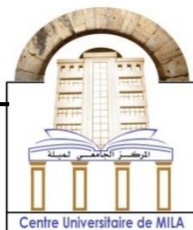


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref : .....

**Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila**

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de  
Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie Végétale

Thème :

**Enquête ethnobotanique et étude de l'activité  
antibactérienne des huiles essentielles du laurier  
(*Laurus nobilis* L.) et du thym (*Thymus vulgaris* L.)**

Présenté par :

- KHERIEF GHADA
- ZITOUNI MANAR

Devant le jury :

Président : Dr. SAHLI M	MCB	C.U de Mila
Examinatrice : Dr. BOUDRAA W	MCB	C.U de Mila
Promotrice : Dr. NOUICHI S	MCB	C.U de Mila

**Année Universitaire : 2022/2023**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## **Remerciements**

*Nous tenons tout d'abord à exprimer nos sincères remerciements à Dieu, le Tout-Puissant, qui a tracé le chemin de nos vies et nous a accordé la volonté et la patience nécessaires pour mener à bien ce mémoire.*

*Nous souhaitons également exprimer notre profonde gratitude à notre promotrice,*

***Dr Nouichi Siham** pour nous avoir encadrées et dirigées dans ce travail, ainsi que pour sa disponibilité, ses conseils et le temps précieux qu'elle nous a accordés.*

*Nos plus vifs remerciements vont également aux membres du jury.*

*Nous remercions tout particulièrement le président **Dr. Sahli Mohammed** pour l'honneur d'avoir présidé le jury.*

*L'examinatrice **Dr. Boudraa Wahiba** qui a accepté de juger ce travail.*

*Nous valorisons hautement leurs contributions et leur engagement, et nous leur exprimons notre sincère reconnaissance. Nous tenons à remercier tous les membres du jury pour leurs remarques, suggestions et critiques constructives, qui contribueront sans aucun doute à enrichir le contenu de ce travail.*

*Nous exprimons notre gratitude envers le **Dr. Mirouh** pour son précieux soutien, ainsi qu'à Mme **Yahia Imane** travailleurs. Que Dieu vous bénisse tous.*

*Nos plus vifs remerciements les ingénieurs des laboratoires pédagogiques*

*Un grand merci s'adresse également à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail. Nous remercions tous nos enseignants qui nous ont accompagnés tout au long de nos études. Nous vous prions d'accepter l'expression de nos sentiments très respectueusement dévoués.*

**Ghada et Manar**

## **Dédicace**

*Je suis reconnaissant envers le Tout-Puissant d'avoir reçu le courage, la confiance et la santé nécessaires pour poursuivre mes études et atteindre ce niveau. Je dédie humblement ce travail à :*

*À mon père : **Mesbah** je tiens à te remercier pour ton soutien moral inconditionnel jusqu'à ce jour. Ce travail que j'ai accompli est aussi le tien, car il est le résultat de tes efforts. Je prie pour que le Tout-Puissant te gratifie d'une longue vie afin que tu puisses voir tes espoirs se concrétiser.*

*À ma mère : **Farida** tu es ma source d'inspiration et mon exemple de courage et d'ambition. Ta patience m'a toujours donné la force d'aller de l'avant.*

*Mes chers parents, aucune dédicace ne peut suffire à exprimer tout le respect, l'amour éternel et la considération que j'ai pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et mon bien-être. Je vous remercie pour votre soutien, votre confiance et l'amour que vous me portez chaque jour, et j'espère pouvoir un jour vous rendre un peu de ce que vous avez fait pour moi.*

*À mes frères : **Yahia, Abderrahmane, Ishak.***

*À ma grand-mère : **Yemmouna**, que Dieu leur accorde une longue vie.*

*À toute ma famille*

*À mon binôme : **Manar**, je vous remercie pour les moments qui resteront gravés dans nos mémoires.*

*À mes amis, à tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin, à tous ceux qui m'aiment.*

**Ghada**

## **Dédicace**

*Je suis reconnaissant envers le Tout-Puissant d'avoir reçu le courage, la confiance et la santé nécessaires pour poursuivre mes études et atteindre ce niveau. Je dédie humblement ce travail à :*

*À ma mère : **Sihem**, tu es ma source d'inspiration et mon exemple de courage et d'ambition. Ta patience m'a toujours donné la force d'aller de l'avant.*

*À mon père : **Saïd**, je tiens à te remercier pour ton soutien moral inconditionnel jusqu'à ce jour. Ce travail que j'ai accompli est aussi le tien, car il est le résultat de tes efforts. Je prie pour que le Tout-Puissant te gratifie d'une longue vie afin que tu puisses voir tes espoirs se concrétiser.*

*Mes chers parents, aucune dédicace ne peut suffire à exprimer tout le respect, l'amour éternel et la considération que j'ai pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et mon bien-être. Je vous remercie pour votre soutien, votre confiance et l'amour que vous me portez chaque jour, et j'espère pouvoir un jour vous rendre un peu de ce que vous avez fait pour moi.*

*À mes frères : **Amine, Mestafa Achraf, Jihad.***

*À mes sœurs : **Aya, Rawan.***

*À mon grand-père : **Errachdi** que Dieu leur accorde une longue vie.*

*À toute ma famille*

*À mon binôme : **Ghada**, je vous remercie pour les moments qui resteront gravés dans nos mémoires.*

*À mes amis, à tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin, à tous ceux qui m'aiment.*

**Manar**

## Résumé

Notre étude a pour objet l'évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles du laurier noble (*Laurus nobilis* L.) et du thym (*Thymus vulgaris* L.). Pour ce faire, l'extraction de ces huiles a été réalisée par hydrodistillation. Ensuite, la méthode d'aromatogramme a été utilisée pour évaluer l'efficacité des deux HEs sur six souches bactériennes dont quatre souches étaient Gram négatif et deux souches étaient Gram positif. La même méthode a été utilisée pour déterminer l'effet de l'association entre ces huiles et deux antibiotiques à large spectre. L'activité antibactérienne des phases volatiles des deux huiles a été également évaluée grâce à la technique de micro-atmosphère tandis que les concentrations minimales inhibitrices et bactéricides des deux huiles ont été déterminées par la méthode de micro-dilution en milieu liquide

Les rendements en huiles essentielles des feuilles de ces deux plantes, *Laurus nobilis* L. et *Thymus vulgaris* L., étaient respectivement à 0,36% et 0,69%. Les résultats obtenus montrent des activités antibactériennes variables d'une huile à l'autre et d'une souche bactérienne à l'autre. L'HE de *Thymus vulgaris* L. avait la plus forte action antibactérienne contre *Bacillus subtilis* avec une zone d'inhibition de 38 mm. En ce qui concerne l'HE de *Laurus nobilis* L. elle a également démontré une forte activité contre la même bactérie avec une zone d'inhibition de 19 mm.

La phase volatile de l'HE du *Thymus vulgaris* L. était efficace sur les six souches testées. Tandis que celle du *Laurus nobilis* L. n'a montré aucun effet. Les résultats de l'association HEs/ATBs n'ont pas permis de tirer des conclusions sur leurs effets. Les concentrations minimales inhibitrices variaient entre 0,39 et 0,78 % pour *Thymus vulgaris* L. et 0,39 % pour *Laurus nobilis* L. Le rapport CMB/CMI pour *Thymus vulgaris* L. indique que son HE possède une substance bactéricide active contre les six souches mentionnées. De même, *Laurus nobilis* L. présente une substance bactéricide contre *Bacillus subtilis* et une action bactériostatique contre *Staphylococcus aureus*.

Les résultats de cette étude montrent que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. est plus efficace contre les souches testées que l'huile extraite des feuilles de *Laurus nobilis* L. Cependant, il est important de souligner que les activités des huiles essentielles peuvent varier en fonction des souches bactériennes testées, ce qui indique qu'il est nécessaire de mener d'autres études pour évaluer leur efficacité sur un éventail plus large de souches bactériennes.

**Mots clés :** *Laurus nobilis* L., *Thymus vulgaris* L., activité antibactérienne, CMI, CMB.

## Abstract

Our study aims to evaluate the antibacterial activity of laurel (*Laurus nobilis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oils. To achieve this, these oils were extracted using hydrodistillation. The aromatogram method was then used to assess the efficacy of both EOs on six bacterial strains, including four Gram-negative and two Gram-positive strains. The same method was employed to determine the effect of the combination of these oils with two broad-spectrum antibiotics. The antibacterial activity of the volatile phases of both oils was also evaluated using the microatmosphere technique. The minimum inhibitory and bactericidal concentrations of the two oils were determined through the microdilution method in liquid medium. The essential oil yields from the leaves of these two plants, *Laurus nobilis* L. and *Thymus vulgaris* L. were 0.36% and 0.69% respectively. The obtained results demonstrate varying antibacterial activities between oils and bacterial strains. *Thymus vulgaris* L. EO exhibited the strongest antibacterial action against *Bacillus subtilis* with an inhibition zone of 38 mm. Regarding *Laurus nobilis* L. EO, it also displayed significant activity against the same bacteria with an inhibition zone of 19 mm. The volatile phase of *Thymus vulgaris* L. essential oil was effective against all six tested strains, while the volatile phase of *Laurus nobilis* L. showed no effect. The results of the combination of essential oils and antibiotics did not allow for conclusive observations regarding their effects. The minimum inhibitory concentrations ranged from 0.39% to 0.78% for *Thymus vulgaris* L., and 0.39% for *Laurus nobilis* L. The CMB/CMI ratio for *Thymus vulgaris* L. indicates that its essential oil possesses a bactericidal effect against the aforementioned six strains. Similarly, *Laurus nobilis* L. exhibits a bactericidal effect against *Bacillus subtilis* and a bacteriostatic action against *Staphylococcus aureus*. The results of this study demonstrate that *Thymus vulgaris* L. essential oil is more effective against the tested strains than the oil extracted from *Laurus nobilis* L. leaves. However, it is important to note that the activities of essential oils may vary depending on the tested bacterial strains, indicating the necessity for further studies to evaluate their efficacy on a wider range of bacterial strains.

**Keywords:** *Laurus nobilis* L., *Thymus vulgaris* L., antibacterial activity, CMI, CMB.

## ملخص

يهدف عملنا إلى تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للزيوت الأساسية للرندي (*Laurus nobilis* L.) والزعيترة (*Thymus vulgaris* L.)، تم استخراج هذه الزيوت باستخدام تقنية التقطير المائي، ثم تم استخدام طريقة الأروماتوجرام لتقييم فعالية المركبين على ست سلالات بكتيرية، منها أربع سلالات سلبية الغرام واثنان موجبة للغرام. تم استخدام نفس الطريقة لتحديد تأثير جمع الزيتين مع مضادين حيويين ذو طيف استعمال واسع. تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للقسم الغازي للزيتين باستخدام تقنية الميكروأتموسفير، في حين تم تحديد تراكيز التثبيط والقتل للزيتين باستخدام طريقة الحجم الصغير في الوسط السائل. كانت نسبة زيوت الأساسية لأوراق هاتين النباتين، الرندي والزعيترة، على التوالي ب 0.36% و 0.69%. أظهرت النتائج نشاطات مضادة للبكتيريا متفاوتة بين الزيتين وبين السلالات البكتيرية. كان للزيت العطري للزعيترة أعلى تأثير مضاد للبكتيريا ضد بكتيريا الباسيلوس سبتيليس مع منطقة تثبيط قدرها 38 ملم. بالنسبة لزيت الرندي، أظهر أيضاً نشاطاً قوياً ضد نفس البكتيريا بمنطقة تثبيط قدرها 19 ملم. يمتلك القسم الغازي للزعيترة تأثيراً فعالاً على السلالات الست المجربة، بينما لم يظهر الجزء الغازي لزيت الرندي أي تأثير. لم تمكن نتائج تركيبات الزيتين/المضادات الحيوية من استنتاج أثرها. وتراوحت التراكيز الدنيا للتثبيط بين 0.39 و 0.78% للزعيترة و 0.39% للرندي. تشير نسبة القتل / التثبيط للزعيترة إلى أن زيتة يحتوي على مركب قاتل للبكتيريا نشط على السلالات الست المذكورة. بالمثل، يحتوي زيت الرندي على مادة قاتلة للبكتيريا ضد الباسيلوس سبتيليس وتأثير مثبط ضد الستافيلوكوكيس. تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن زيت الزعيترة العطري أكثر فعالية ضد السلالات المجربة من زيت أوراق الرندي. ومع ذلك، من المهم أن نلاحظ أن فعالية الزيوت العطرية قد تختلف اعتماداً على السلالات البكتيرية المختبرة، مما يشير إلى أهمية إجراء دراسات أخرى لتقييم فعاليتها على مجموعة واسعة من السلالات البكتيرية.

**الكلمات المفتاحية:** الرندي، الزعيترة، نشاط مضاد للبكتيريا، التركيز الأدنى المثبط، التركيز

الأدنى القاتل



## Liste des tableaux

	<b>Page</b>
<b>Tableau n° 01</b> : Organes de certaines plantes riches en huiles essentielles	<b>08</b>
<b>Tableau n° 02</b> : Présentation des noms populaires de <i>Laurus nobilis</i> L.	<b>26</b>
<b>Tableau n° 03</b> : La classification botanique de <i>Laurus nobilis</i> L.	<b>29</b>
<b>Tableau n° 04</b> : Présentation des noms populaires de <i>Thymus vulgaris</i> L.	<b>33</b>
<b>Tableau n° 05</b> : La classification botanique de <i>Thymus vulgaris</i> L.	<b>36</b>
<b>Tableau n° 06</b> : Les souches bactériennes testé.	<b>44</b>
<b>Tableau n° 07</b> : Tableau descriptif des milieux de culture utilisés.	<b>46</b>
<b>Tableau n° 08</b> : présentation des rendements moyens de <i>Laurus nobilis</i> L. et de <i>Thymus vulgaris</i> L.	<b>68</b>
<b>Tableau n° 09</b> : présentation de PH de <i>Laurus nobilis</i> L. et de <i>Thymus vulgaris</i> L.	<b>69</b>
<b>Tableau n° 10</b> : Propriétés organoleptiques des huiles essentielles extraites	<b>70</b>
<b>Tableau n° 11</b> : Densité des huiles essentielles des plantes étudiées ( <i>Laurus nobilis</i> L. et <i>Thymus vulgaris</i> L.)	<b>70</b>
<b>Tableau n° 12</b> : Résultat de l'antibiogramme des souches testées.	<b>71</b>
<b>Tableau n° 13</b> : Résultats du test du micro-atmosphère des huiles essentielles	<b>75</b>
<b>Tableau n° 14</b> : Résultats de l'association <i>Laurus nobilis</i> L./chloramphénicol	<b>76</b>
<b>Tableau n° 15</b> : Résultats de l'association <i>Laurus nobilis</i> L./gentamycine	<b>76</b>
<b>Tableau n° 16</b> : Résultats de l'association <i>Thymus vulgaris</i> L./chloramphénicol	<b>77</b>
<b>Tableau n° 17</b> : Résultats de l'association <i>Thymus vulgaris</i> L./ gentamycine	<b>78</b>
<b>Tableau n° 18</b> : Concentration minimale inhibitrice (CMI) et concentration minimale	<b>79</b>

## Liste des figures

	<b>Page</b>
<b>Figure n° 01</b> : Structure chimique de quelques composé terpéniques	<b>10</b>
<b>Figure n° 02</b> : structure chimique de quelques composés aromatiques	<b>11</b>
<b>Figure n° 03</b> : Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation.	<b>13</b>
<b>Figure n° 04</b> : Montage d'entraînement à la vapeur d'eau	<b>14</b>
<b>Figure n° 05</b> : Appareillage utilisé pour l'Hydro-diffusion	<b>15</b>
<b>Figure n° 06</b> : Sites d'action antibactérienne des huiles essentielles	<b>21</b>
<b>Figure n° 07</b> : L'arbre de <i>Laurus nobilis</i> L.	<b>25</b>
<b>Figure n° 08</b> : Laurier noble ou <i>Laurus nobilis</i> L.	<b>26</b>
<b>Figure n° 09</b> : Les feuille de <i>Laurus nobilis</i> L.	<b>27</b>
<b>Figure n° 10</b> : Les fleurs et l'inflorescence de <i>Laurus nobilis</i> L.	<b>28</b>
<b>Figure n° 11</b> : Les fruits de <i>Laurus nobilis</i> L.	<b>28</b>
<b>Figure n° 12</b> : Distribution géographique <i>Laurus nobilis</i> L.	<b>30</b>
<b>Figure n° 13</b> : <i>Thymus vulgaris</i> L.	<b>33</b>
<b>Figure n° 14</b> : Les feuilles de <i>Thymus vulgaris</i> L.	<b>34</b>
<b>Figure n° 15</b> : Les fleurs de <i>Thymus vulgaris</i> L.	<b>35</b>
<b>Figure n° 16</b> : Les tiges de <i>Thymus vulgaris</i> L.	<b>35</b>
<b>Figure n° 17</b> : Distribution géographique de thym dans le monde	<b>37</b>
<b>Figure n° 18</b> : Localisation géographique de la wilaya de Mila	<b>41</b>
<b>Figure n° 19</b> : Communes concernées par l'enquête ethnobotanique	<b>42</b>
<b>Figure n° 20</b> : Les feuilles de <i>Laurus nobilis</i> L. (photo personnelle)	<b>43</b>
<b>Figure n° 21</b> : Les feuilles de <i>Thymus vulgaris</i> L. (photo personnelle)	<b>43</b>
<b>Figure n° 22</b> : Appareil d'hydrodistillation de type Clevenger (Photo personnelle).	<b>46</b>
<b>Figure n° 23</b> : Détermination de la densité optique de la suspension bactérienne par spectrométrie uv-visible	<b>49</b>
<b>Figure n° 24</b> : Méthode de diffusion par disque	<b>51</b>

<b>Figure n° 25</b> : Illustration de la méthode atmosphère sur boîte de pétri	<b>52</b>
<b>Figure n° 26</b> : Méthode de détermination de la CMI par une micro dilution sur microplaque.	<b>54</b>
<b>Figure n° 27</b> : Répartition des interrogées selon leur milieu de vie.	<b>55</b>
<b>Figure n° 28</b> : Répartition des individus interrogés selon le sexe.	<b>55</b>
<b>Figure n° 29</b> : Répartition des interrogées selon les tranches d'âge.	<b>56</b>
<b>Figure n° 30</b> : Répartition des personnes interrogées selon leur niveau intellectuel.	<b>56</b>
<b>Figure n° 31</b> : Pourcentage des professions.	<b>57</b>
<b>Figure n° 32</b> : Pourcentage d'utilisation des plantes aromatiques ou des produits dérivés	<b>58</b>
<b>Figure n° 33</b> : Critères sociodémographiques des individus utilisant les plantes aromatiques ou leurs dérivés	<b>58</b>
<b>Figure n° 34</b> : Pourcentage des types de produits achetés.	<b>60</b>
<b>Figure n° 35</b> : Lieux d'achat des HE.	<b>61</b>
<b>Figure n° 36</b> : Représentation des connaissances sur des conditions de conservation des HE.	<b>62</b>
<b>Figure n° 37</b> : Répartition des interrogées selon le mode d'utilisation des huiles essentielles.	<b>63</b>
<b>Figure n°38</b> : Pourcentage des personnes utilisant <i>Lauris nobilis</i> L.	<b>63</b>
<b>Figure n°39</b> : Pourcentage de fins d'utilisation de <i>Lauris nobilis</i> L.	<b>64</b>
<b>Figure n°40</b> : Taux d'utilisation des différentes la partie utilisée de <i>Lauris nobilis</i> L.	<b>65</b>
<b>Figure n°41</b> : Pourcentage de l'utilisation d'huile essentielle de <i>Lauris nobilis</i> L.	<b>65</b>
<b>Figure n°42</b> : Taux d'utilisation du <i>Thymus vulgaris</i> L.	<b>66</b>
<b>Figure n°43</b> : Pourcentage de fins d'utilisation de <i>Thymus vulgaris</i> L.	<b>66</b>
<b>Figure n°44</b> : Eléments du <i>Thymus vulgaris</i> L. utilisés dans la région d'étude	<b>67</b>
<b>Figure n°45</b> : Rendements moyens d'huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i> L. et du <i>Thymus vulgaris</i> L.	<b>69</b>
<b>Figure n°46</b> : Les huiles essentielle extrait (photo personnelle ).	<b>70</b>

<b>Figure n°47</b> : Photographie montrant résultat de l'antibiogramme de deux souches testées.	<b>74</b>
<b>Figure n°48</b> : Action micro-atmosphère de l'HE de <i>Laurus nobilis</i> L. et <i>Thymus vulgaris</i> L. sur <i>Staphylococcus aureus</i> .	<b>75</b>
<b>Figure n°49</b> : Photographie montrant résultat de CMI ( <i>Lauris nobilis</i> L. et <i>Thymus vulgaris</i> L.)	<b>79</b>
<b>Figure n°50</b> : Photographie montrant résultat de CMB.	<b>80</b>

## Liste des abreviations

**AFNOR** : Association française de normalisation.

**L** : Linné

**BHT** : Butyl hydroxy toluène.

**BHA** : Beta Hydroxy Acide.

**°C**: Degré Celsius.

**DMSO** : Diméthylsulfoxyde

**ATCC**: American Type Culture Collection.

**h** : heure

**S** : seconde

**ml** : millilitre

**mm** : millimètre

**NaCl** : Chlorure de Sodium

**µL** : microlitre

**g** : gramme

**R** : Rendement

**M** : Masse

**pH** : Potentiel hydrogène

**CMI** : Concentration minimale inhibitrice.

**CMB** : Concentration minimale bactéricide

**HE(s)** : Huile(s) essentielle (s)

**nm** : Nanomètre

**FAO** : Food and Agriculture Organisation

**AFSSA** : Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Produits de Santé.

**UFC** : Unité formant colonie

**DO** : Densité optique.

**MH** : Mueller Hinton.

**GN** : Gélose nutritive.

**BMH** : Bouillon Muller-Hinton

**BN** : Bouillons nutritif.

**ATB** : Antibiotique.

**%** : Pourcentage

## Table des matières

	Page
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Introduction générale	01
<b>Partie bibliographique</b>	04
<b>Chapitre I : Généralités sur les huiles essentielles</b>	05
<b>1. Historique</b>	06
<b>2. Définition</b>	06
<b>3. Etat naturel et répartition</b>	07
<b>3.1. Répartition</b>	07
<b>3.2. Rendement en huile essentielle</b>	08
<b>4. Composition chimique des huiles essentielles</b>	08
<b>4.1. Les terpénoïdes</b>	09
<b>4.1.1. Les monoterpénoïdes</b>	09
<b>4.1.2. Les sesquiterpènes</b>	10
<b>4.2. Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane</b>	10
<b>4.3. Composés d'origines diverses</b>	11
<b>5. Facteurs de variabilité de la composition chimique des huiles essentielles</b>	11
<b>6. Les méthodes d'extraction</b>	12
<b>6.1. L'hydrodistillation</b>	12
<b>6.2. L'entraînement à la vapeur d'eau</b>	12
<b>6.3. L'hydro-diffusion</b>	13
<b>6.4. L'extraction à froid</b>	15
<b>6.5. L'extraction par fluide à l'état supercritique</b>	15
<b>6.6. L'extraction par solvant</b>	16
<b>7. Conservation des huiles essentielles</b>	17

<b>8. Les propriétés physico-chimique des huiles essentielles</b>	17
<b>9. Toxicité des huiles essentielle</b>	18
<b>10. Les activités biologiques des huiles essentielles</b>	19
<b>10.1. L'activité antifongique</b>	19
<b>10.2. L'activité antiparasitaire</b>	19
<b>10.3. Activités anti-inflammatoires</b>	19
<b>10.4. L'activité antioxydante</b>	20
<b>10.5. Activité anti-pesticide</b>	20
<b>10.6. L'activité antibactérienne</b>	20
<b>11. Mécanismes d'activité antibactérienne des huiles essentielles</b>	21
<b>12. Domaines d'application des huiles essentielles</b>	22
<b>12.1. Utilisation dans l'industrie alimentaire</b>	22
<b>12.2. Utilisation dans l'industrie cosmétique</b>	23
<b>12.3. Utilisation dans l'agriculture</b>	23
<b>12.4. Utilisation dans le domaine médical et pharmaceutique</b>	23
<b>Chapitre II : Etude botanique des plantes étudiées</b>	24
<b>1. Laurier noble (<i>Laurus nobilis</i> L.)</b>	25
<b>1.1. Description générale de plante</b>	26
<b>1.2. Les feuilles du <i>Laurus nobilis</i> L.</b>	27
<b>1.3. L'écorce et les tiges</b>	28
<b>1.4. Les fleurs et l'inflorescence</b>	28
<b>1.5. Les fruits</b>	28
<b>1.6. Classification botanique</b>	29
<b>1.7. Reproduction</b>	30
<b>1.8. Répartition géographique</b>	30
<b>1.9. Le climat</b>	31
<b>1.10. La nature du sol</b>	31
<b>1.11. Récolte</b>	31
<b>1.12. Conservation</b>	31
<b>1.13. Domaines d'utilisation</b>	31
<b>1.13.1. Phytothérapie</b>	32
<b>1.13.2. Décorations</b>	32

<b>1.13.3. Cosmétique</b>	32
<b>1.13.4. Secteur alimentaire</b>	32
<b>2. Thym à thymol (<i>Thymus vulgaris</i> L.)</b>	33
<b>2.1. Caractérisation botanique et morphologique</b>	34
<b>2.2. Les feuilles</b>	34
<b>2.3. Les fleurs et l'inflorescence</b>	35
<b>2.4. Les tiges</b>	35
<b>2.5. Les fruits</b>	36
<b>2.6. Classification botanique</b>	36
<b>2.7. Reproduction</b>	36
<b>2.8. Répartition géographique</b>	36
<b>2.9. En Algérie</b>	37
<b>2.10. La Culture</b>	37
<b>2.11. Le climat</b>	37
<b>2.12. Domaines d'utilisation</b>	38
<b>2.12.1. Médecine traditionnelle</b>	38
<b>2.12.2. Dans l'alimentation</b>	38
<b>Partie expérimentale</b>	39
<b>1. Objectif de travail</b>	40
<b>2. Description de la zone d'étude</b>	40
<b>3. Enquête ethnobotanique</b>	41
<b>3.1. Lieux de l'enquête</b>	41
<b>3.2. Fiche de l'enquête</b>	42
<b>4. Matériel</b>	43
<b>4.1. Matériel biologique</b>	43
<b>4.1.1. Matériel végétal</b>	43
<b>4.2. Matériel bactériologique</b>	44
<b>4.2.1. Description des souches testées</b>	44
<b>a) <i>Escherichia coli</i></b>	44
<b>b) <i>Pseudomonas aeruginosa</i></b>	44
<b>c) <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>Spizizenii</i></b>	45
<b>d) <i>Staphylococcus aureus</i></b>	45
<b>e) <i>Salmonella enterica</i></b>	45



<b>4.3. Matériel du laboratoire</b>	45
<b>4.3.1. Matériel d'extraction</b>	45
<b>4.3.2. Réactifs et milieux de culture</b>	46
<b>4.3.3. Les disques antibiotiques</b>	47
<b>4.3.4. Matériel et équipement du laboratoire</b>	47
<b>5. METHODES</b>	47
<b>5.1. Extraction des huiles essentielles</b>	47
<b>5.1.1. Calcul du rendement de l'extraction</b>	48
<b>5.1.2. Densité relative</b>	48
<b>5.1.3. Mesure du Ph</b>	48
<b>5.2. Etude de l'activité antibactérienne des huiles du <i>Lauris nobilis</i> L. et du <i>Thymus vulgaris</i> L.</b>	49
<b>5.2.1. Préparation des disques</b>	49
<b>5.2.2. Préparation des suspensions bactériennes</b>	49
<b>5.2.3. Tests de l'activité antibactérienne</b>	50
<b>5.2.4. Méthode de diffusion de disques (aromatogramme)</b>	50
<b>5.2.5. Micro-atmosphère</b>	51
<b>5.2.6. Etude de l'association « huile essentielles / Antibiotiques »</b>	52
<b>5.2.7. Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI</b>	52
<b>5.2.8. Détermination de la concentration minimale bactéricide CMB</b>	54
<b>6. RESULTATS ET DISCUSSION</b>	55
<b>6.1. Résultats de l'enquête ethnobotanique</b>	55
<b>6.1.1. Description de la population enquêtée</b>	55
<b>6.1.1.1. Origine des personnes enquêtées</b>	55
<b>6.1.1.2. Sexe</b>	55
<b>6.1.1.3. Age</b>	56
<b>6.1.1.4. Niveau intellectuel</b>	56
<b>6.1.1.5. Professions</b>	57
<b>6.1.1.6. Utilisation des plantes aromatiques ou des produits dérivés de celles-ci</b>	57
<b>6.1.1.7. Type de produits utilisés</b>	59
<b>6.1.1.8. Utilisation des huiles essentielles</b>	60
<b>6.1.1.9. Lieu d'achat</b>	60
<b>6.1.1.10. Conditions de conservation des huiles essentielle</b>	61

<b>6.1.1.11. Prescription des huiles essentielles aux enfants</b>	62
<b>6.1.1.12. Utilisation des huiles essentielles</b>	62
<b>6.1.2. <i>Laurus nobilis</i> L.</b>	63
<b>6.1.2.1. Utilisation de <i>Laurus nobilis</i> L.</b>	63
<b>6.1.2.2. Fins d'utilisation</b>	64
<b>6.1.2.3. Partie utilisée</b>	64
<b>6.1.2.4. Utilisation de l'huile essentielle du Laurier</b>	65
<b>6.1.2.5. Fins d'utilisation d'HE de <i>Laurus nobilis</i> L.</b>	65
<b>6.1.3. <i>Thymus vulgaris</i> L.</b>	66
<b>6.1.3.1. Utilisation de <i>Thymus vulgaris</i> L.</b>	66
<b>6.1.3.2. Fins d'utilisation</b>	66
<b>6.1.3.3. Élément utilisé</b>	67
<b>6.2. Résultats de l'étude des huiles essentielles (<i>Laurus nobilis</i> L. et de <i>Thymus vulgaris</i> L.)</b>	68
<b>6.2.1. Rendement en huiles essentielles</b>	68
<b>6.2.2. PH des huiles essentielles extraites</b>	69
<b>6.2.3. Propriétés organoleptiques des huiles essentielles extraites</b>	69
<b>6.2.4. Densité relative</b>	70
<b>6.2.5. Etude de l'activité antibactérienne</b>	71
<b>6.2.5.1. Aromatogramme</b>	71
<b>6.2.5.2. Micro-atmosphère</b>	74
<b>6.2.5.3. Association huile essentielles/Antibiotiques</b>	75
<b>a) Association <i>Laurus nobilis</i> L./chloramphénicol</b>	75
<b>b) Association <i>Laurus nobilis</i> L./gentamycine</b>	76
<b>c) Association <i>Thymus vulgaris</i> L./chloramphénicol</b>	76
<b>d) Association <i>Thymus vulgaris</i> L./gentamycine</b>	77
<b>6.2.5.4. Détermination de la CMI et de la CMB</b>	78
<b>Conclusion générale</b>	83
<b>Références bibliographiques</b>	85
<b>Annexes</b>	

# *Introduction générale*

## **Introduction générale**

Au fil des siècles, l'être humain a entretenu une relation étroite et essentielle avec le monde végétal, qui lui offre des ressources inépuisables tout au long de l'évolution de notre civilisation. L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales y pousse spontanément.

Les plantes aromatiques forment l'ensemble de plantes capables de donner des arômes et sécréter des huiles essentielles que l'on peut extraire par divers procédés à partir de différents organes tels que les feuilles, tiges, bulbes, racines, graines, fleurs, écorce...etc. L'intérêt porté à ces plantes n'a pas cessé de croître au cours de ces dernières années. Leurs propriétés dues notamment à la fraction huiles essentielles, peuvent être mises à profit dans différents secteurs. Ainsi, les huiles essentielles sont les extraits purs et naturels de la partie aromatique de ces plantes (**Lardry et Haberkorn, 2007**). Les huiles essentielles leur servent à attirer les insectes pollinisateurs, à se protéger des coups de soleil, des prédateurs et des maladies, et enfin à se soigner (blessures, agressions diverses) (**Danièle, 2014**).

Actuellement, les huiles essentielles extraites de plantes aromatiques sont utilisées dans divers secteurs tels que l'agroalimentaire, la pharmacie, les parfums et les cosmétiques, et suscitent un grand intérêt en raison de leur activité antimicrobienne contre les microorganismes pathogènes (**Bakkali et al., 2008**).

Par ailleurs, la maîtrise des infections bactériennes devient de plus en plus compliquée du fait de l'émergence de la résistance microbienne à de nombreux antibiotiques conventionnels (**Dramane et al., 2010**). Ceci a conduit les chercheurs de se tourner vers le monde végétal et particulièrement les plantes médicinales et culinaires en quête de molécules naturelles efficaces et dénuées des effets secondaires.

Dans ce contexte, l'objectif principal de ce travail est de contribuer à l'amélioration de la prise en charge des résistances bactériennes, par l'étude d'une alternative naturelle disponible en Algérie aux agents antimicrobiens de synthèse, représenté par les huiles essentielles de thym et du laurier.

Ainsi, les objectifs fixés par la présente étude sont :

- Extraction des huiles essentielles du laurier et du thym par hydrodistillation ;
- Evaluation du pouvoir antibactérien des huiles essentielles sur une des souches bactériennes par différentes méthodes ;

Le choix de ces deux plantes a été basé sur leur usage traditionnel connu et fréquent chez la population Algérienne. Ils font partie des condiments les plus utilisés en cuisine. Ces huiles ont été obtenues par la technique d'hydrodistillation, une méthode d'extraction traditionnelle qui reste la plus utilisée.

Pour ce faire, nous avons subdivisé notre travail de recherche en deux parties principales : La première partie présentant une mise au point bibliographique est articulée en deux chapitres. Le premier chapitre aborde des généralités sur les huiles essentielles portant sur la description de la composition chimique des HE ainsi que leurs activités biologiques, tandis que le second expose une étude descriptive et caractéristique des deux plantes étudiées

Quant à la partie pratique, consacrée au travail personnel, elle est scindée à son tour en deux parties :

- Une enquête ethnobotanique effectuée à l'aide d'un questionnaire dont l'objectif est d'avoir des informations sur les plantes aromatiques et leurs huiles essentielles en mettant le point sur le *Laurus nobilis* L. et *Thymus vulgaris*.
- Un travail expérimental réalisé aux laboratoires pédagogiques du C.U. de Mila et le laboratoire d'analyses -Dr. Mirouh- ferdjioua. Ce travail porte sur l'évaluation de l'activité bactériennes des phase liquide et volatile des HEs des deux plantes testées vis-à-vis six souches bactériennes, ainsi que la détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) et bactéricides (CMB).

Les résultats obtenus sont ensuite amplement discutés et comparés aux études précédentes. Nous terminons ensuite, par une conclusion générale qui résume l'ensemble de résultats obtenus, et nous achevons le manuscrit par une la liste des références bibliographiques et les annexes.

## *Partie bibliographique*

*Chapitre I :*  
*Généralités sur les huiles essentielles*

## 1. Historique

Les huiles essentielles (HE), qui sont connues et utilisées depuis l'antiquité, étaient initialement obtenues en faisant macérer des plantes aromatiques dans des huiles végétales en Egypte et en Chine. La découverte du papyrus Ebers, datant du XVI<sup>e</sup> siècle avant notre ère, a permis de trouver différentes formulations à base d'HE utilisées à des fins thérapeutiques ou dans la vie quotidienne. Ces divers remèdes étaient utilisés en raison de leurs nombreuses propriétés, notamment leurs propriétés antimicrobiennes (**Bassolé et Juliani, 2012**).

À partir du XVIII<sup>e</sup> siècle, avec l'avènement de la chimie moderne (la découverte du chlore, de l'iode) et l'adoption de l'asepsie (notamment l'utilisation de l'eau de Javel) pour prévenir les infections, l'utilisation des huiles essentielles (HE) a diminué, jusqu'à tomber en désuétude au cours du XX<sup>e</sup> siècle, du moins dans les pays occidentaux, en raison de la découverte et de la rapide expansion des antibiotiques. Cependant, ces dernières années, l'engouement du grand public pour les médecines douces et naturelles a considérablement augmenté, incluant l'homéopathie, la phytothérapie et la gemmothérapie. L'aromathérapie (ou l'utilisation thérapeutique des HE) n'a pas été épargnée par cet intérêt croissant, suscitant non seulement l'intérêt du grand public, mais également celui des scientifiques (**Fontanay et al., 2015**).

## 2. Définition

Selon la pharmacopée française de 1965, les huiles essentielles sont des extraits qui ont une composition complexe contenant les principes volatils des plantes. Ces principes subissent des modifications pendant le processus de préparation (**Roubin, 2017**).

Plus récemment, la norme AFNOR NF T 75-006 (février 1998) a donné la définition suivante d'une huile essentielle :

« Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques soit par distillation sèche. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques pour les deux premiers modes d'obtention ; elle peut subir des traitements physiques n'entraînant pas de changement significatif de sa composition (par exemple, redistillation, aération, ...) » (**Randrianarivelo, 2010**).

Les huiles essentielles sont des liquides aromatiques très concentrés renfermant des mélanges complexes des substances volatils constitués de plusieurs dizaines de composés (**Ochoa, 2005**).



Elles peuvent être extraites de différentes sortes de parties de plantes : feuilles (ex. eucalyptus), fleurs (ex : camomille), écorces (ex : cannelle), bois (ex : riz), écorces (ex : citron) et bien d'autres. Les facteurs environnementaux comme la température, et la photopériode peuvent jouer un rôle primordial sur la qualité et la quantité de l'huile essentielle.

Chaque huile essentielle est unique et possède son propre parfum et ses propres caractéristiques. Certaines huiles sont particulièrement épaisses à haute viscosité et d'autres sont liquides, mais, différentes des huiles végétales, elles ne sont pas grasses puisqu'elles s'évaporent, si on laisse ouvert le flacon qui les contient. Généralement, elles sont de couleur jaune, mais certaines des autres huiles sont très sombres. Les huiles essentielles ne se mélangent pas à l'eau, ce qui leur permet de se séparer de manière totalement naturelle. En revanche, ces huiles peuvent se mélanger à l'alcool, à n'importe quel corps gras et à certains solvants (**Danièle, 2014**).

### **3. Etat naturel et répartition**

#### **3.1. Répartition**

Parmi les espèces végétales (800 000 à 1 500 000 espèces selon les botanistes), 10 % seulement sont dites aromatiques. Seules les plantes supérieures contiennent des huiles essentielles : *Lamiaceae*, *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Myrtaceae*, *Lauraceae*, *Rutaceae*, *Cupressaceae*, *Poaceae*, *Zingiberaceae*, *Piperaceae*, etc (**Benmoussa, 2023**).

Dans une même plante, elles peuvent être présentes dans différents organes fleurs, feuilles, racines, écorces, fruits, graines, rhizomes et bois. La composition des huiles essentielles pourrait alors varier d'un organe à l'autre (**Bruneton, 2009**).

Ces huiles se forment dans des cellules spécialisées, le plus souvent, regroupées en poches ou en canaux sécréteurs et elles sont ensuite transportées dans d'autres parties de la plante. Quant à leur stockage, il se fait dans des cavités qui résultent de la fusion de plusieurs cellules qui sont de structures très variées :

- Poils sécréteurs des *Labiaceae* : situés sur les épidermes inférieurs des feuilles.
- Poches sécrétrices des *Rutaceae*.
- Canaux sécréteurs des conifères et d'un grand nombre d'*Apiaceae* formés par des cellules qui se sont transformées.

- Sacs et tubes huileux obtenus par modification des cellules sécrétrices (**Chenni et Elabed, 2017**).

**Tableau 01** : Organes de certaines plantes riches en huiles essentielles (**Bruneton, 2009**).

<b>Organe de la plante</b>	<b>Exemple</b>
Fleurs	(Bergamotier, tubéreuse).
Feuilles	(Citronnelle, eucalyptus, laurier noble)
Ecorces	(Cannelier)
Bois	(Bois de rose, santal)
Racines	(Vétiver)
Rhizomes	(Curcuma, gingembre)
Fruits	(Anis, badiane)
Graines	(Muscade)

### **3.2. Rendement en huile essentielle**

Toutes les plantes possèdent la faculté de produire des composés volatils mais seulement à l'état de traces le plus souvent. Les quantités des huiles essentielles produites par les végétaux sont minimales, entraînant des rendements d'extraction extrêmement faibles, généralement inférieurs à 2% (**Zaibet, 2016**).

### **4. Composition chimique des huiles essentielles**

La composition chimique d'une huile essentielle est très complexe et soumise à de très nombreuses variables. Connaître avec exactitude les constituants d'une huile essentielle est fondamental, à la fois pour vérifier sa qualité, expliquer ses propriétés et prévoir sa toxicité potentielle (**Françoise et Annelis, 2013**).

Sont aussi appelés "essences", des produits qui n'existent pas dans le végétal, mais qui sont odorants et volatils. Ils proviennent de l'hydrolyse (enzymatique) de précurseurs qui survient lors de la cueillette ou du broyage. Ex : chez la matricaire et la moutarde (à partir de glucosynolate : sinigroside) (**Vercautere, 2012**).

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et variables de constituants appartenant de façon quasi-exclusive à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Vercautere, 2012).

#### 4.1. Les terpénoïdes

Les terpènes (terpenoïdes) sont des molécules très répandues dans la nature. En effet, les plantes vasculaires produisent des terpènes volatils, notamment au niveau des organes foliaires (Marlet et Lognay, 2011).

Ces molécules sont synthétisées à la suite de l'association d'au moins deux entités à 5 carbones dont la structure est celle de l'isoprène ou 2-méthylbuta-1,3-diène (Marlet et Lognay, 2011). D'une manière générale, les huiles essentielles ne contiennent que les terpènes les plus volatils, c'est-à-dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée : mono- et sesquiterpènes. Ce sont des hydrocarbures ayant respectivement dix et quinze atomes de carbone. Ils peuvent être saturés ou insaturés, acycliques, monocycliques, bicycliques ou polycycliques. Ils peuvent également être accompagnés de leurs dérivés oxygénés : alcools, esters, éthers, aldéhydes, cétones, etc (Abdoul Dorosso, 2002).

##### 4.1.1 Les monoterpénoïdes

Les monoterpènes sont des composés organiques volatils biogènes en raison de leur faible poids moléculaire, formés de deux isoprènes (2-méthylbuta-1,3-diène) et ayant pour formule brute  $C_{10}H_{16}$ . Ces composés ont une très grande diversité chimique (Marlet et Lognay, 2011). Elles peuvent être :

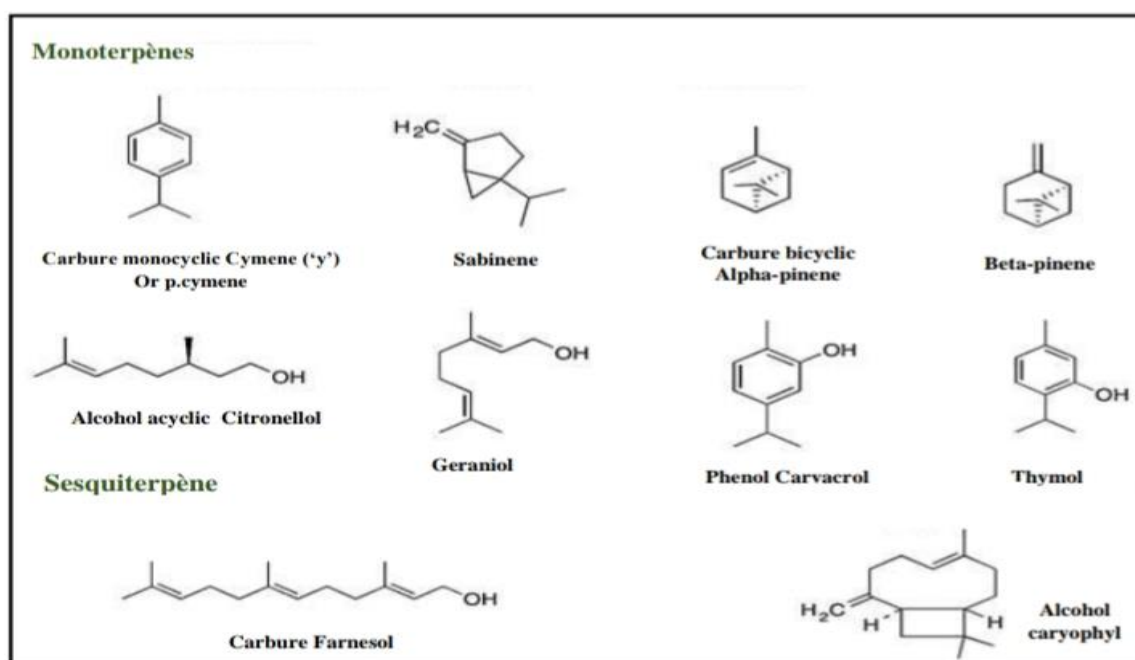
- Acycliques (Myrcène, myrte, ocimène, sécoïdane...)
- Monocycliques ( $\alpha$ -terpinène, p-menthane, iridane...)
- Bi et tricycliques (Carene, pinène, bornane, camphène...) (Bounab, 2020).

Les monoterpènes sont en effet des métabolites secondaires présents dans les huiles essentielles extraites de nombreuses plantes, notamment les fruits, les légumes, les épices et les herbes. Ces composés peuvent contribuer à la saveur et l'arôme de la plante à partir de laquelle ils sont extraits. Contrairement aux métabolites primaires (comme les acides aminés et les sucres), les monoterpènes n'ont pas de fonction universelle et sont différemment représentés dans les

diverses familles, genres et espèces de plantes. Cela permet de les utiliser comme marqueurs chémotaxonomiques pour identifier les espèces de plantes et étudier leur évolution (Lafuente, 2006).

#### 4.1.2 Les sesquiterpènes

Ce sont des composés dérivés d'hydrocarbures en  $C_{15}H_{24}$ , résultant de l'assemblage de trois unités d'isoprène. Ils appartiennent à la classe la plus diversifiée des terpènes. Ils se divisent en plusieurs catégories structurales : les acycliques (comme le farnésol), les monocycliques (comme l'acide S (+) -abscissique), les bicycliques (comme l' $\alpha$ -cadinène...), les tricycliques et les polycycliques. Dans la nature, ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures ou d'hydrocarbures oxygénés tels que les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones (Bounab, 2020).

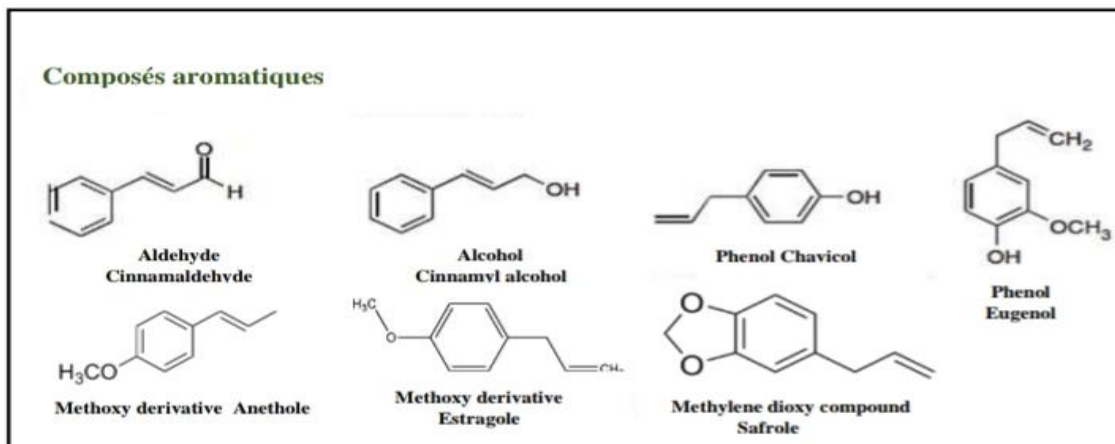


**Figure 01** : Structure chimique de quelques composé terpéniques (Goudjil, 2016).

#### 4.2. Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane

Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane sont beaucoup moins fréquents dans les huiles essentielles que les monoterpènes et sesquiterpènes. Citons l'acide cinnamique et l'aldéhyde cinnamique (HE de cannelle), l'eugénol (HE de girofle), l'anéthole et l'aldéhyde anisique (HE de badiane, d'anis, de fenouil), ainsi que le safrôle (HE de saffran). Les lactones

dérivées des acides cinnamiques, comme les coumarines, sont, pour la plupart, entraînés par la vapeur d'eau et ainsi présentes dans certaines huiles essentielles (ex. HE de céleri) (Marnier, 2013).



**Figure 02** : structure chimique de quelques composés aromatiques (Goudjil, 2016).

### 4.3 Composés d'origines diverses

En général, les composés d'origines diverses à faible poids moléculaire, pouvant être transportés lors de l'hydrodistillation, sont des hydrocarbures aliphatiques à chaîne vecteurs linéaires ou ramifiés avec diverses fonctions, à titre indicatif, on cite : les acides C<sub>3</sub>et C<sub>10</sub> (Chenni et Elabed, 2017) Les esters acycliques se retrouvent surtout dans les fruits (acétate de butyle dans la pomme et acétate d'isoamyle dans la banane), et des aldéhydes tels que l'octanal et le décanal ont été détectés dans le genre des agrumes, Il a été démontré que des alcools tels que le 1-octène-3-ol se trouvent dans l'huile de lavande (Belhachat, 2019).

## 5. Facteurs de variabilité de la composition chimique des huiles essentielles

Il existe plusieurs facteurs pouvant influencer la composition chimique des huiles essentielles :

- Facteurs intrinsèques : l'origine botanique, le cycle végétatif, les facteurs génétiques, et les procédés d'obtention des huiles essentielles.
- Facteurs extrinsèques : la lumière, la température et les problèmes phytosanitaires (comme les maladies), les ennemis (animaux) et la nature du sol (Bruneton, 1999).
- L'heure de la récolte du matériel végétal ainsi que le moment dans l'année sont en effet des facteurs importants. À titre d'exemple, il a été démontré que, la composition de

- L'huile essentielle de feuilles d'*Ocimum gratissimum*, varie considérablement en fonction de l'heure de la récolte. Ces facteurs peuvent également avoir un impact sur la teneur en HE. Par exemple : les Citrus ont une teneur plus importante en huiles essentielles quand la température monte, et sous l'effet de fertilisants, les fleurs de *Chrysanthemum coronarium* sont plus riches en huile essentielle (**Zaibet, 2016**).

## **6. Les méthodes d'extraction**

L'obtention des huiles essentielles fait appel à diverses techniques d'extraction, certaines sont plus anciennes et simples, et d'autres sont plus récentes et performantes mais de protocoles plus complexes (**Benjilali, 2004**). Le choix du type d'extraction doit permettre de retirer des végétaux des essences aromatiques avec le rendement le plus élevé et de conserver aussi intact que possible les parfums les plus délicats (**Benkhechi et Abdelouahid, 2010**).

### **6.1. L'hydrodistillation**

L'hydrodistillation est l'une des méthodes les plus préconisées pour l'extraction des huiles essentielles. C'est sans aucun doute le procédé le plus ancien. En effet, il fut importé en Europe par les Arabes entre le VIII<sup>ème</sup> et le X<sup>ème</sup> siècle, mais le principe était déjà connu et utilisé par les égyptiens dès le IV<sup>ème</sup> siècle avant J.C. Il est aussi le plus utilisé, le plus rentable et convenant le mieux à l'extraction des molécules odorantes en vue d'une utilisation thérapeutique (**Outaleb, 2017**). Son principe consiste à immerger la matière végétale directement dans un réacteur rempli d'eau placé sur une source de chaleur. L'ensemble est ensuite porté à ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau un mélange azeotropique Ce mélange constitué d'eau et d'HE est ensuite refroidi et condensé dans un essencier ou vase florentin. Une fois condensé, l'eau et les molécules aromatiques, du fait de leurs différences de densité, se séparent en une phase aqueuse et une phase organique contenant l'HE (**Fernandez et al., 2012**). Les conditions opératoires et, notamment, la durée de distillation ont une influence considérable sur le rendement et la composition de l'HE. C'est pourquoi sont développés, aujourd'hui des modèles mathématiques qui permettent d'optimiser, au mieux, ces conditions afin de produire des HE de manière reproductible (**Boukhatem et al., 2019**).

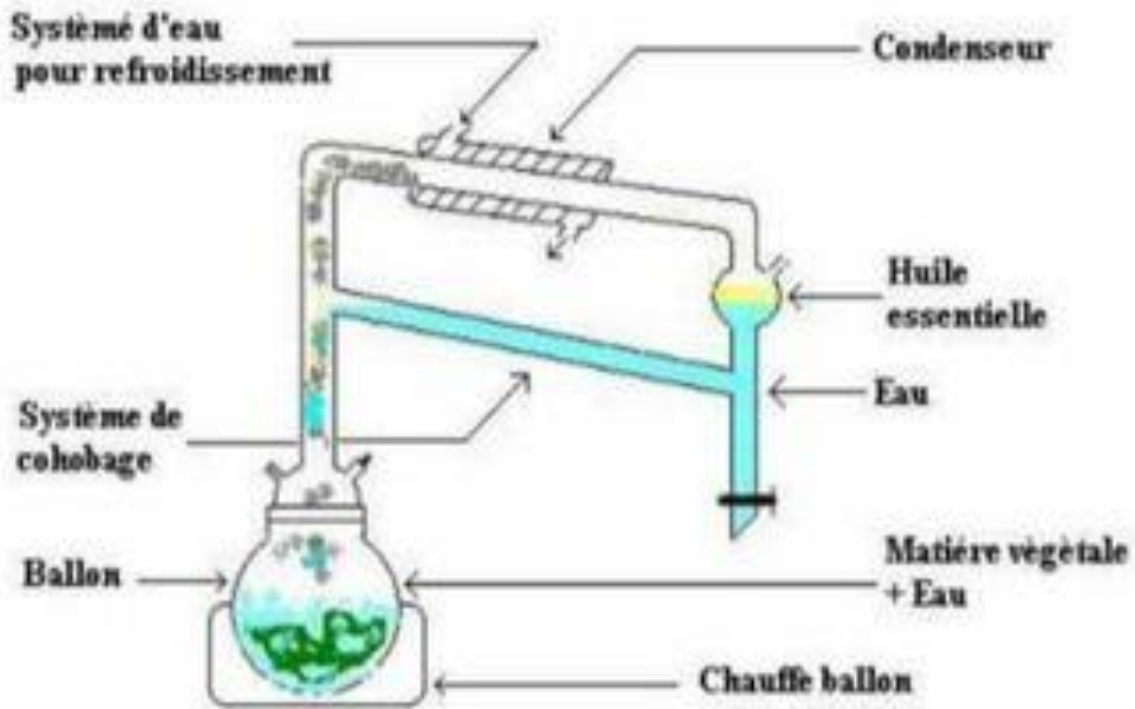
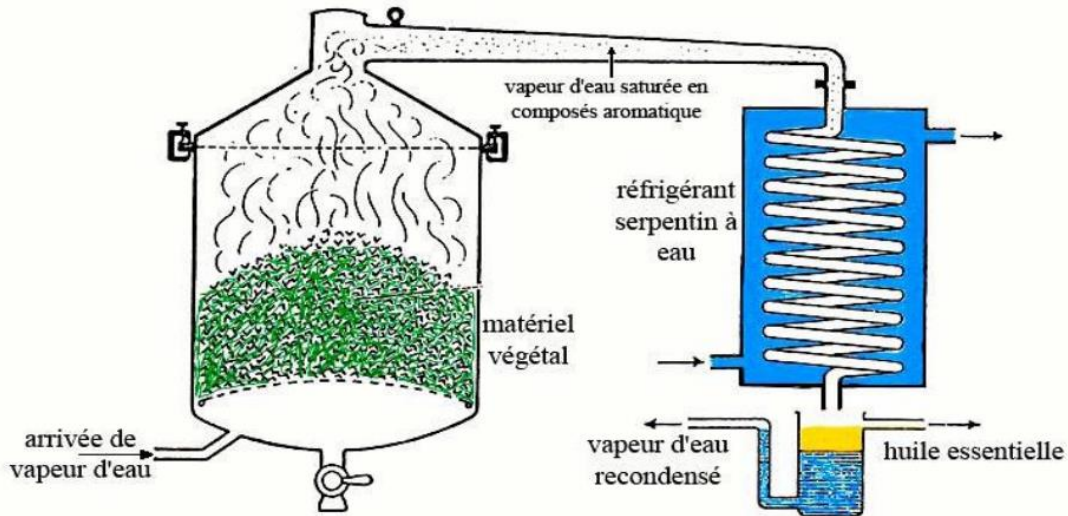


Figure 03 : Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation (Zaibet, 2016).

## 6.2. L'entraînement à la vapeur d'eau

La méthode de distillation à la vapeur d'eau, appelée également "vapo-hydrodistillation", est une méthode officielle utilisée pour extraire les huiles essentielles. Contrairement à la distillation par hydrodistillation, cette technique ne met pas directement en contact l'eau avec la matière végétale à traiter (figure 04). Au lieu de cela, de la vapeur d'eau produite par une chaudière est dirigée à travers la matière végétale placée au-dessus d'une grille. Lorsque la vapeur traverse le matériau, les cellules éclatent, libérant ainsi l'huile essentielle qui est vaporisée grâce à la chaleur pour former un mélange d'eau et d'huile essentielle. Cette vapeur d'eau chargée d'huile essentielle retourne ensuite à l'état liquide par condensation. Le produit de la distillation se sépare alors en deux phases distinctes : l'huile essentielle et l'eau condensée (Boucekrit, 2018).

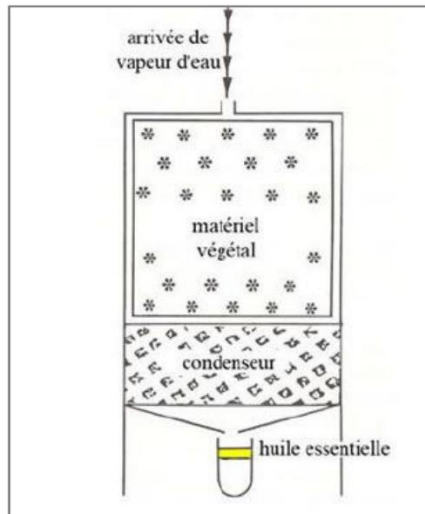


**Figure 04** : Montage d'entraînement à la vapeur d'eau (El Haib, 2011).

### 6.3. L'hydro-diffusion

L'extraction par hydro-diffusion est un type de distillation à la vapeur, qui se différencie seulement par la manière dont la vapeur est introduite dans le récipient de distillation (Vian et al., 2008). Pour l'hydro-diffusion, la vapeur est appliquée depuis le haut du matériau végétal, tandis qu'elle est introduite depuis le bas pour la méthode d'entraînement à la vapeur. Le processus peut également être effectué sous basse pression ou sous vide et réduit la température de la vapeur à moins de 100 °C. La méthode d'hydro-diffusion est meilleure à la distillation à la vapeur en raison d'un temps de traitement plus court et d'un rendement d'huile plus élevé avec moins de vapeur utilisée (Tongnuanchan et Benjakul, 2014).





**Figure 05** : Appareillage utilisé pour l’Hydro-diffusion (Abdelli, 2017).

#### 6.4. L’extraction à froid

L’extraction par pression à froid, ou le pressage à froid est un procédé ne s’appliquant qu’aux fruits d’agrumes (*Citrus sp.*) pour extraire les huiles essentielles de leurs écorces en raison de l’instabilité thermique des aldéhydes. Cette méthode se fait à température ambiante en utilisant des méthodes mécaniques. Pour ce faire, les zestes des agrumes sont dilacérés, permettant de récupérer le contenu des poches sécrétrices qui ont été rompues par la suite. Habituellement, ce processus implique d’abrasion de la surface du fruit sous un courant d’eau. En conséquence, ce processus produit une émulsion aqueuse. Après élimination des débris solides, l’huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par centrifugation (Antunes Filho et al., 2023). L’utilisation de grandes quantités d’eau dans cette technique peut entraîner une altération des qualités des huiles essentielles par hydrolyse ou dissolution des composés oxygénés. C’est pour cette raison qu’on cherche à s’affranchir de l’utilisation de l’eau lors d’une telle extraction. Ainsi, pour éviter ces altérations, de nouveaux procédés physiques usuels sont apparus tel que l’ouverture des sacs oléifères par éclatement sous l’effet d’une dépression (Farhat, 2010).

#### 6.5. L’extraction par fluide à l’état supercritique

La technique d’extraction par fluide supercritique, dite SFE, est distinctive en raison de l’utilisation de solvants dans leur état supercritique, où ils se trouvent dans des conditions de température et de pression qui les rendent dans un état intermédiaire entre la phase liquide et la

phase gazeuse, offrant ainsi des propriétés physico-chimiques différentes, telles qu'un pouvoir de solvation accru (**Zermane, 2010**).

En pratique, bien que plusieurs solvants puissent être utilisés, le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est employé dans environ 90% des SFE principalement pour des raisons pratiques. Ceci s'explique par sa facilité d'obtention à partir de pressions et températures critiques relativement basses, sa pureté élevée et son faible coût, ainsi que son caractère relativement non toxique. De plus, il présente l'avantage d'être facilement éliminé de l'extrait (**Leszczynska, 2007**). L'extraction par CO<sub>2</sub> supercritique consiste à broyer préalablement le végétal puis de l'introduire dans un extracteur. Le CO<sub>2</sub> subi une compression ainsi qu'un chauffage afin d'atteindre son état supercritique. Ensuite, il circule dans l'extracteur, au contact du végétal, l'HE se dissout dans le CO<sub>2</sub>, puis ce dernier retrouve son état gazeux, permettant sa séparation avec l'HE. Le CO<sub>2</sub> supercritique fonctionne en circuit fermé et peut en effet servir à un nombre infini d'extractions (**Muter, 2015**). Cette méthode est une technique dite « verte » utilisant pas ou peu de solvants organiques et n'a donc pas d'impact néfaste sur l'environnement puisque le CO<sub>2</sub> ne se retrouve pas dans la nature (**Boukhatem et al., 2019**).

## **6.6. L'extraction par solvant**

Cette technique permet d'extraire les huiles essentielles thermosensibles à l'aide de solvants tels que le pétrole, l'acétone, l'éther, le méthanol, l'éthanol et l'hexane (**Boukhatem et al., 2019**). Le solvant est mélangé avec la matière végétale puis chauffé pour extraire l'huile essentielle. Ensuite, le liquide mélange contenant l'huile essentielle est filtré. Le filtrat, qui est une combinaison de cire, le parfum et l'huile essentielle sont ensuite mélangés avec de l'alcool pur pour dissoudre l'huile essentielle dedans. Ce mélange est ensuite combiné avec de l'alcool pur pour dissoudre l'huile essentielle. Après distillation à basse température de l'alcool, l'huile absolue reste. Cette méthode est relativement simple et utilise une température plus basse, réduisant ainsi le risque de changements chimiques. Cependant, elle présente des inconvénients tels qu'un temps d'extraction long, une plus grande consommation de solvants et une faible reproductibilité, ce qui la rend plus coûteuse (**Antunes Filho et al., 2023**).

## 7. Conservation des huiles essentielles

En raison de la relative instabilité et la sensibilité à la chaleur, à l'air ainsi qu'à la lumière des molécules constitutives des HE, des précautions particulières lors de leurs conservations sont recommandées.

Les effets résultant de la dégradation de l'huile essentielle sont multiples, tels que la photo-isomérisation, l'hydrolyse, la coupure oxydative, la peroxydation, la décomposition en cétones et alcools. Tous ces effets peuvent altérer ou potentiellement mettre en danger l'innocuité de l'huile essentielle (AFSSA, 2008).

- En utilisant des récipients de petite contenance en verre coloré et foncé (comme le brun ou l'ambré), en aluminium ou en acier inoxydable, on évite que les huiles essentielles ne se détériorent à cause de l'oxygène et de la lumière.
- Le flacon doit être muni d'un bouchon à vis et bien scellé pour éviter l'évaporation. L'emploi de petites billes en verre à la surface de l'HE réduit l'action oxydante de l'air.
- Le stockage doit se faire dans un endroit sec (à l'abri de toute trace d'humidité), frais (loin des sources de chaleur), dépourvu de la lumière, même artificielle et à l'abri du froid.

## 8. Les propriétés physico-chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des composants obtenus de cultures aromatiques qui confèrent un arôme en raison de leur volatilité (Yadav, 2022). Leurs propriétés physico-chimiques leur ont conférées une place particulière dans l'ensemble des ressources du monde végétal (Menaceure, 2015) Certaines propriétés sont généralement communes entre les différentes huiles essentielles, on peut citer (Bardeau, 1976) :

- Liquides à température ambiante.
- Bien qu'on les appelle huiles, elles ne contiennent aucun corps gras et n'ont pas de texture grasse.
- Elles sont volatiles et rarement colorées.
- De faible densité notamment les huiles essentielles contenant un pourcentage élevé de monoterpènes.

- Leur indice de réfraction varie sensiblement avec la teneur en monoterpènes et ses dérivés oxygénés. Une teneur élevée en monoterpènes donnera un indice élevé, alors qu'une teneur élevée en dérivés oxygénés produira l'effet inverse.
- Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools à titre alcoométrique supérieur et dans la plupart des solvants organiques. Elles sont peu solubles dans l'eau.
- Elles sont très malléables, sensibles à l'oxydation et ont tendance à polymériser en entraînant la formation de produits résineux, ce qui impose alors qu'elles soient stockées à l'abri de la lumière et de l'air (**Attou, 2017**).

## 9. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles requièrent une utilisation prudente car elles ne sont pas dépourvues de risques. Même si elles sont naturelles, il est capital d'intégrer la notion de la dualité « efficacité-toxicité » et de comprendre que leur efficacité va de pair avec leur toxicité, car toute substance active sur le plan thérapeutique peut potentiellement être toxique. Leur composition chimique est un facteur déterminant de leur toxicité, avec des composés poly-insaturés, tels que les cétones, lactones et phénols, étant plus susceptibles de causer des effets indésirables (**Attou, 2017**). Plusieurs classes de toxicité doivent être identifiées :

- La toxicité aiguë : qui apparaît dans les minutes qui suivent l'introduction de l'huile essentielle dans l'organisme.
- La toxicité à court terme : de quelques jours à quelques semaines d'utilisation.
- La toxicité à moyen terme de trois à douze mois d'utilisation.
- La toxicité à long terme : d'une à plusieurs années d'utilisation (**Bolouri et al., 2022**).

Globalement, les huiles essentielles sont susceptibles d'entraîner plusieurs types de toxicité (**Roubin, 2017**) :

- Hépatotoxicité.
- Dermo-toxicité (irritations, brûlures, hypersensibilité, phototoxicité) ainsi qu'une irritation des muqueuses exposées.
- Neurotoxicité (dépression ou excitation du système nerveux central, effet stupéfiant, convulsions).
- Néphrotoxicité.

- Effets tératogènes et abortives.
- Propriétés cardiogéniques.
- Hypersensibilité

Cependant, il est important de noter que toutes les molécules aromatiques ne sont pas nécessairement nocives. De plus, de nombreuses molécules aromatiques ne sont pas toxiques aux doses physiologiques et pharmacologiques recommandées, et peuvent être utilisées sans danger pour des périodes limitées ou modérées.

## **10. Les activités biologiques des huiles essentielles**

Les huiles essentielles et les extraits revêtent une grande importance dans diverses industries en raison de la présence de grandes quantités de composés volatils, aromatiques et bioactifs. Elles ont été utilisées pour leurs propriétés antimicrobiennes, antivirale, antifongiques et antioxydantes (Amarti et al., 2010).

### **10.1. L'activité antifongique**

De nombreux types d'HE obtenues à partir de différentes plantes ou herbes présentent des propriétés antifongiques intenses. L'activité antifongique de l'huile essentielle pourrait être causée par les propriétés des terpènes/terpénoïdes, qui, en raison de leur nature hautement lipophile et de leur faible poids moléculaire, sont capables de perturber la membrane cellulaire, de provoquer la mort cellulaire ou d'inhiber la sporulation et la germination des champignons (Elchafie et Camele, 2017).

### **10.2. L'activité antiparasitaire**

Le groupe des phénols possède une action puissante contre les parasites (Nazzaro et al., 2017). En outre, L'ascaridole est l'un des constituants des HE qui a montré une activité anthelminthique et reste le principal constituant actif de l'essence de *Chenopodium ambrosioides* et du thymol (Randrianarivelo, 2010).

### **10.3. Activités anti-inflammatoires**

Les monoterpènes hydrocarbonés, les sesquiterpènes hydrocarbonés et les alcools sesquiterpéniques présents dans les huiles essentielles ont démontré une capacité à inhiber la 5-

lipoxygénase, une enzyme impliquée dans la production de leucotriènes suspectés de contribuer à la maladie d'Alzheimer (**Randrianarivelo, 2010**).

#### **10.4. L'activité antioxydante**

L'activité antioxydante peut être définie comme la capacité de certaines molécules à réagir avec les radicaux ou le pouvoir réducteur pour contrecarrer le stress oxydatif provoqué par les radicaux.

Certains composants des huiles essentielles sont dotés d'un pouvoir antioxydant très prononcé et sont actuellement commercialisés, tels que l'eugénol, le thymol, le carvacrol, et autres. Les résultats de recherches déjà publiés indiquent que les huiles essentielles représentent une excellente source d'antioxydants naturels, recherchés pour leur relative innocuité (**Laranjo et al., 2017**).

#### **10.5. Activité anti-pesticide**

Bien que de nombreuses molécules synthétiques puissent être utilisées, il est possible de protéger les végétaux en utilisant certaines essences naturelles. Les pesticides sont très variés et classés en fonction de leur activité en insecticides, molluscides, nématicides et germicides. Certaines huiles, telles que les essences de citrus, sont reconnues pour leur efficacité sur les champignons phytopathogènes (**Randrianarivelo, 2010**).

#### **10.6. L'activité antibactérienne**

Depuis longtemps, les huiles essentielles ont été connues pour leurs propriétés antibactériennes. Des publications importantes ont confirmé leur effet bactériostatique et bactéricide contre des souches bactériennes pathogènes même à de très faibles concentrations. Plusieurs molécules dans les huiles essentielles ont des propriétés antibactériennes, tels que les phénols (comme le carvacrol, le thymol et l'eugénol), les alcools (comme le linalool) et les aldéhydes (tels que le cinnamaldéhyde) (**Bouyahya et al., 2017**). Les effets antibactériens dépendent de facteurs tels que la composition chimique de l'huile essentielle testée, la méthode expérimentale utilisée et la souche bactérienne testée. Leur action antibactérienne dépend des composés majeurs, des effets synergiques et/ou additifs et des composés mineurs présents dans les huiles essentielles (**Tiwari et al., 2009**).

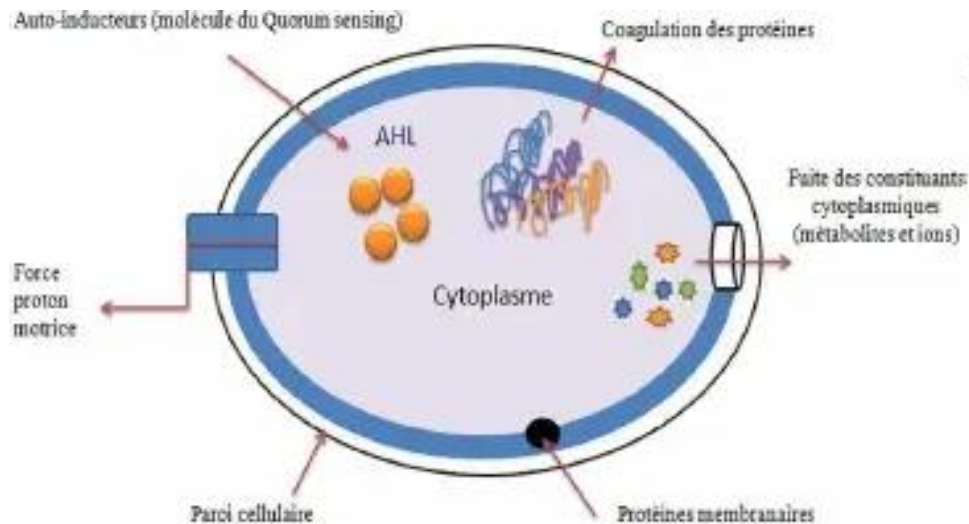
## 11. Mécanismes d'activité antibactérienne des huiles essentielles

Les mécanismes d'activité antibactérienne des huiles essentielles ne sont pas très bien compris, mais plusieurs hypothèses ont été avancées. Il semble que les huiles essentielles altèrent la perméabilité membranaire des microbes en perturbant leurs systèmes de transport ionique, de transport des électrons et de production d'énergie (**Bouyahya et al., 2017**).

Les terpènes, qui sont lipophiles et solubles dans l'eau, ont un effet sur la membrane bactérienne qui perturbe la régulation osmotique. Certains terpènes inhibent également l'activité respiratoire de la levure (**Pina-Vaz et al., 2004**). Les alcools ont une activité bactéricide plus forte que bactériostatique sur les cellules végétatives et peuvent agir sur la dénaturation des protéines. Les aldéhydes ont une forte activité sur les bactéries et peuvent interférer dans les processus biologiques impliquant le transfert des électrons, réagissant avec les composants protéiques et nucléiques pour inhiber la croissance bactérienne (**Zaibet, 2016**). Les bactéries à Gram (+) sont plus sensibles à l'effet des huiles essentielles que les bactéries à Gram (-), car leur membrane externe est plus hydrophile en raison de sa richesse en lipo-polysaccharides (**Cristiani et al., 2007**). La présence de citral dans les agrumes peut inhiber la croissance de moisissures grâce à un groupement carbonyle adjacent aux carbones  $\alpha$  et  $\beta$  dans les aldéhydes insaturés  $\alpha$  et  $\beta$ . Les huiles essentielles semblent avoir plusieurs modes d'action sur les différents microorganismes (figure 06).

Ces modes d'action sont (**Zaibet, 2016**) :

- Interférence avec la bicouche lipidique de la membrane cellulaire, provoquant une augmentation de la perméabilité et la perte des constituants cellulaires.
- Altération des différents systèmes enzymatiques dont ceux impliqués dans la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- Destruction ou inactivation du matériel génétique



**Figure 06 :** Sites d'action antibactérienne des huiles essentielles (Bouyahya *et al.*, 2017).

## 12. Domaines d'application des huiles essentielles

Les huiles essentielles disposent de nombreux atouts. Elles sont utilisées, pendant de nombreux siècles dans la plupart des civilisations, à des fins religieuses, cosmétiques et médicales. Aujourd'hui, ces extraits de plantes sont encore largement utilisés et ont une importance considérable dans le commerce international (Chavassieux, 2014). Les huiles essentielles (HE) et les extraits de plantes sont des sources de composés chimiques bénéfiques qui ont des applications potentielles dans la médecine, l'alimentation, les cosmétiques et l'industrie agricole (Amarti *et al.*, 2010).

### 12.1. Utilisation dans l'industrie alimentaire

Les huiles essentielles sont utilisées dans l'industrie alimentaire pour rehausser le goût des aliments, et la conservation grâce aux effets antimicrobiens et antioxydants de certains de leurs constituants. Ces agents naturels viennent réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques qui présentent des effets néfastes sur la santé. En effet, l'utilisation des antioxydants synthétiques tels que l'hydroxytoluène butilé (BHT), ainsi que l'hydroxyanisole butilé (BHA) est suspectée à long terme d'effets mutagènes et cancérigènes. Ces composés peuvent augmenter la durée de conservation des aliments (Chavassieux, 2014).



## **12.2. Utilisation dans l'industrie cosmétique**

L'utilisation d'HE et d'extraits de plantes comme cosmétique a longtemps attiré l'attention et les substances actives issues des plantes ont été utilisées comme parfums ou cosmétiques. En raison de leurs propriétés anti-inflammatoires, antimicrobiennes et antioxydantes, les HE végétales, soit comme ingrédients actifs, soit comme conservateurs, sont utilisées dans divers produits cosmétiques tels que les hydratants, les lotions et les nettoyants pour les soins de la peau, les après-shampooings, masques ou produits antipelliculaires, les rouges à lèvres ou les parfums en parfumerie (**Amarti et al., 2010**).

## **12.3. Utilisation dans l'agriculture**

Le contexte réglementaire actuel encourage fortement le développement de produits phytosanitaires d'origine naturelle comme solution de rechange aux différentes méthodes de contrôle chimique. Actuellement Les huiles essentielles sont testées sur différentes cibles : insectes, champignons, bactéries, herbes et aussi pour préserver les graines (**Roubin, 2017**).

## **12.4. Utilisation dans le domaine médical et pharmaceutique**

Les huiles essentielles sont d'un grand intérêt médicamenteux, notamment dans le domaine des antiseptiques externes. Elles sont également utilisées pour parfumer les médicaments destinés à la voie orale et constituent le support de l'aromathérapie. Les plantes aromatiques sont également utilisées à l'état brut, notamment pour les préparations d'infusion telles que la menthe, la mélisse, la verveine et les fleurs d'oranger, ainsi que sous la forme de préparations galéniques simples (**Randrianarivelo, 2010**).

En outre, les préparations médicales à base d'HE végétales ainsi que leurs constituants appliqués dans le traitement des maladies infectieuses humaines sont bien documentés. En particulier, de nombreuses HE ont été utilisées à des fins cicatrisantes et ont été fortement recommandées notamment dans le traitement de certaines maladies catarrhales (**Toure, 2015**).

***Chapitre II :***  
***Etude botanique des plantes étudiées***

## 1. Laurier noble (*Laurus nobilis* L.)

Le laurier noble compte parmi les plantes ayant des propriétés médicinales et aromatiques (Chaaben et al., 2015). Il s'agit d'une plante de la famille des lauracées qui peut se développer spontanément ou être cultivée (Haddouchi et Benmansour, 2008). Cette plante fait partie des familles botaniques les plus couramment utilisées pour ses épices et extraits aux propriétés médicinales intéressantes. Aujourd'hui, elle est largement cultivée en Algérie à des fins ornementales et pour son utilisation dans la cuisine en tant qu'épice (Yakhlef et al., 2011). Il est courant en Europe méditerranéenne ainsi que le long de la côte atlantique de la péninsule ibérique et sur la côte sud de la mer noire (Alessi et al., 2018). On observe une résurgence de l'intérêt pour l'utilisation de cette substance dans des domaines tels que la médecine traditionnelle, la pharmacie, l'alimentation et les cosmétiques (Chaaben et al., 2015). L'accent principal de la recherche sur cette plante (figure 07) a été mis sur l'examen des huiles essentielles, métabolites secondaires produits dans les feuilles (Chaaben et al., 2015).



**Figure 07** : L'arbre de *Laurus nobilis* L. (Anonyme1, 2023).

**Tableau 02** : Présentation des noms populaires de *Laurus nobilis* L. (Bekhti, 2021).

<b>Français</b>	Laurier , Laurier-sauce
<b>Anglais</b>	Laurel ,bay,bay Laurel,bay leaves
<b>Néerlandais</b>	Laurier
<b>Italien</b>	Alloro
<b>Espagnol</b>	Laurel
<b>Portugais</b>	Loureiro
<b>Arabe</b>	الغار
<b>Philippine</b>	Laurel; paminta-dahon (cebuano) (PROSEA)

### 1.1. Description générale de plante

L'arbuste du laurier noble, qui est toujours vert, a une hauteur naturelle de 15 à 20 mètres. Cependant, dans les zones résidentielles comme les jardins et les cours, il est souvent plus petit, mesurant seulement 4 à 6 mètres. Les jardiniers peuvent le tailler et le façonner facilement pour qu'il prenne la forme d'un arbre à un seul tronc ou d'un arbuste à plusieurs troncs (figure 08). De plus, il convient parfaitement à la culture en topiaire (Paparella et al., 2022).



**Figure 08** : Laurier noble ou *Laurus nobilis* L. (Bekhti, 2021).

## 1.2. Les feuilles du *Laurus nobilis* L.

Le feuillage de l'arbre *Laurus nobilis* L. (figure 09) présente une couleur vert foncé sur le dessus et plus claire en dessous, avec des feuilles allongées ou en forme d'arbre et des extrémités pointues et peu épaisses. Les bords de la lame sont légèrement ondulés, un peu épais et courbés vers l'intérieur. Les feuilles mesurent environ 3 à 5 cm de largeur et 10 cm de longueur. Elles sont poilues au début, puis deviennent brillantes (**Briot, 2016**).



(a) : les feuille fraiche



(b) : les feuille sèche

**Figure 09** : Les feuille de *Laurus nobilis* L. (Anonyme1, 2023).

## 1.3. L'écorce et les tiges

Les rameaux ont des tiges verdoyantes qui poussent vers le haut (**Briot, 2016**). L'écorce présente une surface uniforme et une coloration variante entre le vert olive et le rougeâtre (**Paparella et al., 2022**). Il faut plusieurs années pour qu'une véritable écorce se forme (**Briot, 2016**).

## 1.4. Les fleurs et l'inflorescence

Les plantes présentent des caractéristiques dioïques, avec des fleurs mâles et femelles distinctes qui se développent sur des plantes différentes. Les fleurs, plutôt petites et de couleur jaune-blanc, sont constituées de quatre tépales en forme d'étoile. Elles émergent durant la période printanière, entre les mois de mars et de mai, et diffusent un agréable parfum. Les inflorescences sont regroupées dans les creux des feuilles ou à l'extrémité des branches. Alors que l'inflorescence femelle ne présente que quelques fleurs possédant un ovaire supère contenant

une loge, l'inflorescence mâle, quant à elle, présente un grand nombre de fleurs, chacune présentant plusieurs étamines attachées à la corolle (**Paparella et al., 2022**).



**A** : Les fleurs de *Laurus nobilis* L.

**B** : L'inflorescence de *Laurus nobilis* L.

**Figure 10** : Les fleurs et l'inflorescence de *Laurus nobilis* L. (Anonyme1, 2023).

### 1.5. Les fruits

Les fruits qui ont une seule graine avec un noyau peu serré sont appelés baies (figure 11). Les baies vertes qui ressemblent à des olives du laurier ont une apparence différente lorsqu'elles mûrissent. Leur couleur bleu-noir brillante indique leur maturité. Les fruits séchés de *L. nobilis* sont de forme ovoïde, mesurent environ 15 mm de long et 10 mm de large et sont de type drupacé (**Sharma et al., 2012**).



**Figure 11** : Les fruits de *Laurus nobilis* L. (Anonyme1, 2023).

## 1.6. Classification botanique

Ce classement se réfère au classement botanique synthétisé dans le tableau suivant (Bekhti, 2021) :

**Tableau 03** : La classification botanique de *Laurus nobilis* L. (Pierre et Sébastien, 1962).

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Sous règne</b>	Plante vasculaire
<b>Embranchement</b>	Spermaphyte
<b>S/Embranchement</b>	Angiospermes
<b>Classe</b>	Dicotylédones
<b>S/classe</b>	Dialypétales
<b>Ordre</b>	Laurales
<b>Famille</b>	Lauracées
<b>Genre</b>	<i>Laurus</i>
<b>Espèce</b>	<i>Laurus nobilis</i> L.

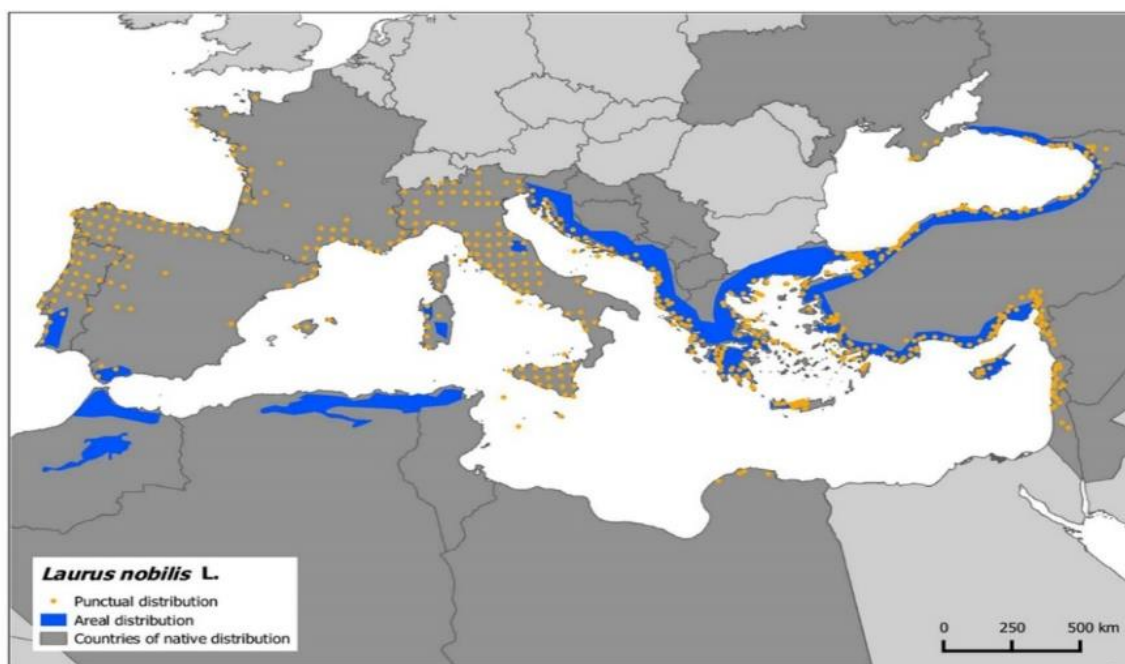
## 1.7. Reproduction

*Laurus nobilis* L. a la capacité de se reproduire à travers différentes méthodes telles que les graines, les boutures de tiges, la micro-propagation et les techniques de culture in vitro (Souayah, 2002).

## 1.8. Répartition géographique

Leur lieu de vie habituel se situe dans l'Himalaya tropical et subtropical, à une altitude comprise entre 900 et 2500 mètres. Ils peuvent également être trouvés dans diverses régions en Asie tropicale et subtropicale, ainsi qu'en Australie et dans la région du Pacifique. En Inde, on peut les voir dans les États de l'Uttarakhand et de l'Himachal Pradesh, le long de l'Himalaya occidental, ainsi que dans les États du Sikkim, de l'Assam, du Mizoram et du Meghalaya (Chahal et al., 2017), elle pousse dans les régions côtières situées à une altitude de 600 à 800 mètres et dans de nombreuses régions chaudes à travers le monde (Belgin et al., 2018). Les régions du sud de l'Europe et des rives de la mer Méditerranée, telles que la Turquie, l'Algérie, la France, la Grèce, le Maroc, le Portugal, l'Espagne, la Belgique, le Mexique, l'Amérique

centrale et le sud des États-Unis, sont des centres de production commerciale important pour les feuilles de laurier. En particulier, la Turquie est l'un des principaux producteurs et fournisseurs de ces feuilles (**Chahal et al., 2017**). Il est principalement cultivé pour ses feuilles aromatiques à des fins commerciales, mais il est également largement répandu en Europe et aux États-Unis (figure 12) comme plante décorative (**Huxley et al., 1992**).



**Figure 12 :** Distribution géographique *Laurus nobilis* L. (Source-FAO)

### 1.9. Le climat

Le laurier est une plante qui peut être cultivée dans diverses conditions écologiques et climatiques (**Samia et al., 2019**), mais elle se développe particulièrement bien dans les régions ayant des hivers doux avec une température minimale de  $-5^{\circ}\text{C}$ . Les endroits ensoleillés et à l'abri du vent sont les conditions optimales pour sa croissance, cependant elle peut tolérer l'ombre. Cette plante ne peut pas supporter des périodes de sécheresse prolongée et nécessite donc un minimum de 600 mm de pluie par an pour s'épanouir (**Bekhti, 2021**).

### 1.10. La nature du sol

Le laurier peut s'adapter à presque tous les types de sol, à l'exception des sols très acides. Il se développe aisément toute l'année dans un sol profondément humide, idéalement un sol humide et sablonneux avec une grande quantité d'eau ou des conditions atmosphériques humides



(Bekhti, 2021), en particulier près du rivage des mers et des océans. Pour une croissance rapide et luxuriante, le sol doit être riche en nutriments et en humus, et avoir un pH proche de la neutralité (Samia et al., 2019).

### **1.11. Récolte**

On peut récolter la feuille de laurier tout au long de l'année dès que la plante est complètement mature. Cependant, les feuilles sont amères et piquantes lorsqu'elles sont encore fraîches, ce qui nécessite un séchage préalable avant leur utilisation. Après la cueillette, il est recommandé de laisser les feuilles sécher pendant 48 à 72 heures. Les feuilles séchées fraîchement offrent une saveur plus riche et plus profonde. Il est préférable d'éviter la récolte lorsque la plante est humide (Samia et al., 2020).

### **1.12. Conservation**

Selon les normes de qualité et les préférences des consommateurs, les feuilles sont emballées et stockées dans un endroit frais et sec pour garantir leur fraîcheur et leur qualité. En ce qui concerne les épices, il est recommandé de les stocker dans un environnement avec une température comprise entre 10 et 15°C et une humidité relative de 55 à 65% afin de préserver leur arôme et leur saveur (Raghavan, 2013).

### **1.13. Domaines d'utilisation**

La plante connue sous le nom de *Laurus nobilis L.* revêt une grande importance pour l'industrie. Elle est couramment utilisée dans les secteurs alimentaire, cosmétique et de la médecine traditionnelle (Awada et al., 2023).

#### **1.13.1. Phytothérapie**

La feuille de laurier a traditionnellement été utilisée en phytothérapie pour traiter diverses maladies telles que les rhumatismes, les entorses, les problèmes digestifs et les douleurs d'oreille, ainsi que pour améliorer la transpiration. Des recherches ont également montré que cette feuille peut être bénéfique pour le traitement du diabète et de la migraine (Fang et al., 2005). Les feuilles de laurier sont préparées avec de l'eau chaude pour en faire une boisson qui traite les problèmes internes en éliminant l'excès d'eau par la miction et induit des vomissements. Elles sont également utilisées fraîches ou mures pour guérir des maladies telles que la dysenterie sanguine, l'inflammation et la congestion des reins. Le laurier est couramment utilisé

pour traiter diverses affections telles que l'arthrite, les maux de tête, les maladies fongiques, l'anorexie, le rhume, la cataracte, la diarrhée, l'ulcère colique, en tant qu'apéritif, stimulant digestif, pour soulager la névralgie (**Parthasarathy et al., 2008**).

### **1.13.2. Décorations**

Les lauriers nobles sont largement utilisés à des fins décoratives, notamment dans l'art topiaire, et les pépinières spécialisées en Belgique sont célèbres pour leur culture. Bien qu'ils soient souvent cultivés dans des plateaux en dehors des zones au climat méditerranéen, ils peuvent être sensibles au gel. Toutefois, certains spécimens sont robustes et résistent bien aux températures hivernales, en particulier ceux qui n'ont pas été taillés ou qui ont été sélectionnés pour leur résistance après une période de gel prolongée (**Bekhti, 2021**).

### **1.13.3. Cosmétique**

L'utilisation de l'huile essentielle de feuilles de laurier est répandue dans les secteurs de la fabrication de parfums et de savons (**Caputto et al., 2017**).

### **1.13.4. Secteur alimentaire**

Les feuilles de laurier sont couramment employées pour parfumer divers plats, particulièrement dans les cuisines de la Méditerranée. En outre, elles sont distillées pour en extraire une huile essentielle qui est fréquemment utilisée dans l'industrie alimentaire, notamment pour relever la saveur de la viande, des soupes et du poisson (**Alejo-Armijo et al., 2017**). Il est indispensable lorsque l'on prépare des plats tels que des ragoûts, des sauces, des salades, des légumes ou des desserts (**Amélie et Claire, 2019**).

## **2. Thym à thymol (*Thymus vulgaris* L.)**

Le thym de jardin ou thym commun est le nom commun de la plante aromatique vivace *Thymus vulgaris* L. (figure 13) appartenant à la famille des lamiacées (**Homaidan Shmeita, 2019**). Le genre *Thymus* L. regroupe environ 215 espèces de sous-arbustes et de plantes herbacées vivaces (**Bozena, 2021**). Cette plante vivace aromatique est cultivée à travers le monde et est couramment employée dans la médecine traditionnelle (**Borugă et al., 2014**). Depuis de nombreux siècles, le thym a été employé en médecine traditionnelle pour ses vertus remarquables contre les inflammations et les infections grâce à ses propriétés antimicrobiennes

(Galovičová et al., 2021). Souvent employé en cuisine pour ses propriétés aromatiques, le thym est également riche en huile essentielle. Cette dernière présente des vertus antimicrobiennes marquées ainsi que de puissantes propriétés antioxydantes (Borugă, et al., 2014). Les huiles essentielles de *T. vulgaris* ont une efficacité avérée contre les bactéries ainsi que les levures, mais également contre les champignons microscopiques filamenteux (Galovičová et al., 2021).



**Figure 13 :** *Thymus vulgaris* L. (Anonyme2, 2023).

**Tableau 04 :** Présentation des noms populaires de *Thymus vulgaris* L. (Stahl-Biskup et Saez, 2002).

<b>Français</b>	Thym, thym commun, thym allemand, thym de jardin.
<b>Anglais</b>	Thym
<b>Albanais</b>	Timus
<b>Chinois (Mandarin)</b>	Bai li xiang
<b>Chinois (cantonais)</b>	Baak leih heung
<b>Arabe</b>	Zaitra
<b>Espagnol</b>	Tomillo

### 2.1. Caractérisation botanique et morphologique

Le *Thymus vulgaris* L. est une plante aromatique de la famille des Lamiacées qui mesure entre 15 et 30 cm de hauteur et peut s'étaler sur 40 cm de largeur (Sepideh et Sadegh, 2016). Cette petite plante persistante est un sous-arbrisseau buissonnant qui se distingue par :

## 2.2. Les feuilles

Les feuilles de *Thymus vulgaris* L.(figure14) ont une taille singulièrement petite, variant généralement de 2,5 à 5 mm de longueur et présentant une grande diversité de formes (**Prasanth Reddy, 2014**). Les feuilles présentent des marges pliées vers l'intérieur et adoptent des formes linéaires à lancéolées. Leur extrémité est aiguë, avec des glandes d'ours. Sur la partie supérieure, elles sont de couleur vert grisâtre à bleu grisâtre, tandis que sur la partie inférieure, elles sont blanchâtres. Les feuilles sont couvertes de poils glandulaires contenant de l'huile essentielle (**Stahl-Biskup et Saez, 2002**).



**Figure 14** : Les feuilles de *Thymus vulgaris* L. (**Patil et al., 2021**).

## 2.3. Les fleurs et l'inflorescence

Les fleurs de *Thymus vulgaris* L. (figure 15) ont une teinte violet pâle, à double lèvre et ont un calice glanduleux et poilu. Elles ont une dimension allant jusqu'à 5 mm de longueur avec des bractées foliacées disposées en verticilles lâches, formant des grappes axillaires sur les branches ou des têtes terminales ovales ou arrondies. Les fleurs violettes ou roses se regroupent en grappes pour former l'inflorescence (**Galovičová L et al., 2021**).



**Figure 15 :** Les fleurs de *Thymus vulgaris* L. (Anonyme2, 2023).

#### 2.4. Les tiges

La tige peut être dressée ou prostrée (figure 16), parfois elle est compacte et enracinée, et elle est velue sur toutes les faces ou seulement sur les angles ou en alternance (**Stahl-Biskup et Saez, 2002**).



**Figure 16 :** Les tiges de *Thymus vulgaris* L. (Anonyme3, 2023).

#### 2.5. Les fruits

Le fruit, de teinte brune, est issu du tétraquenium qui donne naissance à des fleurs dès le mois de mars (**Nieto, 2022**).

Il est important de noter que les caractéristiques morphologiques de la plante peuvent varier selon les conditions environnementales (Patil et al., 2021).

## 2.6. Classification botanique

Ce classement se réfère au classement botanique synthétisé dans le tableau suivant :

**Tableau 05** : La classification botanique de *Thymus vulgaris* L. (Morale, 2002)

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Sous règne</b>	Plante vasculaire
<b>Embranchement</b>	Spermaphyte
<b>S/Embranchement</b>	Angiosperme
<b>Classe</b>	Dicotylédone
<b>S/classe</b>	Dialypétale
<b>Ordre</b>	Labiale
<b>Famille</b>	Lamiacée
<b>Genre</b>	<i>Thymus</i>
<b>Espèce</b>	<i>Thymus vulgaris</i> L.

## 2.7. Reproduction

La multiplication de la plante peut se faire grâce à plusieurs méthodes, telles que l'utilisation des graines, des boutures ou encore la division des sections racinées (Kuetze, 2017).

## 2.8. Répartition géographique

Cette plante est largement cultivée à des fins commerciales dans différents endroits du monde (figure 17), en particulier dans les régions méditerranéennes de l'Europe, de l'Afrique du Nord et d'Asie. Cependant, elle est également récoltée à l'état sauvage et cultivée dans de nombreux pays européens tels que l'Espagne (Posgay et al., 2022).



**Figure 17 :** Distribution géographique de thym dans le monde (Le cercle noir représente la zone de distribution du genre *Thymus* dans le monde) (Stahl-Biskup et Saez, 2002).

## 2.9. En Algérie

Le thym se décline en plus de 300 espèces à travers le globe, dont 12 se trouvent sur le territoire national, desquels 9 sont endémiques. Ces variétés sont réparties sur l'ensemble du pays, que ce soit du nord algérois à l'atlas saharien ou du constantinois à l'oranais (Abdelli, 2017).

## 2.10. La Culture

Le thym commun (*T. vulgaris*) se développe mieux dans un sol léger et bien drainé, qui contient une quantité suffisante de matière organique et de minéraux fertilisants. Idéalement, il est planté sur des terres ayant déjà cultivé des céréales ou des légumineuses, et bénéficie de l'utilisation de fumier bovin comme engrais principal (Stahl-Biskup et Saez, 2002).

Deux méthodes ont été utilisées pour cultiver ces plantes en agriculture biologique, une dans les champs ouverts et l'autre sous l'abri des feuilles (Kosakowska et al, 2021).

## 2.11. Le climat

Le thym sauvage, ou *Thymus vulgaris* L., est un arbuste à feuillage persistant et croissance lente. Il prospère surtout dans des sols secs, sableux ou rocaillieux et nécessite une exposition ensoleillée constante. Ce végétal résistant tolère bien le gel et la sécheresse, mais requiert un sol

bien drainé (**Jain et Choudhary, 2022**). Le thym prospère dans un environnement tempéré à chaud, sec et ensoleillé, sans être ombragé par d'autres plantes (**Najar et al., 2021**).

## **2.12. Domaines d'utilisation**

Le *Thymus vulgaris* L. revêt une importance considérable, car il peut être utilisé dans de nombreuses applications telles que les additifs alimentaires, les médicaments et l'industrie cosmétique (**Jain et Choudhary, 2022**).

### **2.12.1. Médecine traditionnelle**

Environ 400 espèces font partie du genre *Thymus*, dont plusieurs sont couramment utilisées en médecine traditionnelle. Parmi elles, le *Thymus vulgaris* L. est l'espèce la plus significative, ayant été traditionnellement prescrit pour traiter diverses affections telles que la coqueluche, la bronchite, la laryngite, la gastrite et la congestion des voies respiratoires supérieures. Les feuilles, l'huile ou l'extrait de thymus vulgaris ont également été utilisés pour soigner la gorge irritée, l'amygdalite, les maladies des gencives, le rhumatisme et l'arthrite. Cette huile essentielle est reconnue pour ses propriétés antiseptiques, antimicrobiennes, antispasmodiques, antioxydantes et antitussives et même anti-cancéreuses (**Patil et al., 2021**). Divers rapports ont confirmé les activités antibactériennes et antifongiques de l'huile essentielle du thym in vitro contre certains pathogènes d'origine humaine (**Fani et Kohanteb, 2017**).

### **2.12.2. Dans l'alimentation**

Les feuilles de *Thym Vulgaris* L. possèdent une forte odeur et sont ainsi fréquemment employées en cuisine, que ce soit fraîches ou séchées, pour agrémenter une variété de plats tels que les soupes, les ragoûts, les sauces, la viande, les plats à base de poisson et les infusions (**Jain et Choudhary, 2022**). Tant les feuilles que l'huile extraite sont employées pour améliorer le goût et le parfum des plats. Leur capacité de conservation assure également la préservation des aliments (**Sanchees Silva et al., 2021**).



## *Partie pratique*

## 1. Objectif de travail

Le but de cette étude comparative est de démontrer « In vitro » l'effet antibactérien des huiles essentielles du *Laurus nobilis* L. et du *Thymus vulgaris* L. sur différentes souches bactériennes

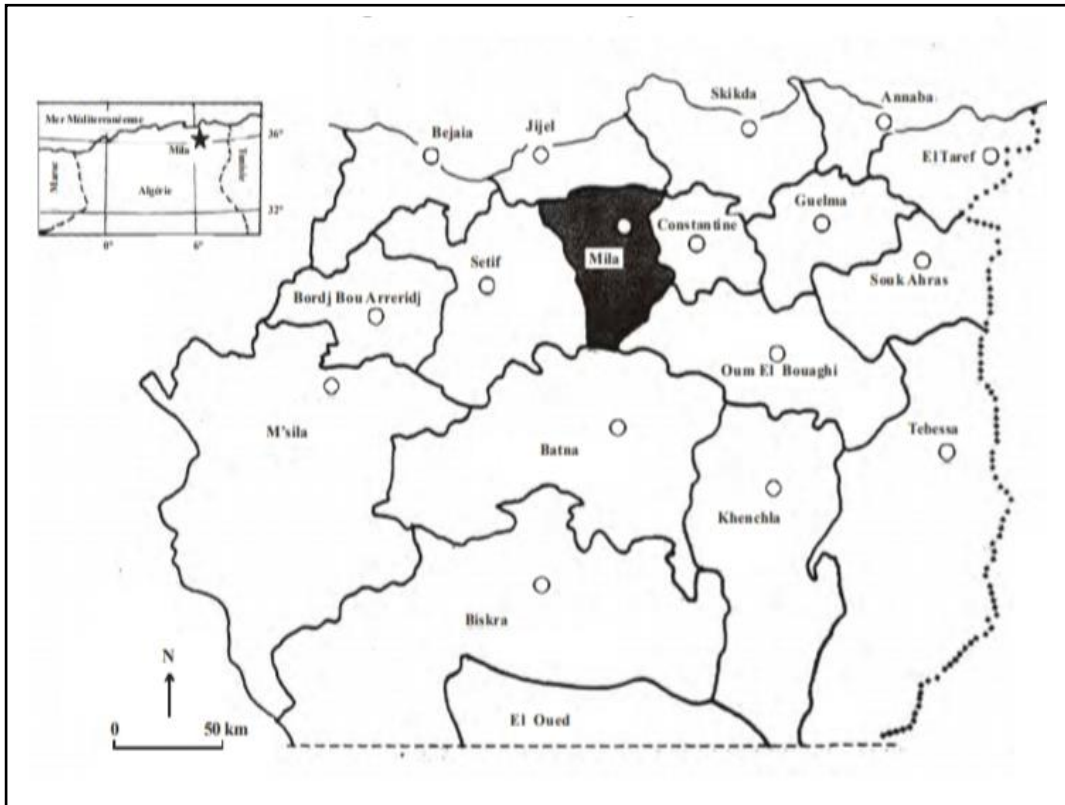
Notre étude s'est déroulée durant la période allant du mois de mars au mois de mai. Dans cette étude, nous avons mené deux parties distinctes. La première partie consistait en une enquête ethnobotanique sur l'utilisation des huiles essentielles en général, ainsi que sur les huiles relatives à deux plantes aromatiques : le *Laurus nobilis* L. et le *Thymus vulgaris* L. Cette enquête a été menée à l'aide d'un questionnaire distribué dans différentes régions de la wilaya de Mila. La seconde partie, une partie expérimentale proprement dite, est elle-même subdivisée en deux parties distinctes. Dans la première partie, nous avons effectué l'extraction des huiles essentielles à partir des parties aériennes des deux plantes aromatiques. Ensuite, nous avons mis en évidence l'activité antibactérienne de ces huiles.

## 2. Description de la zone d'étude

La zone concernée par cette étude est la wilaya de Mila qui est une région située au Nord-Est de l'Algérie, entre la latitude 36° 26' 59" N et la longitude 6° 15' 51" E, à 464 km de la capitale Alger et à 70 km de la mer Méditerranée, couvrant une superficie totale 3 481 km<sup>2</sup>. Elle est limitée par : la wilaya de Jijel au Nord, Skikda au Nord-Est, Sétif à l'Ouest, Constantine à l'Est, Oum El Bouaghi au Sud-Est et la wilaya de Batna au Sud (Figure 18).

La wilaya de Mila se caractérise par un relief varié et présente trois grandes zones distinctes: des montagnes et des collines du Nord Constantinois traversé par l'Oued-El-Kebir au Nord. Au sud, les plaines fertiles de Milev, arrosées par l'oued le Rhummel, tandis que l'extrême Sud présente un relief des hauts plateaux. La wilaya de Mila abrite le plus grand barrage d'eau en Algérie, le barrage de Beni Haroun (**Soukehal, 2017**).

Le climat est humide au Nord, subhumide à semi-aride au centre et semi-aride au Sud. La pluviométrie varie de 600 et 900 mm au nord de la wilaya, à moins de 400 mm au Sud.



**Figure 18** : Localisation géographique de la wilaya de Mila (Soukehal, 2017).

### 3. Enquête ethnobotanique

Une enquête ethnobotanique a été effectuée durant le mois de mai. En effet nous avons établi une fiche d'enquête (Annexe 2) sous forme d'un questionnaire sur l'utilisation des huiles essentielles en général et celles de deux plantes aromatiques, à savoir *Lauris nobulis* L. et *Thymus vulgaris* L. et nous avons recueilli toutes les informations possibles par la population dans la région de Mila.

#### 3.1. Lieux de l'enquête

L'étude a couvert 5 communes du nord de la wilaya à savoir Mila, Ferdjioua, Amira Arrès, Tassadane Haddada, Oued Endja (Figure 19).



**Figure 19** : Communes concernées par l'enquête ethnobotanique (Soukehal, 2017).

### 3.2. Fiche de l'enquête

Notre enquête a été réalisée à l'aide de 125 fiches d'un questionnaire rédigé en français ensuite traduit en arabe et structuré en trois sections : la première a permis de collecter des données sociodémographiques (sexe, âge, niveau d'éducation, situation familiale), et la deuxième portait sur les connaissances relatives aux plantes aromatiques et aux produits qui en sont dérivés, ainsi que sur l'utilisation d'huiles essentielles, leurs conditions de conservation et leurs modes d'utilisation. Tandis que la troisième partie avait pour objectif de documenter sur l'utilisation des deux types de plantes étudiées et de leurs huiles essentielles.

Nous avons distribué notre fiche d'enquête à des échantillons pris au hasard de différentes couches socio-économiques (villageois, citadins) répartis au niveau de cinq communes.

## 4. Matériel

### 4.1. Matériel biologique

#### 4.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal sélectionné pour extraire les huiles essentielles est constitué des feuilles de *Laurus nobilis* L. (Figure 20) et de *Thymus vulgaris* L. (Figure 21).

Concernant l'espèce de *Laurus nobilis* L. elle a été cueillie dans le jardin d'une résidence située à Oued Endja, une municipalité de la Wilaya de Mila en Algérie.



**Figure 20** : Les feuilles de *Laurus nobilis* L. (photo personnelle).

Le *Thymus vulgaris* L. a été acquis sur le marché de Fredjioua et provient de la zone de culture de Terai Bainen, localisée dans la Wilaya de Mila.



**Figure 21** : Les feuilles de *Thymus vulgaris* L. (photo personnelle)

## 4.2. Matériel bactériologique

Six souches bactériennes ont été sélectionnées pour leur diversité de profil de sensibilité aux antibiotiques.

Quatre souches proviennent de la collection de référence ATCC (American Type Culture Collection). (Tableau 06)

**Tableau 06** : Les souches bactériennes testées.

Souche bactérienne	Gram	Code
<i>Escherichia coli</i>	Négatif	ATCC 8739
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		ATCC 9027
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>Spizizenii</i>	Positif	ATCC 6633
<i>Staphylococcus aureus</i>		ATCC 6538

Deux souches bactériennes à Gram négatif du genre *Salmonella* isolées des viandes rouges ont été également utilisées. Il s'agit de :

- *Salmonella enterica* subsp *enterica* serotype Kentucky
- *Salmonella enterica* subsp *enterica* sérotype Infantis

### 4.2.1. Description des souches testées

#### a) *Escherichia coli*

*Escherichia coli* (*E. coli*) est un bacille à Gram négatif, aéro-anaérobie facultative appartenant à la famille des entérobactéries (*Enterobacteriaceae*), qui fait partie de la flore intestinale naturelle du tube digestif de l'homme et des animaux. La plupart des souches sont inoffensives. Certaines en revanche peuvent entraîner une variété de maladies, allant de la gastro-entérite bénigne à l'insuffisance rénale et au choc septique (Mueller et Tainter 2023).

#### b) *Pseudomonas aeruginosa*

C'est un bacille très mobile, gram-négatif de la famille des *Pseudomonadaceae*. Cette bactérie largement étudiée pour sa virulence et sa résistance à de multiples classes d'antibiotiques, qui rend difficile son traitement lors d'une infection. C'est un germe ubiquitaire, vivant dans les sols et en milieu humide. Il peut engendrer plusieurs formes de

pathologie : infection de l'œil et des plaies, des gastro-entérites, des pneumonies, des méningites...etc (Whiteley et Diggle 2020).

**c) *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii***

*Bacillus subtilis* est une bactérie aérobie à Gram positif formant des spores qui leur permettent de survivre dans une variété d'environnements. Elle est souvent utilisée en biotechnologie et en production alimentaire pour sa capacité à produire des enzymes et des inhibiteurs microbiens (Najim et Alaa 2012).

**d) *Staphylococcus aureus***

*Staphylococcus aureus* (Le staphylocoque doré) est l'espèce la plus pathogène du genre *Staphylococcus*. C'est un coccus, de forme arrondie à Gram positif. Son réservoir naturel est l'homme. *Staphylococcus aureus* est très fréquent à l'état commensal et pathogène. Elle est responsable d'intoxications alimentaires, d'infections localisées suppurées et, dans certains cas, d'infections potentiellement mortelles (Taylor et Unakal 2023).

**e) *Salmonella enterica***

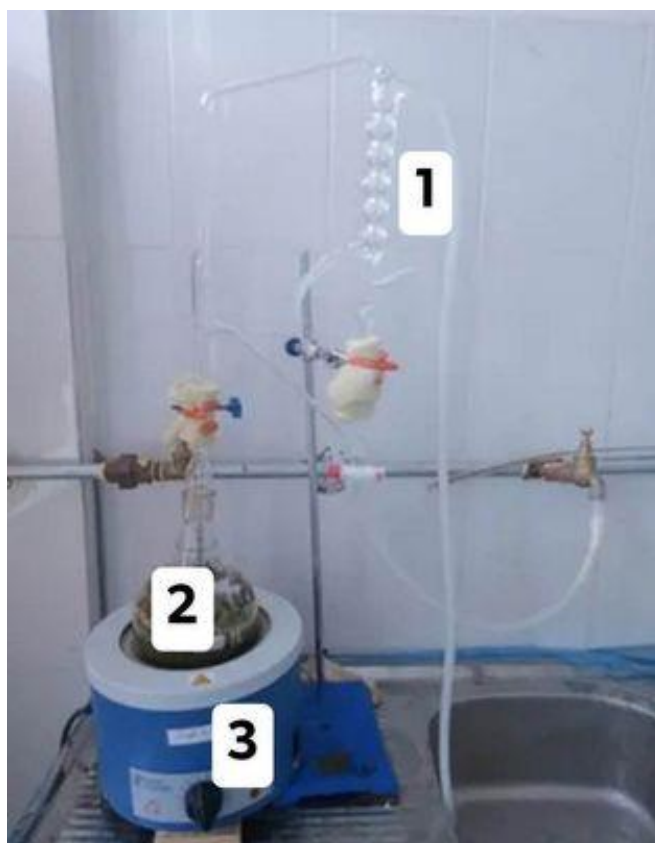
*Salmonella enterica* est un bacille Gram négatif, mobile, non sporulé et anaérobie facultatif de la famille des *Enterobacteriaceae*, et qui peut causer des infections gastro-intestinales chez l'homme. Elle est souvent associée à une diarrhée, des vomissements, de la fièvre et des douleurs abdominales. A ce jour, plus de 2600 sérotypes de *Salmonella* sont décrits et classés à travers le monde dont seulement 99% des sérotypes dans l'espèce *S. enterica*. Les principaux réservoirs de *S. enterica* sont les animaux domestiques tels que les bovins et la volaille ainsi que l'humain (Pardo-Esté et al 2021, Albasiony et al., 2022).

### **4.3. Matériel du laboratoire**

#### **4.3.1. Matériel d'extraction**

Le dispositif expérimental utilisé pour l'extraction des huiles essentielles comporte (Figure 22) :

- Un chauffe ballon.
- Un ballon de capacité de 1000 ml.
- Un Clevenger qui comporte trois parties soudées entre elles : une colonne, un réfrigérant et une ampoule à décanter).



1 : réfrigérant ,2 : ballon de 1L ,3 : chauffe ballon

**Figure 22** : Appareil d'hydrodistillation de type Clevenger (photo personnelle).

#### 4.3.2 Réactifs et milieux de culture

Les milieux de culture utilisés pour la réalisation des tests de l'activité antibactérienne diffèrent selon l'étape réalisée (Tableau 07).

**Tableau 7** : Tableau descriptif des milieux de culture utilisés.

Milieu de culture	Utilisation
Gélose nutritive (GN)	Repiquage des colonies
Eau physiologique stérile	Préparation des suspensions bactériennes
Gélose de Muller-Hinton (MH)	Etude de la sensibilité des bactéries vis à vis les antibiotiques et les huiles testées par diffusion de disque
Bouillon Muller-Hinton (BMH)	Le bouillon Mueller-Hinton (BMH) a été employé dans la détermination de la CMI par la méthode de dilution en milieu liquide (micro-dilution)



### 4.3.3. Les disques antibiotiques

Les disques d'antibiotiques suivants (Liofilchem, Italie), ont été utilisés pour comparer les effets :

- La gentamycine (CN) 10 µg.
- La chloramphénicol (C) 30 µg.

### 4.3.4. Matériel et équipement du laboratoire

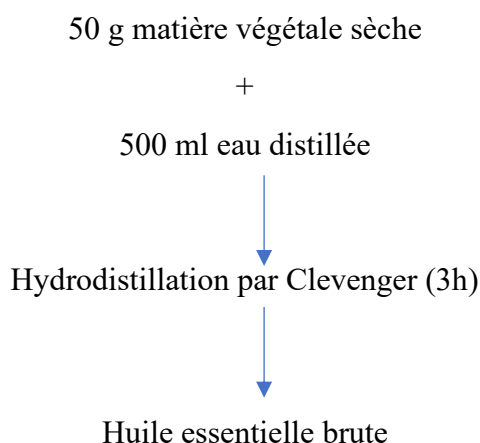
Le reste du matériel et des équipements utilisés dans l'extraction des huiles et l'étude de l'activité antibactérienne, ainsi que les réactifs et produits utilisés sont reportés en annexe 1.

## 5. METHODES

### 5.1. Extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles de *Laurus nobilis* L. et *Thymus vulgaris* L. ont été extraites par le procédé d'hydrodistillation par le biais d'un appareil de type Clevenger, au niveau des laboratoires pédagogiques du centre universitaire Abdelhafid Boussouf, de Mila.

Avant utilisation, le dispositif a été nettoyé avec de l'eau distillée et quelques gouttes d'éthanol pour éliminer toute impureté pouvant contaminer l'huile lors de l'extraction. Le protocole d'extraction implique l'introduction d'une quantité de 50 g de matière végétale dans un ballon de 1 litre contenant 500 ml d'eau distillée. L'hydrodistillation est effectuée pendant trois heures, la vapeur d'eau entraîne les molécules volatiles qui se condensent dans un réfrigérant avant de tomber dans l'ampoule de décantation. Une phase aqueuse et une phase huileuse se séparent dans l'ampoule en raison de leur différence de densité. Après l'extraction Le volume d'huile essentielle est mesuré et l'huile essentielle est conservée dans des flacons en verre, à basse température (4°C) et à l'abri de la lumière (Kheyar et al., 2014).



### 5.1.1. Calcul du rendement de l'extraction

Selon la norme AFNOR (Association Française de Normalisation, 1986), le rendement en HE ( $R_{HE}$ ), est défini comme étant le rapport entre la masse de l'HE obtenue après extraction ( $M_{HE}$ ) et la masse de la matière végétale utilisée ( $M$ ). Il est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$R_{HE} = M_{HE}/M \times 100$$

Avec :

$R_{HE}$  : rendement en H.E exprimée en pourcentage % ;

$M_{HE}$  : masse en gramme de l'HE.

$M$  : masse en gramme de la matière végétale sèche.

### 5.1.2. Densité relative

C'est le rapport de la masse d'un volume d'HE à la masse d'un volume égal d'eau à 20°C.

A une température de 20°C, on pèse à l'aide d'une seringue, des volumes égaux d'HE et d'eau distillée : on pèse successivement la seringue vide, puis le remplit d'eau distillée, ensuite remplie avec l'HE et on note leurs poids exacts. La densité de l'huile essentielle est calculée par la formule suivante :

$$d = (M_2 - M_0) / (M_1 - M_0)$$

Avec :

$M_0$  : La masse de la seringue vide (g).

$M_1$  : La masse de la seringue remplie d'eau distillée (g).

$M_2$  : La masse de la seringue remplie d'HE (g).

### 5.1.3. Mesure du pH

Nous avons déposé des gouttes d'huiles essentielles de chaque plante sur un bandeau de papier pH. Nous avons ensuite comparé la couleur du papier avec une échelle de couleurs qui diffère en fonction du pH

## 5.2. Etude de l'activité antibactérienne des huiles du *Lauris nobilis* L. et du *Thymus vulgaris* L.

L'étude de l'activité antibactérienne a été réalisée au laboratoire d'analyses médicales, Dr. Mirouh, Ferdjioua, wilaya de Mila.

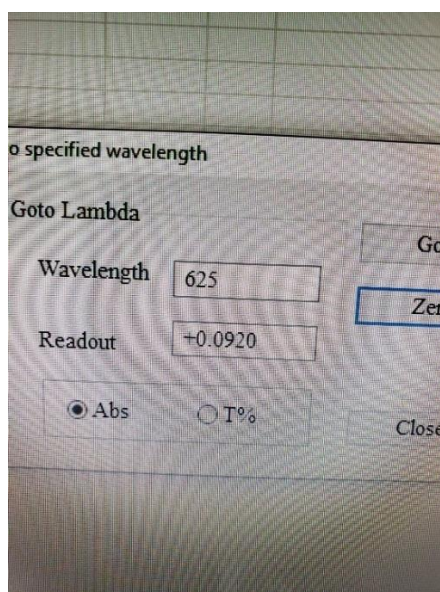
### 5.2.1. Préparation des disques

Des disques de 6 mm de diamètre ont été découpés à l'aide d'un emporte-pièce sur du papier de Wattman n°40. Ensuite, ces disques ont été mis dans un tube à essai, stérilisés à l'autoclave, puis stockés à une température ambiante (le tube à essai est hermétiquement fermé).

### 5.2.2. Préparation des suspensions bactériennes

Afin d'obtenir une culture jeune des bactéries, les souches bactériennes à tester sont ensemencées sur des boîtes de Pétri préalablement coulée avec la gélose nutritive (GN), et incubées pendant 24 heures.

A partir de ces boîtes, quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques sont prélevées à l'aide d'une anse de platine et mises dans 5 ml d'eau physiologique stérile à 0.9% de sel (NaCl). La suspension bactérienne est bien homogénéisée, et la densité optique lue par le spectrophotomètre à 625 nm est justifiée à 0.08 à 0.10 nm (Figure 23). On admet que cette densité mesurée à 625 nm est équivalente à  $10^8$  CFU/ml. L'inoculum est ajusté soit en ajoutant de la culture s'il est trop faible ou de l'eau physiologique stérile s'il est trop fort. L'ensemencement doit se faire en moins de 15 min après la préparation de l'inoculum.



**Figure 23** : Détermination de la densité optique de la suspension bactérienne par spectrométrie uv-visible

### 5.2.3. Tests de l'activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Laurus nobilis* L. et *Thymus vulgaris* L. a été réalisée d'abord par la méthode de diffusion des disques, en raison de sa simplicité et son efficacité pour tester la sensibilité des souches bactériennes. Ensuite, les concentrations minimales inhibitrices (CMI) et bactéricides (CMB) sont déterminées par micro-dilution en milieu liquide. Cette méthode permet également de déterminer si l'activité antibactérienne de l'huile essentielle est bactériostatique ou bactéricide.

### 5.2.4. Méthode de diffusion de disques (aromatogramme)

L'inoculum récupéré de la suspension bactérienne fraîchement préparée est ensemencé sur la gélose Mueller Hinton coulée dans des boîtes de Pétri sur une épaisseur de 4 mm (qui correspond à 20 ml pour les boîtes de 90 mm de diamètre). L'ensemencement est effectué par écouvillonnage. Il consiste à tremper un écouvillon de coton stérile dans la suspension puis le frotter, après l'avoir essoré à l'intérieur du tube, à trois reprises sur la totalité de la surface gélosée de façon à former des stries serrées, en tournant la boîte à environ 60°C après chaque application pour obtenir une distribution homogène de l'inoculum.

Pour chaque souche testée, les disques de papiers wattmen de 6 mm de diamètre, préalablement stérilisés sont déposés à la surface de gélose ensemencée après avoir été chargé de 5 µl d'huile essentielle. Les disques d'antibiotiques de la Gentamycine et du Chloramphénicol sont utilisés pour comparer leurs effets à l'activité des huiles. Un disque imbibé de DMSO est utilisé comme contrôle négatif.

Les boîtes sont ensuite incubées à 37°C pendant 18 – 24 h.

Les diamètres des zones d'inhibition résultantes de l'activité des huiles essentielles ont été mesurés en mm et le résultat est interprété comme suit (**Pance et al., 2003**).

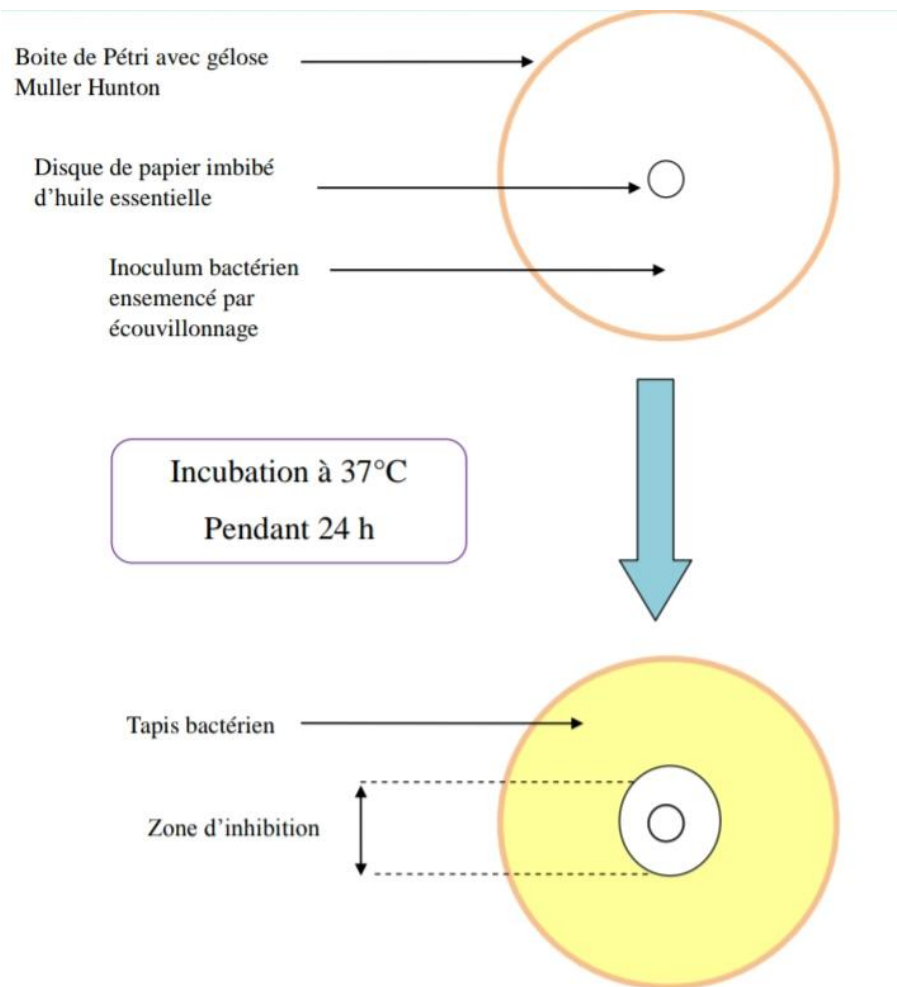
Non sensible (-) ou résistante : diamètre < 8mm.

Sensible (+) : diamètre entre 9 à 14mm.

Très sensible (++) : diamètre compris entre 15 à 19 mm

Extrêmement sensible (+++) : diamètre >20mm.

En ce qui concerne les diamètres des zones d'inhibition des deux antibiotiques, la catégorisation des diamètres est faite selon les recommandations du (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2020).

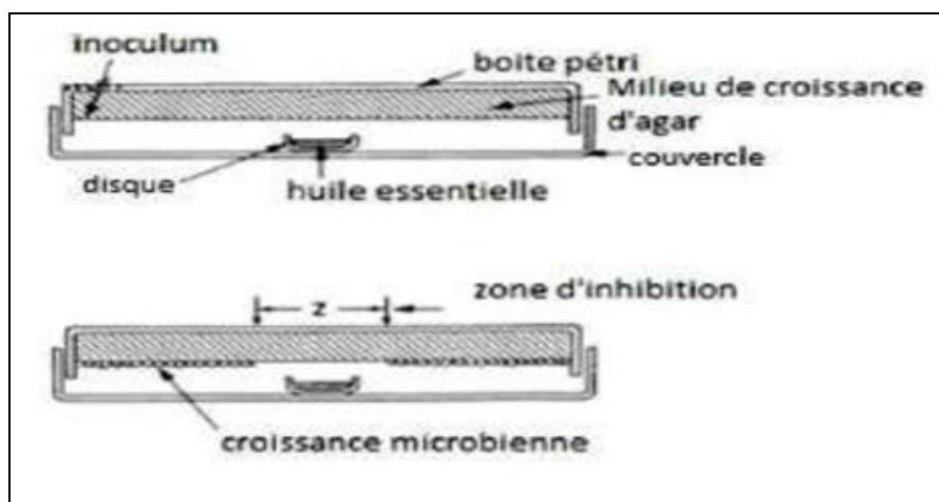


**Figure 24 :** Méthode de diffusion par disque (Wenger, 1993).

#### 4.2.5. Micro-atmosphère

Cette méthode ne quantifie pas l'activité antimicrobienne des huiles essentielles, mais elle montre seulement l'activité de la phase volatile des huiles essentielles à température d'incubation.

Les étapes de préparation de l'inoculum, d'ensemencement, d'incubation et de lecture des résultats ont été exécutées de la même manière que pour la première méthode (aromatogramme). La différence réside dans la position du disque de papier, qui est placé au centre du couvercle de chaque boîte de Pétri. Juste avant la fermeture de la boîte, 5  $\mu$ l de l'huile essentielle est déposée à la surface du disque. Un autre essai a été effectué en utilisant 10  $\mu$ l de chaque huile essentielle. Les boîtes sont immédiatement refermées (Figure 25).



**Figure 25 :** Illustration de la méthode atmosphère sur boîte de pétri (Zaika, 1988).

### **5.2.6. Etude de l'association « huile essentielles / Antibiotiques »**

La diffusion sur milieu solide est employée pour évaluer l'effet antibactérien résultant de l'association de chacune des deux huiles essentielles avec deux antibiotiques différents, soit la gentamycine et le chloramphénicol. Dans cette méthode, un disque de chaque antibiotique est disposé dans une boîte contenant du milieu MH préalablement ensemencé, et deux disques de papier Wattman imbibés de 5  $\mu$ l d'huile essentielle sont placés dans chaque boîte avec chaque antibiotique. Après l'incubation, le diamètre des zones d'inhibition est mesuré en mm et interprété selon les critères suivants : indifférence lorsque l'activité de l'huile essentielle ou de l'antibiotique n'est pas affectée par l'association avec l'autre produit, antagonisme lorsque l'association diminue l'activité de l'un ou de l'autre composé, et synergie lorsque l'association entraîne une augmentation de la zone d'inhibition de l'un ou de l'autre produit.

### **5.2.7. Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI**

La CMI est la plus faible concentration d'un produit chimique, généralement un médicament, qui empêche la croissance visible d'une ou de plusieurs bactéries.

La méthode de micro-dilution en bouillon est utilisée pour déterminer la CMI. Tous les tests sont effectués dans le milieu Mueller Hinton en bouillon. Cette technique consiste à ensemencer, par un inoculum standardisé, une gamme de concentration décroissante en huile essentielle.

Les huiles étudiées sont dissoutes dans le diméthyl-sulfoxyde (DMSO). Une micro dilution des huiles essentielles à tester, est produite dans une microplaque de 96 puits contenant 20 µl DMSO, de manière à générer une gamme de dilution de base 2.

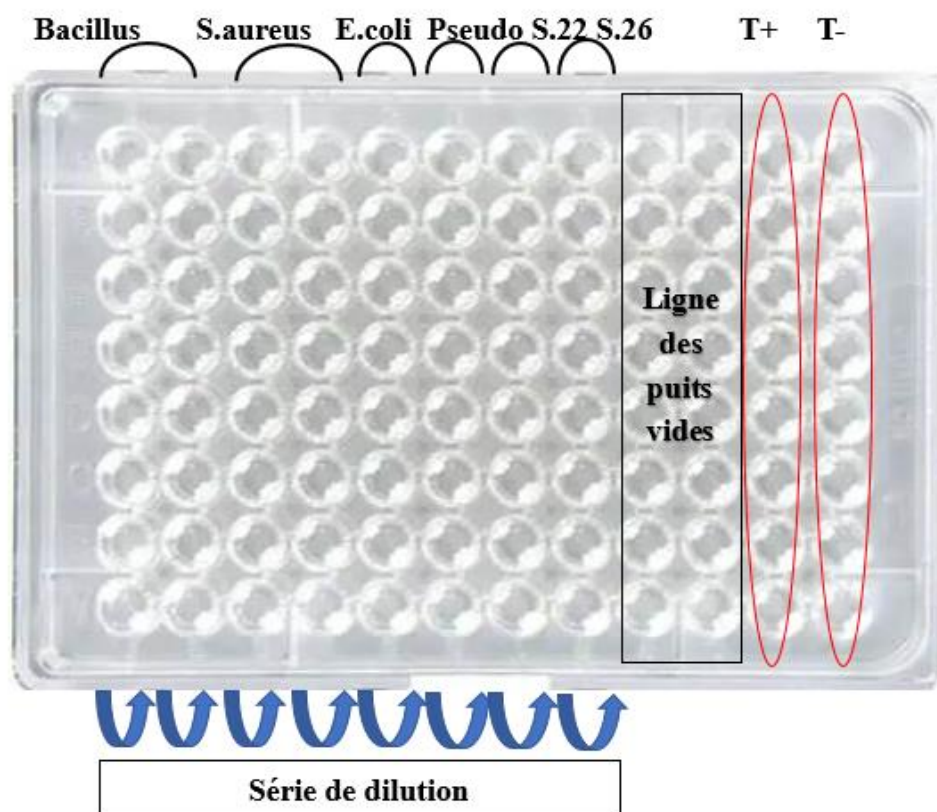
La gamme de concentration est alors produite dans les 96 puits.

- 20 µl de l'huile essentielle sont ajoutés dans le premier puits de chaque ligne à partir duquel est effectuée une dilution géométrique de base 2.
- Puis 160 µl de bouillon Mueller Hinton (BMH) inoculé avec 20 µl d'une suspension bactérienne sont ajoutés à chaque puits.

Les concentrations ainsi obtenues sont : 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,12%, 1,56%, 0,78%, 0,39%, 0,19%, 0,09%, 0,045%, 0,02 %, 0,01% et 0,005%.

- Chaque ligne est réservée pour une souche bactérienne, ce travail a été effectué sur six souches donc sur six lignes.
- Des puits contenant du BMH inoculé par la souche à tester sont utilisés comme contrôles positifs, ceux contenant le DMSO et BMH non inoculés sont utilisés comme contrôle négatif (Figure 26).

Après 18 heures d'incubation à 37°C, la CMI de l'huile essentielle est déduite à partir du premier puits de la gamme dépourvu de croissance microbienne.



**Figure 26 :** Méthode de détermination de la CMI par une micro dilution sur microplaque.

### 5.2.8. Détermination de la concentration minimale bactéricide CMB

La CMB est définie comme étant la plus faible concentration de l'huile essentielle qui détruit 99,9% de la concentration cellulaire finale. Après la détermination de la CMI, les puits contenant les concentrations en huile essentielle strictement supérieures à la CMI ont servi pour la détermination de la CMB. Pour ce faire, un échantillon de 10  $\mu$ L de chaque puits (ne présentant pas de croissance) sont transférés dans des boîtes de Pétri préalablement coulé par le milieu Mueller Hinton ou Gélouse nutritive. Les boîtes sont incubées dans une étuve à 37°C pendant 24 heures. Cette technique nous permet de vérifier si les cellules sont viables et cultivables. Le rapport CMB/CMI est calculé, il permet de déterminer le pouvoir antibactérien de l'huile essentielle. Lorsque ce rapport est inférieur ou égal à 4, on dit que l'huile est bactéricide et lorsqu'il est supérieur à 4, l'huile est qualifiée de bactériostatique.



## 6. RESULTATS ET DISCUSSION

### 6.1. Résultats de l'enquête ethnobotanique

#### 6.1.1. Description de la population enquêtée

Nous avons mené une enquête auprès de 125 personnes, sélectionnées de manière aléatoire sans prendre en compte leur situation sociale ni leur niveau culturel.

##### 6.1.1.1. Origine des personnes enquêtées

La figure 27 montre que la grande majorité de la population étudiée vit en milieu urbain (68,8%) tandis que la proportion restante (31,2%) vit en milieu rural

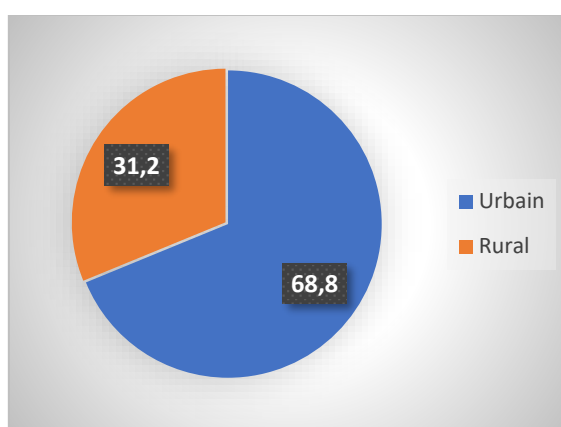


Figure 27 : Répartition des interrogés selon leur milieu de vie.

##### 6.1.1.2. Sexe

Nos résultats présentés par la figure 28, montrent que les femmes représentaient 58,4% de la population étudiée, tandis que les hommes représentaient 41,6%.

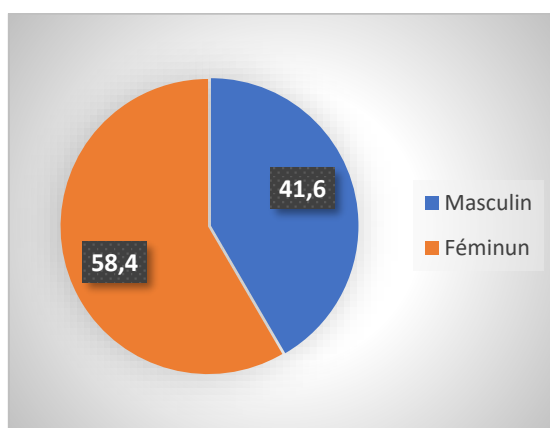


Figure 28 : Répartition des individus interrogés selon le sexe.

### 6.1.1.3. Age

Les résultats obtenus montrent que la tranche d'âge (Figure 29) des participants à l'enquête était étendue, allant de 18 ans à plus de 65 ans. Toutefois, la plupart d'entre eux (soit 52%) se situaient dans la tranche d'âge de 18 à 34 ans.

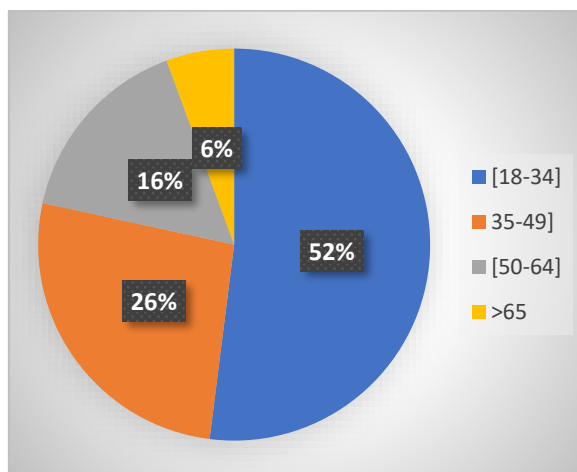


Figure 29 : Répartition des interrogées selon les tranches d'âge.

### 6.1.1.4. Niveau intellectuel

En ce qui concerne le niveau intellectuel, il est indiqué dans la figure 30, que 36,80% des personnes interrogées ont atteint un niveau intellectuel universitaire, tandis que 24,80% ont terminé leurs études secondaires. Environ 20% des personnes ont complété leur scolarité au niveau moyen, tandis que seules 6,40% ont atteint le niveau de scolarisation primaire. Enfin, 12% des personnes interrogées n'ont pas suivi de scolarité.

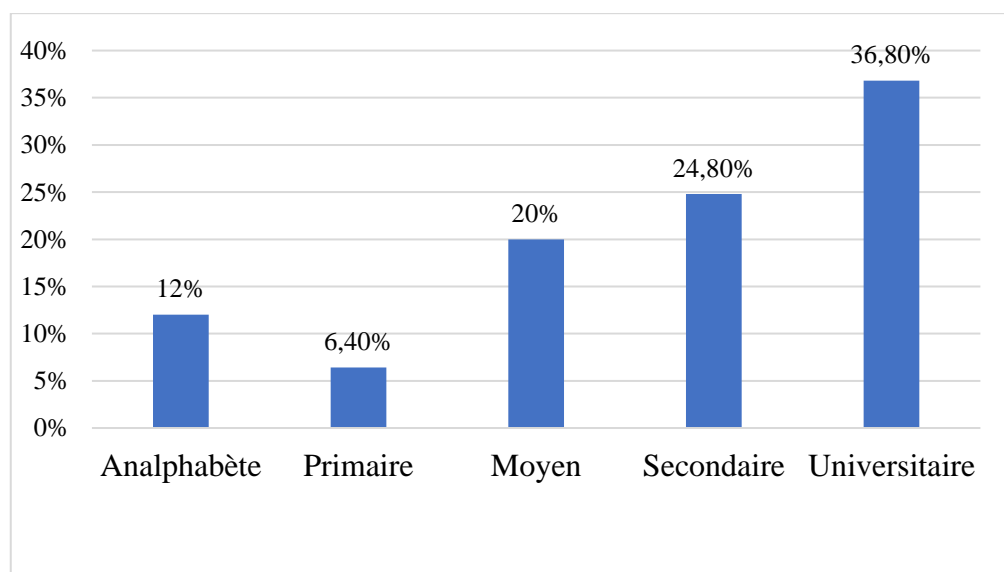


Figure 30 : Répartition des personnes interrogées selon leur niveau intellectuel.

### 6.1.1. 5. Professions

Au cours de notre enquête, nous avons constaté que les répondants étaient principalement des chômeurs, représentant 25,6% de l'échantillon, suivis des étudiants à un taux de 24,8%. En outre, le taux d'employés était de 14,4%, celui des professionnels médicaux et des artisans était de 12,8%, tandis que les retraités représentaient 5,6% de l'échantillon et les cadres seulement 4% (figure 31).

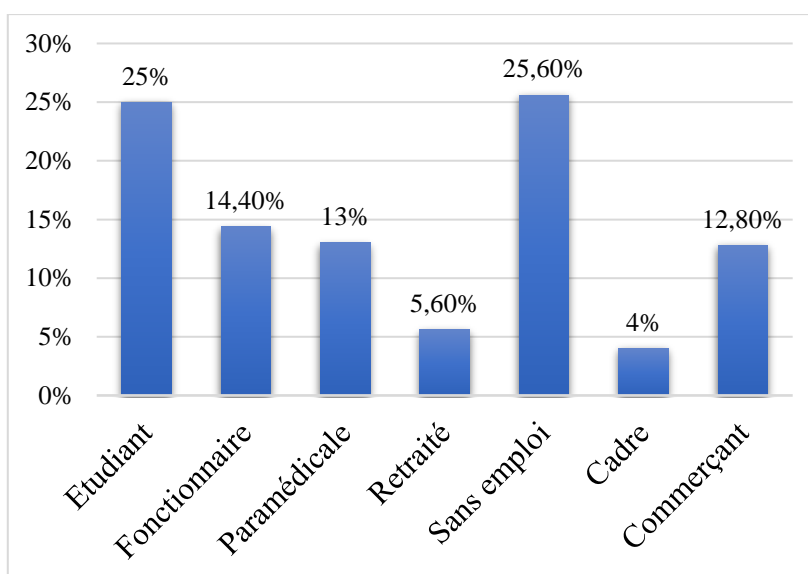
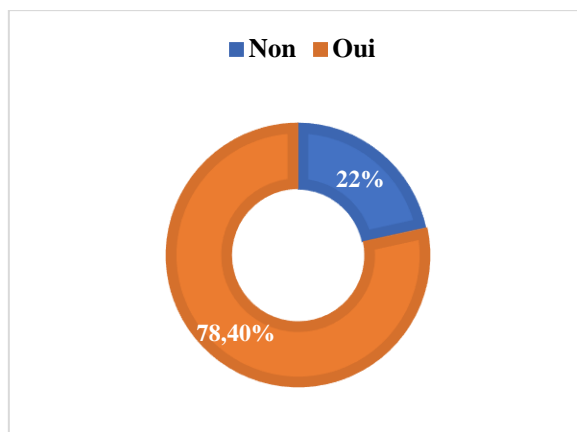


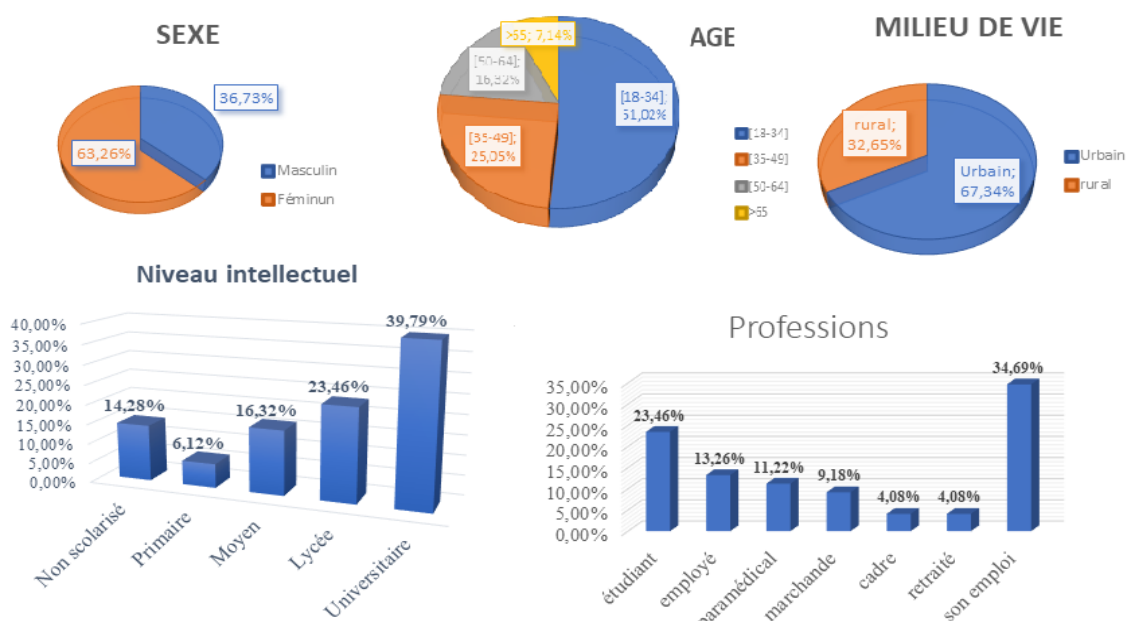
Figure 31 : Pourcentage des professions des personnes interrogées

### 6.1.1.6. Utilisation des plantes aromatiques ou des produits dérivés de celles-ci

Selon les résultats obtenus présentés par la figure 32, 98 personnes sur un total de 125 interrogées (soit 78%) ont déclaré avoir utilisé des plantes aromatiques ou leurs dérivés. La figure 33 illustre les caractéristiques socio-démographiques de ces individus, il en ressort une prédominance plus marquée des femmes par rapport aux hommes. Nos résultats sont conformes à ceux de (Jdaidi *et al.* (2016), Dellal *et al.* (2020) et Bentabet *et al.* (2022)) qui ont rapporté que les femmes sont plus intéressées du savoir phytothérapeutique traditionnel que les hommes. Ceci peut être dû au fait qu'elles sont souvent responsables des premiers soins, pour les membres de leurs familles, en particulier les enfants. De plus, elles utilisent les plantes médicinales dans d'autres domaines que la thérapie traditionnelle, tels que la cuisine et la cosmétique.



**Figure 32 :** Pourcentage d'utilisation des plantes aromatiques ou des produits dérivés



**Figure 33 :** Critères sociodémographiques des individus utilisant les plantes aromatiques ou leurs dérivés

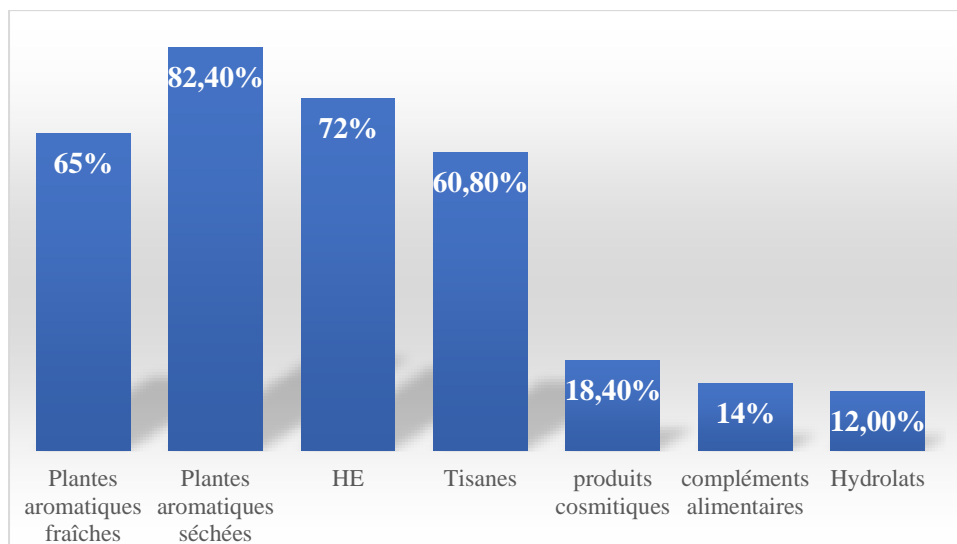
L'analyse des critères sociodémographiques indiqués dans la figure 33 démontre que la plupart des personnes intéressées par l'utilisation de plantes résident dans des zones urbaines (67,34%) et appartiennent aux groupes d'âge de 18-34 ans (51,02%) et de 35-49 ans (25,05%), ce qui semble contredire l'idée préconçue selon laquelle les personnes âgées des régions rurales seraient les plus enclines à s'intéresser aux plantes. Ce constat peut être expliqué par les bienfaits prouvés de certaines plantes sur le plan biologique, particulièrement dans le contexte de la pandémie de Covid-19, qui ont été largement mis en avant lors d'études menées ces dernières années sur le plan national et international. Cet engouement général pour les préparations traditionnelles à base de plantes a donc conduit à une consommation plus répandue de ces produits.

En observant les professions des répondants ayant indiqué leur utilisation de plantes aromatiques ou de produits dérivés (figure 33), nous avons remarqué que la majorité d'entre eux font partie des catégories de chômeurs (34,69 %) et étudiants (23,46 %). Cette tendance pourrait être attribuable à la situation socio-économique de ces deux groupes. En raison des coûts élevés des soins médicaux et des médicaments, ils ont tendance à se tourner davantage vers l'utilisation de plantes médicinales.

Quant au niveau intellectuel, la figure 33 indique que 39,79 % de ceux qui ont répondu positivement ont atteint un niveau universitaire. Environ 23,46 % des personnes ont terminé leurs études secondaires, tandis que près de 16,32 % ont un niveau d'éducation moyen. Seuls 6,12 % des participants ont atteint le niveau d'études primaire. Enfin, 14,28 % des personnes interrogées n'ont pas suivi de scolarité. Il est possible que la prédominance des jeunes dans l'échantillon étudié ait influencé ce résultat. Par ailleurs, une tendance générale vers l'utilisation de préparations traditionnelles à base de plantes pourrait être expliquée par une prise de conscience croissante de leurs bienfaits parmi la population en général

#### **6.1.1.7. Type de produits utilisés**

La grande majorité des personnes interrogées utilisent des plantes aromatiques séchées, soit 82,4 %. On remarque ensuite que 72% d'entre eux achètent des huiles essentielles, et 64,8% achètent des plantes vertes. La tisane est également une option assez populaire, bien qu'elle soit moins populaire que les produits précédents (60,8%). Une minorité, représentant 18,4% des personnes interrogées, achète ces produits sous forme de cosmétiques, tandis que 13,6% achètent des compléments alimentaires et 12% achètent du distillat (figure 34). Nos résultats étaient différents de ceux rapportés par l'étude d'(Amiour, 2018) qui ont constaté que 80,68% des individus interrogés utilisaient des tisanes, tandis que 54,55% utilisaient des huiles essentielles.



**Figure 34 :** Pourcentage des types de produits achetés.

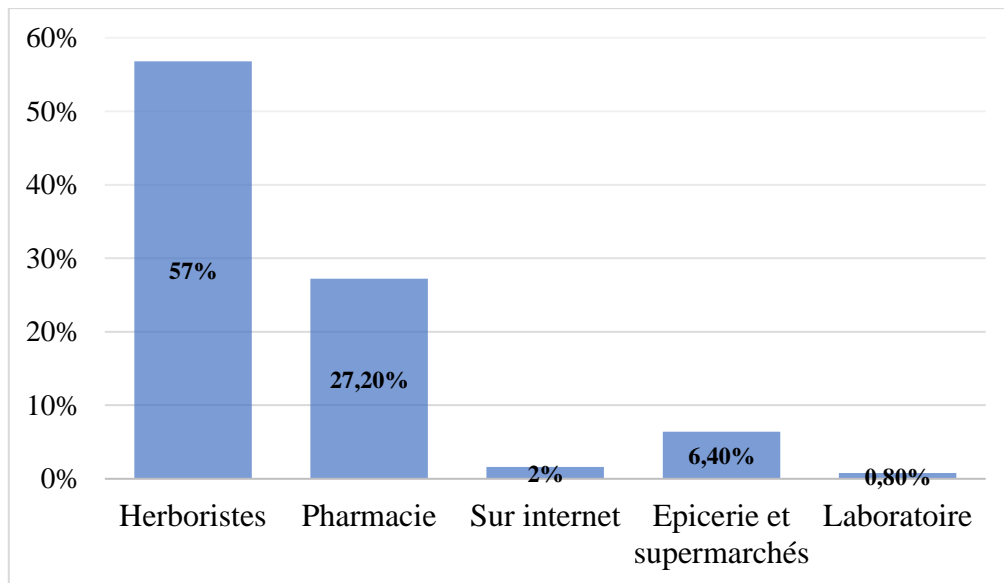
#### 6.1.1.8. Utilisation des huiles essentielles

En examinant la figure précédente, il en ressort que la grande majorité des personnes étudiées (72%), ont recours aux huiles essentielles.

#### 6.1.1.9. Lieu d'achat

D'après les résultats présentés dans la figure 35, il est évident que les herboristes représentent la source la plus courante pour l'achat d'huiles essentielles, avec un pourcentage élevé de (56,8%). Ces professionnels spécialisés dans les plantes et la médecine naturelle inspirent confiance aux consommateurs quant à la qualité des produits qu'ils proposent. Les pharmacies sont la deuxième source la plus courante, avec un taux de 27,2 %. Ceci contribue à renforcer la crédibilité des produits à base de plantes. Les achats effectués dans les marchés et les magasins d'alimentation ainsi que sur les sites internet représentent les pourcentages les plus faibles respectivement de 6,4% et 1,6%. Par ailleurs, une petite proportion de (0,8%) est obtenue à partir d'autres méthodes comme les laboratoires.

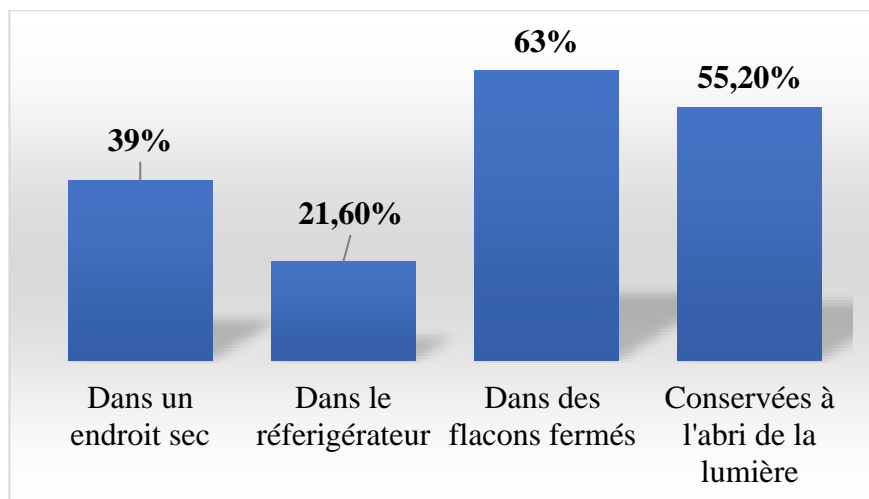
Nos résultats divergent de ceux de l'étude menée par **(Delphine, 2020)** qui a conclu que les pharmacies sont la principale source d'achat d'huiles essentielles, suivies de près par les herboristes et les sites internet.



**Figure 35 :** Lieux d'achat des HE.

#### 6.1.1.10. Conditions de conservation des huiles essentielles

Selon les résultats (figure 36) de notre enquête sur les informations concernant les conditions de la conservation des huiles essentielles, une majorité de notre échantillon (63,2%) est consciente des règles de conservation des huiles essentielles qui impliquent de les stocker dans des flacons bien fermés. De plus, plus de la moitié (55,2%) conservent leurs huiles à l'abri de la lumière pour éviter la détérioration. Les conditions de stockage dans un endroit sec sont connues par 39, 2% de l'échantillon, tandis que seuls 21,6% d'entre eux optent pour la conservation au réfrigérateur. Cela implique que la majorité des personnes interrogées ont une bonne connaissance des mesures recommandées pour la conservation des huiles essentielles et les mettent en pratique en suivant l'une des mesures conseillées. Nos résultats concordent avec ceux de (Parfait et al., 2015) qui ont constaté que la majorité des personnes enquêtées ont des connaissances suffisantes sur les conditions de conservation des différents extraits et des huiles essentielles notamment en ce qui concerne le stockage à l'abri de la lumière.



**Figure 36** : Représentation des connaissances sur des conditions de conservation des HE.

#### 6.1.1.11. Prescription des huiles essentielles aux enfants

Toutes les personnes interrogées (100%) ont répondu qu'il ne faut pas donner d'huiles essentielles aux enfants. Ceci indique que ces personnes préfèrent être prudentes lors de l'utilisation d'huiles essentielles chez les enfants, et attendre un certain âge avant de les utiliser. Les huiles essentielles peuvent contenir des ingrédients actifs qui peuvent être potentiellement dangereux pour les enfants, ce qui explique cette prudence. Des études ont montré que l'utilisation d'huiles essentielles chez les enfants doit être faite avec précaution, en raison des effets secondaires possibles tels que des irritations cutanées, des problèmes gastro-intestinaux et des problèmes respiratoires. Il est également important de noter que les normes médicales peuvent varier d'un pays à l'autre et d'une culture à l'autre, donc il est crucial de suivre les recommandations spécifiques à chaque contexte lors de l'utilisation d'huiles essentielles chez les enfants. Ainsi, Selon les résultats de l'étude menée par **(Delphine, 2020)**, il a été rapporté que certaines personnes donnent des huiles essentielles aux enfants, mais seulement après les avoir diluées.

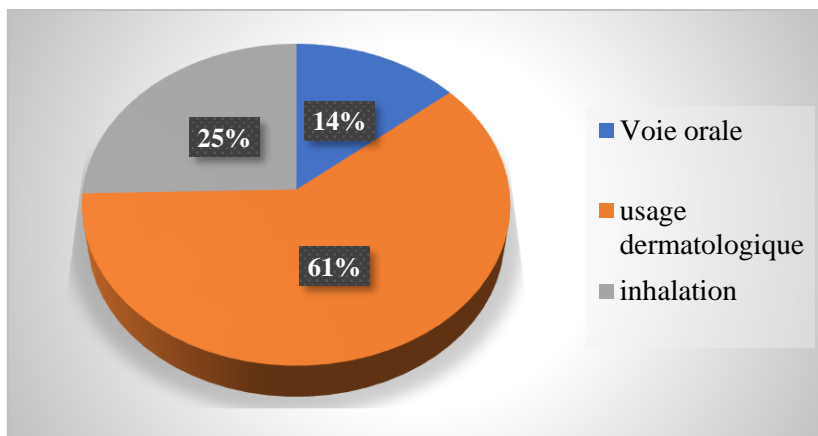
#### 6.1.1.12. Utilisation des huiles essentielles

La méthode prédominante d'utilisation de l'HE dans la zone d'étude est la voie percutanée, avec un taux élevé de 63,2 %. L'inhalation représente (26,4 %) des modes d'utilisation, tandis que la voie orale est moins utilisée à hauteur de (14,4 %) (figure 37).

La popularité de l'utilisation des huiles essentielles par voie cutanée peut être attribuée à sa simplicité et son efficacité pour permettre l'absorption des huiles essentielles à travers la



peau, offrant ainsi des avantages pour la santé. De plus, certaines personnes estiment que cette méthode présente moins de risques d'effets indésirables.

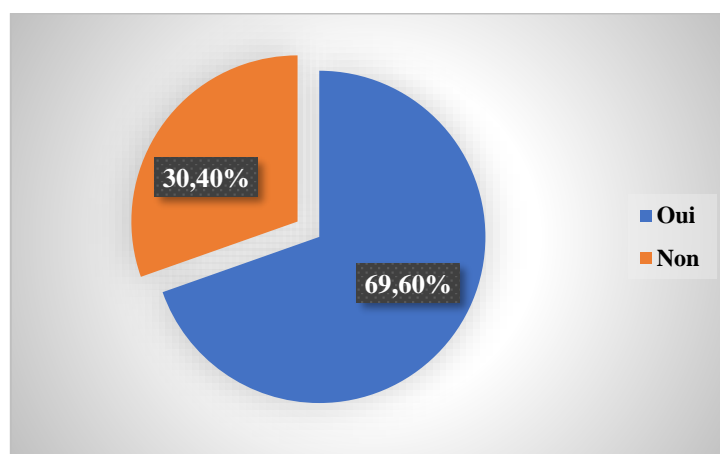


**Figure 37** : Répartition des interrogées selon le mode d'utilisation des huiles essentielles.

## 6.1.2. *Laurus nobilis* L.

### 6.1.2.1. Utilisation de *Laurus nobilis* L.

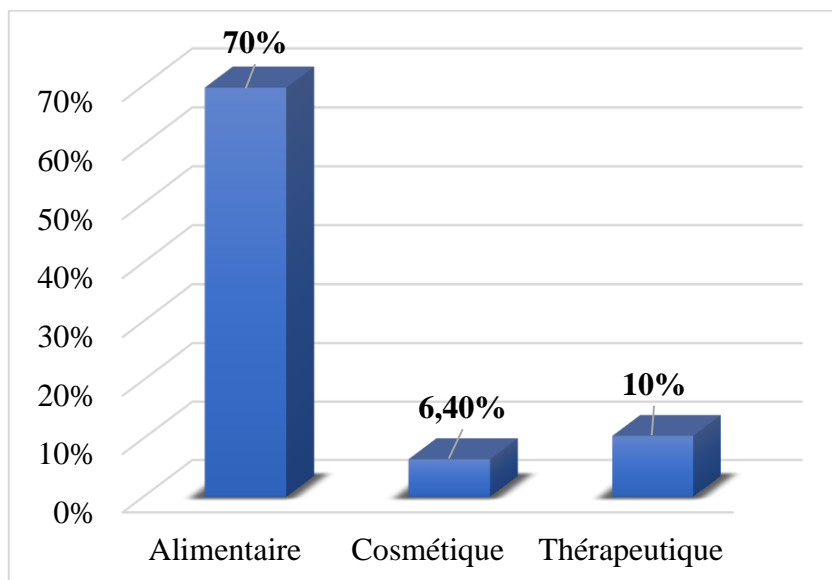
Les résultats présentés par la figure 38 montrent que la plupart des personnes interrogées ont déjà utilisé la plante de *Laurus nobilis* L. (69,6%). Nos résultats reflètent une similitude relative avec ceux obtenus par (Jdaidi et Hasnaoui, 2016). Ils ont découvert que 60% des personnes interrogées utilisaient le *Laurus nobilis* L. De même, une autre étude menée par (Zekri, 2016) a révélé un taux d'utilisation très élevé de cette plante, soit 92%.



**Figure 38** : Pourcentage des personnes utilisant *Laurus nobilis* L.

### 6.1.2.2. Fins d'utilisation

Une grande majorité (69,6%) des personnes interrogées, utilise *Lauris nobulis* L. pour des fins culinaires, tandis que (10,4%) l'utilisent à des fins thérapeutiques et seulement (6,4%) l'emploient pour des raisons cosmétiques (figure 39).

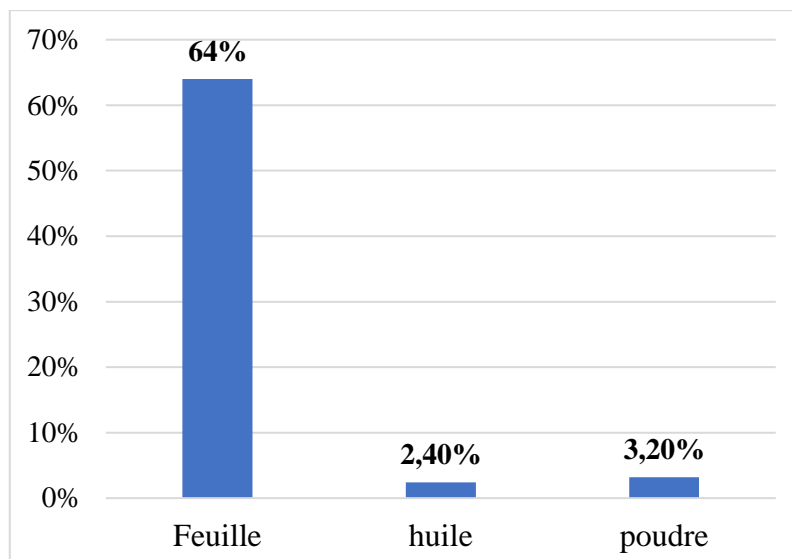


**Figure 39** : Fins d'utilisation de *Lauris nobilis* L.

Les résultats de cette étude indiquent que la plupart des personnes enquêtées ont utilisé le laurier, ce qui suggère que cette épice est largement répandue dans la vie quotidienne. En outre, il est intéressant de noter que la majorité des utilisations du laurier étaient à des fins culinaires. Cette utilisation en cuisine très courante témoigne de sa fréquente usage pour apporter le saveur et l'arôme aux aliments. En ce qui concerne les domaines thérapeutiques et cosmétiques bien que moins répandus, ces résultats mettent en évidence les propriétés médicinales de la plante

### 6.1.2.3. Partie utilisée

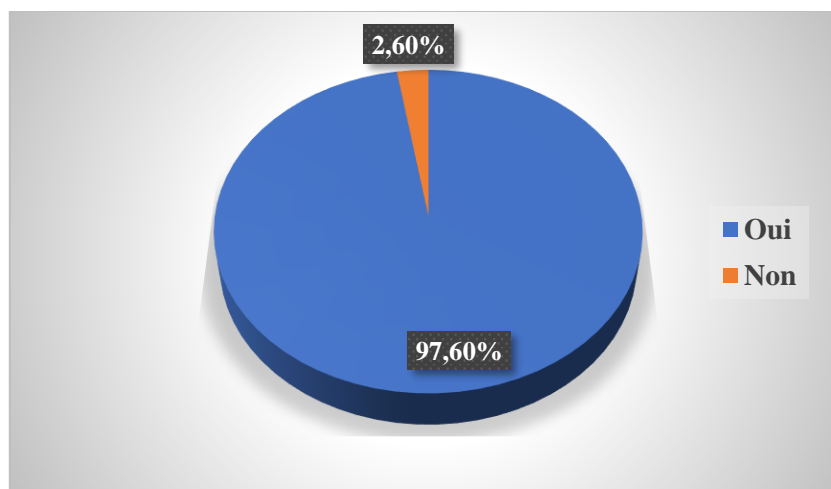
Dans la zone d'étude, les feuilles représentent la partie la plus utilisée du laurier avec un taux de (64%) suivies par les poudres de plante avec un taux d'utilisation de (3,2%) et l'huile avec un taux de (2,4%) (figure 40). Ce résultat est conforme aux résultats d'autres auteurs tels que **(Bitsindou, 1986 et Salhi et al., 2010)** qui l'ont expliqué par l'aisance et la rapidité de la récolte ainsi que la facilité d'utilisation des feuilles. En outre, **(Bigendako-Polygenis et Lejoly, 1990)** ont suggéré que les gens préfèrent les feuilles parce qu'elles sont le siège de la photosynthèse et parfois du stockage des métabolites secondaires responsables des propriétés biologiques de la plante.



**Figure 40 :** Taux d'utilisation des différentes la partie utilisée de *Lauris nobilis L.*

#### 6.1.2.4. Utilisation de l'huile essentielle du Laurier

Près de la totalité des individus (97,6 %) n'utilisent pas l'huile essentielle de laurier noble (*Laurus nobilis L.*), seulement un groupe très restreint (2,6%) y a recours (figure 41).



**Figure 41 :** Pourcentage de l'utilisation d'huile essentielle de *Lauris nobilis L.*

#### 6.1.2.5. Fins d'utilisation d'HE de *Lauris nobilis L.*

Les personnes ayant répondu positivement ont eu recours à l'huile de *Lauris nobilis L.* pour traiter leurs douleurs articulaires. Toutes ces personnes ont exprimé leur satisfaction et ont signalé qu'aucun effet secondaire n'avait été noté après l'utilisation de cette huile

### 6.1.3. *Thymus vulgaris* L.

#### 6.1.3.1. Utilisation de *Thymus vulgaris* L.

Les résultats de notre étude ont rapporté que la majorité des individus interrogés (64%) utilisent le *Thymus vulgaris* L. (figure 42). Ces résultats sont légèrement supérieurs à ceux de (Ismaili et al.,2021), qui ont rapporté que 58 % des personnes ont utilisé le *Thymus vulgaris* L.

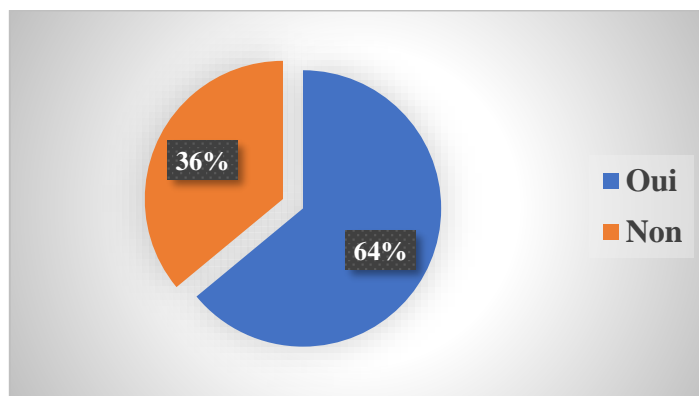


Figure 42 : Taux d'utilisation du *Thymus vulgaris* L.

#### 6.1.3.2. Fins d'utilisation

Un taux de 57,6% des personnes ayant déclaré avoir utilisé le *Thymus vulgaris* L. ont déclaré l'avoir fait pour des raisons culinaires, tandis que (15,2%) l'utilisent à des fins thérapeutiques seulement (figure 43).

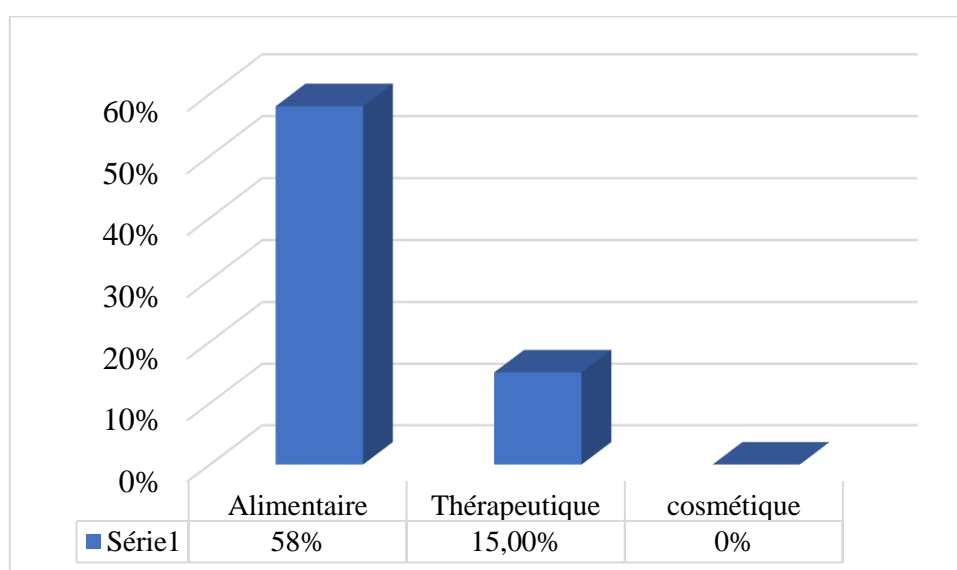
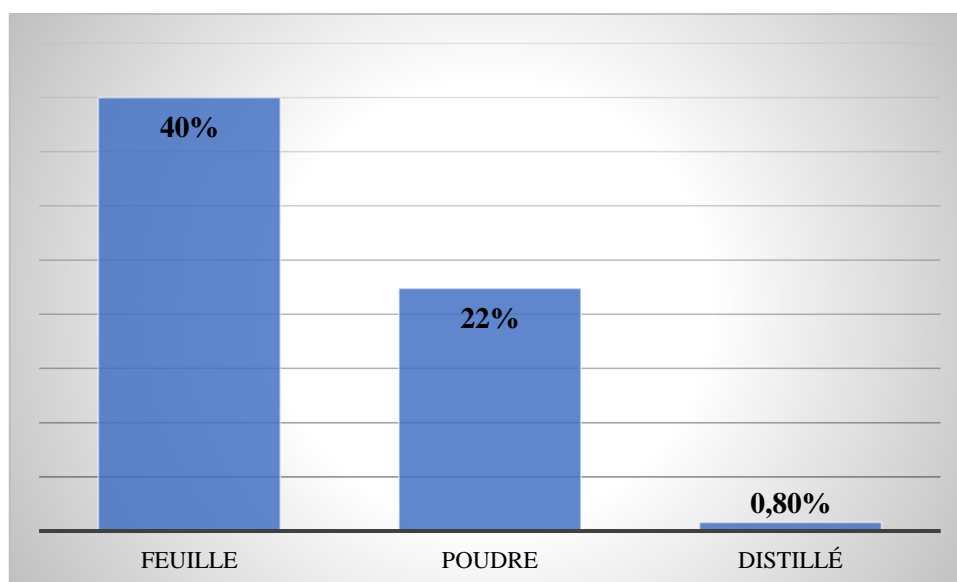


Figure 43 : Pourcentage de fins d'utilisation de *Thymus vulgaris* L.

### 6.1.3.3. Élément utilisé

Dans la zone d'étude les feuilles représentent la partie la plus couramment utilisée des plantes, avec un taux d'utilisation de (40%). L'utilisation accrue des feuilles des plantes a été également rapportée dans d'autres travaux (Diatta *et al.*, 2013 ; Chermat & Gharzouli, 2015; Jdaidi & Hasnaoui, 2016 et Lazli *et al.*, 2019) qui ont également expliqué cette tendance par la facilité de la récolte et de l'utilisation. Ensuite, on trouve la poudre de plante qui est utilisée à un taux de (22,4%), tandis que l'hydrolat n'est utilisé qu'à un faible taux de 0,8% (figure 44). Toutefois, toutes les personnes interrogées, soit 100%, ont déclaré ne pas utiliser d'huile provenant de *Thymus vulgaris* L. Ceci est expliqué par le fait que ces personnes ignoraient l'existence d'une huile extraite de cette plante.



**Figure 44 :** Eléments du *Thymus vulgaris* L. utilisés dans la région d'étude

## 6.2. Résultats de l'étude expérimentale des huiles du Laurier et du Thym

### 6.2.1. Rendement en huiles essentielles

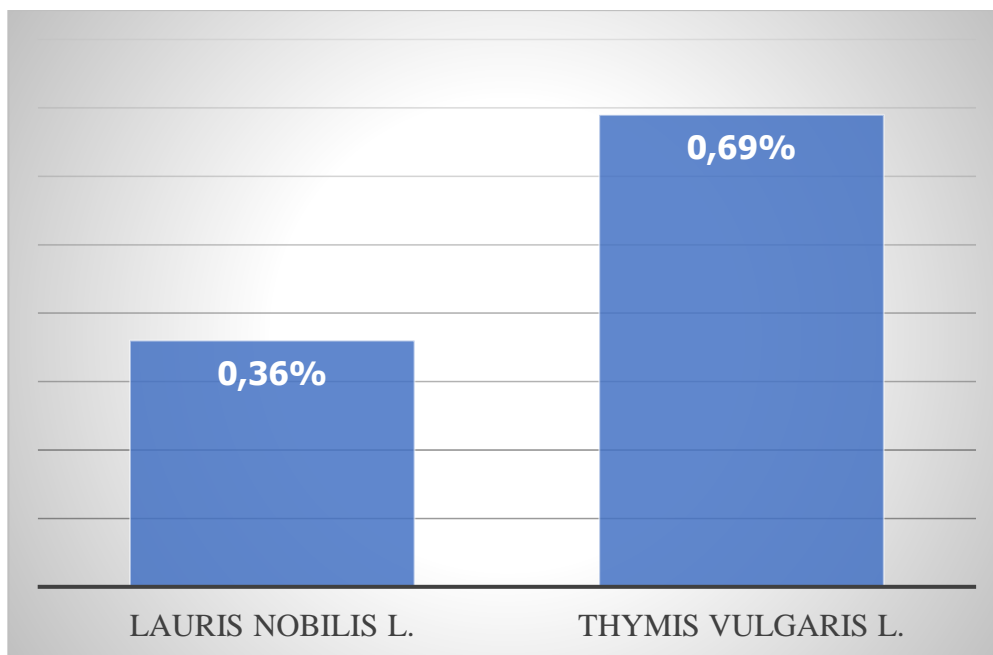
Selon les résultats cités dans la littérature scientifique, l'hydrodistillation reste la méthode d'extraction de l'HE la plus convoitée dans la pratique actuelle (Goudjil et al., 2015).

Nos résultats montrent que le rendement en huile essentielle de *Thymus vulgarise* L. était meilleur que le rendement en huile essentielle de *Laurus nobilis* L. L'extraction de nos échantillons effectués par hydrodistillation a fourni des rendements moyens de 0,36% pour le *Laurus nobilis* L. et de 0,69% pour le *Thymus vulgaris* L. (Tableau 08 et figure 45). Nos résultats sont inférieurs à ceux rapportés par Guedouri (2012) et (Ouled Taarabt et al., 2017) qui ont enregistré des rendements en HE du laurier allant du 0,63 à 1,7 %. En ce qui concerne le rendement moyen de l'HE de *Thymus vulgaris* L., nos résultats sont également inférieurs à ceux de (Nezhadali, 2014) et (Ziad et Tifourghi, 2020) qui ont obtenus des taux respectifs de 0,83% et 1,3%.

De nombreux facteurs influencent le rendement, la teneur, les caractéristiques physico-chimiques et la composition chimique des huiles essentielles tels que l'espèce, les conditions environnementales, la technique d'extraction, le séchage, la période et le milieu de récolte, les pratiques culturales et l'âge du matériel végétal (El Oualilalami et al., 2013).

**Tableau 08** : présentation des rendements moyens de *Laurus nobilis* L. et de *Thymus vulgaris* L.

Plante	Extraction n°	Poids végétal (g)	Poids d'HE (g)	Rendement (%)	Moyenne (%)
<i>Laurus nobilis</i> L.	1	50	0,24	0,48 %	0,36%
	2	40	0,09	0,23%	
	3	50	0,18	0,36%	
<i>Thymus vulgaris</i> L.	1	60	0,63	1,05%	0,69%
	2	50	0,21	0,42%	
	3	50	0,3	0,6%	



**Figure 45 :** Rendements moyens d'huile essentielle de *Laurus nobilis L.* et du *Thymus vulgaris L.*

### 6.2.2. PH des huiles essentielles extraites

Dans le tableau n°09, nous avons démontré que les deux huiles essentielles extraites de plantes étudiés ont la même valeur de pH, qui est aux alentours de la valeur environ 5. Ce résultat similaire à celui enregistré par (Borugă et al., 2014), est conforme aux exigences des normes AFNOR qui indiquent que le pH des HES doit être compris entre 5-6,5.

**Tableau 09 :** présentation de PH de *Laurus nobilis L.* et de *Thymus vulgaris L.*

Plante	PH
<i>Laurus nobilis L.</i>	5
<i>Thymus vulgaris L.</i>	5

### 6.2.3. Propriétés organoleptiques des huiles essentielles extraites

Nous avons mené une étude analytique pour déterminer les caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles extraites. Ces caractéristiques organoleptiques, telles que l'aspect, la couleur, l'odeur et saveur, sont des indicateurs qui permettent d'évaluer la qualité de l'huile essentielle. Les observations obtenues sont répertoriées dans le tableau 10.

**Tableau 10 :** Propriétés organoleptiques des huiles essentielles extraites

Huile essentielle	Couleur	Aspect	Odeur	Saveur
Huile de <i>Laurus nobilis</i> L.	Jaune claire	Liquide mobile	Agréable subtile	Forte
Huile de <i>Thymus vulgaris</i> L.	Jaune foncée	Liquide mobile limpide	Agréable subtile	Forte épicée



**(a) :** *Thymus vulgaris* L.



**(b) :** *Laurus nobilis* L.

**Figure 46 :** Les huiles essentielle extrait (photo personnelle).

#### 6.2.4. Densité relative

Dans le tableau n°11 sont représenté les résultats du calcul des densités relatives de l'HE de *Laurus nobilis* L.et *Thymus vulgaris* L.

**Tableau 11 :** Densité des huiles essentielles des plantes étudiées (*Laurus nobilis* L.et *Thymus vulgaris* L.)

Plante	M0	M1	M2	D
<i>Laurus nobilis</i> L.	2,69 g	2,90 g	2,86 g	<b>0,81</b>
<i>Thymus vulgaris</i> L.	6,39 g	7,32 g	7,19 g	<b>0,86</b>

**M0 :** La masse de la seringue vide (g), **M1 :** La masse de la seringue remplie d'eau distillée (g), **M2 :** La masse de la seringue remplie d'HE (g).



Nos résultats sont relativement similaires à ceux de (Ould Yerou et al., 2016), qui ont observé des densités de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* L. allant de 0,91 à 0,94 et ceux de (Haddouchi et al., 2009) pour le *Thymus vulgaris* L. avec des valeurs de 0,9 à 0,95.

Selon AFNOR (2000) les huiles essentielles sont des liquides volatils qui sont généralement colorés et ont densité inférieure à celle de l'eau lorsque mesurés à température ambiante.

### 6.2.5. Etude de l'activité antibactérienne

L'activité antibactérienne se manifeste par l'apparition d'un halo d'inhibition de la croissance microbienne autour des disques contenant l'huile à tester. Le résultat de cette activité est exprimé par le diamètre de la zone d'inhibition.

#### 6.2.5.1. Aromatogramme

Les six souches bactériennes ont été testées vis-à-vis deux antibiotiques et deux huiles essentielles. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau n°12 et la figure n°47 :

**Tableau 12 :** Résultats de l'antibiogramme des souches testées.

Souches bactériennes	Diamètres				
	C	CN	<i>Laurus nobilis</i> L.	<i>Thymus vulgaris</i> L.	DMSO
<i>Escherichia coli</i>	30 mm S	24 mm S	6 mm -	30 mm +++	6 mm -
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27 mm S	21 mm S	6 mm -	28 mm +++	6 mm -
<i>Bacillus Spizizenii</i>	30 mm S	25 mm S	19 mm ++	38 mm +++	6 mm -
<i>Staphylococcus aureus</i>	33 mm S	28 mm S	13 mm +	29 mm +++	6 mm -
<i>Salmonella Kentucky</i>	27 mm S	11 mm R	6 mm -	28 mm +++	6 mm -
<i>Salmonella Infantis</i>	23 mm S	22 mm S	6 mm -	24 mm +++	6 mm -

C : Chloramphénicol, CN : Gentamycine, S : Sensible, R : Résistant, (-) : Non sensible ou résistant, (+) : Sensible, (++) : Très sensible, (+++) : Extrêmement sensible.

Les résultats exposés dans le tableau montrent que les six souches bactériennes testées étaient sensibles au chloramphénicol. La souche *Salmonella* Infantis présente le diamètre d'inhibition le plus faible avec 23 mm, tandis que la bactérie *Staphylococcus aureus* présente le plus grand diamètre d'inhibition avec 33 mm.

Hormis la souche *Salmonella* Kentucky qui était initialement résistante à la gentamycine, cet antibiotique était pareillement efficace contre les autres souches bactériennes testées. *Staphylococcus aureus* présentait le plus grand diamètre d'inhibition avec 28 mm.

D'autre part, le DMSO utilisé comme contrôle négatif n'a montré aucune activité antibactérienne pour toutes les souches testées.

A une concentration de 5µl/disque, on peut observer que les deux huiles essentielles ont présenté des niveaux différents d'activité antibactérienne.

L'HE de *Laurus nobulis* L. a démontré une activité modérée contre le *Bacillus Spizizenii* et *Staphylococcus aureus*, mais elle s'est révélée inefficace contre les quatre souches restantes. L'efficacité de cette huile essentielle contre certaines souches bactériennes a été également démontrée par les travaux de **(Dabas, et al.,1998)**.

Les zones d'inhibition observées ont des diamètres compris entre 10 et 19 mm. Le diamètre de la zone d'inhibition maximum observé est de 19 mm pour *Bacillus subtilus* et de 13 mm pour le *Staphylococcus aureus*. Ces résultats sont en accord avec ceux de **(Ouibrahim et al., 2013)** et **Ferhat et al., (2018)** qui ont montré l'efficacité de l'HE de laurier contre le *Bacillus subtilus* et le *Staphylococcus aureus* avec des diamètres d'inhibition relativement similaires aux nôtres. Tandis qu'aucune zone d'inhibition n'est constatée avec *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* Kentucky et *Salmonella* Infantis. La résistance de ces genres bactériens à l'HE du laurier a été rapportée par **(Haddouchi et al.,2008)** et **(Ouibrahim, 2015)**. Toutefois, dans une étude menée par **(Hafize Fidan, 2019)**, il a été constaté une efficacité de l'HE de laurier contre *E. coli*. Cette différence avec nos résultats pourrait être attribuable aux quantités de l'huile utilisée. Ces auteurs ont testé l'effet de 10µl au lieu de 5 µl utilisés au cours de notre étude.

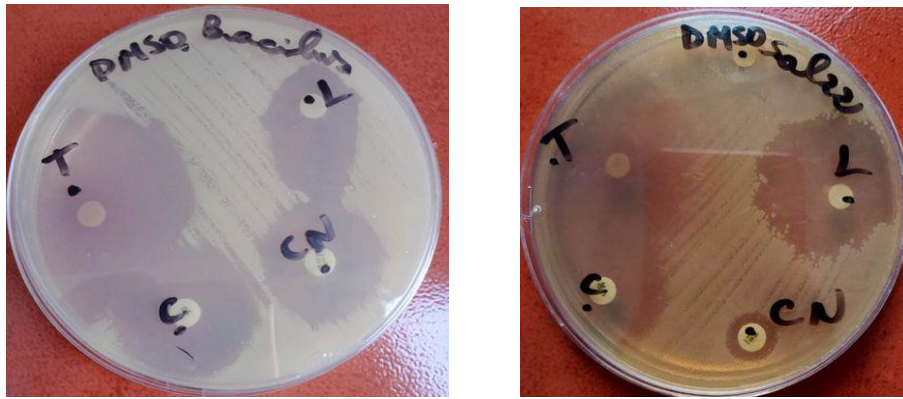
De plus, même si le nombre de souches testées était limité, nous avons observé que l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de laurier était uniquement observée sur les bactéries à Gram positif, contrairement aux souches à Gram négatif qui étaient toutes résistantes.

Plusieurs études, notamment celle menée par **(Fontanay et al., 2015)**, concordent avec cette observation sur l'activité antibactérienne des huiles essentielles (HE). Il est généralement admis que les bactéries Gram négatif sont plus résistantes aux HE que les bactéries Gram positif, comme le soulignent **(Su et al., 2012)** et **(Ait Chaouche, 2018)**. Certains auteurs, tels que **(Tamboli et Lee, 2013)** et **(Yala et al., 2016)**, ont expliqué cette différence de sensibilité en se référant à la structure et à la composition des enveloppes cellulaires des bactéries Gram positif et Gram négatif (membrane cytoplasmique, membrane externe et paroi cellulaire).

La paroi cellulaire des bactéries Gram positif est principalement composée d'une couche épaisse de peptidoglycanes, ce qui la rend plus perméable aux huiles essentielles. En revanche, la paroi cellulaire des bactéries Gram négatif est plus complexe, avec une fine couche de peptidoglycanes et une membrane externe composée de phospholipides et de lipopolysaccharides. Cette composition rend difficile la pénétration des molécules hydrophobes des huiles essentielles à travers leur paroi cellulaire **(Vijayarathna et al., 2012 et Nazzaro et al., 2013)**.

En ce qui concerne l'HE de *Thymus vulgaris* L., une activité très élevée a été constatée contre les six souches bactériennes testées. Les zones d'inhibition observées varient entre 24 et 38 mm de diamètre ce qui permet de classer dans la catégorie « extrêmement sensible ». La souche *Salmonella* Infantis a présenté le diamètre d'inhibition le plus faible avec 24 mm, tandis que le *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii* a montré le plus grand diamètre d'inhibition avec 38 mm. Cette activité pourrait principalement être due aux composés majoritaires de cette huile **(Dorman et al., 2000)**.

Nos résultats montrent une similarité notable avec ceux obtenus par **(Borugă et al., 2014)**. Cependant, nous avons observé des diamètres d'inhibition plus importants pendant notre étude. Cette disparité pourrait être due à la sensibilité accrue de nos souches par rapport aux leurs, ou à la différence d'origine géographique des échantillons de la plante (*Thymus vulgaris* L.) utilisés.



(a)

(b)

L : *Laurus nobilis* L., T : *Thymus vulgaris* L.

**Figure 47** : Photographie montrant résultat de l'antibiogramme de deux souches testées.

(a) *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii* (b) *Salmonella* Kentucky (photo personnelle).

#### 6.2.5.2. Micro-atmosphère

Le tableau suivant présente les résultats de la sensibilité des six souches bactériennes testées vis-à-vis la phase volatile des huiles essentielles par la technique micro-atmosphère. La méthode de micro-atmosphère n'a pas été concluante pour l'huile de *Laurus nobilis* L. car aucune zone d'inhibition n'a été constatée avec les deux volumes utilisés (5 et 10 µl) et ce pour toutes les souches testées. Ce résultat pourrait être attribué à des conditions expérimentales défavorables, telles qu'une température propice à l'évaporation de l'huile essentielle du laurier, ou à une quantité insuffisante testée pour manifester son activité antibactérienne, ou encore à l'absence de composants efficaces sur les bactéries présents dans la phase volatile de l'huile de laurier. Selon (**Bouchkrit, 2018**), cette action antibactérienne dépend à la fois de la dose utilisée et de la souche bactérienne ciblée.

Tandis que la phase volatile du *Thymus vulgaris* L. a montré une excellente efficacité antibactérienne vis-à-vis les six souches testées notamment sur les bactéries à Gram positive. Les zones d'inhibition aux diamètres allaient de 20 mm avec *Pseudomonas aeruginosa* à 35 mm pour *Staphylococcus aureus* en utilisant une quantité de 5 µl, et de 22 à 43 pour *Bacillus subtilis* en utilisant le double du volume. Ces diamètres sont relativement similaires à ceux enregistrés par la phase du liquide de l'HE de *Thymus*.

**Tableau 13** : Résultats du test du micro-atmosphère des huiles essentielles

Souches bactériennes	Diamètres			
	<i>Laurus nobilis</i> L.		<i>Thymus vulgaris</i> L.	
	5 µl	10 µl	5 µl	10 µl
<i>Escherichia coli</i>	0 mm (-)	0 mm (-)	21 mm (+++)	22 mm (+++)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0 mm (-)	0 mm (-)	20 mm (+++)	32 mm (+++)
<i>Bacillus subtilis</i>	0 mm (-)	0 mm (-)	26 mm (+++)	43 mm (+++)
<i>Staphylococcus aureus</i>	0 mm (-)	0 mm (-)	35 mm (+++)	41 mm (+++)
<i>Salmonella</i> Kentucky	0 mm (-)	0 mm (-)	20 mm (+++)	30 mm (+++)
<i>Salmonella</i> Infantis	0 mm (-)	0 mm (-)	21 mm (+++)	30 mm (+++)

(+++): Souche extrêmement sensible, (-): Souche non sensible



**L** : *Laurus nobilis* L., **T** : *Thymus vulgaris* L.

**Figure 48** : Action micro-atmosphère de l'HE de *Laurus nobilis* L. et *Thymus vulgaris* L. sur *Staphylococcus aureus* (Photo personnelle).

### 6.2.5. 3. Association huile essentielles/Antibiotiques

Les résultats de l'étude de l'association entre chaque huile essentielle testée et chacun des antibiotiques utilisés sont exposés dans les tableaux :14,15,16 et 17.

#### a) Association *Laurus nobilis* L./chloramphénicol

Les diamètres des zones d'inhibition pour le chloramphénicol n'ont pas été modifiées après avoir été combinées avec l'huile essentielle de laurier pour toutes les souches examinées. Cependant, certaines variations ont été observées dans les résultats de l'utilisation de l'huile essentielle de laurier en conjonction avec le chloramphénicol. Ces variations ont inclus une légère augmentation pour les effets sur *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*.

Cependant, l'analyse statistique ( $p > 0,05$ ) a montré qu'il y avait en général une indifférence dans cette combinaison.

**Tableau 14 :** Résultats de l'association *Laurus nobilis* L./chloramphénicol

Souches bactériennes	Chloramphénicol		P	<i>Laurus nobilis</i> L.		P
	Seul	Associé		Seule	Associé	
<i>Escherichia coli</i>	30 mm	30 mm	0,78	6 mm	6 mm	0,44
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27 mm	31 mm		6 mm	6 mm	
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>Spizizenii</i>	30 mm	30 mm		19 mm	23 mm	
<i>Staphylococcus aureus</i>	33 mm	30 mm		13 mm	22 mm	
<i>Salmonella</i> Kentucky	27 mm	23 mm		6 mm	6 mm	
<i>Salmonella</i> Infantis	23 mm	24 mm		6 mm	6 mm	

**b) Association *Laurus nobilis* L./gentamycine**

En ce qui concerne l'association de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* L. avec la gentamycine, le test statistique a montré que les variations n'étaient pas significatives si on prend en considération l'ensemble des souches testées. Toutefois, un effet antagoniste réciproque entre l'huile essentielle et la gentamycine a été observé sur le *Bacillus subtilis*. D'autre part, un effet synergétique est noté sur l'effet de l'huile sur le *Staphylococcus aureus* après son association avec l'antibiotique.

**Tableau 15 :** Résultats de l'association *Laurus nobilis* L./gentamycine

Souches bactériennes	Gentamycine		P	<i>Laurus nobilis</i> L.		P
	Seule	Associé		Seule	Associé	
<i>Escherichia coli</i>	24 mm	21 mm	0,21	6 mm	10 mm	0,75
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	21 mm	23 mm		6 mm	6 mm	
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>Spizizenii</i>	25 mm	6 mm		19 mm	6 mm	
<i>Staphylococcus aureus</i>	28 mm	26 mm		13 mm	35 mm	
<i>Salmonella</i> Kentucky	11 mm	10 mm		6 mm	6 mm	
<i>Salmonella</i> Infantis	22 mm	19 mm		6 mm	6 mm	

### c) Association *Thymus vulgaris* L./chloramphénicol

Les résultats de l'association *Thymus vulgaris* L./chloramphénicol ont montré une indifférence générale dans les chiffres enregistrés par le chloramphénicol associé à l'huile essentielle. Néanmoins, l'activité de l'huile essentielle a été nettement affectée par l'association à l'antibiotique (différence significative,  $P < 0,05$ ). Un effet synergétique de l'antibiotique sur l'HE de *Thymus* a été observé avec le *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella* Kentucky.

**Tableau 16 :** Résultats de l'association *Thymus vulgaris* L./chloramphénicol

Souches bactériennes	Chloramphénicol		P	<i>Thymus vulgaris</i> L.		P
	Seule	Associée		Seule	Associé	
<i>Escherichia coli</i>	30 mm	30 mm	<b>0,78</b>	30 mm	30 mm	<b>0,03 (<math>&lt;0,05</math>)</b>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27 mm	31 mm		28 mm	34 mm	
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>Spizizenii</i>	30 mm	30 mm		38 mm	46 mm	
<i>Staphylococcus aureus</i>	33 mm	30 mm		29 mm	39 mm	
<i>Salmonella</i> Kentucky	27 mm	23 mm		28 mm	34 mm	
<i>Salmonella</i> Infantis	23 mm	24 mm		24 mm	24 mm	

### d) Association *Thymus vulgaris* L./gentamycine

Lorsqu'on a combiné l'huile essentielle de *thymus vulgaris* L. avec de la gentamicine, des résultats différents ont été observés. Une interaction antagoniste a été remarquée dans l'association de l'huile essentielle et de l'antibiotique contre le *Bacillus subtilis* subsp. *spizizenii*, de telle sorte que chacun des deux produits a perdu complètement son activité antibactérienne contre cette souche de *Bacillus*. Par ailleurs, nous avons noté un léger effet synergique dans l'activité de l'HE après sa combinaison à la gentamycine, et ce pour *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. Toutefois, pour le reste des résultats, l'indifférence a prédominé, avec un  $p > 0,05$  indiquant que les différences n'étaient pas généralement significatives.

**Tableau 17** : Résultats de l'association *Thymus vulgaris* L./ gentamycine

Souches bactériennes	Gentamycine		P	<i>Thymus vulgaris</i> L.		P
	Seule	Associée		Seule	Associée	
<i>Escherichia coli</i>	24 mm	21 mm	<b>0,32</b>	30 mm	28 mm	<b>0,64</b>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	21 mm	23 mm		28 mm	34 mm	
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>Spizizenii</i>	25 mm	6 mm		38 mm	6 mm	
<i>Staphylococcus aureus</i>	28 mm	26 mm		29 mm	39 mm	
<i>Salmonella</i> Kentucky	11 mm	11 mm		28 mm	28 mm	
<i>Salmonella</i> Infantis	22 mm	23 mm		24 mm	24 mm	

Ces résultats contradictoires ne permettant pas de conclure définitivement sur les effets des associations entre les antibiotiques et les huiles testées pourraient être attribuables à plusieurs facteurs tels que le nombre limité des souches bactériennes testées, les doses des huiles utilisées et la distance entre les disques d'antibiotiques et ceux imprégnés à l'huile essentielle. Néanmoins, les cas de synergie enregistrés dans certaines associations contre certaines bactéries pourraient être exploités et valorisés. En effet, l'association des HEs aux antibiotiques serait un moyen efficace pour réduire le risque de résistances, potentialiser l'activité des antibiotiques et de renforcer leur efficacité contre certaines bactéries, de rendre de nouveau efficace certains antibiotiques devenus inopérants et surtout contribuer à l'élargissement du spectre d'activités bactéricides envers plusieurs souches microbiennes et de manière simultanée. En outre, la diversité des composés actifs d'une HE à propriétés antimicrobiennes rend la résistance à ces composés difficile, voire impossible puisque les souches bactériennes ne peuvent pas subir des mutations les rendant résistantes à toutes les molécules actives d'une HE simultanément. De plus, l'association Huiles essentielles/antibiotiques permet de réduire la dose de ces derniers et ainsi diminuer les effets indésirables qui leurs sont associés.

#### 6.2.5.4. Détermination de la CMI et de la CMB

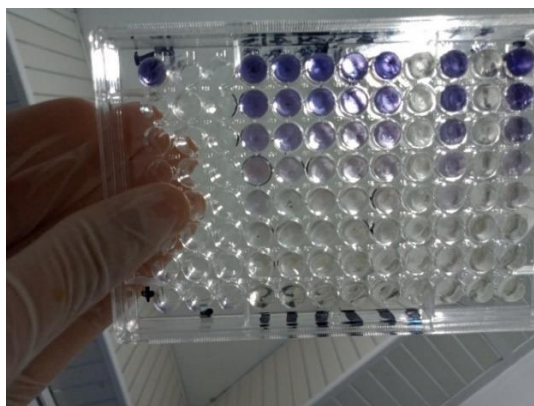
La méthode de microplaque que nous avons utilisée nous a permis de déterminer les valeurs de concentrations minimales inhibitrices et bactéricides en observant la croissance bactérienne sous forme d'un aspect troublé dans le puit de la plaque. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau



**Tableau 18** : Concentration minimale inhibitrice (CMI) et concentration minimale bactéricide (CMB) des huiles essentielles de *Laurus nobilis* L. et de *Thymus vulgaris* L.

Souches	<i>Laurus nobilis</i> L.			<i>Thymus vulgaris</i> L.		
	CMI	CMB	CMB/CMI	CMI	CMB	CMB/CMI
<i>Escherichia coli</i>	NE	NE	NE	0,78%	0,78%	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NE	NE	NE	0,39%	0,78%	2
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>Spizizenii</i>	0,39%	0,78%	2	0,39%	0,78%	2
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,39%	3,12%	8	0,78%	0,78%	1
<i>Salmonella</i> Kentucky	NE	NE	NE	0,39%	0,78%	2
<i>Salmonella</i> Infantis	NE	NE	NE	0,78%	0,78%	1

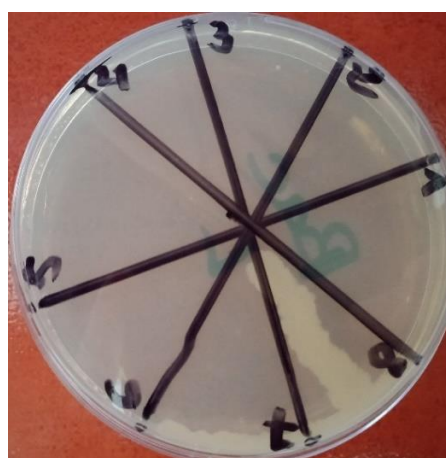
NE : Non effectué



**Figure 49** : Photographie montrant résultat de CMI (*Laurus nobilis* L. et *Thymus vulgaris* L.) (Photo personnelle).



**(a)** : *Thymus vulgaris* L.



**(b)** : *Laurus nobilis* L.

**Figure 50** : Photographie montrant les résultats de CMB (Photo personnelle).

D'après les résultats décrits sur le Tableau, nous remarquons que les valeurs des CMI et des CMB obtenues varient en fonction des huiles essentielles utilisées et des souches bactériennes testées.

Les valeurs des concentrations minimales inhibitrices ont été 0,39 % pour *Laurus nobilis* L. pour les deux souches à Gram positif ayant déjà montré une sensibilité vis-à-vis le laurier à savoir le *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii* et *Staphylococcus aureus*. Tandis que les valeurs de CMI enregistrées par l'huile de *Thymus vulgaris* variaient de 0,39% avec le *Pseudomonas aeruginos*, *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii* et *Salmonella* Kentucky à 0,78 % avec *Escherichia coli* et *Salmonella* Infantis.

En ce qui concerne les valeurs des concentrations minimales bactéricides, elles étaient de 0,78% à 3,12% avec de l'huile du *Laurus nobilis* L. Quant à *Thymus vulgaris* L. toutes les valeurs bactéricides minimales se situaient à 0,78%.

En calculant les valeurs de rapport CMB/CMI, nous constatons qu'elle était toujours inférieure à quatre ( $\leq 4$ ) pour l'HE de *Thymus vulgaris* L. Selon (**Marmonier, 1990**), lorsqu'une substance antimicrobienne a un rapport d'activité CMB/CMI inférieur ou égal à 4, elle est considérée comme étant bactéricide, en revanche, si le rapport est supérieur à 4, la substance est considérée comme étant bactériostatique. Ceci indique que l'HE de *Thymus* est qualifiée de substance bactéricide sur la totalité des souches bactériennes testées. Quant à l'HE du *Laurus nobilis*, la valeur de rapport CMB/CMI était de 2 ( $\leq 4$ ) avec le *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii* montrant ainsi un effet bactéricide avec cette souche bactérienne, et de 8 ( $> 4$ ), pour le *Staphylococcus aureus* ce qui signifie que son effet dans ce cas n'est que bactériostatique.

Les résultats obtenus durant cette étude indiquent que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. s'est révélée être la plus active et a démontré un large spectre d'action en exerçant un effet bactéricide sur les six souches : *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* Kentucky, *Salmonella* Infantis. Les propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles sont principalement attribuées à leurs composés bioactifs spécifiques qui ont la capacité d'inhiber la croissance des micro-organismes (effet bactériostatique) et/ou d'éliminer complètement les agents pathogènes en exerçant un effet bactéricide (**Elshafie et al., 2015, 2016**). Ainsi, la forte activité antibactérienne observée dans l'HE de *Thymus vulgaris* L. peut être attribuée à la présence de thymol, dont les propriétés antimicrobiennes sont bien connues (**Bouhdid et al., 2006**).

En revanche, l'huile essentielle du *Laurus nobilis* L. a montré une activité limitée aux les bactéries à Gram positif. Le mécanisme d'action des huiles essentielles est également lié à la structure de la paroi et à la perméabilité membranaire des bactéries (**Boutabia et al., 2016**). En outre, la présence et l'emplacement de de certains groupes fonctionnels dans les molécules des huiles peuvent affecter leurs bio-activité (**Nazzaro et al., 2013**).

## *Conclusion*

## Conclusion

Un grand nombre des plantes aromatiques contiennent des composés chimiques ayant des propriétés antimicrobiennes. Plusieurs travaux de recherche ont été focalisés sur les huiles essentielles extraites de ces plantes aromatiques. L'utilisation de formulations volatiles à base de plantes aromatiques présentent de nombreux avantages par rapport aux produits de synthèses actuels. Les huiles essentielles de nombreuses plantes sont devenues populaires ces dernières années et leurs principes bioactifs ont conquis récemment plusieurs secteurs industriels.

Dans le cadre de notre étude, nous avons réalisé une enquête sur l'utilisation des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles. Par la suite, notre objectif était d'évaluer les propriétés antibactériennes in vitro de l'huile essentielle extraite des feuilles de deux plantes, à savoir le *Laurus nobilis* L. (laurier noble) et le *Thymus vulgaris* L.(thym)

L'extraction des huiles essentielles de ces plantes a été réalisée par la méthode d'hydrodistillation à l'aide d'un hydro-distillateur de type Clevenger. Le rendement était à 0,36% pour *Laurus nobilis* L. et 0,69% pour *Thymus vulgaris* L. L'huile essentielle obtenue à partir de ces deux plantes présente des caractéristiques organoleptiques remarquables. La méthode de l'aromatogramme nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antibactérien des deux d'huile essentielle testées vis-à-vis de six souche bactériennes différentes dont quatre souches de références et deux souches d'origine alimentaires. Les résultats ont montré que le pouvoir antibactérien de l'HE du *Laurus nobilis* était relativement faible, les zones d'inhibition observées variaient entre 6 mm et 19 mm. Les résultats ont montré une activité moyenne de cette huile sur la croissance de *Staphylococcus aureus*, avec un diamètre d'inhibition de 13 mm, alors qu'elle s'est révélée efficace envers *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii*, avec un diamètre d'inhibition de 19 mm. Tandis que le *Thymus vulgaris* a manifesté une activité extrêmement bonne envers *Bacillus subtilis* subsp, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* Kentucky, *Pseudomonas aeruginosa* et *Salmonella* Infantis avec des diamètres qui varient de 24 à 38mm.

La technique de micro-atmosphère a été utilisée pour tester l'effet antibactérien des vapeurs des deux types d'huiles différentes sur les six souches bactériennes. Les résultats ont montré que la phase volatile de l'huile de *Thymus vulgaris* L. a présenté une forte activité significative contre *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* subsp. *spizizenii*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas*

*aeruginosa*, ainsi que les deux souches de *Salmonella*. En revanche, l'huile de *Laurus nobilis* L. n'a démontré aucun effet sur les six souches bactériennes testées.

En ce qui concerne l'étude de l'association des huiles essentielles avec les antibiotiques, nous n'avons pas trouvé de variations significatives dans les résultats obtenus avec différentes combinaisons. Cependant, il est crucial de souligner que certaines associations ont montré une synergie contre certaines bactéries, ce qui suggère un potentiel intéressant à exploiter et à valoriser.

Les résultats de la détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) par la méthode de micro-dilution en milieu liquide a montré que les deux souches de *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii* et *Staphylococcus aureus* ont été inhibées sous l'action de huiles de *Laurus nobilis* L à des concentrations de 0,39% , Tandis que l'HE de *Thymus vulgaris* L. a inhibé les six souches testées à des concentrations allant de 0,39% à 0,78%.

Nos résultats suggèrent que l'huile essentielle dérivée du *Thymus vulgaris* L. présente une activité antibactérienne nettement supérieure à celle de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* L., ce qui est une découverte très intéressante. Ces résultats préliminaires sont prometteurs quant à l'expansion des possibilités thérapeutiques offertes par les plantes dotées de propriétés antibactériennes. En entreprenant un criblage de ces plantes, il serait possible de découvrir de nouveaux agents antibactériens qui pourraient constituer une alternative aux antibiotiques conventionnels devenus inefficaces.

## **Perspectives**

Les méthodes utilisées en laboratoire pour confirmer l'effet antibactérien des huiles essentielles sont limitées et requièrent des tests complémentaires plus avancés, comme l'étude de l'activité antibactérienne chez un organisme vivant (in vivo).

A l'essor de la présente étude, il serait intéressant de mener une étude plus approfondie de la composition chimique des huiles essentielles afin de pouvoir identifier et déterminer les principes actifs présents, ainsi que pour acquérir une meilleure compréhension de leur mode d'action.

Ces résultats préliminaires peuvent être complétés par d'autres études plus approfondies (tests antioxydant, mode d'application, cout, essai sur d'autres souches microbiennes, et antifongiques....etc.) afin d'exploiter les propriétés antibactériennes.

Il est recommandé de poursuivre les études sur l'association entre les huiles essentielles et les antibiotiques afin de mieux comprendre ce domaine. De plus, nous suggérons également la réalisation d'une étude visant à concevoir une formule médicamenteuse qui combine efficacement les antibiotiques et les huiles essentielles, en exploitant les effets synergiques de cette association. L'objectif de cette recherche serait de lutter contre les bactéries résistantes aux agents antibactériens.

## *Références Bibliographiques*



## Références bibliographiques

**Abdelli, W.** (2017). Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et de *Thymus vulgaris*. Thèse de Doctorat en Microbiologie appliquée. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. 214p

**Abdoul Dorosso, S.** (2002). Compositions chimiques d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : Valorisation. Thèse de Doctorat en Chimie Organique. Université de Ouagadougou .192P.

**Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Produits de Santé. AFSSA** (2008). Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles : Contribution pour l'évaluation de la sécurité des produits cosmétiques contenant des huiles essentielles [En ligne]. Mai 2008 ; Consulté le 17 Mai 2023. Disponible sur le site : <http://www.afssaps.sante.fr>

**Ait Chaouche, F., S.** (2018). Composition chimique et activité antioxydante, antimicrobienne et insecticide des huiles essentielles et des extraits de deux *Lamiaceae* Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Alger.

**Albasiony, A., Ceysens, P. J., Aertsen, A.** (2022). Explorer le succès évolutif de la *Salmonella* Kentucky ST198 résistante aux antibiotiques. Présentation orale au Symposium International Salmonelle et Salmonellose (1352022), Saint- Malo, France.

**Alejo-Armijo, A., Altarejos, J., Salido, S.,** (2017). Phytochemicals and Biological Activities of Laurel Tree (*Laurus nobilis*). *Natural Product Communications*.12(5) : 743-757.

**Alessi, N., Wellstein, C., Spada, S., Zerbe, S.** (2018). Phytocoenological approach to the ecology of *Lauris nobilis* L. in Italy. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 29, 343-354.

**Amarti, F., Satrani, B., Ghanmi, M., Farah, A., Aafi, A., Aarab, L., El Ajjouri, M., Chaouch, A.** (2010). Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. Et Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf). Benth. du Maroc. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 14(1) :141-148.

**Amélie, D., Claire, A.** (2019). Diététicienne- nutritionniste nutrithérapeute. Les herbes aromatiques fraîches : vertus et bienfaits pour votre santé!. 1-36P.

**Amiour, A. F.** (2018). Les plantes aromatiques et les antioxydants. Mémoire de Master, Protection des Ecosystèmes. Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. 58P.

Anonyme1 (2023). North carolina Extension Gardener Plant Toolbox. Consulté le 22 Avril 2023. <<https://plants.ces.ncsu.edu> >.

Anonyme2 (2023). INPN. Consulté le 22 Avril 2023. < [https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/126583](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/126583) >.

Anonyme3 (2023). Flore de France. Consulté le 23 Avril 2023. <<http://etienne.aspord.free.fr/thymusvul.html> >.

**Antunes Filho, S., Santana Dos Santos, M., Augusto L. Dos Santos, O., Pizzorno Backx, B., Loredana Soran, M., Opris, O., D'Ildiko, P., Stegarescu, A., Bououdina, M.** (2023). Biosynthesis of Nanoparticles Using Plant Extracts and Essential Oils. *Molecule*, 28(7) :1-31.

**Attou, A.** (2017). Détermination de la Composition Chimique des Huile Essentielles de Quatre Plante Aromatique de l'Oueste Algériene (Région d'Ain Témouchente). Thèse de Doctorat : Substance Naturelles, Activité Biologique et Synthèse. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen .124P.

**Awada, R., Ghssein, G., Roz, A. E., Frhat, M., Nehme, N., Hassan, H. F.** (2023). Prevalence of *Campylobacter* spp. in broilers in North Lebanon. *Veterinary World*. 16(2): 322-328.

**Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M.** (2008). Biological effects of essential oil. *Food Chem Toxicol*.46 :446-475.

**Bardeau, F.** (1976). La médecine par les fleurs. Edition Robert Laffont, Paris, 335P.

**Bassole, I. H., Julani, H. R.** (2012). Essential oils in combination and their antimicrobial properties. *Molecules*.17(4) : 3589- 4006.

**Bekhti, N.** (2021). Caractérisation physico-chimique des polyphénols et Alcaloïdes utilisés en médecine. Thèse de Doctorat en chimie. Sidi Bel Abbes : université Djilali Liabes. 224 P.

**Belhachat, D.** (2019). Etude phytochimique des extraits de *Pistacia lentiscus* (L.). Activité antioxydante, antimicrobienne et insecticide. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique- El-Harrach-Alger. 296P.

**Benjlali, B.** (2004). Extraction des plantes aromatiques et médicinales : cas particulier de l'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Institut agronomique et vétérinaire, Maroc. P. 43-106.

**Benkhechi, C., Abdelouahid, D.** (2010). Les huiles essentielles. Ed. Office de publication universitaire, Alger. 56 P.

**Bentabet, N., Rahal, R., Nassour, S.** (2022). Enquête ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies dermatologiques dans la ville d'Ain Temouchent. *Journal of Applied Biosciences*. 170 :17704-17719.

**Bessah, R., Benyoussef, E.** (2015). La filière des huiles essentielles Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques. *Energies Renouvelables*.18(3).

**Bigendako-Polygenis, M. J., Lejoly, j.** (1990). La pharmacopée traditionnelle au Burundi. Pesticides et médicaments en santé animale". Pres. Univ. Namur. Pp. 425-442.

**Bitsindou, M.** (1986). "Enquête sur la phytothérapie traditionnelle a Kindamba et Odzala (Congo) et analyse de convergence d'usage des plantes médicinales en Afrique centrale". Mémoire. Doc (ined.). Univ. Libre de Bruxelles. 482 pp.

**Bolouri, P., Salami, R., Kouhi, S., Kordi, M., Asgari Lajayer, B., Hadian, J., Astatkie, T.** (2022). Application of Essential Oils and Plant Extracts in Different Industries. *Molecule*. 27(24): 1-7.

**Borugă, O., Jianu, C., Mișcă, C., Golet, I., Gruia, A. T., Horhat, F. G.** (2014). Thymus vulgaris essential oil: chemical composition and antimicrobial activity. *Journal of Medicinal and Life*, 7(3) : 56-60.

**Bouhekrit, M.** (2018). Etude de la composition chimique et de l'activité biologique des huiles essentielles de deux *apiaceae elaeoselinum asclepium* (L.) Bertol. et *Margotia gummifera* (Desf.) Lange. Thèse : Biologie végétale. Université Ferhat Abbas Sétif 1.183P.

**Boukhatem, M. N., Farhat, A., Kameli, A.** (2019). Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles. *Agrobiologia*. 9(2) : 1653-1659.

**Bounab, S.** (2020). Biodiversité végétale de la région du Hodna (M'sila) : étude phytochimique et activité biologique de quelques espèces médicinales. Thèse : Valorisation et Protection de la Biodiversité Végétale. Université Ferhat Abbas Sétif 1. 220P.

**Boutabia, L., Telailia, S., Bouguetof, I., Guenadil, F., Chefrour, A.** (2016). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. de la région de Hammamet (Tébessa-Algérie). Bulletin de La Société Royale Des Sciences de Liège. 174–189.

**Bouyahya, A., Bakri, Y., Et-Touys, A., Talbaoui, A., Khouchlaa, A., Charfi, S., Abrini, J., Dakka, N.** (2018). Résistance aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bactéries. *Phytothérapie*, 16(S1): S173-S183.

**Božena, N., Michaela, S., Jan, B., Vladan, O.** (2021). En Vitro Polyploidisation de *Thymus vulgaris* L. et son effet sur Composition des Huiles Essentielles. *Agronomie*. 11(3). 596.

**Briot, C.** (2016). Le laurier noble, plante des héros : aspects historiques, botanique et thérapeutiques. Thèse de diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de lorraine. 110 P

**Bruneton, J.** (1999). Pharmacognosie, phytochimie. Plantes médicinales. Edition Technique et documentation, 3 Edition Lavoisier, Paris, 1120.

**Bruneton, J.** (2009). Pharmacognosie et phytochimie. Plantes médicinales, Paris, France, Lavoisier. pp.

**Burt, S.** (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94: 223-253.

**Caputto, L., Nazzaro, F., Fatma Souza, L., Aliberti, L., De Martino, L., Fratianni, F., Coppola, R., De Fea, V.** (2017). *Lauris nobilis* : composition de l'huile essentielle et ses activités biologiques. *Molecules*. 22(6):930.

**Chaaben, H., Morti, S., Ben Slama, M.** (2015). Etude des propriétés physico-chimiques de l'huile de fruit de *Lauris nobilis* et effet de la macération par les fruits et les feuilles de *Lauris nobilis* sur les propriétés physico-chimiques et la stabilité oxydative de l'huile d'olive. *Journal of New Sciences*, 8: 2286-5314.

**Chahal, K. K., Kaur, M., Bhardwaj, U., Singl, N., Kaur, A.,** (2017). A review on chemistry and biological activities of *Laurus nobilis* L. essential oil. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*.6 (4):1153-1161.

**Chavassieux, D.** (2014). Les huiles essentielles en protection des cultures ? Analyse et Enquêtes. *Institut Technique de l'Agriculture Biologique (ITAB)*.

**Chenni, M., Elabed, D.** (2017). Procédés d'extraction des produits bioactifs. *PhytoChem & BioSub Journal*. 11(1) : 3-29.

**Chermat, S., Gharzouli, R.** (2015). Ethnobotanical Study of Medicinal Flora in the North East of Algeria - An Empirical Knowledge in Djebel Zdimm (Setif). *Journal of Materials Science and Engineering*, 5 (1-2): 50-59.

**Cristiani, M., D'Arrigo, M., Mandalari, G., Castelli, F., Sarpietro, M. G., Micieli, D.** (2007). Interaction of four monoterpenes contained in essential oils with model membranes: Implications for their antibacterial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 6300-6308.

**Dabas, M., Deletang, H., Ferdière A, Jung, C et Zimmermann, W. H.** (1998). La prospection Loïc Langouët ArchéoSciences. *Revue d'Archéométrie*, 23 (1) : 177-177.

**Danièle, F.** (2014). Le monde fascinant des huiles essentielles et de l'aromathérapie .503. Ma bible des huiles essentielles. Quotidien Malin, une marque des éditions Leduc s 17, rue du Regard 75006 Paris-France, pp 9-34.

**Dellal, A., Chamari, k., Owen, A. L., Wong, D. P.** (2020). Influence des consignes techniques sur les exigences physiologiques et physique des matchs de football à effectifs réduits. *Journal Européen du Sport*, 11(5) : 341-346.

**Delphine, F.** (2020). Enquete sur l'utilisation des huiles essentielles par les patients atteints de la mucoviscidose : une approche quantitative et qualitative. Thèse : docteur en pharmacie diplôme d'état.141p.

**Diatta, C. D., Gueye, M., Akpo, L. E.** (2013). Les plantes médicinales utilisées contre les dermatoses dans la pharmacopée Baïnouk de Djibonker, région de Ziguinchor (Sénégal). *Journal of Applied Biosciences*, 70: 5599-5607

**Diggle, S. P., Whiteley, M.** (2020). Profil microbien : *Pseudomonas aeruginosa* : pathogène opprtunistic ppathogne abd lab rat. *Microbiologie*, 166 (1): 30-33.

**Dramane, S., Witabouna, K. M., Kagoyire, K.** (2010). Evaluation des activités antimicrobiennes et anti-radicaux libres de quelques taxons bioactifs de Côte d'ivoire. *European Journal of Scientific Research*, (40) : 307-317.

**El Haïb A.** (2011). Valorisation de Terpènes Naturels Issus de Plantes Marocaines par Transformations Catalytiques. Thèse de Doctorat. Discipline ou Spécialité : Chimie Organique et Catalyse. Université de Toulouse III - Paul Sabatier, France, 195p.

**El Kalamouni, Ch.** (2010). Caractérisation chimique et biologique d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Thèse : sciences des Agroressources. L'institut national polytechnique de toulouse. 263p.

**El Ouali Lalami, A. B., El-Akhal, F., Ouedrhiri, W., Ouazzani, Chahdi, F., Guemmouh, R. Greche, H.** (2013). Thymus essential oils (Thymus vulagris and Thymus saturefoïdis) from center of Morocco : chemical composition and antimicrobial activity. *Les Technologies De Laboratoire*, 8(31): 27-33.

**Elchafie, H. S., Camele, I.** (2017). An Overview of the Biological Effects of Some Mediterranean Essential Oils on Human Health. *BioMed Research International*. Article ID 9268468

**Fang F et al**, (2005). Rosen RT isolment et identification des composés cytotoxiques de la feuille de laurier (*Lauris nobilis*). *Food Chemistry*, 93: 497-501.

**Fani, M., Kohanteb, J.**, (2017). In vitro antimicrobial activity of *Thymus vulgaris* essential oil against major oral pathogens. *Journal of Evidence-Based Complementary and Medicine*, 22(4): 660-666.

**Farhat, A.** (2010). Vapo-Diffusion assistée par Micro-ondes : Conception, Optimisation et Application. Thèse : Sciences des Procédés, Sciences des Aliments. L'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse & L'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gabès.136P.

**Farhat, Z., Housine, S., Yessad, M.** (2018). Huiles essentielles de *Lauris nobilis* L. et de *Foeniculum vulgare* Mill : composition chimique et activité antimicrobienne et antioxydante. *Algerian annales agronomy-ex. Annales de l'institut national agronomique El-Harrach*, 30(1):19-30.

**Fernandez, X., Chemat, F., Tiên Do, T.K.** (2012). « Les huiles essentielles - Vertus et applications ». Ed. Vuibert, Paris.p.160.

**Fontanay, S., Mougenot, M. E., Duval, R. E.** (2015). Evaluation des activités antibactériennes des huiles essentielles et /ou de leur composant majoritaire. *Hegel*, 5(2) : 109-118.

**Françoise, C., Annelis, L.** (2013). Composition chimique des huiles essentielles. *Actualités pharmaceutiques*.52(525).22-25.

**Galovičová, L., Borotová, P., Valková, V., Vukovic, N. L., Vukic, M., Štefániková, J., Ďuranová, H., Kowalczewski, P. L., Čmíková, N., Kačániova, N.** (2021). *Thymus vulgaris* essential oil and its biological activité. *Plants* .10(9). 1959.

**Goudjil, M. B.** (2016). Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante des trio plantes aromatique. Thèse : génie des procedes et environnement. Université kadi merbah- Ourgla. 201P

**Goudjil, M. B., Ladjel, S., Bencheikh, S. E., Zighmi, S., Hamada, D.** (2015). Study of the chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of the essential oil extracted

from the leaves of Algerian *Laurus nobilis* Lauraceae. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(1): 379-385.

**Haddouchi, F., Benmansour.** (2008). Huiles essentielles, utilisations et activité biologique. Application à deux plantes aromatiques. *Les technologies de laboratoire*. (8) : 1-8.

**Hafize, F., Galina, S., Iliana, K., Stanko, S., Stanka, D., Albena S., Valtcho D, Z.** (2019). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Laurus nobilis* L. Essential Oils from Bulgaria. *Molecules*, 24: 804.

**Homaidan Shmeita, Y., Fernandez, E., Novyb, P., Kloucek, P., Oroszb, M., Kokoskaa, L.** (2019). Autopolyploidy effect on morphological variation and essential oil content in *Thymus vulgaris* L. *Scientia Hortuculturae*, 263 : 1-7.

**Huxley, A., Griffiths, M., Levy, M.** (1992). Dictionary of Gardening: The New Royal Horticultural Society; Macmillan Press: London, UK; New York, NY, USA.

**Ismaili, R., Lanouari, S., Lamiri, A., Moustaid, K.** (2021). Étude ethnobotanique de plantes aromatiques et médicinales marocaines [Ethnobotanical study of moroccan aromatic and medicinal plants]. *International Journal of innovation and Applied Studies*.34 (2): 403-413.

**Jain, N., Choudhary, P.** (2022). Phytochemistry, traditional uses and pharmacological aspect of *Thymus vulgaris* : A review. *Indian journal of pharmaceutical sciences*, 84(6) : 1369-1379.

**Jdaidi, N., Hasnaoui, B.** (2016). Etude floristique et ethnobotanique des plants médicinales au nord-ouest la tunisie:cas La communute d'ouled sedra. *journal of advanced Research in science and technology*, 3(1) : 281-291.

**Kheyar, N., Meridja, D., Belhamel, K.** (2014). Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Lauris nobilis* de la région de Bejaia. *Algerian Journal of Natural Products*, 2(1) :18-26.

**Kosakowska, O., Weglarz, Z., Bazek, K.** (2021). The effect of open field and foil tunnel on yield and quality of the common thyme (*Thymus vulgaris* L.), in organic farming . *molecules*, 11(2):197.



**Kuete, V** (2017). *Thymus vulgaris*. In : Kuete., editor. *Medicinal spices and vegetables from Africa*. first red. Elsevier. PP. 599-609.

**Laranjo, M., Fernández-Léon, A. M., Potes, M. E., Agulheiro-Santos, A.C., Elais, M.** (2017). Use of essential oils in food preservation. *Antimicrobial research: Novel bioknowledge and educational programs* (A. Méndez-Vilas, Ed.).

**Lardry, J. M., Haberkorn, V.** (2007). L'aromathérapie et les huiles essentielles. *Kinésithérapie*, 7(61) : 14–17.

**Lazli, A., Beldi, M., Ghouri, L., Nouri, N.** (2019). Étude ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales dans la région de Bougous (Parc National d'El Kala,- Nord-est algérien). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*. 88 : 22 - 43.

**Leszczynska, D.** (2007). Management de l'innovation dans l'industrie aromatique : Cas des PME de la région de Grasse. Editions le Harmattan, Paris, France.

**Marmonier, A. A.** (1990). Introduction aux techniques d'étude des antibiotiques. In *Bactériologie Médicale, Techniques Usuelles*. Doin: Paris, France; 227–236.

**Marnier, A.** (2013). Composition chimique des huiles essentielles. *Actualités pharmaceutiques*, (525) : 1-64.

**Menaceure, F.** (2015). Contribution à l'étude phytochimique et biologique de l'érigeron, du fenouil commun, de la lavande et du genévrier. Thèse de Doctorat en Sciences alimentaires. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie- El Harrach-Alger. 248P.

**Merlet, C., Lognay, G.** (2011). Les monoterpènes : sources et implications dans la qualité de l'air intérieur. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 15(4) : 611-622.

**Morales, R.** (2002). L'histoire, la botanique et la taxonomie du genre *Thymus*. Dans : Stahl-Biskup, E. et Sáez, F., Eds., *Thyme : The Genus Thymus*, Taylor and Francis, Inc., Londres, 1-43.

**Mueller, M., Tainter, C. R.** (2023). *Escherichia coli* Infection. *InStatPearls*. StatPearls Publishing.

**Muter, L.** (2015). Utilisation des huiles essentielles chez l'enfant. Thèse : présentée pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie. Faculté de pharmacie de Clermont Ferrand. 186 P.

**Najar, B., Pistelli, L., Ferri, B., Gabriella Angilini, L., Tavarini, S.** (2021). Crop yield and essential oil composition of *Thymus vulgaris* chemotypes along three years of organic cultivation in a hilly area of central Italy. *Molecules*, 26(16) : 5109.

**Nazzaro, F., Fratianni, F., Coppola, R., De Feo, V.** (2017). Essential Oils and Antifungal Activity. *Pharmaceutical*, 10(4): 1-20.

**Nezhadali, A., Nabavi, M., Rajabien, M., Akbarpour, M., Pourali, P., Amini, F.** (2014). Chimique variation de feuille essentielle huile à différentes étapes de croissance et dans vitro antibactérien activité de *Thymus vulgaris* Lamiacées, *Iran journal*, 1-6.

**Nieto, G.** (2022). Un examen des applications et des utilisations du *thymus* dans l'industrie alimentaire. *Plants*. 9(8).

**Ochoa, L.R. H.** (2005). Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine « solvant/actif » d'origine végétale. Thèse De L'institut National Polytechnique De Toulouse.

**Ouibrahim, A., Tlili-Ait-Kaki, Y., Bennadja, S., Amrouni, S., Djahoudi, A.G., Djebbar M.R.** (2013). Evaluation of antibacterial activity of *Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis* L. and *Ocimum basilicum* L. from Northeast of Algeria. *African Journal of Microbiology Research*, 7 (42): 4968-4973.

**Ouldyerou, K., Ibri, K., Bouhadi, D., Hariri, A., Meddah, B., Tirtouil, A.** (2016). Effect of orange *Citrus sinensis* peel from Algeria in food. *Banat's Journal of Biotechnology*, 3(14): 97-100.

**Outaleb, T.** (2017). Extraits de romarin d'Algérie (*Rosmarinus officinalis* L. et *Rosmarinus tournefortii* De Noe) : Analyse chimique et activité antioxydantes et antimicrobiennes. Thèse : science alimentaire. Ecole supérieure d'agronomie -El Harrach-Alger. 149P.

**Pance, A. G., Fritz, R., Del Valle, C. E., Roura S. L.** (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 36 : 679-684.

**Paparella, A., Nawadé, B., Shaltiel-Harpaz, L., Ibdah, M.** (2022). Un examen de la botanique, de la composition volatile, des aspects biochimiques et moléculaires et des utilisations traditionnelles de *Laurus nobilis*. *Plants*, 11(9): 2-24

**Pardo-Esté, C., Lorca, D., Castro-Severyn, J., Krüger, G., Alvarez-Thon, L., Zepeda, P., Sulbaran-Bracho, Y., Hidalgo, A., Tello, M., Molina, F., Molina, L., Remonsellez, F., Castro-Nallar, E., Saavedra, C.** (2021). Genetic Characterization of *Salmonella* Infantis with Multiple Drug Resistance Profiles Isolated from a Poultry-Farm in Chile. *Microorganisms*, 9(11) : 2370.

**Parfait, N. G., Jean-Pierre, N., Charles, N., Christian, K. P. M.-C., Christelle, N. R., Didier, D. S., & Emmanuel, M. M.** (2015). Inventaire et caractérisation des plantes médicinales des sous bassins versants Kambo et Longmayagui (Douala, Cameroun). *Journal of Animal & Plant Sciences*. 25 (3): 3898-3916.

**Parthasarathy, V. A., Chempakam, B., Zachariah, T. G.** (2008). Chimie des épices. CABI International, London.

**Patil, S. M., Rmu, R., Shirahatti, P. S., Shivamallu, S., Amachwadi, R. G.** (2021). A systematic review on ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacological aspects of *Thymus vulgaris* Linn. *Molecules*, 7(5).

**Pierre, Q., Sébastien, S.** (1962). La classification botanique de *Laurus nobilis* L. Dans S. S. Pierre Quézel, Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (p. 565), Paris : Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique.

**Pina-Vaz, C., Rodrigues, A. G., Pinto E., Costa-de-Oliveira, S., Tavares, C., Salgueiro, L., Cavaleiro, C., Gonçalves, M.J., Martinez-de-Oliveira, J.** (2004)- Antifungal activity of Thymus oils and their major compounds. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 18: 73–78.

**Posgay, M., Greff, B., Kapacsándi, V.** (2022). Effet of *Thymus vulgaris* L.essential oil and thymol on the microbiological properties of meat products. *Molecules*, 8(10).

- Raghavan, S.** (2006). Handbook spices, seasonings, and flavorings (2nd ed). CRC Press.
- Randrianarivelo, R.** (2010). Etude de l'activité antimicrobienne d'une plante endémique de Madagascar *Cinnamosma Fragrans* » alternative aux antibiotiques en crevetticulture. Thèse : Biochimie (Biotechnologie-Microbiologie). Université d'Antananarivo.179P.
- Roubin, D.** (2017). Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. Thèse : docteur en pharmacie. Marseille, France : Université d'Aix-Marseille – Faculté de Pharmacie.173P.
- Salhi, S., Fadli, M., Zidane, L., Douira, A.** (2010). Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *LAZAROA*, 31: 133-146,
- Samia, B., Ahmad Khera, R., Asif Hanif, M., Adnan Ayub, M.** (2019). Feuille de laurier. *Plants*, 63-74.
- Sanchees Silva, A., Tewari, D., Sureda, A., Suntar, I.** (2021). The evidence of health benefits and food applications of *Thymus vulgaris* L. *Trend in food science and technology*, 117(1): 218-277.
- Sepideh, M., Sadegh, K.** (2016). Study of pharmacological effect of *Thymus vulgaris* : A review. *Der pharmacia Lettre*, 8(9): 315-320.
- Sharma, A., Singh, J., Kumar, S.** (2012). Bay leaves. In Handbook of Herbs and Spices (Second Edition), Elsevier : Amsterdam, The Netherlands, 1: 73–85.
- Siriken, B., Yavuz, C., Güler, A.** (2018). Antibacterial activity of *Laurus nobilis* : A review of literature. *Open access journal*, 5(11) :374-379
- Souayah, N., Khouja, M. L., Khaldi, A., Rejeb, M. N., Bouzid, S.** (2002). Breeding improvement of *Laurus nobilis* L. by conventional and in vitro propagation technique. *Journal of Herbs Spices and Medicinal Plants*, 9: 101–105.
- Soukehal, B.** (2017). La wilaya de Mila : ville, villages et problématique de l'alimentation en eau potable. Thèse de doctorat. Université mentouri constantine, Algérie.315P.
- Stahl-Biskup, E., Saez, F. (Eds.)**. (2002). Thyme : The Genus *Thymus* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.4324/9780203216859>.

**Su, C. H., Wang, J. T., Hsiung, C. A., Chien, L. J., Chi, C. L., Yu, H. T., Chang, S. C.** (2012). Increase of carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* infection in acute care hospitals in Taiwan : association with hospital antimicrobial usage. *PloS one*, 7(5): 77-88

**Taarabt, O., Koussa, T., Najib Alfeddy, M.** (2017). Caractéristiques physicochimiques et activité antimicrobienne de l'huile essentielle du *Laurus nobilis* L. au Maroc. *Afrique SCIENCE*, 13(1) : 349-359.

**Tamboli, D. P., Lee, D. S.** (2013). Mechanistic antimicrobial approach of extracellularly synthesized silver nanoparticles against gram positive and gram-negative bacteria. *Journal of hazardous materials*, 260: 878-884

**Taylor, T. A., Unakal, C. G.** (2022). *Staphylococcus aureus* Infections. *InStatPearls*. StatPearls Publishing.

**Tiwari, BK, Valdramidis, VP., O'Donnel, CP.** (2009) Application of natural antimicrobials for food preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 5987 – 6000.

**Tongnuanchan, P., Benjakul, S. J.** (2014). Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. *Journal of Food Science*, 79(7):1231-1249.

**Toure, D.** (2015). Etudes chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de côte d'ivoire. Thèse : biochimie. Université Felix Houphouët-Boigny. 153P.

**Vercautere, J.** (2012). Pharmacognosie Générale, Plan, formules et illustrations, Université Montpellier I. [http://unt-ori2.crihan.fr/unspf/2009\\_Montpellier\\_Vercauteren\\_Pharmacognosie.pdf](http://unt-ori2.crihan.fr/unspf/2009_Montpellier_Vercauteren_Pharmacognosie.pdf).(Consulté le 03/03/2023).

**Vian, MA., Fernandez, X., Visinoni, F., Chemat, F.** (2008). Microwave hydrodiffusion and gravity, a new technique for extraction of essential oils. *Journal of Chromatography*, 1190: 14–7

**Wagner, H.** (1993). Pharmazeutische Biologie. Drogen und Irtheilhaltstoffe, Gustav Fisher Verlag. Stuttgart-New-York. 522.

**Yadav, SK.** (2022). Physicochemical Properties of Essential Oil and Applications. Essential Oils Advances in Extraction and Biological Applications. Intech Open: Mozaniel, S et Eloisa Helena, A.1-20.

**Yakhlef, G., Laraoui, S., Hambaba, L., Aberkane, M. C., Ayachi, A.** (2011). Evaluation de l'activité antimicrobienne de *Thymus vulgaris* et *Lauris nobilis*, plantes utilisées en médecine traditionnelle. *Ethnopharmacologie*, 9(4): 209-218.

**Yala, J. F., Ntsameso-Mve-Mba, V., Issembe, Y. A., Lepengue, N. A., Souza, A.** (2016). Évaluation in vitro de l'activité antimicrobienne de l'extrait aqueux d'Eryngium foetidum récolté dans la ville de Franceville. *Journal of Applied Biosciences*, 103(1): 9886-9893.

**Yassin, N. A., Ahmad, A. M.** (2012). Incidence and Resistotyping Profiles of Bacillus subtilis Isolated from Azadi Teaching Hospital Duhok city; Iraq. *Materia Socio-Medica*, 24(3):194-19.

**Zaibet, W.** (2016). Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de Daucus aureus (Desf) et de Reutera lutea (Desf.) Maire, et leur application comme agents antimicrobiens dans le polyéthylène basse densité (PEBD). Thèse : Génie des procédés pharmaceutiques. Université Ferhat Abbas, Setif-1, Algérie.119P.

**Zaika, L. L.** (1988) Spices and Herbs: Their Antimicrobial Activity and Its Determination. *Journal of Food Safety*, 9: 97-118.

**Zekri, F.** (2016). Contribution à l'étude des propriétés insecticides du Laurier noble, *Laurus nobilis* L. (*Lauraceae*), sur un insecte ravageur des denrées stockées, *Ephesia kuehniella* (*Lepidoptera, Pyralidae*). Mémoire : Métabolisme secondaire et molécule bioactives. Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

**Zermane, A.** (2010). Etude de l'extraction supercritique : Application aux systèmes agroalimentaires. Thèse de Doctorat, Université Mentouri de Constantine.

# *Annexes*

## **Annexe 01 : Matériel et produits utilisés**

### **Verreries**

- Bêchers
- Tubes à essais
- Pipette Pasteur
- Erlenmeyers
- Entonnoir
- Verre de montres
- Ampoule à décanter
- Mortier et Pilon
- Eprouvette graduée
- Flacon

### **Appareillage**

- Autoclave
- Bain marie
- Réfrigérateur
- Balance analytique
- Etuve de 37°et20°
- Chauffe ballon Agitateur
- Vortex Mixer
- Hhydrodistillateur de type clevenger
- Spectrophotomètre de type UV-VIS de marque BioMérieux
- Autoclave
- Bec bunsen
- Micropipette

### **Solvant utilisé**

- Eau distillée
- Eau physiologique
- Ethanol
- Eau
- DMSO



## **Autre matérielle**

- Papier filtre stérile écouvillons
- Anse à platine
- Disque de papier whatman
- Papier aluminium boîte de pétri
- Portoire des tubes Eppendorf
- Cuve de spectrophotomètre
- Spatule
- Pince en Bois Para film
- Support tube à essai
- Embouts de pipette
- Barreaux magnétiques

**Annexe 02 : Enquête sur l'utilisation des huiles essentielles**

**Date :** .....

**Commune :** .....

**Région :** Rural  Urbain

**Sexe :** Féminin  Masculin

**Age :** 0-17  18-34  35-49  50-64  65 et plus

**Niveau intellectuel :** Analphabète  Primaire  Moyen   
Secondaire  Universitaire

**Profession :** Etudiant  Fonctionnaire  Profession médicale /paramédicale

Artisan/commerçant  Ouvrier  Agriculteur  Cadre

Retraité  Sans emploi  Autre : .....

**Achetez-vous des plantes ou des produits à base de plantes aromatiques ?**

Oui  Non

**Quels produits à base de plantes achetez-vous ?**

Plantes aromatiques fraîches

Plantes aromatiques séchées

Tisanes prêtes à l'emploi

Cosmétiques (crèmes, etc...)

Compléments alimentaires (gélules, etc...)

Hydrolats (eaux florales, etc...)

Autres : .....

**Avez-vous déjà utilisé des huiles essentielles ?** Oui  Non

**Où achetez-vous les huiles essentielles**

Sur internet  Pharmacie  Herboristes  Epicerie et supermarchés

Autre .....

**Comment conservez-vous les huiles essentielles ?**

Dans un endroit sec  Dans le réfrigérateur  Dans des flacons fermés

Conservées à l'abri de la lumière  Stockées sans aucune précaution

**A partir de quel âge donneriez-vous ou avez-vous donné une huile essentielle à un enfant par voie orale ?**

Dès la naissance                       A partir de 3 ans                       A partir de 7 ans   
A partir de 15 ans                       Pas d'huile essentielle chez un enfant

**Comment utilisez-vous les huiles essentielles ?**

Par voie orale                       Par voie cutanée                       En inhalation

Autre : .....

### **Le laurier**

**Avez-vous utilisé le laurier ?**      Oui                       Non

**Usage de la plante :** Alimentaire                       Cosmétique                       Thérapeutique

Autres : .....

**Élément utilisé :** Plante entière       Poudre       Huile       extrait aqueux

Autres .....

**Avez-vous déjà utilisé l'huile essentielle de laurier ?**      Oui                       Non

**Si oui, pour quelle(s) raison(s) l'avez-vous déjà utilisée?**.....

.....

**Degré de satisfaction :** Très satisfaisant       Satisfaisant       Peu satisfaisant       Déçu

**Avez-vous déjà connu des effets secondaires suite à l'utilisation de l'huile essentielle du laurier ?**      Oui                       Non

**Si oui, quel(s) symptômes avez-vous constaté ?**.....

.....

### **Le thym**

**Avez-vous utilisé le thym ?**      Oui                       Non

**Usage de la plante :** Alimentaire                       Cosmétique                       Thérapeutique

Autres : .....

**Élément utilisé :** Plante entière       Poudre       Huile       extrait aqueux

Autres .....

**Avez-vous déjà utilisé l'huile essentielle de thym ?**    Oui                                   Non

**Si oui, pour quelle(s) raison(s) l'avez-vous déjà utilisée?.....**  
.....

**Degré de satisfaction :** Très satisfaisant     Satisfaisant     Peu satisfaisant     Déçu

**Avez-vous déjà connu des effets secondaires suite à l'utilisation de l'huile essentielle du thym ?**  
Oui                                   Non

**Si oui, quel(s) symptôme(s) avez-vous constaté ?.....**  
.....