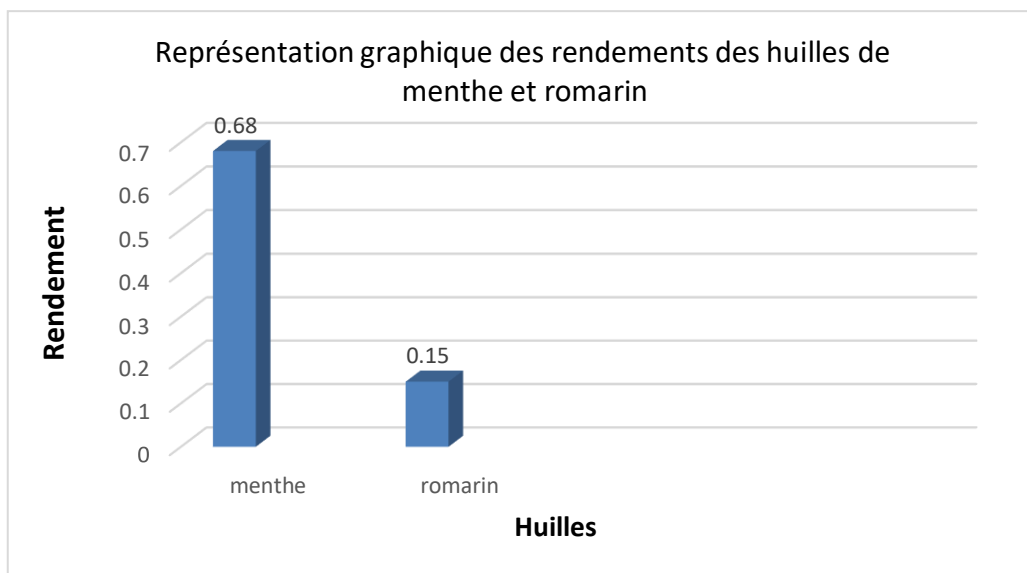
Après extraction par hydro distillation et élimination de toute trace d'eau, on calcule les rendements des huiles essentielles des feuilles de menthe et romarin.

- Les résultats obtenus sont mentionnés sur le tableau ci-dessous :

**Tableau 12: variation du rendement des HE**

Huiles	Rendement HE%
Menthe	0.68
Romarin	0.15

D'après le tableau N° 12 nous pouvons dire que l'extrait de menthe a un meilleur rendement par rapport à l'huile essentielle de romarin de 0.68 % et 0.15 % respectivement.



**Figure 16 : représentation graphique des rendements des HE**

### II-La densité :

**Tableaux 13 : la densité des HE**

Huilles	densité
menthe	0.92
romarin	0.95

D'après ces résultats, nous concluons que la densité relative des huiles essentielles est à peu près la même avec 0.92 pour la menthe et 0.95 pour le romarin.

### III-Indice de réfraction :

**Tableaux 14 : Indice de réfraction des HE**

Huilles	Indice de réfraction
Menthe	1,48
	3
Romarin	1,47
	2

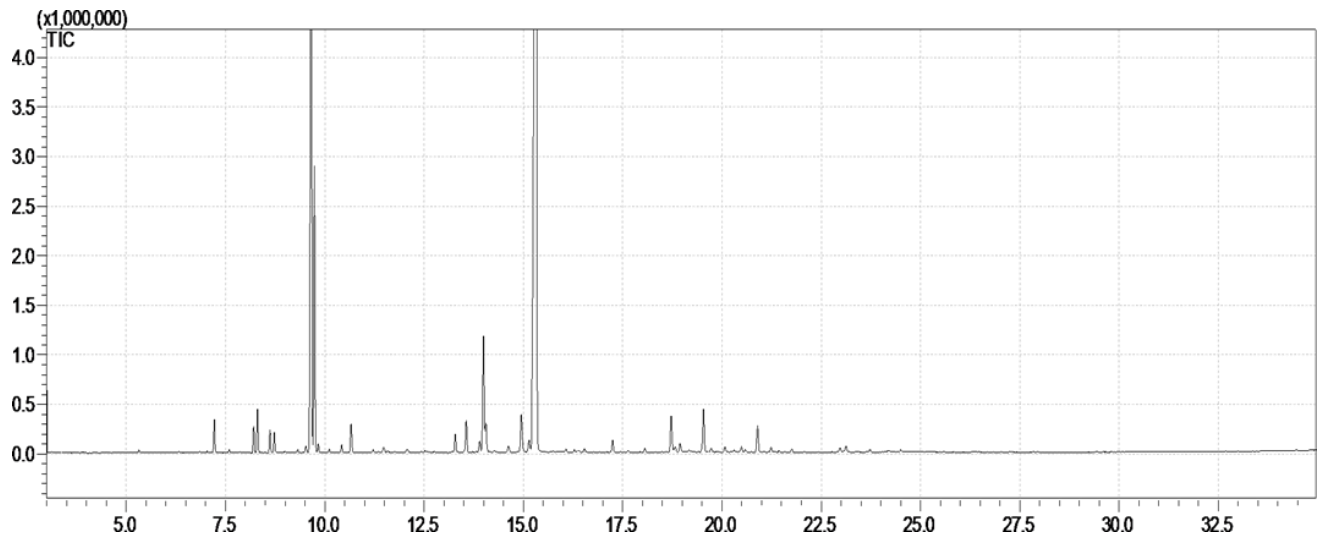
L'indice de réfraction est une grandeur qui nous permet d'identifier l'HE, aussi de contrôler sa pureté, en effet un indice de réfraction variant essentiellement avec la teneur en monoterpènes et en dérivés oxygénés. Une forte teneur en monoterpènes donnera un indice élevé.

D'après ces résultats nous concluons que la pureté d'HE de menthe est plus élevée que celle d'HE du romarin.

### IV-Analyse par couplage GC/MS :

La détermination de la composition chimique des HEs des plantes menthe et romarin par la méthode chromatographique (GC /MS) est présentée sur les figures suivantes :

#### 1-Chromatogramme Menthe :



**Figure 17: Graphe représente la chromatographie GC/MS de l'HE de la plante**  
*Menthe.viridis*

L'analyse chromatographique GC/MS de l'huile extraite montre la présence de peu de composés, donc l'HE est un mélange de quelques molécules chimiques, ces dernières représentées par un pic.

**Tableau 15 : Rapport d'analyse par GC-MS pour huile de menthe**

## Chapitre IV : Résultats et discussion

Ret.Ti me	Start Tm	End Tm	m / z	Erea	Erea %	Height	Height %	A/H	Mar k	Name
7.2 18	7.165	7.275	TI C	676274	0.82	325753	1.33	2.08		BICYCLO[3.1.1]HEPT-2-ENE, 2,6,6-TRIMETHYL-
8.2 10	8.155	8.255	TI C	544716	0.66	260245	1.07	2.09		Sabinene
8.3 06	8.255	8.370	TI C	934105	1.13	429476	1.76	2.17	V	BICYCLO[3.1.1]HEPTANE, 6,6- DIMETHYL-2-METH
8.6 21	8.570	8.670	TI C	468881	0.57	226281	0.93	2.07		Myrcene
8.7 28	8.670	8.800	TI C	436285	0.53	201760	0.83	2.16	V	3-OCTANOL
9.5 20	9.470	9.575	TI C	150154	0.18	62421	0.26	2.41		Cymene <para->
9.6 57	9.575	9.700	TI C	15923633	19.2 3	60251 44	24.69	2.64	V	CYCLOHEXENE, 1-METHYL-4-(1- METHYLETHENYL
9.7 37	9.700	9.795	TI C	6094740	7.36	28237 02	11.57	2.16	V	Eucalyptol
9.8 34	9.795	9.895	TI C	202031	0.24	91975	0.38	2.20	V	1,3,7-OCTATRIENE, 3,7- DIMETHYL-, (E)-
10.423	10.370	10.4 80	TI C	175081	0.21	76699	0.31	2.28		1,4-CYCLOHEXADIENE, 1- METHYL-4-(1-METHYLET
10.661	10.615	10.7 40	TI C	663666	0.80	285275	1.17	2.33		Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2- methyl-5-(1-methylet
11.485	11.430	11.5 40	TI C	154394	0.19	54618	0.22	2.83		Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2- methyl-5-(1-methylet
12.080	12.015	12.1 50	TI C	111652	0.13	27828	0.11	4.01		<NO NAME>
13.285	13.235	13.3 60	TI C	458491	0.55	180222	0.74	2.54		BICYCLO[2.2.1]HEPTAN-2-OL, 1,7,7-TRIMETHYL-,
13.563	13.485	13.6 35	TI C	855032	1.03	319061	1.31	2.68		3-CYCLOHEXEN-1-OL, 4-METHYL- 1-(1-METHYLET
13.899	13.845	13.9 35	TI C	269628	0.33	107011	0.44	2.52		3-CYCLOHEXENE-1-METHANOL, .ALPHA.,.ALPHA.,
13.997	13.935	14.0 40	TI C	3273984	3.95	11535 89	4.73	2.84	V	Dihydrocarveol
14.057	14.040	14.1 20	T I C	602360	0.73	280911	1.15	2.1 4	V	CYCLOHEXANONE, 2
14.626	14.565	14.6 95	T I C	190441	0.23	65349	0.27	2.9 1		2-CYCLOHEXEN-1-OL,
14.948	14.880	15.0 50	T I C	115651 8	1.40	368561	1.51	3.1 4		2-CYCLOHEXEN-1-O
15.146	15.075	15.1 85	T I C	359411	0.43	119013	0.49	3.0 2		CYCLOHEXANONE, 5
15.327	15.185	15.4 70	T I C	4344957 8	52.4 6	88036 97	36.0 7	4.9 4	V	2-Cyclohexen-1
16.536	16.485	16.5 95	T I C	83934	0.10	31984	0.13	2.6 2		2H-1-BENZOPYRAN, 3,4,4A,5,6,
17.248	17.185	17.3 10	T I C	306674	0.37	118977	0.49	2.5 8		
18.056	18.005	18.1 20	T I C	105822	0.13	40751	0.17	2.6 0		2-Cyclohexen-1-ol,
18.724	18.660	18.7 75	T I C	950760	1.15	357499	1.46	2.6 6		CYCLOBUTA[1,2,3,4]DICYCLOPE
18.825	18.775	18.8	T	194322	0.23	56025	0.23	3.4	V	CYCLOHEXANE, 1-ETHENYL-1-M

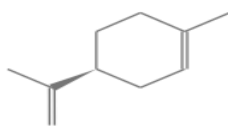


## Chapitre IV : Résultats et discussion

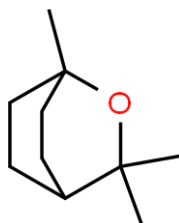
		90	I					7	
			C						
18.945	18.890	19.0	T	245720	0.30	84519	0.35	2.9	2-CYCLOPENTEN-
		25	I					1	
			C						
19.537	19.450	19.6	T	121255	1.46	424579	1.74	2.8	
		05	I	6				6	
			C						
19.732	19.680	19.7	T	105344	0.13	40223	0.16	2.6	1H-CYCLOPENTA[1,3]CYCLOPR
		85	I					2	
			C						
20.075	20.020	20.1	T	137332	0.17	49426	0.20	2.7	Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-
		35	I					8	
			C						
20.492	20.370	20.5	T	142359	0.17	51821	0.21	2.7	(+)-Epi
		45	I					5	
			C						
20.897	20.830	20.9	T	715867	0.86	263320	1.08	2.7	1,6-CYCLODECADIENE, 1-MET
		75	I					2	
			C						
21.239	21.185	21.3	T	142421	0.17	50303	0.21	2.8	
		15	I					3	
			C						
21.760	21.705	21.8	T	99767	0.12	34613	0.14	2.8	Naphthalene, 1,2,3,4-tetra
		20	I					8	
			C						
22.976	22.930	23.0	T	93403	0.11	36925	0.15	2.5	1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, de
		25	I					3	
			C						
23.125	23.075	23.1	T	134720	0.16	50133	0.21	2.6	(-)-5-OXATRICYCLO[8.2.0.0(4,6)
		85	I					9	
			C						

❖ L'analyse par CG /SM montre que les composés majoritaires de l'HE *Menthe.viridis.L* obtenu par l'extraction sont principalement :

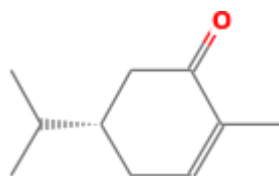
### CYCLOHEXENE, 1-METHYL-4-(1-METHYLETHENYL)-



**Eucalyptol**

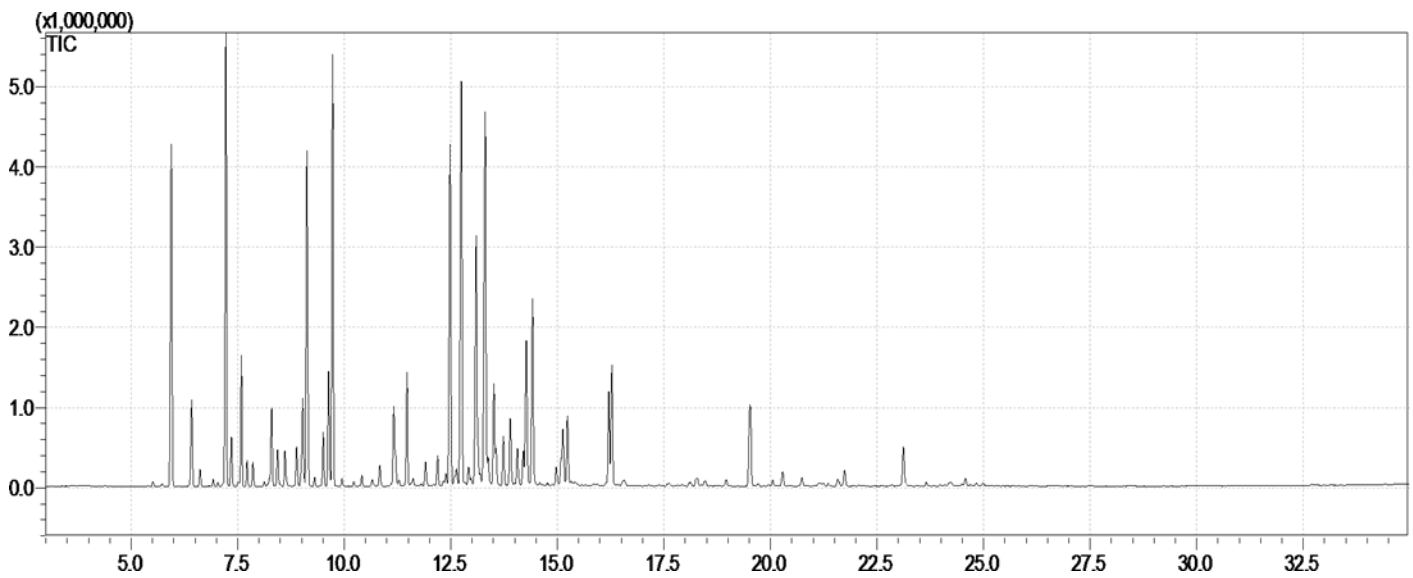


2- Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-



Au vu de ces résultats, nous constatons que cette huile est riches de : CYCLOHEXENE, 1-METHYL-4-(1- METHYLETHENYL)- (**19. 23%**) ; de 2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)- (**52. 46%**) ; de Eucalyptol (**7. 32%**).

**2-Chromatogramme Romarin :**



**Figure 18 : Graphe représente la chromatographie GC/MS de l'HE de la plante *Rosmarinus.officinalis.L***

- ❖ l'analyse chromatographique par CG/SM de notre huile extraite. Elle montre la présence de plusieurs composés donc l'HE est un mélange de nombreuses molécules chimiques dont chaque une est représentée par un pic.

Tableau 16 : Rapport d'analyse par GC-MS pour huile Romarin

Ret. Time	Start Tm	End Tm	m/z	Erea	Er ea %	Heigh t	Hei ght %	A/ H	M ar k	Name
5.942	5.870	6.005	71 155 171	10543 788	6.01	4184 155	6.39	2.52		BICYCLO[3.1.1]HEPT-2-ENE, 2,6,6-TRIMETHYL-
6.417	6.355	6.480	71 155 171	25825 68	1.47	1058 956	1.62	2.44		BICYCLO[2.2.1]HEPTANE, 2,2-DIMETHYL-3-METH
6.615	6.565	6.670	71 155 171	48997 7	0.28	2085 23	0.32	2.35		VERBENENE
6.923	6.885	6.965	71 155 171	17272 2	0.10	8618 7	0.13	2.00		TRICYCLO[2.2.1.0(2,6)]HEPTANE, 1,7,7-TRIMETHY
7.221	7.155	7.295	71 155 171	12862 785	7.33	5746 235	8.78	2.24		BICYCLO[3.1.1]HEPT-2-ENE, 2,6,6-TRIMETHYL-
7.350	7.295	7.410	71 155 171	14308 67	0.82	6021 32	0.92	2.38		Pinene <beta->
7.586	7.540	7.645	71 155 171	33615 40	1.92	1589 705	2.43	2.11	V	BICYCLO[2.2.1]HEPTANE, 2,2-DIMETHYL-3-METH
7.718	7.670	7.775	71 155 171	68120 7	0.39	3150 96	0.48	2.16		VERBENENE
7.856	7.795	7.910	71 155 171	70986 3	0.40	3017 41	0.46	2.35		Myrcene
8.294	8.210	8.350	71 155 171	21614 22	1.23	9426 04	1.44	2.29		BICYCLO[3.1.1]HEPTANE, 6,6-DIMETHYL-2-METH
8.435	8.380	8.485	71 155 171	97992 6	0.56	4272 61	0.65	2.29		BICYCLO[4.1.0]HEPT-3-ENE, 3,7,7-TRIMETHYL-
8.609	8.560	8.690	71 155 171	10772 09	0.61	4359 71	0.67	2.47		Pinene <beta->
8.883	8.830	8.940	71 155 171	11581 20	0.66	4822 68	0.74	2.40		Cymene <para->
9.025	8.940	9.070	71 155 171	30963 25	1.76	1079 851	1.65	2.87	V	CYCLOHEXENE, 1-METHYL-4-(1-METHYLETHENYL)
9.122	9.070	9.205	71 155 171	11166 229	6.36	4121 056	6.30	2.71	V	Eucalyptol
9.303	9.205	9.350	71 155 171	24870 2	0.14	1096 45	0.17	2.27	V	Terpinene <alpha->
9.507	9.455	9.565	71 155 171	14995 89	0.85	6533 69	1.00	2.30		Cymene <para->
9.633	9.570	9.675	71 155 171	35936 43	2.05	1410 973	2.16	2.55		CYCLOHEXENE, 1-METHYL-4-(1-METHYLETHENYL)
9.725	9.675	9.790	71 155 171	12403 645	7.07	5286 708	8.08	2.35	V	Eucalyptol
9.946	9.905	9.990	71 155 171	19706 1	0.11	8958 7	0.14	2.20		1,4-CYCLOHEXADIENE, 1-METHYL-4-(1-METHYLET
10.4	10.3	10.4	71 155 171	29346	0.1	1319	0.2	2.2		1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-

## Chapitre IV : Résultats et discussion

12	70	60	I	5	7	47	0	2		methylethyl)-
			C							
10.6	10.6	10.7	T	21784	0.1	8237	0.1	2.6		Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-methyl-5-
55	15	20	I	5	2	6	3	4		(1-methylet
			C							
10.8	10.7	10.8	T	66190	0.3	2564	0.3	2.5	V	CYCLOHEXENE, 1-METHYL-4-(1-
33	20	95	I	5	8	60	9	8		METHYLETHYLIDE
			C							
11.1	11.1	11.2	T	32386	1.8	9680	1.4	3.3		1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-
62	05	50	I	45	5	77	8	5		
			C							
11.2	11.	11.3	T	18105	0.1	7341	0.1	2.	V	FILIFOLONE
82	250	35	I	6	0	6	1	4		
			C					7		
11.47	11.4	11.	T	3265	1	138	2.	2.3		1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-
2	05	53	I	320	.	228	11	6		
		5	C		8	9				
					6					

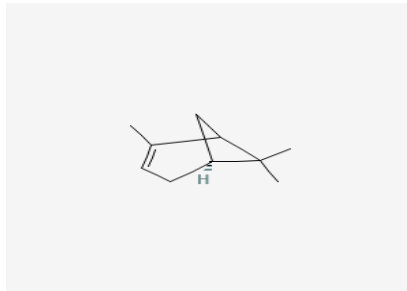
## Chapitre IV : Résultats et discussion

11.613	11.535	11.660	TIC	275247	0.16	85367	0.13	3.22	V	FILIFOLONE
11.905	11.855	11.975	TIC	769030	0.44	29486	0.45	2.61		Bicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-one, 2,7,7-trimethyl-
12.189	12.135	12.250	TIC	914306	0.52	36930	0.56	2.48		2-PINEN-7-ONE
12.384	12.355	12.415	TIC	333393	0.19	14419	0.22	2.31	V	4,6,6-TRIMETHYLBICYCLO[3.1.1]HEPT-3-EN-2-O
12.484	12.415	12.550	TIC	11780081	6.71	4194857	6.41	2.81	V	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (1
12.585	12.550	12.610	TIC	322224	0.18	11535	0.18	2.79	V	10-PINEN-3-OL
12.634	12.610	12.675	TIC	488329	0.28	20267	0.31	2.41	V	4,6,6-TRIMETHYLBICYCLO[3.1.1]HEPT-3-EN-2-O
12.747	12.675	12.810	TIC	15135886	8.63	4991007	7.63	3.03	V	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (1
12.917	12.810	12.955	TIC	707623	0.40	22447	0.34	3.15	V	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.
12.980	12.955	13.015	TIC	199555	0.11	86238	0.13	2.31	V	Pinocarvone
13.096	13.015	13.220	TIC	10053286	5.73	3064733	4.68	3.28	SV	BICYCLO[2.2.1]HEPTAN-2-OL, 1,7,7-TRIMETHYL-
13.304	13.220	13.355	TIC	13954265	7.95	4585477	7.01	3.04	V	BICYCLO[2.2.1]HEPTAN-2-OL, 1,7,7-TRIMETHYL-
13.375	13.355	13.440	TIC	872025	0.50	34535	0.53	2.53	V	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-
13.510	13.440	13.545	TIC	334587	1.91	1241029	1.90	2.70	V	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.
13.559	13.545	13.630	TIC	956016	0.54	44874	0.69	2.13	V	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-
13.734	13.630	13.800	TIC	155456	0.89	60626	0.93	2.56	V	3-CYCLOHEXENE-1-METHANOL, .ALPHA.,.ALPHA
13.894	13.810	13.965	TIC	225066	1.28	81996	1.25	2.74		(-)-(1S,2R,4R)-BETA-FENCHOL
14.063	13.965	14.135	TIC	124364	0.71	44720	0.68	2.78	V	BICYCLO[3.1.1]HEPT-2-ENE-2-ETHANOL, 6,6-DIM
14.199	14.135	14.225	TIC	104898	0.60	41950	0.64	2.50	V	BICYCLO[3.1.1]HEPT-2-ENE-2-ETHANOL, 6,6-DIM
14.270	14.225	14.350	TIC	490439	2.80	1776103	2.71	2.76	V	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl-,
14.416	14.350	14.515	TIC	631157	3.60	2281544	3.49	2.77	V	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl-,
14.973	14.920	15.030	TIC	602668	0.34	22029	0.34	2.74		trans-Shisool
15.130	15.030	15.185	TIC	260482	1.48	68196	1.04	3.82	V	1-Acetyl-2-(2'-oxo-propyl)-cyclopentane
15.236	15.185	15.305	TIC	223398	1.27	82353	1.26	2.71	V	2-CYCLOHEXEN-1-ONE, 2-METHYL-5-(1-METHYL

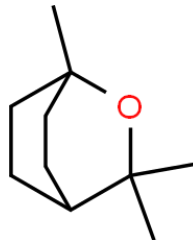
## Chapitre IV : Résultats et discussion

---

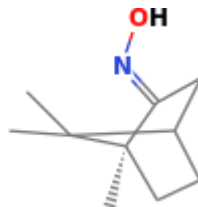
- ❖ L'analyse par CG /SM montre que les composés majoritaires de l'HE obtenus *Rosmarinus officinalis* par l'extraction sont principalement :



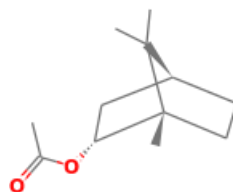
**BICYCLO[3.1.1]HEPT-2-ENE, 2,6,6-TRIMETHYL-  
Eucalyptol**



**Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (1R)-**



**BICYCLO [2.2.1] HEPTAN-2-OL, 1, 7, 7-TRIMETHYL**



## Chapitre IV : Résultats et discussion

---

Au vu de ces résultats, nous constatons que cette huile est riche de : BICYCLO[3.1.1]HEPT-2-ENE, 2,6,6-TRIMETHYL- (6.01%) Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (1R)-(6.71%) ; Eucalyptol(7.07%) ; de BICYCLO[2.2.1]HEPTAN-2-OL, 1,7,7-TRIMETHYL(7.95%).

### V-L'étude de l'activité biologique :

#### 1-L'évaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles :

Les antioxydants naturels sont présents dans l'alimentation; pour la plupart se sont des composés phénoliques qui possèdent au moins un noyau aromatique, contenant un ou plusieurs substituant , en effet cette propriété antioxydante est en relation directe avec la structure de ces molécules(Cosio et al.,2006).Pour tester l'activité antioxydante des H.E et des extraits, nous avons utilisé la méthode au DPPH,dont le DPPH est un radical libre, stable, qui possède une bande d'absorbance à 517 nm, employé pour évaluer l'activité antioxydante des composés pures ou de mélange complexe.

#### a)-HE de menthe :

**Tableau 17 : Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de HE de menthe**

Concentration	5	20	40	60	100
Pourcentage d'inhibition(%)	12. 20	55. 53	73. 66	79. 70	91. 79



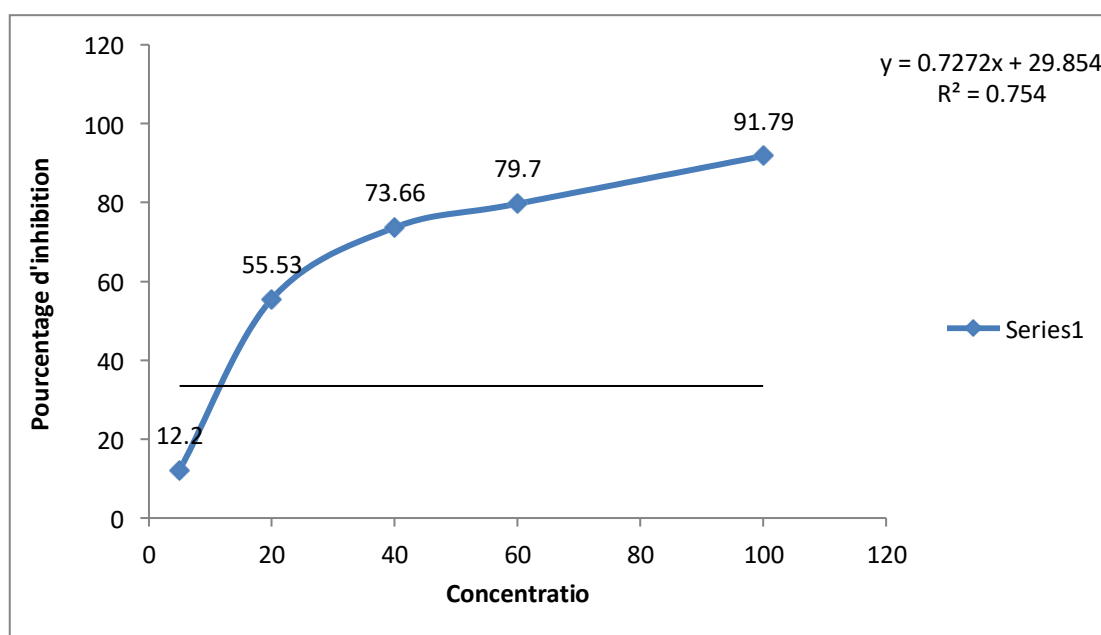
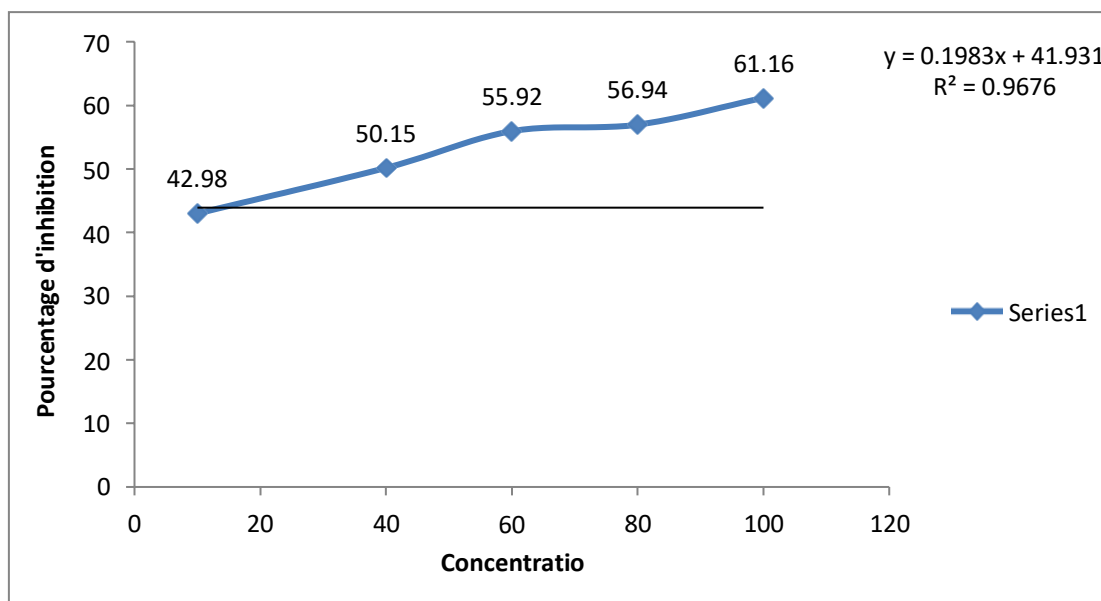


Figure 19 : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration d'HE de *M.viridis.L*

b)-HE de romarin :

Tableau 18 : Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de HE du romarin

Concentration	10	40	60	80	100
Pourcentage d'inhibition(%)	42.98	50.15	55.92	56.94	61.16



**Figure 20 : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration d'HE de *R.officinalis.L***

À partir de ces tableaux et courbes, nous constatons que le pourcentage d'inhibition augmente avec l'augmentation de la concentration aussi bien pour les deux huiles essentielles de *M.viridis.L* et *R.officinalis.L*

Les résultats de l'activité antioxydante montrent que l'extrait de *M.viridis.L* un oxydant plus supérieur que celui du *R.officinalis.L*.

### **2-L'évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles :**

L'activité antimicrobienne de nos huiles essentielles de *M. viridis L* et du *R. officinalis.L* a été faite sur trois bactéries provenant de la collection du laboratoire d'analyse médicale 'HOUTI' par la méthode des aromatogrammes. Le pouvoir antimicrobien est obtenu par la mesure des diamètres des zones d'inhibition en(mm).

Le diamètre de la zone d'inhibition observée autour des disques imprégnés d'HE pure et leurs dilutions après 24 heures d'incubation à 37°C, sont résumés dans le tableau :

En utilisant la méthode de diffusion sur disque dans le milieu de gélose; on constate que toutes les souche testées sont sensibles aux huiles essentielles de *M. viridis L* et du *R. officinalis.L* .

**Tableau 19 : diamètre d'inhibition des souches bactériennes d'HE de menthe**

Dilutions Souches bactériennes	Solution mère	1/2	1/4	1/8	1/16
<i>Escherichia coli</i>	9mm	7m m	6m m	6m m	6mm
<i>Staphylococcus saureus</i>	11mm	9m m	6m m	6m m	6mm
<i>klebsiella pneumoniae</i>	9mm	8m m	7m m	6m m	6mm



staph *Staphylococcus aureus*      *E. Coli*      *klebsiella*

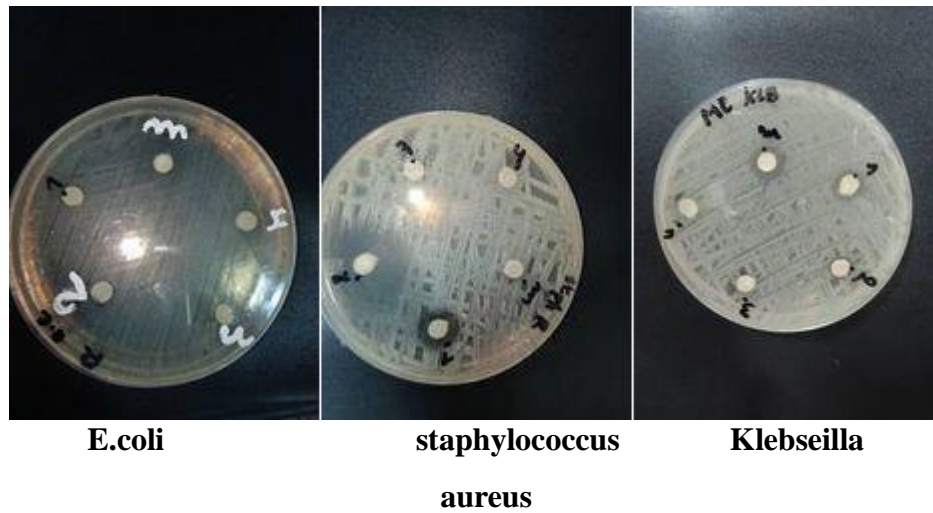
**Figure 21 : effets antimicrobienne des dilutions d'HE de menthe**

Les résultats montrent que l'HE de *M. viridis.L* pure possède une activité antimicrobienne moyenne sur toutes lessouches bactériennes testées :

- Toutes les souches bactériennes étudiées sont sensibles à cette huile essentielle.

**Tableau 20: Diamètre d'inhibition des souches bactériennes de l'HE du Romarin**

Dilutions Souches bactériennes	Solutio n Mère	1/2	1/4	1/8	1/16
<i>Escherichia coli</i>	9mm	6,5mm	6m m	6m m	6mm
<b>Staphylococcus aureus</b>	22mm	13mm	6m m	6m m	6mm
<i>klebsiella pneumoniae</i>	9mm	8mm	7m m	6m m	6mm



**Figure 22 : effets antimicrobienne des dilutions d'HE de romarin**

Les résultats montrent que l'HE de *R. officinalis.L* pure possède une activité antimicrobienne moyenne sur lessouches bactériennes *Escherichia coli* et *klebsiella pneumoniae* et plus élevée sur *Staphylococcus aureus*.

- Toutes les souches bactériennes étudiées sont sensibles à cette huile essentielle.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

- ❖ Les espèces des plantes étudiées au cours de ce travail sont la *Menthe viridis* et *Romarinus officinalis* classées dans la famille des Lamiacées. Les plantes ont été récoltées dans leurs habitats naturels à khemis-miliana et Miliana Wilaya d'Ain Defla - Algérie, durant la période du mois de Mars 2022.
- ❖ Cette étude s'intéresse à l'extraction d'huile essentielle et l'analyse de leurs activités biologiques. Il existe plusieurs méthodes d'extraction à partir des parties aériennes séchées des plantes, nous avons opté pour l'hydro distillation vu les avantages qu'elle présente.
- ❖ Les résultats d'extraction montrent que le rendement d'HE de menthe est de 0.68% , et celui du romarin est de 0.15%.
  
- ❖ Les analyses physico-chimiques des huiles obtenues enregistrent :
  - La densité d'extrait de menthe 0.92 et le romarin 0.95.
  - L'indice de réfraction d'HE de menthe représenté par 1.483 et l'HE du romarin par 1.472.
- ❖ L'analyse par GC/MS a permis d'identifier que note huile essentielles de menthe riche en L-Limonene(19. 23%) ; Eucalyptol(52. 46%) ; Carvotanacetone (7. 32%) , et le romarin riche en L-.alpha.-Pinene(6. 71%) ; Eucalyptol(6. 36%) ; D-Camphor oxime(7. 95%).
- ❖ L'étude d'extraction des huiles essentielles des plantes *Mentha viridis L* et *Rosmarinus officinalis L* Permet de constaté un vaste éventail d'information concernant la nature des huiles extraite et son utilisant thérapeutique et industrielle.



**Références  
bibliographiques**



## Références bibliographique

---

- Abdali M, Chebbour A étude des huiles essentielle de la plante de mentha piperita et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires. (2014).
- Abdellatif El Fadl & Noureddine Chtaina, ' Etude De Base Sur La Culture De La Menthe Au Maroc, 2010.
- Abdellatif El Fadl & Noureddine Chtaina, ' Etude De Base Sur La Culture De La Menthe Au Maroc, 2010.
- Amarowicz R, Pegg RB, Rahimi-Moghaddam P, Barl B, Weil JA. Freeradical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. Food Chem., 84: 551-562. 2004.
- Article d'ifood TV en anglais sur les allergies
- Ben Ramdane, H. Mouloudj. « Extraction et activité biologique des huiles essentielles de Lavandula stoechas ». Mémoire de Master. Université de Ain Defla(Algérie), 2019.
- Benayad, N. Évaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines. Extraction de métabolites secondaires des champignons endophytiques isolés de plantes Marocaines et activité anticancéreuse. Doctorat en chimie organique. Univ Mohammed V. Rabah. (2008).
- Benini C. Contribution à l'étude de la diversification de la production des huiles essentielles aux Comores. Mémoire d'ingénieur. Université Gembloux, pp109. (2007).
- Bouhdid S., Idaomar M., Zhiri A., Baudoux D., Skali N.S. et Abrini J., 2006. Thymus essential oils: chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities. Congrès international de biochimie, Agadir, Maroc, 09-12 Mai 2006.
- Bruneton J. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Techniques et Documentons. 2eme Ed. Lavoisier. Paris-France. (1993).
- Bruneton J. Pharmacognosie et phytochimie, médicinal plantes Paris, Lavoisier. (1999).
- Burits M., & Bucar F. Antioxidant Activity Of Nigella Sativa Essential Oils .Phytotherapy Research, 14, 323-328. (2000)
- Canda F., Unlu M.T.B., Daferera, Daferera D., Polissiou M., Sokmen A., & Akpulat A. Antioxidant and Antimicrobial Activity of Essential Oil and Methanol Extracts Of Achillea Millefolium Subsp. Millefolium Afan. (Asteraceae). Journal Of Ethnopharmacology 87, 251-220. (2003).
- Chabert G. myrtacées et aromathérapie [thèse]. Faculté de pharmacie de Grenoble, Université Joseph Fourier, 2013.
- Chemistry and Biodiversity, 8, 300–310. DOI: 10.1002/cbdv.201000088. 2011.

## Références bibliographique

---

- El abed. D et Kambouche. N ; « Les huiles essentielles » ; Edition Dar El Gharb ; Oran ; 2003.
- Ettatyebi K., El Yamani J. , Et Rossi-Hassani B.D. Synergistic Effects Of Nisin And Thymol on Antimicrobial Activities In *Listeria Monocytogenes* And *Bacillus Subtilis*. *Fems Microbiology Letters*, pp: 191-195. (2000)
- Ettatyebi K., El Yamani J. , Et Rossi-Hassani B.D. Synergistic Effects Of Nisin And Thymol on Antimicrobial Activities In *Listeria Monocytogenes* And *Bacillus Subtilis*. *Fems Microbiology Letters*, pp: 191-195. (2000)
- Favier A. Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique* 108-250. (2003).
- Franchomme P. et Pénoël D. L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Roger Jollois Éditeur, France, 1990.
- Garnero J. Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur analyse et leur normalisation. Ed. Encyclopédie des médecines naturelles. Paris. France. pp 2-20. 1991.
- Garnero, J. Huiles essentielles. Dossier : K345. Base documentaire : Constantes physico-chimiques. vol. papier n°: K2. (1996).
- Gulçin I, Beydemir S., Sat I. G., Kufrevioglu., O. I., 2005c. Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (*Cornus mas* L.). *Acta Aliment Hung.*, 34: 193-202.
- Lagreb. H, extraction, caractérisation des huiles essentielles du
- H'RECHARD. J. L MULTON , les aromes alimentaires Tec et doc-Lavoisier,1992.
- Hellal Zohra. Contribution à l'étude des propriétés antimicrobiennes. (2010)
- I.Touati, Z. Mahmoudi, Contribution à l'étude de l'effet des huiles essentielles de *Mentha piperita* et de *Thymus numidicus* sur la croissance de l'oïdium sur les cultures maraichères, Mémoire, Université M'Hamed Bougara de Boumerdès, Algérie Belaiche P. traité de phytothérapie et d'aromathérapie, l'aromatogramme .Maloine tome1, Paris. (1979).
- Khaldi A., Meddah B., Moussaoui A., Benmehdi H. Screening phytochimique et effet antifongique de certains extraits de plantes sur le développement in vitro des moisissures. *European Journal of Scientific Research* 80(3): 311-321.(2012).
- McKay DL, Blumberg JB, A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita* L.), *Phytiatrics*. 2006 Aug;20(8):619-33
- Messaoud, C., Boussaid, M. *Myrtus communis* berry color morphs: A comparative analysis of essential oils, fatty acids, phenolic compounds, and antioxidant activities.
- Monographie "Plants for a future" *Mentha piperita*
- Moutinho C. Antispasmodic activity of aqueous extracts from *Mentha piperita* native from

## Références bibliographique

---

Trás-osMontes region (Portugal). *International Journal of Indigenous Medicinal Plants* 29(1): 1167-1174. (2013).

Oussalah, M ,caillet, S. Saucier , L. and Iacox , M. Inhibitory effects of selected plant essential oils on four pathogen bacteria growth: *E. coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*. 18 vol (5), p: 414-420. (2007).

- Ormeno.E et Fernandez.C et Mévy.J; « Plant coexistence alters terpene emission and content of mediterranean species-Phytochemistry »; 2007 ; Vol. 68 ; pp 840-852
- Sanchez-Moreno C. Review: Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems. *Food Science and Technology International* 8: 121- 137. (2002).
- Seenivasan Prabuseenivasan, Manickam Jayakumar et Savarimuthu Ignacimuthu, In vitro antibacterial activity of some plant essential oils, *Complementary and Alternative Medicine*, 2006, 6:39
- Source : Beloued (2014)
- Stashenko, E.E.; Jaramillo, B.E.; Martínez, J.R., Comparación de la composición química y de la actividad antioxidante in vitro de los metabolitos secundarios volátiles de plantas de la familia verbenaceae, *Rev. Acad. Colomb. Cienc.Exactas Fis. Nat.*, 2003, 27, 105, 579-597.
- Stashenko, E.E.; Jaramillo, B.E.; Martínez, J.R., Comparación de la composición química y de la actividad antioxidante in vitro de los metabolitos secundarios volátiles de plantas de la familia verbenaceae, *Rev. Acad. Colomb. Cienc.Exactas Fis. Nat.*, 2003, 27, 105, 579-597.
- *Saccocalyxatureioi des et thumus FONTANESII* , mémoire d'ingénieur d'état.
- Tepe B., Daferera,D.,Sokmen A.,Sokmen, M.,&Polissiou,M. Antimicrobial And Antioxidant Activities Of The Essential Oil And Various Extracts Of *Salvia Tomentosa* Miller (Lamiaceae).*Food Chemistry* ,9(3), 333-340. (2005).
- Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Faculté des Sciences et Techniques, B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES, pp 8-14.
- Yuerdon,M. la médecine naturelle au service de votre beauté et santé,2-3,Édition suisse. (2004).
- Yvan T., *Pharmacologie* 8ème Edit. Masson. Paris-Milan-Barcelone ; 388 p. (1997)
- Zeghad N.Étude de contenu polynolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*thymus vulgaris*, *Rosamariuns officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne.Universite Mentouri Constantine (2009).

## Références bibliographique

---

- <http://dspace.univ-km.dz/jspui/bitstream/123456789/2965/1/menthe.pdf>
- <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.2656.html>
- <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01379512/document>
- <https://fr.puressentiel.com/blogs/conseils/comment-bien-choisir-ses-huiles-essentielles>
- <https://mieux-se-connaître.com/2017/10/menthe-douce/>
- <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/12223113#section=2D-Structure>
- <https://sante-medecine.journaldesfemmes.fr/forum/>
- <https://theses.univ-oran1.dz/document/13201224t.pdf>
- <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=5989-54-8>
- <https://www.compagnie-des-sens.fr/huile-essentielle-menthe-verte/>
- <https://www.epices-fuchs.fr/epice/romarin/>
- <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/botanique-romarin-7692/>
- [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=32677#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=32677#null)
- <https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/HuilesEssentielles/Fiche.aspx?doc=huile-essentielle-menthe-verte>
- <https://www.santemagazine.fr/medecines-alternatives/approches-naturelles/huiles-essentielles/huile-essentielle-de-romarin-rosmarinus-officinalis-177085>
- <https://www.vidal.fr/parapharmacie/phytotherapie-plantes/romarin-rosmarinus-officinalis.html>
- <https://www.voshuiles.com/huiles-essentielles/90-huile-essentielle-de-menthe-verte.html>
- [https://www.wikiwand.com/fr/Chromatographie\\_en\\_phase\\_gazeuse-spectrom%C3%A9trie\\_de\\_masse](https://www.wikiwand.com/fr/Chromatographie_en_phase_gazeuse-spectrom%C3%A9trie_de_masse)
- [file:///C:/Users/CHOKRI/Downloads/20220615\\_175044.pdf](file:///C:/Users/CHOKRI/Downloads/20220615_175044.pdf)

➤ **Les appareillages utilisés**

<b>Appareillages</b>
----------------------

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Balance de précision.</li><li>• Chauffe ballon.</li><li>• Clévenger.</li><li>• Micropipettes.</li><li>• Plaque chauffante.</li><li>• Spectrophotomètre de masse.</li><li>• CG/SM.</li><li>• Spectrophotomètre IR.</li><li>• Les boites pitres.</li><li>• Les disc (d=6mm).</li></ul> |
|--|