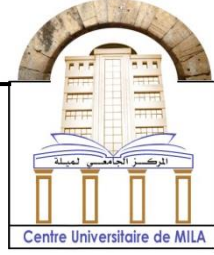


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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 de la Nature et de la Vie**

**Département des Sciences Biologiques et Agricoles**

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

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Biochimie Appliquée**

**Thème :**

**Obtention, fabrication, caractérisation et application d'une  
plante locale dans le domaine de la cosmétique**

**Présenté par :**

- **MAKHTOUT Zineb**
- **MEZMAZ Samra**

**Devant le jury :**

|                                   |              |                                      |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| <b>Président :BOURAS Ouassila</b> | <b>M.A.A</b> | <b>Centre.Univ.A.Boussouf – Mila</b> |
| <b>Examineur :AMIMOR Mouna</b>    | <b>M.C.B</b> | <b>Centre.Univ.A.Boussouf – Mila</b> |
| <b>Promoteur KHENNAOUI Badis</b>  | <b>M.C.A</b> | <b>Centre.Univ.A.Boussouf – Mila</b> |

**Année Universitaire : 2023/2024**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# Remerciements

*Tout d'abord, merci à Dieu de m'avoir donné le courage, la patience et la santé pour poursuivre et achever ce travail.*

*Ma famille et mes amis : Pour leur soutien moral et matériel.*

*Mon directeur de recherche Prof : **KHENNAOUI Badis** et **KENOUCHE Salah** et **BOUDERDJA Remzy** pour avoir accepté de guider mon sujet Pour sa patience et son courage dans l'accomplissement de mon humble travail.*

*Aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail de recherche.*

*Un grand merci à **Farida, Ayat Elrrahmane** et **Nihad** qui m'ont aidée de quelque manière que ce soit durant ce travail.*

*Je tiens à remercier Au Mlle **BOUAMRANE Zineb** et **BATAICHE Insaf** (MCA. Université des frères Mentouri- Constantine I) pour le temps et l'attention Qu'elle a bien voulu consacrer au bon déroulement de ce travail. À tous les professeurs qui m'ont guidé.*

*Tous les membres du service de laboratoire.*

*Tous les enseignants qui nous ont enseigné au long de toutes les années d'étude.*

*Enfin, nous remercions tous ceux et celles qui étaient à nous côté durant*

*La réalisation de notre projet.*

# *Dédicace*

*Avec l'aide de bon dieu, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie*

*A :*

*Ma famille Makhtout et aux personnes les plus chères au monde*

*Mes chers parents ;*

*À ma très chère mère :*

*Tu es l'exemple de sacrifices et de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager tu es celui qui m'a soutenu tout au long de mes années d'école, et m'a apporté soutien, confiance, sécurité et courage. Et Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver t'accorder santé, longue vie et bonheur.*

*À mon cher père :*

*Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est fruit de tes sacrifices qui tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*À mes chers frères : Louai et Abd elrraouf*

*À mes adorables sœurs : Dhouha et Roukia*

*À mon grand-père et ma grand-mère et tout la famille Makhtout et Mezmaz.*

*À mon binôme de ce travail : Samra*

*À toute la promotion de Biochimie*

*A toutes mes amies et mes collègues d'études.*

*A tous qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit Possible.*

**Zineb**

# *Dédicace*

*À mon dieu : ALLAH*

*A ma chère Maman, merci d'avoir été là à chaque étape de mes études et d'avoir facilité*

*Mon chemin jusqu'ici, je n'aurais pas pu y arriver sans toi.*

*À mon cher Père, source d'espoir, motivation et de joie.*

*À mon cher frère : Karim et sa famille*

*Tu es mon soutien et l'une des bénédictions de dieu sur moi est qu'il m'a donné un frère comme toi.*

*À mes chères sœurs : Rawyia, Rima, Nadia, Sabrina, et Kenza.*

*Ils sont le pôle de mon cœur et de mon âme, nous avons vécu les plus beaux jours et souvenirs ensemble, que dieu vous protège et vous accorde la santé et le bonheur pour toujours je vous aime.*

*À leurs maris : Omar, Fares, Tarek, et Abdrezak, et à leurs enfants :*

*Sadja, Youcef, Ghofran, Fareh, Meryem, Racim et le Bébé prince islam.*

*À toute ma famille et mes proches, qu'ils m'ont encouragé même avec un mot gentil.*

*À mon binôme de ce travail : Zineb*

*À toute la promotion de Biochimie*

*A toutes mes amies et mes collègues d'études.*

**Samra**

## Résumé

*Myrtus communis* L. est une plante aromatique et médicinale largement répandue en Algérie et utilisée en médecine traditionnelle comme traitement de certaines maladies de la peau, élimination des infections bactériennes, oxydation et est également utilisée dans l'industrie cosmétique.

Le but de ce travail est une étude phytochimique et une évaluation de certaines activités biologiques extraites de la partie aérienne (feuilles et fruits) de la plante *Myrtus communis* L.

L'extraction a été réalisée selon trois méthodes (macération, extraction par apparition de soxhlet et hydrodistillation), puis des tests phytochimiques ont été réalisés suivis d'une estimation de la teneur totale en polyphénols (par le réactif Folin-Ciocalteu). Par la suite, une évaluation de l'activité antioxydant .plus les activités antibactériennes et antifongiques (diffusion du disque) ont été évalués.

Les résultats de screening phytochimique de différentes parties de la plante ont révélé la présence de plusieurs composants chimiques tels que flavonoïdes, tanins, coumarines, substances phénoliques, terpénoids, stérols et les triterpènes et les composés réducteurs. La quantité totale de polyphénols a été également estimée d'où les résultats indiquent que (161.66mg/g) pour les feuilles et (104.25 mg/g) pour les fruits.

L'activité antioxydant de l'extrait des feuilles et des fruits de cette plante a été évaluée, dont les résultats ont été estimés comme suit : (0.8mg/ml) pour les feuilles et (1.4mg/ml) pour les fruits.

L'extrait des feuilles et fruits de *Myrtus communis* L. présente une activité antibactérienne importante contre *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*. Alors que *Pseudomonas aeruginosa* et *E. coli* présentent une sensibilité relativement faible. Pour l'évaluation de l'activité antifongique, il s'est avéré qu'elle ne montrait aucune activité contre *Candida albicans*, *Fusarium sp.* et *Aspergillus niger*.

**Mots clés :** *Myrtus communis* L., étude phytochimique, extrait, activités biologique, feuilles, fruits.

## الملخص

*Myrtus communis* L. هي نبات عطري ودوائي يوجد على نطاق واسع في الجزائر ويستخدم في الطب التقليدي كعلاج لبعض أمراض الجلد، والقضاء على العدوى البكتيرية، والأكسدة، ويُستخدم أيضًا في صناعة الأدوات التجميلية. هدف هذا البحث هو دراسة فيتوكيميائية وتقييم بعض الأنشطة البيولوجية المستخلصة من الأجزاء الهوائية (الأوراق والثمار) لنبات *Myrtus communis* L.

تم الاستخلاص باستخدام ثلاث طرق (النقع، استخلاص بواسطة آلة سوكسليت، والتقطير بالماء)، تلتها اختبارات فيتوكيميائية وتقدير الكمية الكلية للبوليفينولات باستخدام مفاعل Folin-Ciocalteu ، ثم تقييم للنشاط ضد الأكسدة باستخدام اختبار DPPH، ونشاط مضاد للبكتيريا والفطريات باستخدام طريقة انتشار الأقراص.

أظهرت الاختبارات الفيتوكيميائية لأجزاء هذا النبات وجود عدة مركبات ثانوية مثل (الفلافونويدات، التانينات، الكومارين، المركبات الفينولية، التربينويدات، الستيرويدات، والترينيربين والمركب الخافض).

تم أيضًا تقدير الكمية الكلية للبوليفينولات وأظهرت النتائج تقديرًا بمقدار (161.66 ملغ/غ) للأوراق و(104.25 ملغ/غ) للثمار.

تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات الأوراق والثمار من هذا النبات، وكانت النتائج كما يلي: (0.8 ملغ/مل) للأوراق و (1.4 ملغ/مل) للثمار.

أظهر مستخلص الأوراق والثمار من *Myrtus communis* L. نشاطًا مضادًا للبكتيريا مهمًا ضد *Staphylococcus aureus* و *Bacillus subtilis* ، في حين أظهرت بكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* و *E.coli* حساسية ضعيفة نسبيًا. أما بالنسبة لتقييم النشاط ضد الفطريات، فقد أظهر عدم وجود أي نشاط ضد *Candida albicans* ، *Fusarium sp* ، و *Aspergillus niger*.

الكلمات الرئيسية: *Myrtus communis* L.، دراسة فيتوكيميائية، مستخلص، مضاد للأكسدة، مضاد للبكتيريا، مضاد للفطريات، DPPH.

## *Abstract*

*Myrtus communis* L. is an aromatic and medicinal plant widely found in Algeria and used in traditional medicine for treating certain skin diseases, eliminating bacterial infections, and oxidation. It is also utilized in the cosmetics industry.

The aim of this study is a phytochemical investigation and evaluation of biological activities extracted from the aerial parts (leaves and fruits) of *Myrtus communis* L.

Extraction was conducted using three methods (maceration, Soxhlet extraction, and hydrodistillation), followed by phytochemical tests and estimation of total polyphenol content using the Folin-Ciocalteu reagent. Antioxidant activity was assessed using the DPPH assay, and antibacterial and antifungal activities were evaluated using the disc diffusion method.

Phytochemical tests of plant parts revealed the presence of several secondary metabolites such as flavonoids, tannins, coumarin, phenolic compounds, terpenoids, sterols, triterpenes, and reducing compounds. Total polyphenol content was estimated as (161.66 mg/g) for leaves and (104.25 mg/g) for fruits.

The antioxidant activity of leaf and fruit extracts of *Myrtus communis* L. was evaluated, with results showing (0.8 mg/mL) for leaves and 1.4 mg/mL) for fruits.

The leaf and fruit extracts of *Myrtus communis* L. exhibited significant antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* and *Bacillus subtilis*, while *Pseudomonas aeruginosa* and *E. coli* showed relatively low sensitivity. Evaluation of antifungal activity revealed no activity against *Candida albicans*, *Fusarium sp.*, and *Aspergillus niger*.

Keywords: *Myrtus communis* L., phytochemical study, extract, antioxidant, antibacterial, DPPH.



*Liste des abréviations*

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>M. communis :</b> | <i>Myrtus communis.</i>                       |
| <b>HEs :</b>         | Huiles essentielles                           |
| <b>HD :</b>          | Hydrodistillation                             |
| <b>MeOH :</b>        | méthanol                                      |
| <b>EtOH :</b>        | Ethanol                                       |
| <b>R :</b>           | rendement                                     |
| <b>MV :</b>          | Matière végétale                              |
| <b>DMSO :</b>        | diméthyle sulfoxyde                           |
| <b>DPPH :</b>        | 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl                 |
| <b>AG :</b>          | Acide gallique                                |
| <b>MH :</b>          | Muller Hinton                                 |
| <b>BN :</b>          | Bouillon nutritive                            |
| <b>Gram + :</b>      | Gram positif                                  |
| <b>Gram - :</b>      | Gram négatif                                  |
| <b>ATCC :</b>        | American type culture collection              |
| <b>NCTC :</b>        | National Collection of Type Cultures          |
| <b>NCIMB :</b>       | National collection of industrielle bacteria. |
| <b>CMI :</b>         | Concentrations minimales inhibitrices.        |
| <b>PDA :</b>         | potato Dextrose Agar                          |
| <b>HPLC :</b>        | Chromatographie liquide à haute performance.  |
| <b>CPG :</b>         | Chromatographie en phase gazeuse              |
| <b>IC50 :</b>        | Concertation inhibition à 50%                 |
| <b>ml :</b>          | Millilitre                                    |
| <b>mm :</b>          | Millimètre                                    |
| <b>g :</b>           | Gramme  |

|              |                           |
|--------------|---------------------------|
| <b>nm :</b>  | nanomètre                 |
| <b>h :</b>   | Heure.                    |
| <b>% :</b>   | Pourcentage.              |
| <b>µg :</b>  | Microgramme.              |
| <b>µl :</b>  | Microlitre.               |
| <b>I% :</b>  | pourcentage d'inhibition. |
| <b>Abs :</b> | Absorbance                |
| <b>UV :</b>  | ultra-violet              |
| <b>[C] :</b> | Concentration             |

Liste des figures

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1</b> : Distillation à vapeur d'eau. ....   | 10 |
| <b>Figure 2</b> : Schéma du principe de la technique d'Hydrodistillation.....   | 11 |
| <b>Figure 3</b> : Schéma du procédé d'hydrodiffusion.....   | 12 |
| <b>Figure 4</b> : Schéma d'extraction solide-liquide. ....  | 13 |
| <b>Figure 5</b> : Schéma d'extraction liquide-liquide.....  | 13 |
| <b>Figure 6</b> : montage de soxhelt .....  | 13 |
| <b>Figure 7</b> : Extraction par micro-onde. ....   | 14 |
| <b>Figure 8</b> : la plante de <i>Myrtus communis</i> L.....  | 19 |
| <b>Figure 9</b> : Aire de répartition des Myrtaceae dans le monde .....   | 20 |
| <b>Figure 10</b> : photographie des différentes parties aériennes de <i>Myrtus communis</i> L. A : feuilles<br>B : fleurs C : fruits..... | 20 |
| <b>Figure 11</b> : distribution du genre <i>Myrtus</i> .....  | 21 |
| <b>Figure 12</b> : les trois différents types de <i>Myrtus communis</i> .....   | 23 |
| <b>Figure 13</b> : les différentes activités biologiques de <i>Myrtus communis</i> L.....   | 25 |
| <b>Figure 14</b> : schéma simplifié de la chromatographie en phase gazeuse.....   | 34 |
| <b>Figure 15</b> : La chromatographie liquide à haute performance .....   | 35 |
| <b>Figure 16</b> : Schéma illustrant la démarche expérimentale suivie dans cette étude .....  | 41 |
| <b>Figure 17</b> : extraction des feuilles par macération .....   | 42 |
| <b>Figure 18</b> : extraction des fruits par macération.....  | 42 |
| <b>Figure 19</b> : extraction par l'appareille de soxhlet.....  | 42 |
| <b>Figure 20</b> : évaporation d'extrait.....   | 43 |
| <b>Figure 21</b> : montage d'hydrodistillation.....   | 44 |
| <b>Figure 22</b> : Illustration de la méthode des aromatoigrammes sur boîte de Pétri .....  | 48 |
| <b>Figure 23</b> : préparation de milieu de culture .....   | 49 |
| <b>Figure 24</b> : l'ensemencement de milieu de culture .....   | 49 |
| <b>Figure 25</b> : Dépote des disques .....   | 50 |
| <b>Figure 26</b> : extrait éthanolique de feuille .....   | 53 |
| <b>Figure 27</b> : extrait méthanolique de feuille .....  | 53 |
| <b>Figure 28</b> : extrait éthanolique de fruit.....  | 53 |
| <b>Figure 29</b> : extrait méthanolique de fruit.....   | 53 |
| <b>Figure 30</b> : extrait éthanolique de feuille obtenue par appareille de soxhlet. ....   | 53 |
| <b>Figure 31</b> : extrait éthanolique de fruit obtenu par appareille de soxhlet.....   | 53 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 32 :</b> Courbe d'étalonnage de l'acide gallique. ....  | 60 |
| <b>Figure 33 :</b> de taux et teneur du polyphénol total d'extrait des feuilles et des fruits de <i>Myrtus communis</i> L. (mg/g d'extrait) ..... | 61 |
| <b>Figure 34 :</b> pourcentage d'inhibition de fruit en fonction de la déférente concentration .....  | 62 |
| <b>Figure 35 :</b> pourcentage d'inhibition de feuille en fonction des déférentes concentration.....  | 63 |
| <b>Figure 36 :</b> comparaison de résultat d'IC50 d'extrait de feuille et fruit.....  | 64 |

Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau 1</b> : les produits et les matériels (les appareils) utilisés dans cette étude que sont présenté dans le tableau suivant : .....   | 39 |
| <b>Tableau 2</b> : les souches microbiennes utilisé .....  | 40 |
| <b>Tableau 3</b> : protocole des tests phytochimiques. ....  | 44 |
| <b>Tableau 4</b> : le rendement des déférents extraction.....  | 54 |
| <b>Tableau 5</b> : screening phytochimique de l'extrait de feuille et fruit de <i>Myrtus communis</i> .....  | 56 |
| <b>Tableau 6</b> : absorbance des extraits feuille et fruit. ....  | 60 |
| <b>Tableau 7</b> : les taux de polyphénols totaux .....  | 61 |
| <b>Tableau 8</b> : IC50 de feuille et fruit.....   | 63 |
| <b>Tableau 9</b> : l'activité inhibitrice d'extrait de feuille et fruit de <i>Myrtus communis</i> L. à déférentes concentrations vis-à-vis les souches bactériennes. ....                        | 65 |
| <b>Tableau 10</b> : Diamètres (mm) des zones d'inhibition de la croissance bactérienne par L'extrait de feuille et fruit de <i>Myrtus communis</i> L., ATB (Ciprofloxacine 5ug) Et le DMSO. .... | 66 |
| <b>Tableau 11</b> : l'activité inhibitrice d'extrait de feuille et fruit de <i>Myrtus communis</i> L. à déférentes concentrations vis-à-vis les souches fongiques. ....                          | 69 |
| <b>Tableau 12</b> : Diamètres (mm) des zones d'inhibition des souches fongiques .....  | 69 |

Table des matières

Remerciements  
Dédicace  
Résumé  
المخلص  
Abstract  
Liste des abréviations  
Liste des figures  
Liste des tableaux  
Table des matières  
Introduction ..... 1

*Synthèse bibliographique*

*Chapitre I: Phytothérapies et les huiles essentielles*

I. Les Phytothérapies et Les plantes médicinales .....5  
    I.1. Définition phytothérapies.....5  
    I.2. Types de phytothérapie .....5  
        I.2.1. Phytothérapie traditionnelle .....5  
        I.2.2. Phytothérapie moderne .....5  
    I.3. Les plantes médicinales .....6  
        I.3.1. Définition .....6  
        I.3.2. Le domaine d'application des plantes médicinales .....6  
II. Les huiles essentielles.....7  
    II.1. Définition d'huile essentielle .....7  
    II.2. Répartition des huiles essentielles dans la plante .....7  
    II.3. Les compositions chimiques .....8  
    II.4. Les propriétés physiques chimique .....8  
        II.4.1. Propriétés physiques .....8  
        II.4.2. Propriété chimique .....8  
    II.5. Methods d'extractions l'huile essentielle .....9  
        II.5.1. La distillation .....9  
        II.5.2. Expression a froid .....12  
        II.5.3. L'extraction par solvant.....12

|   |    |
|---|----|
| II.5.4. Extraction par micro-onde .....   | 14 |
| II.5.5. Distillation sèche .....  | 14 |
| II.6. La conservation des huiles essentielles.....  | 15 |
| II.7. Domaine d'utilisation Les huile essentielle.....                                    | 15 |
| II.7.1. Agro-alimentaire.....   | 15 |
| II.7.2. Cosmétologie .....  | 15 |
| II.7.3. Pharmaceutique.....   | 16 |
| II.7.4. Inductrice chimique .....   | 16 |
| II.8. Les activités biologiques.....  | 16 |
| II.8.1. Activité antiseptique .....   | 16 |
| II.8.2. Activité anti bactérienne .....   | 16 |
| II.8.3. Antifongiques .....   | 17 |
| II.8.4. Anti-inflammatoire .....  | 17 |
| II.8.5. Antivirales.....  | 17 |
| <br><b><i>Chapitre II: Myrtus communis L.</i></b><br>                                     |    |
| I. <i>Myrtus communis</i> L.....  | 19 |
| I.1. Définition .....   | 19 |
| I.2. Description botanique .....  | 20 |
| I.3. Description géographique .....   | 20 |
| I.4. Noms vernaculaires.....  | 21 |
| I.5. La classification .....  | 21 |
| I.6. Les types de <i>Myrtus communis</i> .....  | 22 |
| I.7. La composition chimique de <i>Myrtus communis</i> L. ....                            | 23 |
| I.7.1. Principaux composés chimiques d'huile essentielle de <i>Myrtus communis</i> L..... | 23 |
| I.8. Utilisation de <i>Myrtus communis</i> .....  | 23 |
| I.8.1. En médecine traditionnelle.....  | 23 |
| I.8.2. Utilisation en médecine.....   | 24 |
| I.8.3. Autre utilisation : .....  | 25 |
| I.8.4. Les activités biologiques de <i>Myrtus communis</i> L. ....                        | 25 |
| II. Le métabolite primaire et secondaire .....  | 26 |
| II.1. Métabolite primaire .....   | 26 |
| II.2. Métabolite secondaire.....  | 26 |
| II.2.1. Les composés phénoliques.....   | 26 |
| II.2.2. Les alcaloïdes.....   | 28 |

|  |    |
|--|----|
| II.2.3. Les composés terpéniques ..... | 28 |
|--|----|

### ***Chapitre III: Méthodes de purification et identification des HEs***

|  |    |
|--|----|
| I. Le spectromètre.....  | 31 |
| I.1. Type de spectromètre .....  | 31 |
| I.1.1. Spectromètre à résonance magnétique nucléaire .....                                     | 31 |
| I.1.2. Spectromètre optique .....  | 32 |
| I.1.3. La spectrométrie de masse .....   | 33 |
| II. La chromatographie.....  | 33 |
| II.1. Le principe de chromatographie .....   | 33 |
| II.2. La chromatographie en phase gazeuse (CPG) .....  | 33 |
| II.3. Chromatographie sur couche mince (CCM).....  | 34 |
| II.4. Chromatographie liquide haute performance (CLHP).....                                    | 34 |
| II.5. La chromatographie en phase gazeuse (CPG) associée à la spectrométrie de masse (SM)..... | 35 |

### ***Étude expérimentale***

### ***Chapitre IV: Matériel et Méthodes***

|  |    |
|--|----|
| I. Le matériel végétal.....  | 39 |
| I.1. Matériel et produits chimiques.....   | 39 |
| I.2. Les souches microbiennes utilisés .....   | 40 |
| II. Les méthodes d'extraction.....   | 41 |
| II.1. Extraction par la macération .....   | 41 |
| II.2. Extraction par appareille de soxhlet.....  | 42 |
| II.3. Extraction par hydrodistillation .....   | 43 |
| II.4. Rendement d'extraction.....  | 44 |
| III. Dosage de polyphénols totaux.....   | 46 |
| IV. Évaluation des activités biologiques .....   | 46 |
| IV.1. Évaluation de l' activité antioxydant par le test de DPPH: .....                     | 46 |
| IV.2. Évaluation de l'activité antimicrobienne d'extrait du <i>Myrtus communis</i> L. .... | 47 |

### ***Chapitre V: Résultats et discussion***

|  |    |
|--|----|
| I. Résultat d'extraction .....                                       | 53 |
| II. Rendement d'extraction.....                                      | 54 |
| II.1. Rendement d'extraction éthanolique et méthanolique :.....      | 54 |
| II.2. Rendement d'Huile Essentielle de <i>Myrtus communis</i> L..... | 55 |
| III. Screening phytochimique : .....                                 | 55 |



|  |    |
|--|----|
| IV. Dosage des polyphénols totaux .....  | 60 |
| V. Activité Antioxydant : .....          | 62 |
| VI. Activité anti microbienne : .....    | 64 |
| <b>Conclusion</b> .....                  | 72 |
| <b>Références bibliographiques</b> ..... | 74 |

# *Introduction*

## *Introduction*

Les plantes médicinales ont été utilisées par nos ancêtres qui ont su développer les vertus médicinales exceptionnelles des plantes. Comme beaucoup d'autres pays dans le monde, l'Algérie possède un riche patrimoine de différentes plantes médicinales et aromatiques en fonction de son relief et de ses régions, qu'il serait utile d'explorer et d'exploiter en utilisant les substances bioactives issues des plantes dans divers domaines, tels que le développement de nouvelles formulations dans les industries agroalimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques. Ces composés comprennent des métabolites secondaires, qui sont particulièrement bien connus dans le domaine thérapeutique (**Bouzabata 2015**).

Nous avons choisi le myrte (*Myrtus communis* L.), un arbuste aromatique appartenant à la famille des Myrtaceae, comme plante d'étude. En Algérie, le myrte pousse principalement dans les montagnes de l'Atlas et dans les zones côtières d'Alger et des régions orientales (notre site de collecte dans la wilaya de Jijel), où il est connu sous le nom de "basilic" ou "marsin". En médecine traditionnelle, le myrte est souvent pris en infusion ou en décoction. Une infusion de feuilles et de jeunes rameaux est considérée comme un stimulant, un antiseptique, un astringent et un hypoglycémiant, et s'est avérée être un traitement sain pour l'eczéma, le psoriasis, l'asthme, les troubles digestifs, les infections des voies urinaires. (**Hennia 2016**)

Le myrte a suscité un grand intérêt chez les chercheurs du monde entier, par exemple la recherche menée par (**Franceschini 2016**) sur sa composition et ses utilisations thérapeutiques, le travail d'extraction effectué par le chercheur (**samir and yacine 2017**) sur les méthodes d'extraction et caractérisation extraits aqueux préparés à partir de cette même plante, réalisé par. (**Touaibia and Chaouch 2014**) et l'étude menée par . (**Yasmine 2017**) sur l'effet de la zone de récolte sur la composition de la plante et l'effet de la méthode d'extraction sur le rendement.

Ce travail est structuré cinq chapitres. le première et le deuxième chapitre présente des informations générales sur les plantes médicinales, en particulier le myrtus communis L . Toutes les informations sur les huiles essentielles, leur extraction et leur conservation. . Et dans le troisième chapitre nous présentons la plupart des techniques analytiques utilisées pour identifier, quantifier et purifier les huiles. Dans Le quatrième chapitre nous présentons le matériel, et nous effectuons des tests phytochimiques en utilisant diverses méthodes d'extraction sur les feuilles et les fruits de *Myrtus communis* L. pour déterminer la teneur en polyphénols, évaluer la capacité antioxydant des extraits et explorer l'activité antimicrobienne des extraits de feuilles et de fruits,

le cinquième chapitre présente l'interprétation des résultats obtenus, et en fin une conclusion générale.

# *Synthèse bibliographique*

*Chapitre I:*  
*Phytothérapies et les huiles*  
*essentiels*

## **I. Les Phytothérapies et Les plantes médicinales**

### **I.1. Définition phytothérapies**

Le terme "phytothérapie" dérive de deux mots grecs : "phuton", signifiant "plante", et "therapeia", signifiant "traitement". Plus précisément, le préfixe "phyto" indique une relation avec les plantes, tandis que "thérapie" désigne un traitement médical ou thérapeutique. Ainsi, le terme "phytothérapie" signifie simplement et clairement "soigner avec les plantes"**(Kouame 2018)**.

La phytothérapie est une méthode thérapeutique utilisant des plantes, des parties de plantes et des préparations à base de plantes pour traiter divers troubles fonctionnels et états pathologiques **(Limonier 2018)**. La plante peut être utilisée fraîche ou séchée, en totalité ou en partie (écorce, fruits, fleurs, feuilles, racines, etc.). La préparation se fait par des méthodes simples, principalement à base d'eau : décoction, infusion, macération, etc.**(Chaachouay, Douira et al. 2020)**.

La phytothérapie, une des médecines les plus anciennes, est pratiquée par toutes les ethnies à travers le monde. Selon l'OMS, 70% de la population mondiale y ont recours **(Chaachouay, Douira et al. 2020)**.

### **I.2. Types de phytothérapie**

#### **I.2.1. Phytothérapie traditionnelle**

La thérapie qui utilise les propriétés thérapeutiques des plantes et de leurs extraits pour traiter certaines pathologies s'inspire de la médecine traditionnelle, fondée sur un savoir empirique enrichi au fil des générations. Appelée « phytothérapie traditionnelle », cette pratique est encore utilisée par une population qui transmet les connaissances de leurs ancêtres.**(Guechi 2022)**

#### **I.2.2. Phytothérapie moderne**

Une pratique fondée sur les progrès scientifiques, qui vise à identifier des extraits actifs de plantes, conduit à la création de phytomédicaments. En fonction de la réglementation en vigueur dans chaque pays, la commercialisation de ces phytomédicaments nécessite une autorisation de mise sur le marché. Ce domaine est connu sous le nom de pharmacognosie ou biologie pharmaceutique.**(Chaachouay, Douira et al. 2020)**

### I.3. Les plantes médicinales

#### I.3.1. Définition

Ces plantes sont employées en médecine traditionnelle en raison de leurs propriétés médicinales. Leurs effets bénéfiques proviennent de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les divers composants qu'elles contiennent. (SANOGO 2006) La partie utile de la plante peut être la feuille, la racine, la fleur, la tige, le tronc, le fruit, l'écorce, la sève ou la plante entière. Cette partie est utilisée dans la composition d'une recette thérapeutique. (Kouame 2018)

Selon la définition de l'OMS, une plante médicinale est une plante, ou l'un de ses organes, contenant des substances utilisables à des fins thérapeutiques ou servant de précurseurs pour la synthèse d'autres médicaments utiles. Les propriétés thérapeutiques de ces plantes sont prouvées scientifiquement ou confirmées empiriquement par leur usage en médecine traditionnelle. (Chaachouay, Douira et al. 2020)

Dans le code de la santé publique, il n'existe pas de définition légale d'une plante médicinale au sens juridique. Il s'agit d'une plante, qui n'est pas spécifiquement désignée comme médicinale, et qui peut être vendue librement par les pharmaciens. (Moreau 2003).

#### I.3.2. Le domaine d'application des plantes médicinales

Les substances naturelles provenant des végétaux présentent de multiples intérêts dans les domaines de l'industrie, de l'alimentation, de la cosmétique et de la pharmacie. En pharmacie, une proportion significative de médicaments est encore d'origine végétale. De plus, la recherche continue de découvrir dans les plantes de nouvelles molécules actives et des matières premières pour la semi-synthèse (Koffi 2013). Les différents domaines des plantes médicinales sont :

- **En médecine :** Ces plantes sont utilisées en médecine comme médicaments pour l'homme :
  - Traiter les maladies liées au stress, en tant qu'antioxydants.
  - Contre le diabète.
  - En tant que drogues immunostimulantes.
  - En tant que drogues anti-inflammatoire et analgésique.
  - Contre les maladies cardiovasculaires.
  - Traiter les infections cutanées en dermatologie. (Koffi 2013)



- **En cosmétique :**

Produit de beauté, parfums et article de toilette (**Mehani 2015**).

- **En agriculture :**

Dans le domaine agricole, les plantes sont utilisées pour lutter contre certains vers parasites comme les nématodes. Par exemple, *Azadirachta indica*, une des plantes médicinales les plus importantes au Bangladesh, se développe dans tout le sous-continent indien. (**Koffi 2013**)

- **En alimentation :**

Les assaisonnements, les boissons, les colorants et les composés aromatiques jouent un rôle clé dans notre alimentation. Les épices et les herbes aromatiques, souvent utilisées dans la cuisine, sont largement responsables des plaisirs gustatifs. Elles sont considérées comme des condiments et des aromates essentielle. (**Mehani 2015**)

## II. Les huiles essentielles

### II.1. Définition d'huile essentielle

Les plantes aromatiques capable de donner un extrait pur, naturelle, volatiles et très concentrés. (**El Kalamouni 2010**) .un huile essentielle HE se définit d'après la (**Pharmacognosie 2009**): « une huile essentielle est un produit odorant généralement de composition complexe, obtenue à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau soit par distillation sèche soit par un procédés mécanique sans chauffage. L'huile essentielle est plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition »

La norme française **AFNOR NF T75006** définit l'huile essentielle comme étant « Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation à sec ».

### II.2. Répartition des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles sont présentes dans le règne végétal, avec une abondance particulière observée dans certaines familles telles que les conifères, les Rutacées, les Ombellifères, les Myrtacées, les Lamiacées et les Poacées. (**ASSIA 2019**) Ces huiles se trouvent dans divers organes végétaux, selon la région de production, tels que les feuilles, les fleurs, les fruits, les graines, l'écorce et même les racines. (**Figueredo 2007**) Ces huiles peuvent être stockées et synthétisées dans de petites glandes avec des structures tissulaires spécialisées situées

sur ou près de la surface de la plante. Ces structures diffèrent selon la famille de plantes, avec des poils sécréteurs externes chez les Labiées et les Géraniums, des cellules sécrétrices chez les Lauracées, les Magnoliacées et les Papyracées, des sacs sécréteurs chez les Myrtacées et les Aurantacées, et des conduits sécréteurs chez les Ombellifères et les Conifères (**HADDOUCHI and BENMANSOUR 2008**)

### II.3. Les compositions chimiques

Les huiles essentielles sont des mélanges de différents composés complexes volatiles, lipophiles, odoriférantes, sont riches de centaines de molécules organiques. (**Aribi-Zouioueche and Couic-Marinier 2021**) ces composés se dissolvent les uns dans les autres pour former une solution homogène. (**Samate 2002**). et varie selon le nombre d'atome de carbone les (monoterpènes C10, les sesquiterpènes C15 et plus rarement les diterpènes C20), selon la saturation et in saturation des liaisons, les groupements fonctionnelles et sa nature (terpènes, alcools terpéniques, cétones, phénols, aldéhydes, esters et éthers), agencement (linéaire ou cyclique) et la configuration spatiale. (**BELHACHAT 2019**) grâce à ces critères les huiles essentielles se répartissent presque entièrement en deux catégories Possède un profil biogénique unique: Groupe des terpénoïdes. Groupe des composés aromatiques. Composés d'origines variées. (**Bruneton 1993**)

### II.4. Les propriétés physiques chimiques

#### II.4.1. Propriétés physiques

Selon (**ASSIA 2019**) les huiles essentielles sont liquides à température ambiante mais aussi volatiles avec point d'ébullition compris entre 160°C et 240°C, Elles sont pour la plupart colorées jaune ou incolore, ayant une densité inférieure à celle de l'eau. Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques usuels ainsi que dans l'alcool, entraînaient à la vapeur d'eau mais très peu solubles dans l'eau. Un indice de réfraction élevé et lumière polarisée majoritairement déviée.

#### II.4.2. Propriété chimique

- ✓ **Indice d'acide** : milligrammes (mg) d'hydroxyde de potassium nécessaire pour neutraliser les acides libres dans 1 gramme d'huile essentielle.
- ✓ **Valeur Ester** : le nombre de milligrammes (mg) d'hydroxyde de potassium requis Neutralise l'acide libéré par l'hydrolyse des esters contenus dans 1 g d'huile Basique. (**HEMA, COULIBALY et al. 2023**)

- ✓ **Indice de peroxyde** : L'indice de peroxyde est représenté par un chiffre, avec Milliéquivalent d'oxygène actif, la quantité de peroxyde contenue dans 1000 grammes d'eau substance.
- ✓ **Indice de saponification** : C'est le nombre de milligrammes de potasse nécessaire à la neutralisation Saponification d'acides libres et d'esters dans 1,00 g d'huile essentielle. (Kaloustian and Hadji-Minaglou 2012)

## II.5. Methods d'extractions l'huile essentielle



Il existe différentes méthodes d'extraction des huiles de plantes aromatiques, qui sont des processus complexes, difficiles et plus délicats car il s'agit de capter les petits produits fragiles produits par les plantes en veillant à ne pas en altérer la qualité. (Franchomme, Jollois et al. 2001)

De manière générale, le choix de la méthode d'extraction dépend de la nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles et brindilles), de la nature des composés, du rendement en huile et de la fragilité de certains composants de l'huile à haute température. (ASSIA 2019). Propriétés physiques et chimiques de l'essence à extraire, de l'usage de l'extrait. (Muselli, Bighelli et al. 1997). La méthode choisie pour minimiser le coût d'acquisition et le temps requis et l'équipement. (Franchomme, Jollois et al. 2001)

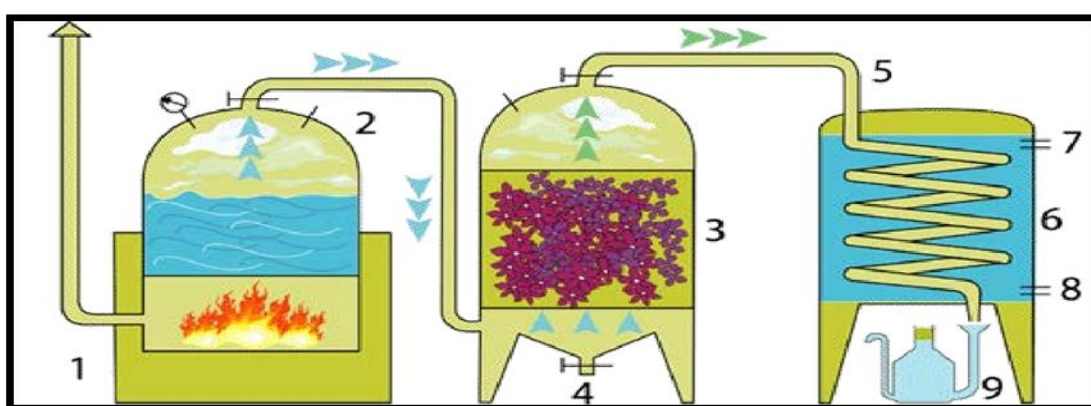
### II.5.1. La distillation

#### II.5.1.1. L'entraînement à la vapeur d'eau

L'extraction à la vapeur est aujourd'hui le procédé le plus ancien et le plus largement utilisé pour extraire les huiles essentielles des plantes. Ce processus peut traiter des matières végétales sensibles. Les avantages de cette technologie sont la facilité d'utilisation, le faible coût et la disponibilité de la vapeur. Étant donné que la température de la vapeur change à mesure que l'huile entre au début du processus d'extraction, la vapeur ne peut transporter que des composants très volatils.

Elle est progressivement augmentée et les composants à haut point d'ébullition sont éliminés. Par conséquent, la composition de l'huile obtenue à la fin du processus d'extraction diffère de la composition de l'huile obtenue au début. **(Brada 2008)**

Comme montré dans la figure Ci-dessous le matériel végétal est soumis au flux de vapeur sans Pré-trempage. La vapeur est saturée de Les composés volatils sont ensuite condensés. Décanter dans le sérum avant de continuer séparer en phase aqueuse (HA) et Phase organique (HE). Manque de contact directement entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules d'arôme, évitez Certains phénomènes d'hydrolyse ou Dégradation pouvant nuire à la qualité Huile. **(Boukhatem, Ferhat et al. 2019).**



**Figure 1 :** Distillation à vapeur d'eau. **(Blondel, 2014)**

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1: Foyer                    | 6: Réfrigérant avec serpentin                                       |
| 2: Chaudière                | 7: Sortie d'eau chaude  |
| 3: Vase à fleurs            | 8: Ari vé d'eau froide  |
| 4 : Vidange de condensation | 9: Essencier servant à la décantation de l'essence et de l'hydrolat |
| 5: Col de cygnet            |   |

### II.5.1.2. Hydrodistillation

Le principe de l'hydrodistillation est le même que celui de la distillation à la vapeur Sauf dans ce cas trempez le matériel végétal dans de l'eau bouillante. Elle est Généralement réalisée à pression atmosphérique, mais le rapport peut être augmenté Entraînement (poids d'entraînement/poids d'eau évaporée). **(Brada 2008)** Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau et placé dans source de chaleur et tout bout. La vapeur

est condensée dans Le réfrigérant et l'HE sont séparés des produits d'hydrolyse par une simple différence de densité. S.E. existe Plus léger que l'eau, il flotte au-dessus de l'hydrolysât. (El Alam 2018) mais, L'hydrodistillation a ses limites. En effet, le temps de chauffe est trop long et la puissance est trop élevée Provoque la dégradation de certaines molécules aromatiques.(Lucchesi 2005).



Figure 2 : Schéma du principe de la technique d'Hydrodistillation.(Lucchesi 2005)

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 1 : Chauffe-ballon      | 5 : Arrivée d'eau froide et sortie d'eau tiède |
| 2 : Eau bouillante      | 6 : Epreuve graduée                            |
| 3 : Thermomètre         | 7 : Matière à extraire l'essence               |
| 4 : Réfrigérant à l'eau | 8 : Huile Essentielle                          |

### II.5.1.3. Hydrodiffusion

La diffusion de l'eau est une co-distillation descendante. Le principe de ceci La méthode consiste à utiliser la gravité pour libérer et condenser le mélange La « vapeur d'eau-huile essentielle » est dispersée dans la matière végétale et dans ce processus, Les plantes sont disposées dans des parallélépipèdes métalliques maillés. Par conséquent, nous effectuons des installations Des impulsions de vapeur d'eau, saturées et humides mais jamais surchauffées de haut en bas. La forme est Ce dispositif permet une meilleure répartition de la charge. La vapeur d'eau est également évacuée Toutes substances volatiles. Récupérez les huiles essentielles à l'aide d'un collecteur qui permet Équilibrer avec la pression atmosphérique. On peut aussi préciser qu'il existe un processus La cuisson renvoie l'eau séparée de l'huile vers la Chaudière.(Bousbia 2011).

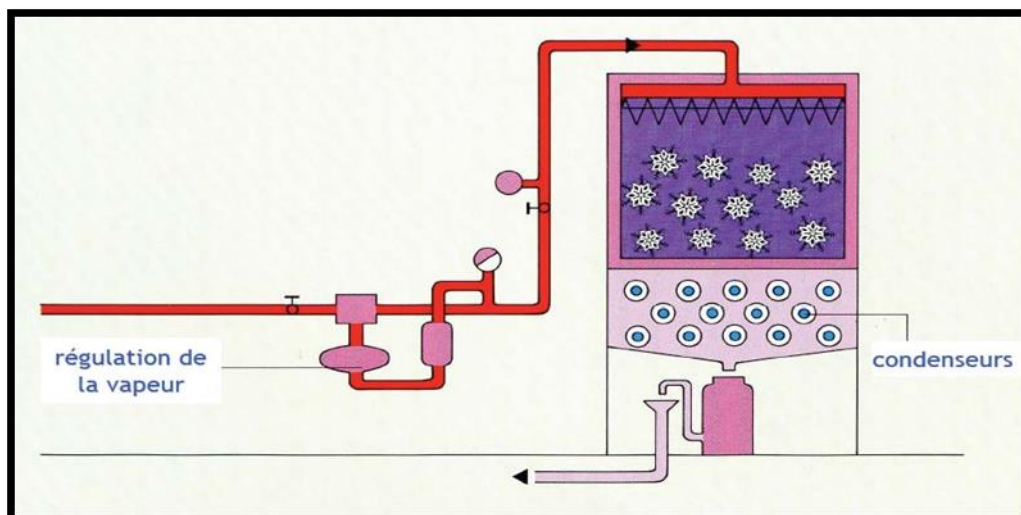


Figure 3 : Schéma du procédé d'hydrodiffusion.(Bousbia 2011)

### II.5.2. Expression a froid

L'expression à froid c'est un procédé mécanique simple sans chauffage appliqué sur les agrumes (Dugo and Di Giacomo 2002). Les agrumes sont exposés à broyage et une pression ce qui entraîne de l'éclatement des cellules avec libération l'huile essentielle portée sur la peau ou zeste. Cette huile transportée par un courant d'eau formant une émulsion. Isolation de l'essence (on l'appelle ainsi car il n'a subi aucune modification chimique) se fait par simple décantation.(BELHACHAT 2019)

### II.5.3. L'extraction par solvant

L'extraction par solvant consiste à placer des matériaux des Plantes en contact avec des solvants, souvent volatiles et ayant une affinité pour l'huile. Les étapes sont les suivantes :

- 1- Le matériel végétal est trempé dans un solvant. Le solvant, riche en molécules odorantes, est ensuite récupéré par évaporation ou distillation basse pression. La température à laquelle est obtenue la pâte brune collante appelée concrète
- 2- « Épuisement à l'alcool éthylique », cette concrète es exempt de cires végétales et de certains pigments non miscibles à l'alcool. Dissoudre la cire dans de l'éthanol pur puis précipiter Changements rapides de température (chauffage puis congélation). Après filtration, le filtrat est distillé sous pression réduite pour évaporer l'éthanol et obtenir d'absolue. Les techniques utilises sont :
  - **Extraction solide/liquide** : l'opération d'échange de matière entre une phase solide (la matière à extraire), et une phase liquide (le solvant d'extraction).

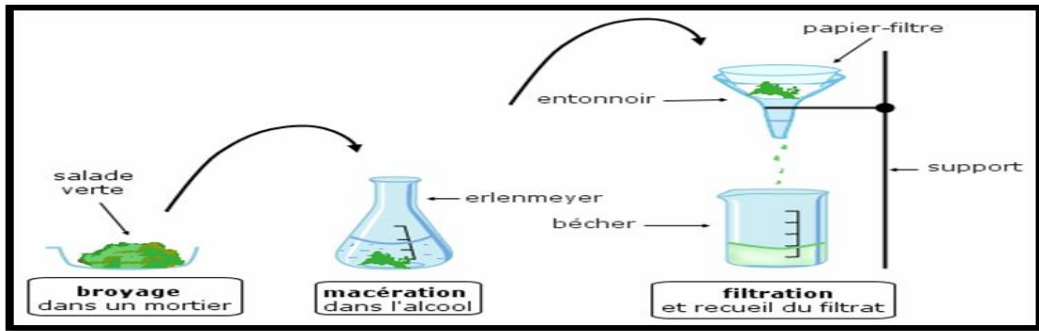


Figure 4 : Schéma d'extraction solide-liquide.(Kaloustian and Hadji-Minaglou 2012)

- **L'extraction liquide/liquide** : l'opération de transfert ou d'échange de matière entre deux phases liquides, la solution et le solvant, utilisée pour l'extraction des composés et éliminer d'autres, se fait par deux solvants non miscibles à pouvoir dissolvant plus spécifique de chaque groupe.(ACHOUR, AOUN et al. 2022)

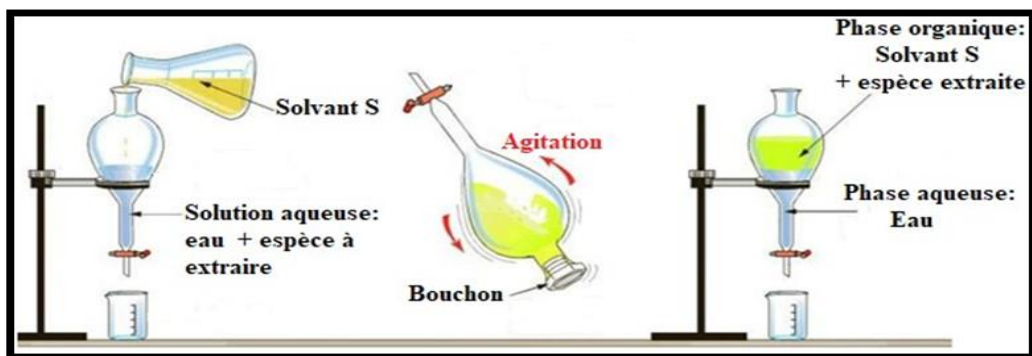


Figure 5 : Schéma d'extraction liquide-liquide

- **L'extraction par appareil de soxhlet**

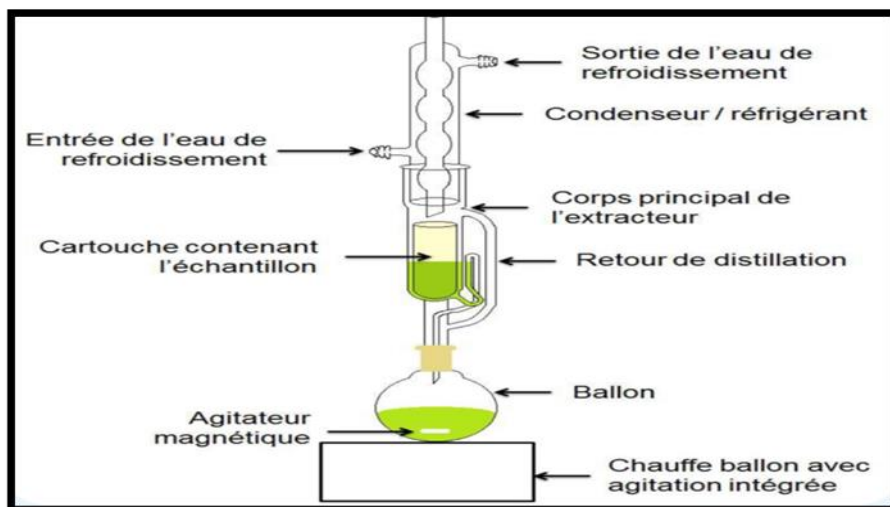


Figure 6 : montage de soxhlet

Les solvants sont sélectionnés de manière spécifique et sont soumis à des réglementations drastique car l'extrait est utilisé dans les cosmétiques et l'industrie agroalimentaire, et le solvant doit donc :

- Non toxique
- Possède une grande affinité avec le produit à extraire
- Chimiquement inerte vis-à-vis du soluté à extraire
- Volatil (température d'ébullition)
- Stable à la lumière, à la chaleur ou à l'oxygène.(Samate 2002)

#### II.5.4. Extraction par micro-onde

L'extraction assistée par micro-ondes est une nouvelle technologie qui combine Utilisez des micro-ondes et d'autres méthodes traditionnelles. Dans ce processus, le matériel végétal sont passés au micro-ondes dans une enceinte fermée où la pression est Diminuer séquentiellement. Les composés volatils sont emportés par la vapeur d'eau Formé à partir de l'eau de la plante. Restaurez-les ensuite en utilisant la procédure suivante Condensation, refroidissement et décantation classiques.(Hellal 2011)

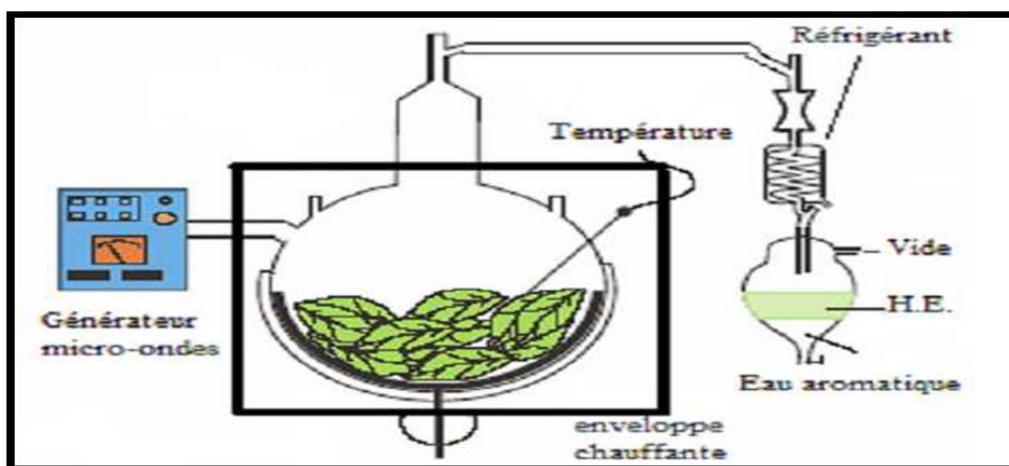


Figure 7 : Extraction par micro-onde. (Lucchesi, Chemat et al. 2004)

#### II.5.5. Distillation sèche

La distillation sèche ou distillation destructive implique un chauffage modéré Aucune eau ni solvant n'est ajouté à la matière végétale, et les substances volatiles sont alors concentrées. La grâce Aux basses températures atteintes pendant le fonctionnement, cette technologie ne détruit



pas Substance sensible à la chaleur, c'est pourquoi elle est utilisée pour extraire. Cependant, le rendement obtenu par cette technique est faible. **(Lucchesi 2005)**

## II.6. La conservation des huiles essentielles

Les huiles essentielles est nécessaire car ce sont des substances sensibles. Pour éviter les endommagement et perte leur propriétés elle doivent être conservées :

- A l'abri de la chaleur et de la lumière, dans des flacons propres et secs, métalliques (aluminium ou acier inoxydables) ou en verre teinté, à froid (à 4 °C). **(BELHACHAT 2019)**
- A l'abri de l'air, en présence d'un gaz inerte tel que l'azote. **(Samate 2002)**
- Fermez hermétiquement le flacon après utilisation pour éviter l'évaporation ou les dommages et maintenez en position verticale
- Il faut éviter des bouchons en matière plastique qui peuvent être sensibles au contenu. et éviter de mettre très peu d'huile essentielle dans le flacon. **(AZOUZ and DEMOUCHE 2022)**

## II.7. Domaine d'utilisation Les huile essentielle

Les huiles sont utilisées dans de nombreux secteurs et ont des applications différentes en fonction de leur domaine d'application.

### II.7.1. Agro-alimentaire

Les huiles essentielles sont utilisées en agro-alimentaire. Dans plusieurs secteurs alimentaires comme alcools, boissons non alcoolisées, confiserie, produits laitiers, produits carnés, sauces, soupes, produits de boulangerie

utilisé pour la conservation des denrées alimentaires. et rehausseurs de goût améliorer la saveur des produits alimentaire. **(Samate 2002)**

### II.7.2. Cosmétologie

Le principal débouché des huiles essentielles, des concrètes, des absolues et autres résines fournies par les plants est l'industrie de la parfumerie et des cosmétiques, car la plupart des cosmétiques contiennent des huiles essentielles, que l'on retrouve dans les produits suivants : Crèmes de soin, huiles de massage, parfums, parfums d'ambiance et pommades. Les huiles essentielles sont également utilisées dans les savons et les produits de nettoyage corporel, tels que les gels douche et les shampooings. **(Jouhanneau 1991)**

### II.7.3. Pharmaceutique

La pharmacie s'intéresse de près aux huiles essentielles elles s'utilisent sous la forme de préparations galéniques, et dans la préparation d'infusion. Certaines de ces huiles sont utilisées à des fins médicinales particulières (antiseptiques externes)(AZOUZ and DEMOUCHE 2022). 4 % des médicaments sont basés sur des principes actifs végétaux. Ils sont également utilisés pour améliorer les effets indésirables des médicaments en les ajoutant à la formulation des produits pharmaceutiques. (MAIGA 2022) Utiliser également certaines de leurs molécules comme source pour la synthèse d'autres composés tels que la vitamine A à partir du citralate ou de l'eugénol. Ce dernier, grâce à son activité antiseptique, purifie l'air des centres de soins (hôpitaux et cliniques) et les maisons individuelles .(AZOUZ and DEMOUCHE 2022)

### II.7.4. Inductrice chimique

L'industrie chimique transforme les huiles essentielles en produits chimiques plus sophistiqués en tant que matière première. Ces molécules importantes peuvent être isolées et utilisées par la suite comme produit naturel sous une forme similaire. Elles peuvent également être utilisées dans des semi-synthèses pour produire de nouvelles molécules qui sont plus rentables économiquement que la synthèse chimique traditionnelle, dont le rendement est faible après de nombreuses étapes de réaction.

## II.8. Les activités biologiques

### II.8.1. Activité antiseptique

Les huiles essentielles ont un effet antiseptique qui se manifeste par voie externe, à travers la peau, les voies respiratoires supérieures, les bronches et les poumons .(Samate 2002) Il agit sur des bactéries pathogènes, des champignons responsables de maladies et des levures. Il semble que ce pouvoir soit moins présent dans le système digestif interne pour cibler une infection sanguine ou organique.(ACHOUR, AOUN et al. 2022)

### II.8.2. Activité anti bactérienne

Les huiles essentielles ont une activité antibactérienne qui dépend principalement de la nature de leur principal composé volatil et de leur composition chimique. Cette activité fait référence à la capacité de la substance à inhiber la croissance et la destruction des bactéries.

Certains agents bactériostatiques tels que les antibiotiques naturels, les médicaments synthétiques et les ingrédients présents dans les plantes ont une puissante activité antibactérienne(Louni 2013)

### **II.8.3. Antifongiques**

Les antifongiques à base de plantes sont des composés présents dans certaines plantes, à la capacité de résister aux infections fongiques. Ces composés peuvent être utilisés Traitez ou prévenez les infections causées par des champignons. Ces plantes médicinales contiennent souvent des produits chimiques naturels, par ex. Produits phytochimiques, huiles essentielles, entre autres Peut présenter une activité antifongique. Ces composés peuvent agir de différentes manières Inhibe la croissance fongique, détruit les cellules fongiques ou perturbe leur métabolisme.(KRA 2016)

### **II.8.4. Anti-inflammatoire**

Les plantes médicinales contiennent des composés chimiques actifs que l'on retrouve dans les huiles essentielles et dont les propriétés contribuent à réduire l'inflammation dans l'organisme Par voie interne ou topique.

### **II.8.5. Antivirales**

Les virus provoquent diverses maladies, dont certaines créent des problèmes qui ne peuvent être résolus aujourd'hui.

L'HE est une aubaine pour traiter ces fléaux infectieux, virus très sensibles aux molécules aromatiques.(zohra 2023)

*Chapitre II:*

*Myrtus communis L.*

## I. *Myrtus communis* L.

### I.1. Définition

Le Myrte sauvage, ou bien *Myrtus communis* L. Est le terme grec pour «myrte», et «communis» signifie commun. C'est une plante médicinale bien connue.(Wannes, Mhamdi et al. 2009).le myrte est une plante aromatique qui se distingue par la présence de glandes ou de structures sécrétrices dans ses feuilles, ses fleurs et ses fruits.(Bouzabata 2015)



**Figure 8** : la plante de *Myrtus communis* L. (photo origine).

Le genre *Myrtus* fait partie de la famille des Myrtaceae. Originaire du bassin méditerranéen, il regroupe une cinquantaine d'espèces, certaines se trouvant également en Asie occidentale, en Amérique du Sud et en Australie. (Venturini 2012)

Le genre *Myrtus* est le représentant typique d'une vaste famille végétale, les Myrtaceae Jussieu, qui constitue la huitième plus grande famille de plantes à fleurs.(Hennia 2016) en raison de son importance économique et écologique(Bouzabata 2015) comptant plus de 140 genres et environ 5 600 espèces(Hennia 2016).

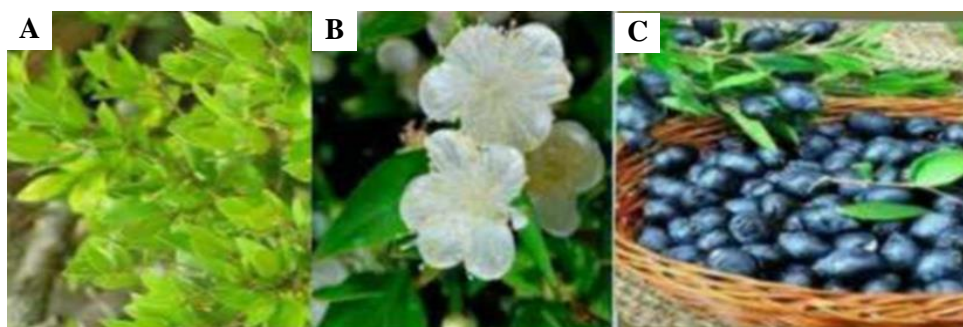
Les Myrtaceae sont d'une importance économique primordiale pour les industries pharmaceutiques, agroalimentaires et cosmétiques. De plus, elles contiennent de nombreux composés potentiellement bioactifs qu'il reste à analyser et à valoriser.(AMINA 2014)



**Figure 9** : Aire de répartition des Myrtaceae dans le monde .(Bouzabata 2015)

### I.2. Description botanique

Le myrte commun est un arbre ou arbuste aromatique, très ramifié, aux rameaux fins et touffus pouvant atteindre 5 mètres de hauteur, avec une écorce rousse. Ses feuilles persistantes sont ovales à lancéolées, mesurant environ 3 cm de long et 1 cm de large, et sont vertes et brillantes. Les fleurs blanches, solitaires et pédonculées, se trouvent à l'aisselle des feuilles.(Taleb-Toudert 2015) Les fruits, des baies ovoïdes d'un noir bleuâtre d'environ 5 mm de diamètre, sont charnus, contiennent peu de graines et sont couronnés par le calice.(Venturini 2012)



**Figure 10** : photographie des différentes parties aériennes de *Myrtus communis* L.

A : feuilles B : fleurs C : fruits. (Dellaoui 2021)

### I.3. Description géographique

Le genre *Myrtus* est le seul genre indigène à la fois en Méditerranée et au Sahara. Au sein de cette famille à affinité tropicale, *Myrtus communis* L. possède une distribution circum-méditerranéenne, s'étendant jusqu'en Macaronésie (Açores et Madère), ainsi que dans la région irano-touranienne (montagnes de l'Alborz, du Zagros et région de Kerman en Iran), et peut-être même en Asie (Afghanistan et peut-être Pakistan).

En Algérie, il pousse spontanément dans l'Atlas tellien et les régions côtières d'Alger et de Constantine, où il est connu sous le nom de «rihan» ou «mersin». De nombreuses variétés de myrtes ont été décrites par divers botanistes, mais cela reflète davantage le polymorphisme foliaire du myrte commun que sa phylogénie. Ainsi, il n'existe officiellement qu'un seul autre taxon dans le genre *Myrtus* : le myrte de Nivelles, ou *Myrtus nivellei*. (Hennia 2016)



Figure 11 : distribution du genre *Myrtus*. (Migliore 2011).

#### I.4. Noms vernaculaires

La nomenclature différente du *Myrtus communis* selon les pays :

- **Français** : Myrte commun.
- **Anglais** : Common myrtle, Greek myrtle, myrtle, sweet myrtle.
- **Arabe** : Arrayan, A'as, rihan, الریحان, أس
- **Berbère** : Tarihant, Chilmoune.
- **Corse** : Morta, mortula.
- **Espagnol** : Arrayan, mirto, mortella, mortin. (Bouzabata 2015) .

#### I.5. La classification

La classification APGIII (2009) (Pour classer la famille des Myrtacées, nous nous baserons sur la classification APG, une classification botanique des Angiospermes fondée sur des études moléculaires. La version la plus récente, établie par le groupe Angiosperms Phylogeny Group, est la classification APG III de 2009, qui constitue une mise à jour de la classification APG II de 2003) ou classification phylogénétique de *Myrtus communis* L. (Franceschini 2016) au sein des clades suivants :

**Embranchement** : Spermatophytes

**Sous embranchement** : Angiospermes

**Clade** : Dicotylédones vraies (ou Eudicotylédones ou Eudicots)

**Clade** : Eudicotylédones supérieurs

**Clade**: Rosidées

**Clade** : Eurosidées II ou Malvidées

**Ordre** : Myrtales

**Famille** : Myrtacées

**Genre** : Myrtus.

**Position systématique** :

**Règne** : Plantae

**Division** : Magnoliophyta

**Classe** : Magnoliopsida

**Ordre** : Myrtales

**Famille** : Myrtaceae

**Genre** : Myrtus

**Espèces** : *Myrtus communis* L. (**Taleb-Toudert 2015**).

### **I.6. Les types de *Myrtus communis***

Il existe quatre types de Myrtus :

**Myrte vert** : le myrte vert est la seule espèce endémique de la famille des myrtacées. C'est un arbuste mesurant de 2 à 3 mètres de hauteur, avec des feuilles persistantes, vertes et aromatiques.

**Myrte rouge** : c'est un petit arbre aux feuilles rouges, dont les fruits sont d'une couleur différente de celle du myrte vert. On trouve généralement en Tunisie, au Maroc, en Espagne, et dans d'autres pays.

**Myrte citronné** : originaire des forêts côtières de l'est de l'Australie, cet arbre a des feuilles très odorantes au parfum de citron.



**Myrte commun à pinènes** :c'est une plantes très aromatique, contenant des composés monoterpéniques( dont 55% d' $\alpha$ -pinène ),ce qui lui confère un puissant pouvoir aromatique .(MAIGA 2022).



**Figure 12** : les trois différents types de *Myrtus communis* (MAIGA 2022).

### **I.7. La composition chimique de *Myrtus communis* L.**

Des études antérieures sur le Myrte ont révélé la présence de plusieurs composés chimiques spécifiques, notamment des huiles essentielles, des acides phénoliques, des flavonoïdes et des tanins, dans les feuilles et fruit (Dellaoui 2021).

#### **I.7.1. Principaux composés chimiques d'huile essentielle de *Myrtus communis* L.**

L'huile essentielle de myrte, produite tout autour de la Méditerranée, a une odeur caractéristique malgré une grande variabilité chimique(Kafkas, Güney et al. 2013) . les principaux composés chimiques de *Myrtus communis* sont : linalol ,(+), myrténol, acétat myrtény,  $\alpha$ -terpinéol,  $\alpha$ -pinène, eucalyptol (1,8-cinéole)(Dellaoui 2021).

### **I.8. Utilisation de *Myrtus communis***

#### **I.8.1. En médecine traditionnelle**

Le *Myrtus communis* possède des vertus médicinales grâce à ses composés phénoliques. Cette plante présente d'importantes activités biologiques telles que des propriétés antioxydantes, antiseptiques, anti-inflammatoires, antidiabétiques, entre autres. C'est pourquoi le myrte a toujours été considéré comme un excellent remède traditionnel, en raison de ses nombreuses propriétés thérapeutiques, notamment contre l'hyperglycémie, la diarrhée et les infections. Les populations locales utilisent différents organes du myrte en médecine traditionnelle. Principalement utilisé comme anti-inflammatoire, pour les troubles gastro-intestinaux et comme antiseptique, le myrte voit ses feuilles et ses baies particulièrement prisées pour leurs valeurs nutritionnelles et leurs diverses propriétés.(Dellaoui 2021) La poudre de feuilles est utilisée pour préparer un cérat contre les panaris et les maladies des ongles, ainsi que pour traiter les pertes

séminales et les sueurs cardiaques. Les fleurs sont utilisées pour rendre les cheveux noirs. Les fruits verts ou desséchés étaient employés contre les hémorragies et bouillis dans le vin comme vulnérinaires et astringents externes. Le suc des baies servait de stomachique et de diurétique, tandis que les graines étaient utilisées pour traiter les affections osseuses. **(Bouzabata 2015)**

Exemple de certaines des pays qui adoptent le *Myrtus communis* L. pour le traitement :

En Algérie, les feuilles de *Myrtus communis* L. sont utilisées pour traiter les affections des voies respiratoires. Les préparations à base de cette plante sont recommandées contre les bronchites, les sinusites, les otites, les diarrhées et les hémorroïdes. Les fruits sont employés comme remède contre la dysenterie, l'entérite et les hémorragies. Le myrte est également connu en Algérie pour ses propriétés anti-inflammatoires et hypoglycémiantes. **(Bouzabata 2015)**

Au Maroc, on utilise l'infusion et la décoction pour traiter les affections respiratoires et les diarrhées. En outre, l'infusion est recommandée pour soigner les conjonctivites. La décoction est utilisée pour imbiber les compresses qui sont ensuite appliquées sur les plaies, les abcès, les furoncles et les hémorroïdes saignants. Les femmes atteintes d'hémorragies post-accouchement reçoivent un décocté concentré. Les gingivites et les aphtes sont traités en mâchant des fruits. **(Bouzabata 2015)**

En Tunisie, où le myrte est utilisé dans le nord du pays, ses fruits sont recommandés frais ou sous forme de décoction pour soulager les ulcères et les douleurs gastriques. Cette plante est également préconisée en gargarisme pour traiter les gingivites. **(AMINA 2014)**

En Turquie, tant les feuilles que les fruits du myrte ont été employés comme des agents antiseptiques. **(Hennia 2016)**. L'huile essentielle extraite des feuilles de myrte est appliquée sur la peau pour traiter les paralysies et les douleurs, et ingérée pour traiter le diabète. **(Franceschini 2016)**

### **I.8.2. Utilisation en médecine**

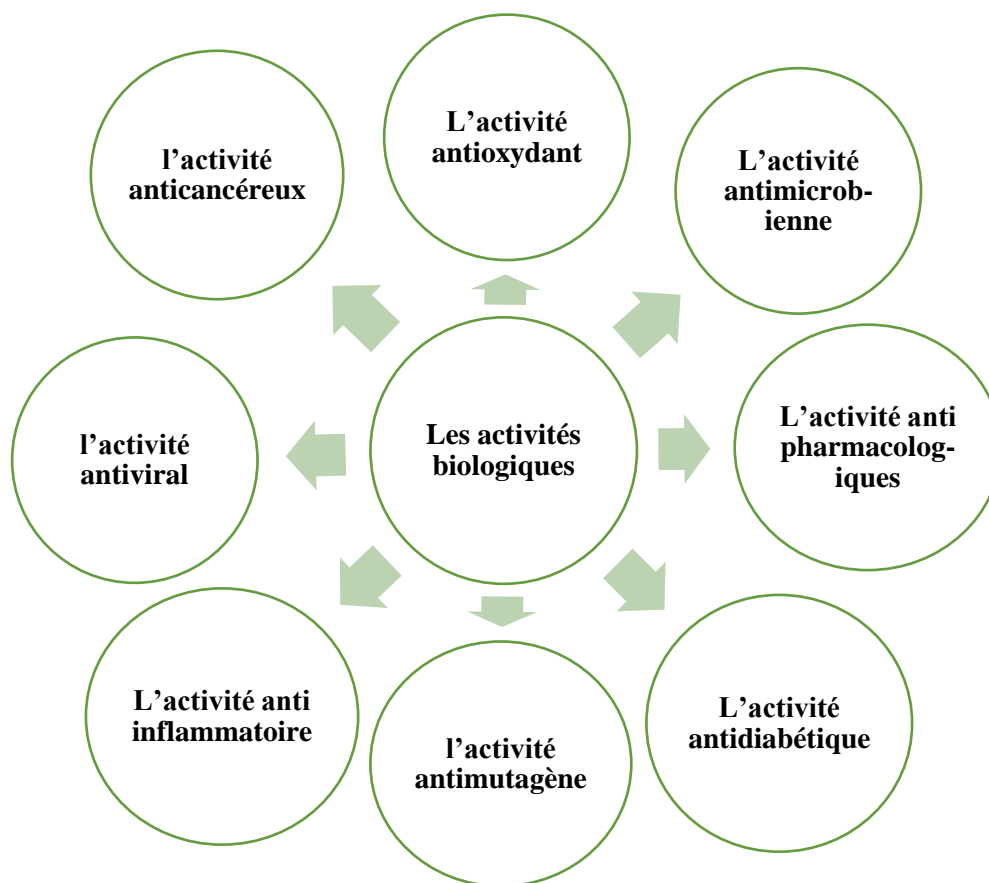
Les baies de myrte sont utilisées dans les domaines pharmaceutiques, appréciées pour leurs multiples bienfaits sur la santé humaine : antiseptiques, astringentes, carminatives, tonifiantes pour les cheveux, analgésiques, cardiotoniques, diurétiques, anti-inflammatoires, stomachiques, néphroprotectrices, antidotes, hémostatiques, stimulantes cérébrales et antidiabétiques. **(Sumbul, Ahmad et al. 2011)**

### I.8.3. Autre utilisation :

Les huiles essentielles extraites de l'écorce, des feuilles et des fleurs de myrte sont prisées en parfumerie, dans la fabrication de savons, de produits de soins de la peau et de cosmétiques. Une eau parfumée, connue sous le nom d'« eau d'ange », est élaborée à partir des fleurs. Le bois de myrte est également utilisé pour confectionner des cannes, des manches d'outils et des meubles. (Traboulsi, Taoubi et al. 2002).

### I.8.4. Les activités biologiques de *Myrtus communis* L.

Les activités biologiques de certains des extraits ou des huiles essentielles de espèce *Myrtus communis* L., comme l'activité antioxydant, l'activité antimicrobienne, l'activité anti pharmacologiques, l'activité antidiabétique, l'activité antimutagène, l'activité anti inflammatoire (Hennia 2016), l'activité antiviral, l'activité anticancéreux. (Franceschini 2016).



**Figure 13** : les différentes activités biologiques de *Myrtus communis* L.

## II. Le métabolite primaire et secondaire

Les métabolites sont des composés organiques impliqués dans le processus métabolique. Ils sont indispensables au développement, à l'activité et à la reproduction des cellules vivantes. Ils peuvent soit être apportés de l'extérieur, soit être produits par les cellules. (Grigoraş 2012)

Les activités métaboliques des plantes conduisent généralement à deux catégories :

### II.1. Métabolite primaire

Les métabolites primaires, présents dans toutes les espèces, jouent un rôle essentiel dans le métabolisme et le développement des végétaux. (AMINA 2014) les métabolites primaires se caractérisent par leur nécessité vitale pour la survie de la cellule ou de l'organisme. (Badiaga 2011)

Il est constitué dans trois catégories : (Badiaga 2011)

- Les acides aminés constituent une source primaire pour la formation des protéines.
- Les glucides constituent une source spécifique d'énergie dans les parois cellulaires.
- Les lipides sont également une source d'énergie dans les membranes cellulaires.

### II.2. Métabolite secondaire

Les métabolites secondaires, produits par les plantes autotrophes, sont des molécules organiques complexes, synthétisées en petites quantités et accumulées. Leur structure chimique est souvent complexe, et ils varient grandement selon l'espèce. Ces composés pourraient jouer un rôle crucial dans la défense contre les herbivores et dans les interactions entre la plante et son environnement. (Fettah 2019) Ils n'ont pas de contribution directe au développement des plantes. (AMINA 2014)

Les métabolites secondaires constituées trois classes principales de composés :

- Les composés phénoliques.
- Les alcaloïdes.
- les composés terpéniques. (Grigoraş 2012)

#### II.2.1. Les composés phénoliques

Ce composé phénolique, aussi appelé polyphénol, est une molécule spécifique du règne végétal et se trouve dans toutes les parties de la plante (racine, feuille, fleur, fruit, grain, bois, pollen). (Fettah 2019) Les extraits de *Myrtus communis* contiennent principalement des

composés phénoliques, des molécules hydrosolubles qui exercent divers effets sur la physiologie végétale grâce à leurs propriétés antibactériennes et antifongiques. (Dellaoui 2021)

Classification de composer phénolique :

### II.2.1.1. Acide phénolique

L'acide phénolique est un composé organique qui contient au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Il se divise en deux groupes : les acides hydrobenzoïques et les acides hydro-cinnamiques. Ces composés possèdent des propriétés biologiques intéressantes, notamment des effets anti-inflammatoires, antiseptiques urinaires, anti-radicalaires et hépato-protecteurs. (Bruneton 1999).

### II.2.1.2. Flavonoïde

Le terme "flavonoïde" englobe une vaste gamme de composés polyphénoliques naturels, largement présents dans le règne végétal et couramment consommés dans l'alimentation quotidienne. Ils se retrouvent également dans les plantes médicinales. Les flavonoïdes jouent un rôle majeur dans la couleur des plantes, agissant comme des pigments presque universels responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Sur le plan thérapeutique, leur potentiel est étudié dans divers domaines médicaux, où ils sont reconnus pour leurs activités antivirales, anti-tumorales, anti-cancéreuses, anti-inflammatoires et antioxydants.(AISSANI 2022).

### II.2.1.3. Les quinones

Les quinones, présentes dans les végétaux, les champignons, les bactéries et même dans les organismes animaux comme la vitamine K, essentielle à la coagulation sanguine. elle sont des substances colorées et brillantes, souvent rouges, jaunes ou orange, dotées de deux fonctions cétones.(Bruneton 1999)

### II.2.1.4. Les coumarines

Les coumarines, présentes dans de nombreuses espèces végétales, constituent une classe importante de composés naturels. Elles confèrent une odeur caractéristique similaire à celle du foin fraîchement fauché. Ces substances, situées principalement dans les feuilles, l'écorce et les graines des plantes, jouent un rôle à la fois toxique et physiologiquement actif dans leur défense, offrant ainsi un composant aromatique attrayant.(Bouakkaz 2013)

Elles sont réputées pour leurs diverses activités, notamment cytotoxiques, antivirales, immunostimulantes, tranquillisantes, vasodilatatrices, anticoagulantes (au niveau cardiaque),

hypotensives, et elles offrent également des des bienfait en cas d'affections cutanée.(**González-Trujano, Peña et al. 2007**).

#### **II.2.1.5. Les tanins**

Les tanins font partie de la famille des polyphénols, une catégorie de composés caractérisés par la présence de plusieurs groupements phénoliques. Largement répandus dans le règne végétal, les tanins sont des métabolites secondaires qui jouent un rôle protecteur pour les plantes contre les parasites et les prédateur.(**Canon 2010**). Ce sont des substances polyphénoliques de structures variées ayant en commun la propriété de tanner la peau, c'est-à-dire de la rendre imputrescible. De plus, elles possèdent plusieurs activités thérapeutiques, notamment anti-infectieuses, cardiovasculaires, hormonodépendantes et anticancéreuses.(**Zakkad 2017**)

**Tanins hydrolisable** : Ils sont des oligo- ou polyesters composés d'un sucre, généralement le D-glucose, et d'un nombre variable d'acides phénoliques. Les acides phénoliques peuvent être soit de l'acide gallique dans le cas des gallotannins, soit de l'acide ellagique dans le cas des tannins appelés ellagitannins. (**Bouchouka 2016**)

**Tannins condensés ou tannins catéchiques ou proanthocyanidols** : Ils se distinguent fondamentalement des tannins hydrolisables, car ils ne contiennent pas de sucre dans leur molécule et leur structure est similaire à celle des flavonoïdes. Ce sont des polymères flavoniques composés d'unités de flavan-3-ols liées entre elles par des liaisons carbone-carbone. (**Bouchouka 2016**)

#### **II.2.2. Les alcaloïdes**

Renfermant un groupe très diversifié de composés chimiques contenant des substances organiques azotées basiques, souvent extrêmement toxiques, ces composés ont un effet chimiothérapeutique notable. (**Chaachouay, Douira et al. 2020**)

#### **II.2.3. Les composés terpéniques**

Provenant de plantes, de bactéries ou de champignons, les terpènes constituent un groupe de lipides aux structures très variées.

Dans le règne végétal, les composés terpéniques sont classés comme métabolites secondaires. Plus de 30 000 molécules différentes ont été répertoriées. Ces composés, très diversifiés, forment un groupe de produits naturels largement représenté et d'un intérêt chimique considérable.

Les terpènes se trouvent dans les organes des plantes tels que les fleurs, les feuilles, les fruits ou les graines, et ils contribuent principalement à l'arôme agréable des plantes et des fleurs. Certains sont utilisés en parfumerie. Ils possèdent également des propriétés antimicrobiennes, antifongiques, antivirales, antioxydants et anti-inflammatoires. (Zakkad 2017)

*Chapitre III:*  
*Méthodes de purification et*  
*identification des H<sub>2</sub>E<sub>s</sub>*



Une compréhension globale de la composition chimique des huiles essentielles est essentielle. Décrire leurs caractéristiques, mettre en valeur les particularités locales et évaluer leur qualité à des fins de commercialisation.

La caractérisation de ces produits nécessite l'utilisation de multiples techniques complémentaires et d'un système d'outils analytiques rapides et fiables.

En termes de séparation et de purification des HE, nous utilisons la technologie CCM, CPG ou HPLC. Dans le cas d'identification des principaux composants des HE, nous utilisons différentes méthodes chromatographiques (GPC/MS, GPC/IRTF, GPC-FTIR-MS, HPLC-MS, GC-HPLC-MS, HPLC-1H RMN et 13C RMN). Dans ce chapitre, nous présenterons les techniques les plus couramment utilisées.

## I. Le spectromètre

Est un terme général décrivant un instrument qui sépare et mesure les composantes spectrales d'une propriété physique. Ces appareils mesurent des variables continues dans lesquelles les composants spectraux sont séparés de leurs mélanges d'origine. (Custillon 2010)

### I.1. Type de spectromètre

Il existe de nombreux types de spectromètres, les plus courants étant les spectromètres à résonance magnétique nucléaire (RMN), les spectromètres de masse et les spectromètres optiques.

#### I.1.1. Spectromètre à résonance magnétique nucléaire

La Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) est un outil puissant et non destructif. (Deutsch) L'interaction des spins des noyaux atomiques peut être observée et mesurée lorsqu'un échantillon est placé dans un champ magnétique puissant et constant. Un signal RMN est produit lorsqu'un noyau atomique interagit avec un champ magnétique à une fréquence qui résonne avec la fréquence nucléaire.

Dans le domaine de l'analyse chimique, la RMN du carbone 13 est le choix privilégié lorsqu'il s'agit de mélanges complexes. Cela est dû à sa supériorité sur les autres noyaux. Le squelette de toutes les molécules organiques est essentiellement composé de carbone, à quelques exceptions près, et des différents atomes qui l'accompagnent. Les principaux composés de l'huile ont été identifiés grâce à l'utilisation de la RMN du 13C. (ACHOUR, AOUN et al. 2022)

### I.1.2. Spectromètre optique

Les spectromètres mesurent les propriétés de la lumière.(**Ross 2005**) généralement proches de la région optique du spectre électromagnétique, à savoir la lumière ultraviolette, visible et infrarouge.

Les changements dans l'absorption et l'émission de l'intensité lumineuse avec la longueur d'onde identifient les matériaux.

#### ✓ La spectroscopie UV

Utilise la lumière dans la plage de longueurs d'onde UV comprise entre 200 et 400 nm pour mesurer la quantité de lumière absorbée ou réfléchie par un échantillon et pour déterminer la concentration d'un élément dans l'échantillon.

Lorsque les molécules absorbent l'énergie libérée par la lumière UV, les électrons de l'échantillon sont excités de leur état fondamental vers un état énergétique plus élevé. L'énergie des électrons est proportionnelle à la longueur de la longueur d'onde qu'ils sont capables d'absorber.

L'identification des échantillons est réalisée en comparant le spectre produit lorsque l'échantillon absorbe la lumière UV aux spectres de composés connus.(**DJOUANE, ABADLIA et al. 2023**)

#### ✓ Un spectromètre visible

Fonctionne sur le même principe qu'un spectromètre UV, sauf qu'il utilise la lumière dans la région visible du spectre électromagnétique (c'est-à-dire les longueurs d'onde de 400 nm à 700 nm) pour identifier les composés qui n'interagissent pas avec la lumière UV. L'instrument peut également déterminer la concentration en mesurant l'intensité de transmission ou d'absorbance d'une substance dans un échantillon.(**Xuan 2020**)

#### ✓ La spectroscopie infrarouge

Est un type de spectroscopie qui traite de la région infrarouge du spectre électromagnétique. Elle couvre un large éventail de techniques, la plus courante étant la spectroscopie d'absorption. Comme toutes les techniques spectroscopiques, elle peut être utilisée pour identifier des composés ou déterminer la composition d'un échantillon.(**DJOUANE, ABADLIA et al. 2023**)

### I.1.3. La spectrométrie de masse

Est une technique d'analyse physique qui mesure le rapport masse/charge des ions et peut déterminer la composition des éléments présents dans un échantillon. L'échantillon est ionisé et des molécules spécifiques sont chargées et séparées à l'aide d'un champ magnétique ou électrique. (Hellal 2011)

## II. La chromatographie

Est une méthode de séparation physique des composés chimiques, permettant l'identification et le dosage des différents constituants d'un mélange. L'échantillon contenant une ou plusieurs espèces, est transporté par un flux de phase mobile (liquide, gaz ou fluide supercritique) le long d'une phase stationnaire (papier, gélatine, silice, polymère, silice greffée, etc.). Chaque espèce se déplace à une vitesse propre, dépendant de ses caractéristiques et des propriétés des deux phases, ainsi que des différences d'affinité entre elles. Cette méthode d'analyse physico-chimique peut être associée à un détecteur pour une analyse qualitative ou quantitative du milieu. Selon la technique chromatographique utilisée, la séparation des composants transportés par la phase mobile résulte soit de leur adsorption et désorption successives sur la phase stationnaire, soit de leur solubilité différente dans chaque phase. La phase stationnaire peut être fixe à l'intérieur d'une colonne ou sur une surface plane, tandis que la phase mobile se déplace à travers la phase stationnaire, entraînant les analytes. Il est crucial que la phase mobile n'interagisse qu'avec les analytes et non avec la phase stationnaire.

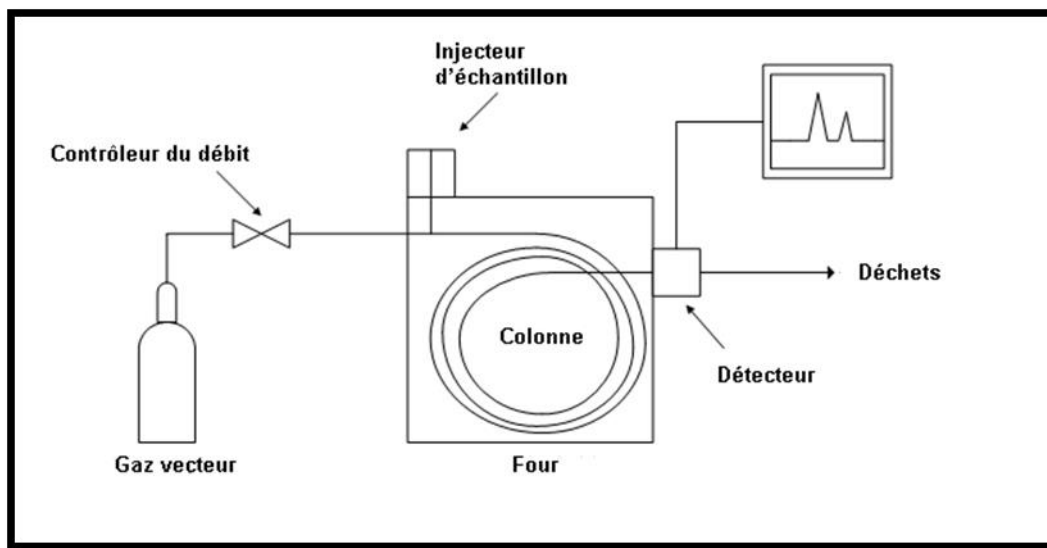
### II.1. Le principe de chromatographie

La chromatographie est le procédé le plus fréquemment utilisé pour séparer les composants des huiles essentielles. Le principe de ce procédé repose sur l'équilibre des concentrations des composés entre deux phases en contact : La phase stationnaire dans la colonne et la phase mobile. La séparation dépend de la différence de piégeage des composants dans la colonne. Plus un composé est soluble dans la phase mobile et moins il est absorbé par la phase stationnaire, plus il sera transporté rapidement par la phase mobile et remontera vers le haut et, selon la technique chromatographique utilisée, produira une séparation des composants. (JEAN-LOUIS 2001).

### II.2. La chromatographie en phase gazeuse (CPG)

La chromatographie en phase gazeuse est une méthode d'analyse puissante, à la fois qualitative et quantitative, utilisée pour étudier les mélanges complexes de composés gazeux ou volatils. Fondée sur la distribution des substances entre une phase gazeuse mobile et une phase

liquide ou solide stationnaire, la CPG sépare les composants d'un mélange et les affiche sous forme de pics sur un chromatogramme. Chaque pic est caractérisé par un temps de rétention et une surface, permettant ainsi d'identifier et de quantifier les constituants présents. (AZOUZ and DEMOUCHE 2022) Dans le domaine des huiles essentielles, la CPG est largement privilégiée pour son efficacité à individualiser les nombreux composés volatils présents, même à partir d'échantillons minuscules, allant de l'ordre du milligramme au microgramme. (ACHOUR, AOUN et al. 2022)



**Figure 14** : schéma simplifié de la chromatographie en phase gazeuse. (Penchev 2010)

### II.3. Chromatographie sur couche mince (CCM)

Est une technique couramment utilisée en chimie pour séparer et identifier les composants d'un mélange en fonction de leur solubilité. Cette méthode permet de distinguer si la substance analysée est un corps pur ou un mélange, et également de déterminer les différentes espèces chimiques présentes dans ladite substance. Elle repose sur les différences d'affinités des substances chimiques entre une phase fixe, la plaque, et une phase mobile, l'éluant, ce qui entraîne leur séparation sur la plaque. Chaque espèce chimique se déplace à une hauteur spécifique sur la plaque, ce qui facilite son identification en comparant son élévation à celle d'une espèce témoin. (MAIGA 2022)

### II.4. Chromatographie liquide haute performance (CLHP)

Est une méthode d'analyse qui se base sur l'hydrophobicité des molécules dans un échantillon. Elle utilise à la fois une phase mobile et une phase stationnaire pour séparer les composés. Un flux continu de solvant est fourni par une pompe, dans lequel l'échantillon dissous

est introduit. Sous haute pression, l'échantillon passe à travers une colonne analytique contenant la phase stationnaire, permettant ainsi la séparation des analytes en fonction de leur affinité pour les particules enrobées dans la colonne. Les composants séparés peuvent ensuite être analysés à l'aide de divers détecteurs. Bien que la chromatographie en phase gazeuse (CPG) soit préférée dans l'analyse des huiles essentielles en raison de résultats probants, la CLHP présente des avantages, notamment pour les composés thermolabiles difficiles à analyser par CPG. (Penchev 2010)

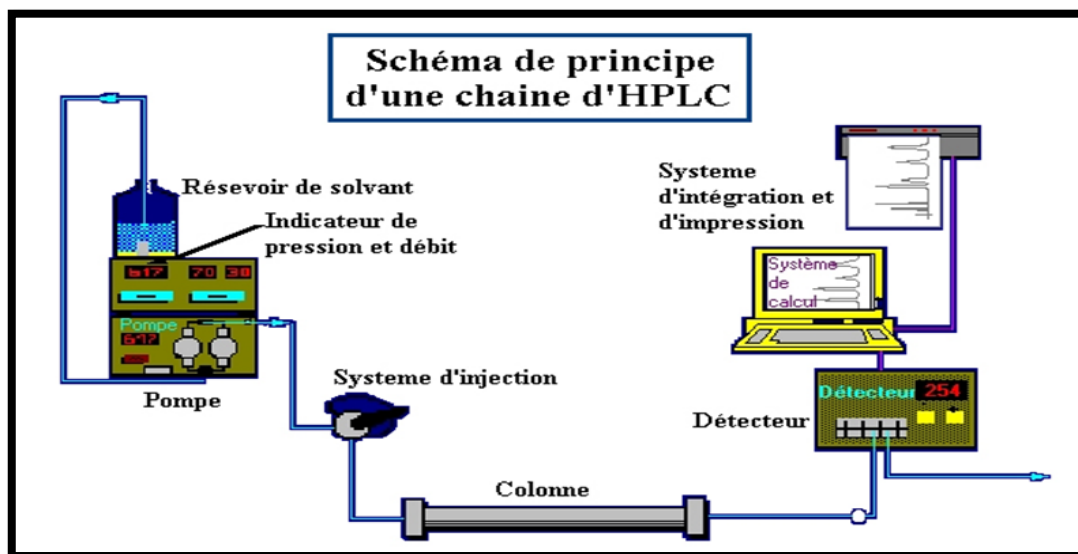


Figure 15 : La chromatographie liquide à haute performance

## II.5. La chromatographie en phase gazeuse (CPG) associée à la spectrométrie de masse (SM)

Constitue une méthode analytique intégrant les avantages des deux techniques pour l'identification et la quantification précises de diverses substances. Elle repose sur la séparation des constituants par CPG et leur identification par SM.

L'association de la CPG et de la SM est particulièrement efficace pour analyser les composés volatils présents dans des échantillons complexes tels que les parfums, les arômes et les huiles essentielles (HEs).

L'identification des composés se fait en comparant les indices de rétention ( $I_r$ ) et les spectres de masse des constituants individualisés avec ceux des produits de référence contenus dans des bibliothèques de spectres.

Le principal avantage de ce couplage est la capacité à analyser individuellement le spectre de chaque composé, ce qui en fait la méthode privilégiée pour l'analyse des huiles essentielles, grâce à la facilité d'utilisation des systèmes de séparation et de détection performants, à un coût relativement bas. (ACHOUR, AOUN et al. 2022)

*Étude expérimentale*

*Chapitre IV:*

*Matériel et Méthodes*



## I. Le matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de la partie aérienne (feuille, fruit) du plant *Myrtus communis* L. il a été récolté de région de Jijel en février et mars 2024. Cette plante a été séchée à l'ombre, à l'abri de la lumière et à température ambiante pendant 15 jours. Après séchage, elle a été broyée sous forme d'une poudre, puis conservée dans une boîte fermée jusqu'à leur utilisation et préparation d'extrait.

### I.1. Matériel et produits chimiques

Les produits et les matériels (les appareils) utilisés dans cette étude que sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 1 :** les produits et les matériels (les appareils) utilisés dans cette étude que sont présentés dans le tableau suivant :

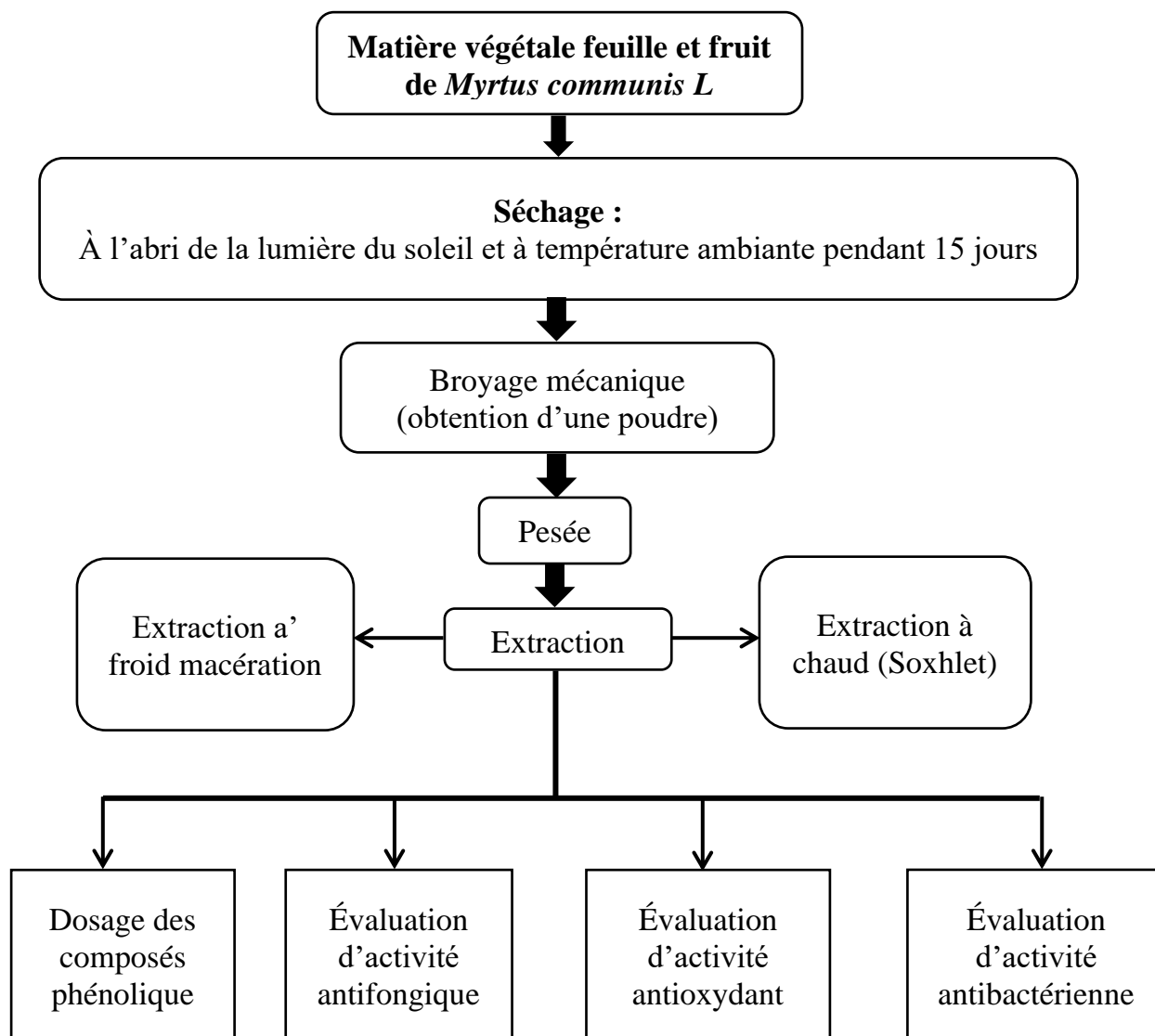
| Les produits                                       | Les matériels (les appareils) |
|--|-------------------------------|
| Éthanol  | Étuve                         |
| Méthanol   | Spectrométrie -UV visible     |
| Chloroforme  | Agitateur magnétique          |
| NaOH   | Vortex                        |
| NH <sub>4</sub> OH                                 | Bain-marie                    |
| Chlorure féérique (FeCl <sub>3</sub> )             | Balance                       |
| Acide sulfurique (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) | Évaporateur rotatif           |
| Dichlorométhane                                    | Appareille de soxhlet         |
| Acétone  | Appareille de Clevenger       |
| Acide chlorhydrique (HCl)                          | Micro pipette                 |
| Acide gallique                                     | Becher                        |
| DMSO   | Entonnoir                     |
| DPPH   | Plaque chauffant              |
| Liqueur de Fehling                                 | Tube a essaie                 |
| Réactif Folin ciocalteu                            | Portoir de tube               |
| L'eau distillée                                    | Erlenmeyer                    |
|  | Une éprouvette graduée        |
|  | Une pipette graduée           |

**I.2. Les souches microbiennes utilisés**

L'étude de l'activité antimicrobienne *in vitro* a été réalisée au laboratoire de Biologie (Mentouri - Constantine). Nous apportons les souches de l'hôpital de Constantine (CHU). Dans le but d'évaluer le pouvoir antimicrobien d'extrait de *Myrtus communis* L. Nous avons utilisé 4 souches bactériennes et 3 souche fongique que sont présenté dans le tableau suivant :

**Tableau 2 : les souches microbiennes utilisé**

| <b>Bactérie Gram +</b>                      | <b>Bactérie Gram -</b>                         | <b>Souches fongiques</b> |
|---|--|--------------------------|
| <i>Bacillus subtilis</i><br>(ATCC 66 33)    | <i>E. coli</i><br>(NCTC 10 538)                | <i>Candida albicans</i>  |
| <i>Staphylococcus aureus</i><br>(ATCC 6538) | <i>Pseudomonas aeruginosa</i><br>(NCIMB 86 26) | <i>Fusarium sp.</i>      |
|   |  | <i>Aspergillus niger</i> |

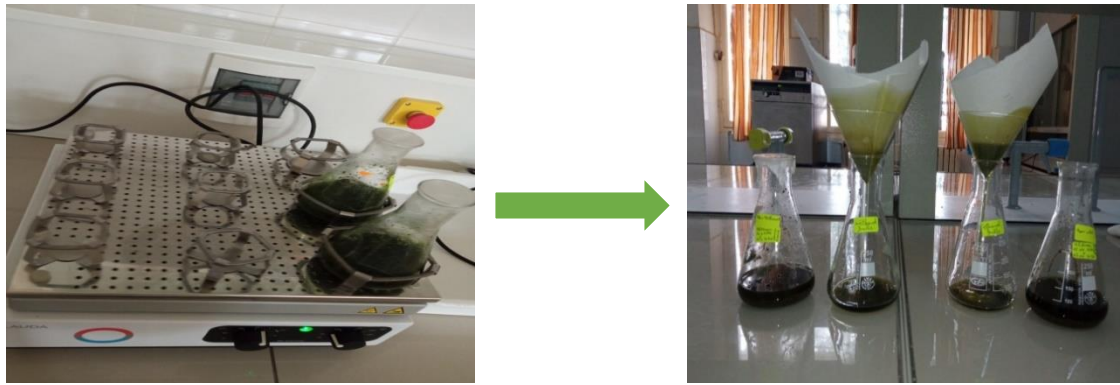


**Figure 16 :** Schéma illustrant la démarche expérimentale suivie dans cette étude

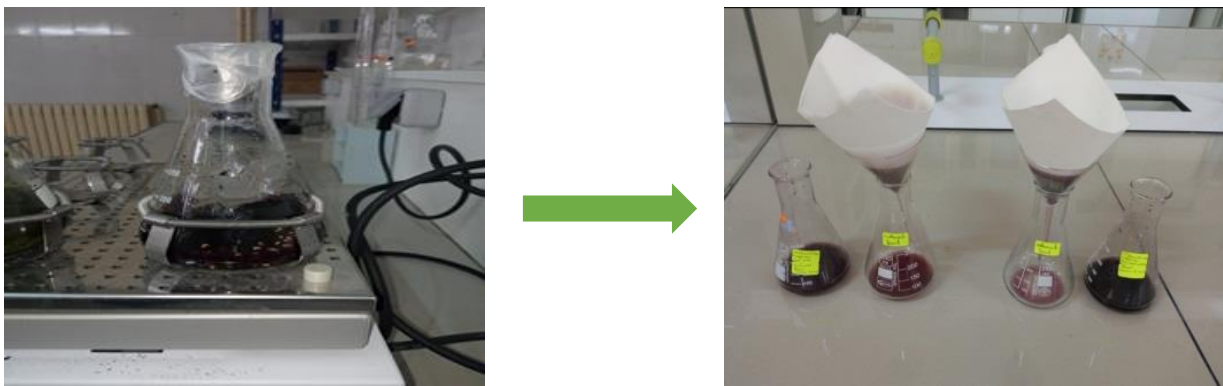
## II. Les méthodes d'extraction

### II.1. Extraction par la macération

- **Extraction hydrométhanolique :** 10(g) de matériel végétal broyé (poudre) de chaque partie de plant (feuille et fruit) sont soumis à une macération sous agitation magnétique à température ambiante avec 100(ml) de solvant (méthanol -eau (80/20)) pendant 48h ensuite le mélange a été filtré par papier filtre (Figures 17,.18).
- **Extraction hydroéthanolique :** 10(g) de matériel végétal broyé (poudre) de chaque partie de plant (feuille et fruit) sont soumis à une macération sous agitation magnétique à température ambiante avec 100(ml) de solvant (éthanol -eau (80/20)) pendant 48h ensuite le mélange a été filtré par papier filtre (Figures 17,18)



**Figure 17 :** extraction des feuilles par macération (photo originale)



**Figure 18 :** extraction des fruits par macération (photo originale)

## II.2. Extraction par appareil de soxhlet

Préciser 15(g) de matériel végétal est pesée et placée dans une cartouche de papier filtre. Ensuite, 250 ml de solvant (éthanol) sont versés dans le ballon. L'appareille est mise en marche et, après environ six heures, l'extraction est terminée et l'extrait est récupéré.



**Figure 19 :** extraction par l'appareille de soxhlet (photo originale)

**- Évaporation :**

Pour obtention un extrait sec (brut), nous mettons l'hydrolat dans évaporateur rotatif pour éliminer le méthanol et éthanol des deux méthodes dans une température 45C° Cet extrait brut est conservé dans étuve à 37C°



**Figure 20 : évaporation d'extrait (photo originale)**

**II.3. Extraction par hydrodistillation**

Le matériel végétal de la plante *Myrtus communis* L. est soumis à une hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger. Cette technique repose sur la capacité de la vapeur d'eau à transporter les huiles essentielles.

Elle consiste à introduire 100 g de masse végétale sèche dans un ballon en verre de 1000 ml. Ajouter 600 ml d'eau distillée, sans remplir le ballon complètement pour éviter les débordements pendant l'ébullition. Chauffer le mélange jusqu'à ébullition avec un chauffe-ballon. Les vapeurs d'huiles essentielles passent à travers un tube vertical, puis dans un serpentin de refroidissement où elles se condensent. Les gouttelettes formées s'accumulent dans un tube rempli d'eau distillée. L'huile essentielle, étant moins dense que l'eau, flotte à la surface. L'huile obtenue est ensuite traitée avec du sulfate de sodium pour éliminer l'eau résiduelle, puis conservée dans des flacons opaques bien scellés à une température de 4-5 °C. L'extraction a duré deux heures à partir du début de l'ébullition.



**Figure 21** : montage d'hydrodistillateur (photo originale)

#### II.4. Rendement d'extraction

Selon la norme AFNOR (2000), le rendement de huile essentielle et l'extrait (R), est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait ou l'huile essentielle obtenue après extraction M et la masse de la matière végétale utilisée M<sub>MV</sub> Il est donné par la formule suivante :

$$R (\%) = (M / M_{MV}) \times 100$$

R : Rendement

M : masse d'Huile Essentielle ou l'extrait

M<sub>MV</sub> : masse de Matière végétal sèche

#### Les tests phytochimiques (screening phytochimique) :

L'analyse phytochimique permet de déterminer la présence ou l'absence de divers constituants chimiques, tels que les flavonoïdes, les tanins, les coumarines, les substances phénoliques, les terpénoïdes, les quinones libres, les anthraquinones, les saponines, les stérols et les terpènes et les composés réducteurs. Le tableau 3 montre les protocoles des tests phytochimiques.

**Tableau 3** : protocole des tests phytochimiques.

| Teste   | Protocole  | Réaction               |
|---|--|------------------------|
| <b>Flavonoid.(N'Guessan, Kadja et al. -2009.)</b> | 2ml d'extrait<br>Quelques gouttes de HCl a 2%<br>Quelques gouttes de FeCl <sub>3</sub> à 1%. | La coloration verdâtre |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Tanins (Edeoga, Okwu et al. 2005)</b>                         | 2ml d'extrait<br>2à3goutte de FeCl <sub>3</sub> 1%   | La coloration verdâtre ou bleu noirâtre    |
| <b>Comarine (Diallo 2000)</b>                                    | 2ml de l'extrait végétal<br>3ml de NaOH(10 % )<br>agitation de mélange   | La couleur jaune                           |
| <b>Les Substances phénoliques (Bidie, N'guessan et al. 2011)</b> | 2ml d'extrait<br>Une goutte de solution chlorure féérique à 2%   | La Coloration bleu noirâtre ou verte gilus |
| <b>Les Terpénoïdes (Karumi 2004)</b>                             | 2ml extrait<br>2ml chloroforme<br>2ml acide sulfurique concentré   | La formation d'un anneau marron-rouge      |
| <b>Les Quinones libres (Oloyede 2005)</b>                        | 1ml d'extrait<br>Quelques gouttes de NaOH à 1%   | Une couleur jaune, rouge ou violet         |
| <b>Les Anthraquinones (Oloyede 2005)</b>                         | 10ml d'extrait<br>5ml NH <sub>4</sub> OH 10%<br>Agiter le mélange  | D'un anneau rouge                          |
| <b>Les Saponines (Karumi 2004)</b>                               | 10ml d'extrait<br>10ml l'eau distillée<br>Agitation le mélange pendant 2min<br>Reposer 15min                               | La formation d'une mousse                  |
| <b>Les Stérols et Triterpènes (Karumi 2004)</b>                  | 5ml d'extrait<br>5ml anhydride acétique<br>5ml de chloroforme<br>2ml d'acide sulfurique<br>Sans agiter<br>Reposer en 20min | La formation d'un anneau rouge brunâtre    |
| <b>Les composés réducteurs (Karumi 2004)</b>                     | 1ml d'extrait<br>1ml liqueur de Fehling<br>Incuber l'ensemble 08 min dans un bain marie bouillant                          | D'un précipité rouge brique                |

### III. Dosage de polyphénols totaux

#### Principe :

Le dosage des polyphénols est réalisé selon la méthode décrite par Vermeris et al. (2006). Cette méthode repose sur l'oxydation des composés phénoliques par le réactif Folin-Ciocalteu, un mélange jaune de complexes d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMo_{12}O_{40}$ ). Cette oxydation produit un complexe bleu de molybdène et de tungstène qui absorbe à 750 nm.

#### Protocole :

- Préparer un volume 200 $\mu$ l de chaque extrait a été mélangés à 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu fraîchement préparé (dilution 10 fois).
- Après quelques minutes, on ajoute 800  $\mu$ l d'une solution aqueuse de carbonate de sodium à 7,5 % et on agite. Cette étape est réalisée dans trois tubes à essais pour chaque extrait. Le blanc contient du méthanol, du réactif de Folin-Ciocalteu et du carbonate de sodium. Après une incubation de 2 heures, on mesure l'absorbance à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.
- La quantification des polyphénols totaux a été effectuée à l'aide d'une courbe d'étalonnage linéaire ( $y = ax+b$ ), établie dans les mêmes conditions que l'échantillon, en utilisant l'acide gallique comme référence. Les résultats sont exprimés en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme de matière végétale sèche et en poudre (mg EAG/g MS).

### IV. Évaluation des activités biologiques

#### IV.1. Évaluation de l'activité antioxydant par le test de DPPH:

**1-Principe de Piégeage du radical DPPH :** Cette méthode, largement utilisée pour évaluer l'activité antioxydant des extraits de plantes, mesure la capacité de l'huile à piéger le radical relativement stable 1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyle (DPPH). Le piégeage des radicaux libres de DPPH entraîne un changement de couleur de la solution initiale, passant du violet foncé au jaune, suite à la réduction du DPPH en DPPH-H (diphényl-picrylhydrazine). La mesure de l'activité anti-radicalaire des extraits de plantes a été effectuée selon la méthode **de Parejo et al. (2000)**.



### Protocole expérimental

Cette méthode est encore largement utilisée pour évaluer l'activité antioxydante des extraits de plantes et se déroule selon les étapes suivantes :

- Préparer une solution méthanolique de DPPH à 4 % (4 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol).
- À partir de la solution mère de l'extrait à 40 mg/ml, préparer des dilutions de différentes concentrations (0.25 ; 0.5 ; 1 ; 2 mg/ml).
- Les mélanges sont vortex et incubés dans l'obscurité à température ambiante pendant 30 minutes. L'absorbance est lue à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible à 517 nm contre un blanc.

Le pourcentage d'activité antioxydant (1%) est calculé selon l'équation suivante :

$$I\% = [(Blanc - A\ ech)/Blanc] \times 100$$

Avec :

Blanc : méthanol

Aech : Absorbance de l'échantillon testé après 30 min.

### Détermination de la concentration inhibitrice à 50 % des radicaux (IC50)

L'IC50 (concentration inhibitrice à 50 %), également connue sous le nom d'EC50 (concentration efficace à 50 %), est définie comme la quantité ou la concentration d'antioxydants nécessaire pour inhiber ou éliminer 50 % des radicaux libres. Elle est calculée à partir de l'équation de la courbe représentant l'activité antioxydant (%) en fonction de la concentration de l'antioxydant. Plus l'IC50 d'un composé est faible, plus sa capacité antioxydant est élevé.

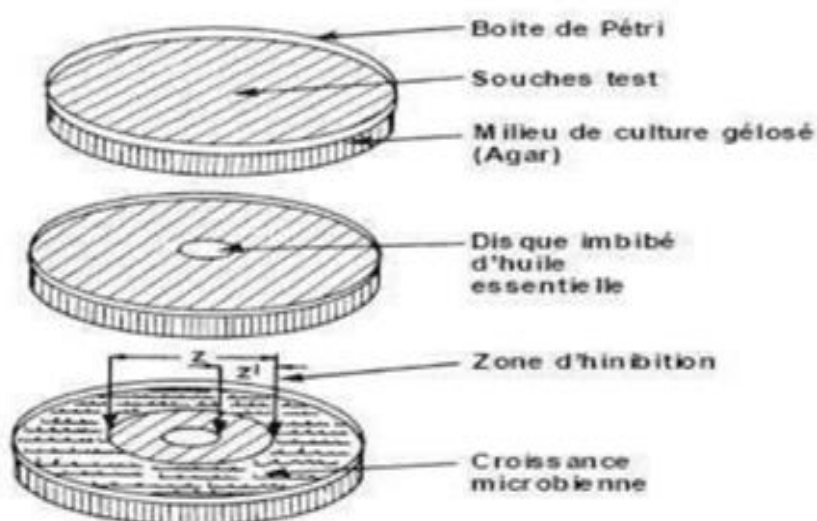
### IV.2. Évaluation de l'activité antimicrobienne d'extrait du *Myrtus communis* L.

L'évaluation de l'activité antimicrobienne des différents extraits de plantes étudiés a été réalisée au laboratoire de biologie « Mentouri Constantine ». Nous apportons les souches de l'hôpital de Constantine.

L'activité antimicrobienne contient l'activité antibactérienne et l'activité antifongique, Ces deux activités suivent le même protocole, mais différent par le milieu de culture et la durée d'incubation.

## Principe

Pour évaluer l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle et d'extrait de *Myrtus communis* L. nous avons utilisé la méthode de diffusion sur milieu gélosé avec des disques stériles en cellulose, appelée Aromatogramme (figure 22). Cette méthode permet de déterminer l'activité inhibitrice de croissance de l'huile essentielle et de extrait de plant (De Billerbeck 2000)



**Figure 22 :** Illustration de la méthode des aromatogrammes sur boîte de Pétri (Mehani 2015)

## Protocole expérimental

**Préparation d'inoculum :** Les souches bactériennes jeunes et pures ont été cultivées dans un bouillon nutritif et incubées à 37°C pendant 18 à 24 heures. De même, la souche fongique et la levure ont été cultivées sur milieu nutritif PDA (Agar Pomme de Terre Dextrose), puis incubées à 30°C pendant 48 heures. Ensuite, les colonies ont été suspendues dans de l'eau physiologique jusqu'à ce qu'elles atteignent une absorbance équivalente à 0,5 de Mc Farland.

**Préparation de milieu de culture :** Le milieu de culture utilisé pour ce aromatogramme est le milieu de Muller Hinton. Dans un boîtier de pétrie coulé de MH et laissé quelques minutes jusqu'à la solidification.



**Figure 23** : préparation de milieu de culture (photo originale)

**Préparation des dilutions d'extraits** : Les extraits de la plante *Myrtus communis* L. (Fruit, feuilles) sont solubilisés dans le DMSO pour préparer les différentes concentrations avec des dilutions successives.

**Préparation le disque** : Pour la réalisation de l'antibiogramme. Le disque préparé en papier whatman N 01= 6 mm de diamètre, où il est stérilisé puis conservé dans un boîte de pétrie.

#### **Ensemencement**

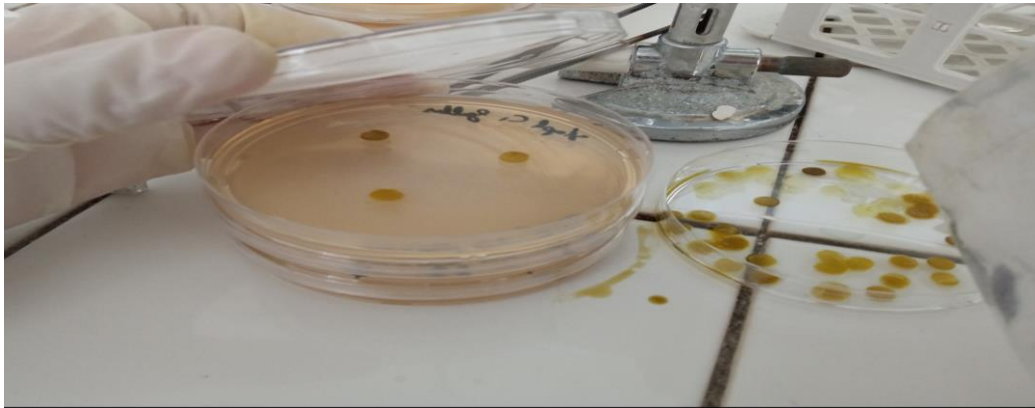
- En présence d'un médiateur au benzène, nous apportons la suspension bactérienne que nous avons préparée puis nous trempions un écouvillon dans la suspension bactérienne. Toucher plusieurs fois l'écouvillon humidifié sur la surface du tube de verre pour retirer le surplus de culture d'écouvillon.
- Ensemencer maintenant la plaque de gélose Muller Hinton (MH) solidifiée en utilisant l'écouvillon en style zigzag de haut en bas.
- L'opération est répétée deux à trois fois, en tournant la boîte 60° à chaque fois.
- L'écouvillon doit être passé sur la périphérie de la gélose MH



**Figure 24** : l'ensemencement de milieu de culture (photo originale)

**Dépôt de disque :**

En utilisant une pince stérile, nous prélevons des disques imbibés d'extrait brut de plante jusqu'à saturation. Ces trois répétitions des disques sont ensuite placées sur la surface de la gélose Muller Hinton déjà inoculée, en les pressant légèrement avec une pince stérile. Nous laissons diffuser, puis incubons à 37°C dans une étuve pendant 24 heures pour les bactéries et 48 heures pour les levures.



**Figure 25 : Dépote des disques (photo originale)**

Afin de se confirmer l'efficacité de notre extrait un antibiogramme réalisés avec les témoins négatif (DMSO) et de témoin positif ATB (Ciprofloxacine 5ug), ont aussi été déposés sur la surface de la gélose inoculée.

**La lecture :**

Après la culture, la lecture se fait en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition du principe actif autour de chaque disque. Cette distance, mesurée en millimètres, est ensuite comparée à une échelle de concordance pour déterminer si la souche est sensible, intermédiaire ou résistante au principe actif étudié. La sensibilité des différentes souches à l'huile essentielle et extrait est ainsi classée en fonction du diamètre d'inhibition : plus la zone d'inhibition est grande, plus le germe est sensible. (Fettah 2019).

**Détermination de CMI**

La CMI est la plus faible concentration de la substance pour laquelle aucune croissance visible à l'œil nu n'est observée après une incubation de 18 à 24 heures. Sa détermination a été effectuée en observant le trouble causé par la croissance des germes dans chaque tube. La CMI correspond à la plus petite concentration pour laquelle aucun trouble n'est visible à l'œil nu. (Zakkad 2017)

**Préparation de pommade**

On a préparé la pommade a partir la phase aqueux et l'huile végétale de plante étudiée, Huile d'amande douce, glycérine, eau distillée, acide stéarique, Cire d'abeille blanche et vitamine E ont été utilisé comme substances auxiliaires.

**❖ Formulation de la pommade**

- Phase aqueux [5-200ml] Huile végétale [5ml]
- Huile d'amande douce (10ml) Glysérine [10ml]
- Acide stéarique [6g]
- Cire d'abeille blanche [8g] Eau distillée [150ml] Vitamine E (2 goûte)

**Mode opération :**

Dans un bécher, mettre au bain-marie l'acide stéarique, la cire d'abeille blanche, l'huile végétale et l'huile d'amande douce.

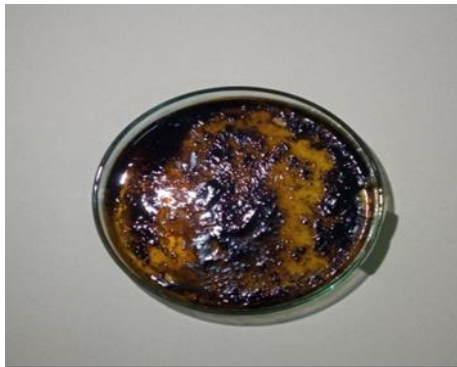
La température est comprise entre 40 C °à 60 C°, en remuant jusqu'à ce qu'elle fonde. Dans un autre bécher, nous mettons Glycérine et eau. Ensuite, nous mélangeons les deux mélanges ensemble puis leurs ajoutons de la vitamine E. Au moyen d'un batteur électrique, nous mélangeons jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène. Enfin, mettez la pommade dans des bocaux en verre.

*Chapitre V:*  
*Résultats et discussion*

### I. Résultat d'extraction

L'étude entreprise sur l'extrait de *Myrtus communis* L. (feuille et fruit) après leur évaporation donnée les résultats suivants :

- extrait obtenu de partie de plant (feuille et fruit) par le macération éthanolique et méthanolique après évaporation (figures 26, 27, 28, 29) :



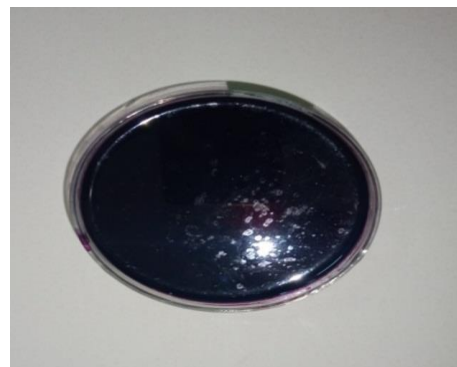
**Figure 26** : extrait éthanolique de feuille



**Figure 27** : extrait méthanolique de feuille



**Figure 28** : extrait éthanolique de fruit

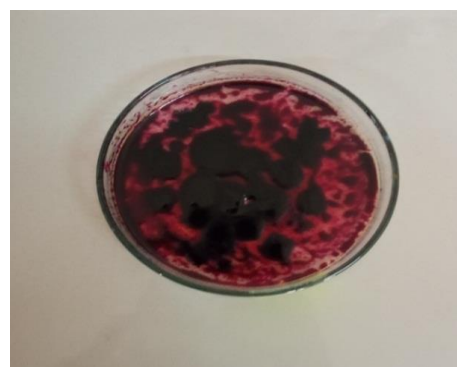


**Figure 29** : extrait méthanolique de fruit

- extrait obtenu de partie de plant (feuille et fruit) par appareil de soxhlet après évaporation (figures 30, 31) :



**Figure 30** : extrait éthanolique de feuille obtenue par appareille de soxhlet.



**Figure 31** : extrait éthanolique de fruit obtenu par appareille de soxhlet

## II. Rendement d'extraction

Dans ce travail, trois différentes méthodes d'extraction ont été effectuées ; la macération éthanolique et méthanolique de feuille et fruit de *Myrtus communis* L et extraction par appareil de soxhlet et l'hydrodistillation par clevenger. Ces trois méthodes ont permis d'extraire des métabolites bioactifs à partir d'une plante de *Myrtus communis* L.

### II.1. Rendement d'extraction éthanolique et méthanolique :

**Tableau 4** : le rendement des différents extraction.

| Méthode                            | Extrait                            | Poids initial (g) | Poids après extraction (g) | Rendement % |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------|-------------|
| Extraction par macération          | Extrait éthanolique de feuille     | 10                | 3,53                       | 35,3%       |
|                                    | Extraction méthanolique de feuille | 10                | 2,8                        | 28%         |
|                                    | Extraction éthanolique de fruit    | 10                | 3,52                       | 35,2%       |
|                                    | Extrait méthanolique de fruit      | 10                | 3,48                       | 34,8%       |
| Extraction par appareil de soxhlet | Extrait éthanolique de feuille     | 15                | 4,11                       | 27,4%       |
|                                    | Extrait éthanolique de fruit       | 15                | 2,17                       | 14,46%      |

Les résultats obtenus montrent que : le rendement d'extraction par macération est supérieur au rendement d'extraction par soxhlet.

Macération : Extrait éthanolique de feuille > Extrait éthanolique de fruit > Extrait méthanolique de fruit > Extrait méthanolique de feuille

Soxhlet : Extrait de feuille > Extrait de fruit.

Le rendement obtenu par (BELALA Manel 2020) est estimé à 35%, ce qui correspond à notre rendement obtenu par macération éthanolique .

Le rendement d'extraction varie en fonction de l'origine géographique, du moment de la récolte, ainsi que des conditions d'extraction et de la durée de stockage des matières végétales.



## II.2. Rendement d'Huile Essentielle de *Myrtus communis* L.

Rendement en huile essentielle (HE) que nous obtenons des feuilles de myrte est de 0,31%. Ce résultat est faible comparé à ceux rapportés par (**Abdechafie, Eddine et al.**), qui indiquent des rendements de 0,98% , respectivement.

Nos résultats sont légèrement faible par rapport aux résultats de (**Kheira 2019**), qui avait un rendement 0.2 et 1.17%. Car sa plante a été récolté fraîche en d'avril dans la région Aine Defla.

Le résultat obtenu par (**MAIGA 2022**) indique que le rendement en huile essentielle de *Myrtus communis* L. est de 0,3% obtenu à partir de plantes sèches et fraîches par la méthode de distillation simple à l'eau et à partir de plantes fraîches par la méthode Clevenger. C'est presque similaire aux résultats que nous obtenons. Et supérieur à nos résultats lorsqu'il est extrait d'une partie de plante sèche par la méthode Clevenger, ce qui donne 0.6%.

(**Bouzabata 2015**) Dans son étude a montré que le rendement en huile essentielle des feuilles de myrte varie de (0,2 à 1,2%), récolté en mai-juin, dans trois régions situées Au nord-est de l'Algérie : Aïn el Berbère (B), forêt de khanjit Aoun (K) et La montagne Zaytuna (Z) est élevée par rapport à ce que nous obtenons.

Rendement peut varier d'une région à l'autre en fonction des facteurs climatiques et des différences de température, du type de sol, du moment de la récolte et de la méthode d'extraction.


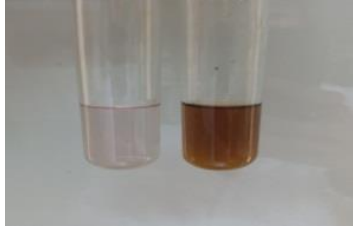

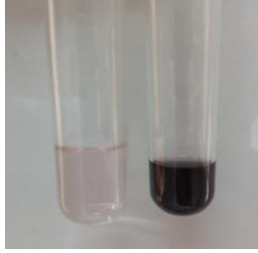


## III. Screening phytochimique :

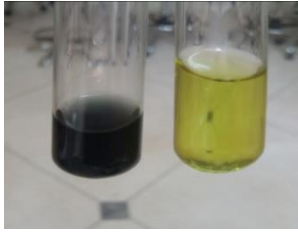
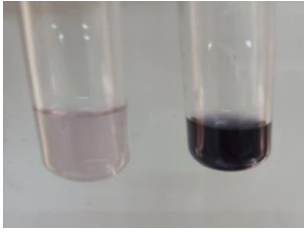
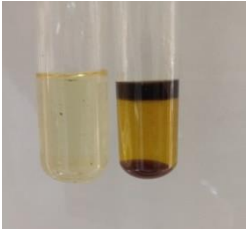
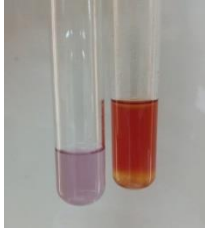
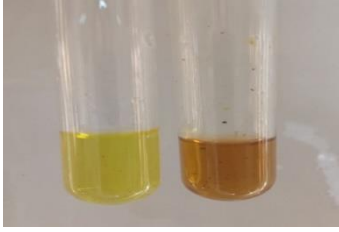

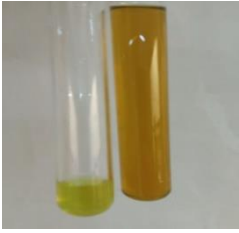
Les différents extraits préparés à partir des feuilles et des fruits de *Myrtus communis* L. ont été soumis à des tests phytochimiques en utilisant des solvants différents et des réactifs spécifiques de révélation.

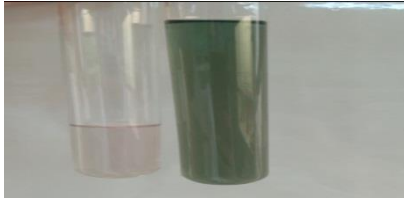
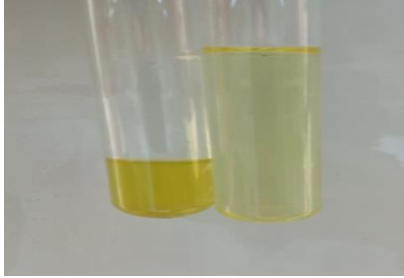

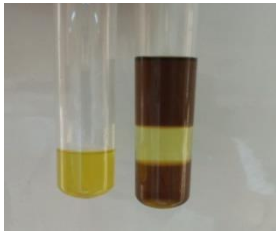
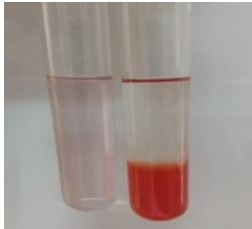

Grâce à l'analyse phytochimique, nous avons pu détecter la présence de métabolites secondaires dans les tissus de notre plante. La détection de ces substances chimiques repose sur des tests de luminosité des composants, des réactions de précipitation et de turbidité, un changement de couleur précis ou une étude sous l'effet de la lumière ultraviolette. (**Seghaouil and Zermane 2017**).


Les résultats des tests phytochimiques obtenus sur la partie de la plante *Myrtus communis* (feuille et fruit) sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : screening phytochimique de l'extrait de feuille et fruit de *Myrtus communis*

| Groupe chimique | Organe  | Réaction<br>(positive + ou négative -) | Résultat  |
|-----------------|---------|--|---|
| Flavonoïde      | Feuille | +++                                    |    |
|                 | Fruit   | ++                                     |    |
| Tanins          | Feuille | +++                                    |   |
|                 | Fruit   | ++                                     |  |
| Coumarine       | Feuille | +++                                    |  |
|                 | Fruit   | +++                                    |  |

|                                   |         |     |   |
|-----------------------------------|---------|-----|---|
| <b>Les Substances phénoliques</b> | Feuille | +++ |    |
|                                   | Fruit   | +   |    |
| <b>Les Terpénoïdes</b>            | Feuille | +++ |    |
|                                   | Fruit   | ++  |   |
| <b>Les Quinones libres</b>        | Feuille | -   |  |
|                                   | Fruit   | -   |  |
| <b>Les Anthraquinones</b>         | Feuille | -   |  |

|                                   |         |     |   |
|-----------------------------------|---------|-----|---|
|                                   | Fruit   | -   |    |
| <b>Les Saponines</b>              | Feuille | -   |    |
|                                   | Fruit   | -   |    |
| <b>Les Stérols et Triterpènes</b> | Feuille | +++ |   |
|                                   | Fruit   | +   |  |
| <b>Les composés réducteurs</b>    | Feuille | +++ |  |

|  |       |     |   |
|--|-------|-----|---|
|  | Fruit | +++ |  |
|--|-------|-----|---|

Réaction fortement positive : +++

Réaction moyennement positive : ++

Réaction faiblement positive : +

Réaction négative : -

L'analyse chimique a révélé la présence des flavonoïdes, tanins, coumarines, substances phénoliques, terpénoïdes, stérols, triterpènes et d'un composé réducteur dans chacune des parties de la plante de myrte (feuilles et fruits), alors que la quinone libre, l'arthaquinone et les saponines étaient totalement absentes dans chacune des parties de la plante de myrte (feuille et fruit).

(**Dellaoui 2021**) Confirme la présence flavonoïdes, tanins, coumarines, terpénoïdes et d'un composé réducteur dans les feuilles de myrte, et l'absence des saponines, ce qui correspond à notre étude. Mais il diffère de nos résultats par la présence d'anthraquinone et de quinone et l'absence de stérol. Cette différence est probablement due à la méthode d'analyse et d'extraction la région de récolte et le solvant utiliser.

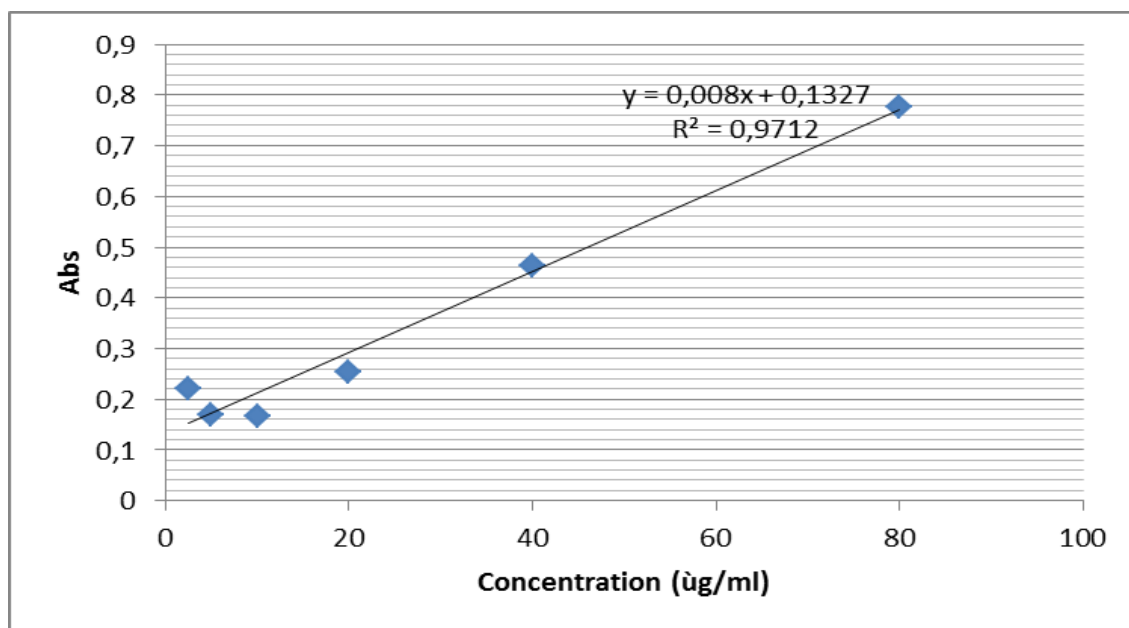
Nous notons la présence de tous les composés chimiques des feuilles de myrte dans l'étude de (**Seghaouil and Zermane 2017**), qui ont récolté la plante en février 2017, du nord-est algérien dans la willaya de Jijel (Laaraba) et c'est ce qui diffère de notre étude par l'absence de certains composants.

Les tests phytochimiques menés par (**Brahmia Amina Chenichene Asma 2017**) à la fois sur les feuilles et les fruits du myrte ont montré la présence à la fois des tanins et stérols et triterpènes, flavonoïdes et coumarines, ce qui est cohérent avec notre étude, à l'exception de la saponine, sa présence dans l'étude de (**Brahmia Amina Chenichene Asma 2017**) et son absence dans notre étude.

Les tests phytochimiques sont des tests variables en fonction de la méthode d'extraction et analyse, le solvant utilisé, la partie étudiée, la région et la saison de récolte.

#### IV. Dosage des polyphénols totaux

Les analyses quantitatives de la polyphénol totaux d'extraits de *Myrtus communis* L. ont été déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage suivante :



**Figure 32 :** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

L'absorbance mesurée de chaque échantillon est mentionnée dans le tableau

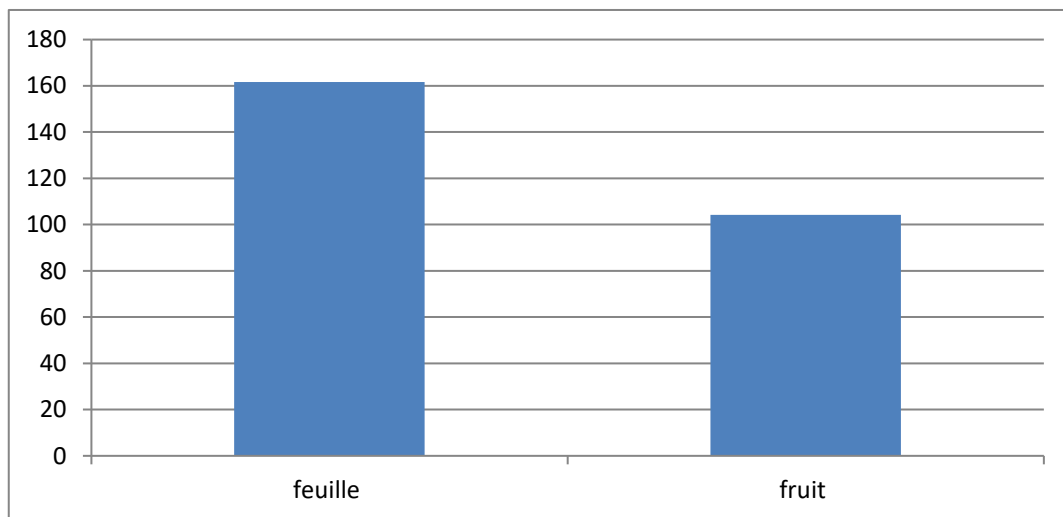
**Tableau 6 :** absorbance des extraits feuille et fruit.

|          | Feuille |       |       | Fruit |       |       |
|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Abs (nm) | 1.310   | 1.470 | 1.498 | 0.747 | 1.008 | 1.145 |

La quantité des composés polyphénolique dans chaque extrait est calculer selon l'équation de courbe d'étalonnage d'acide gallique  $Y=0.008x+0.1327$  avec un coefficient  $R^2$  0.9712 les calcule dans le tableau

**Tableau 7** : les taux de polyphénols totaux

| Échantillon | Le taux de polyphénols |
|-------------|------------------------|
| Feuille     | 161.6625 (mg/g)        |
| Fruit       | 104.254(mg/g)          |

**Figure 33** : de taux et teneur du polyphénol total d'extrait des feuilles et des fruits de *Myrtus communis* L. (mg/g d'extrait)

Le tableau 7 et la figure 33 apparait que la teneur des feuilles élevée celui des fruits. D'après ces résultats on remarque que les deux extraits feuillent et fruit sont riches en polyphénol totaux, mais le taux des feuilles elle supérieur et élève par rapport des fruits.

Le taux de polyphénols totaux présents dans notre extrait de feuilles de myrte est presque le même que celui obtenu par (hiba and Chahrazed 2021). mais une comparaison avec les résultats obtenus par (Touaibia and Chaouch1J 2013) dans son étude en vitro donne un taux de 189.0 mg/g qui est plus élevé que notre résultat de 161.66 mg/g. Ce changement pourrait résulter des conditions de récolte et de séchage. Le séchage est effectué dans une étuve réglée à 75°C durant 24h.. Par contre l'étude de (IAZZOURANE 2015) sur trois régions Différentes et l'étude de (Brahmia Amina Chenichene Asma 2017) a donné des résultats inférieurs aux nôtres, bien qu'elle ait été réalisée dans la même condition de séchage.

Teneur en polyphénols d'un extrait dépend de la polarité du solvant et la méthode utilisée pour l'extraction. (Herzi 2013) Des conditions climatiques, de la localisation géographique, de la période de récolte, des facteurs génétiques, des différentes maladies qui peuvent affecter la

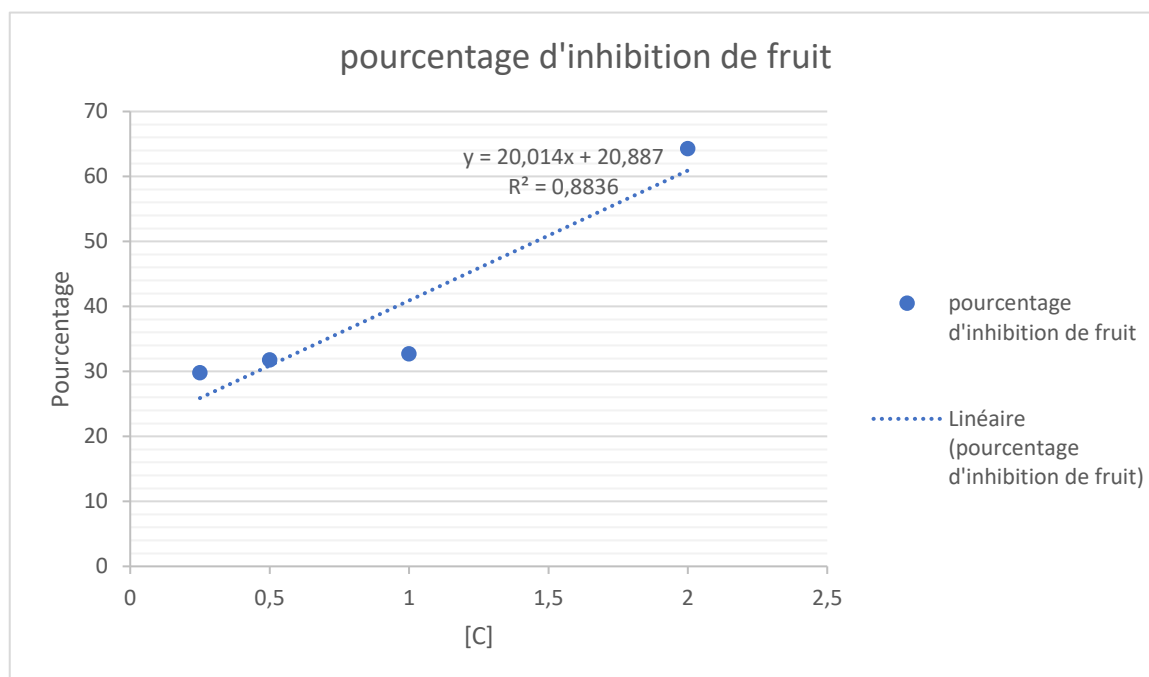
plante, de la maturité de la plant et même la partie de la plante étudiée (**hiba and Chahrazed 2021**).

### V. Activité Antioxydant :

Dans notre étude, l'activité antioxydant a été évaluée par le test DPPH, choisi pour sa simplicité, rapidité, sensibilité et sa stabilité. Cette activité est déterminée par un changement de couleur de solution d'extrait du violet au jaune indiquant qu'une réaction s'est produite, déterminé également par une diminution de l'absorbance. (**Abdelkrim and Abdelouahab 2019**)

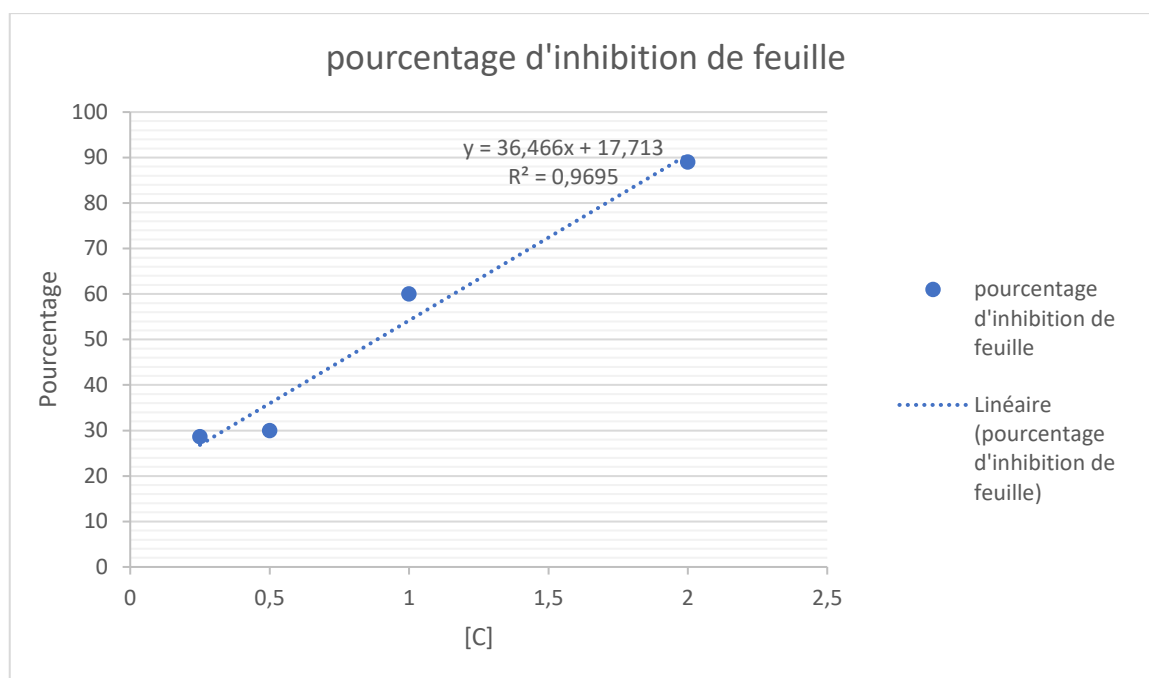
À partir des valeurs obtenues par l'absorbance par spectrophotomètre après incubation 30 min, nous avons calculé les pourcentages d'inhibition par l'équation suivants :

Les valeurs obtenues ont permis de tracer le courbe pourcentage d'inhibition en fonction la concentration des chaque extraits.



**Figure 34 :** pourcentage d'inhibition de fruit en fonction de la déférente concentration





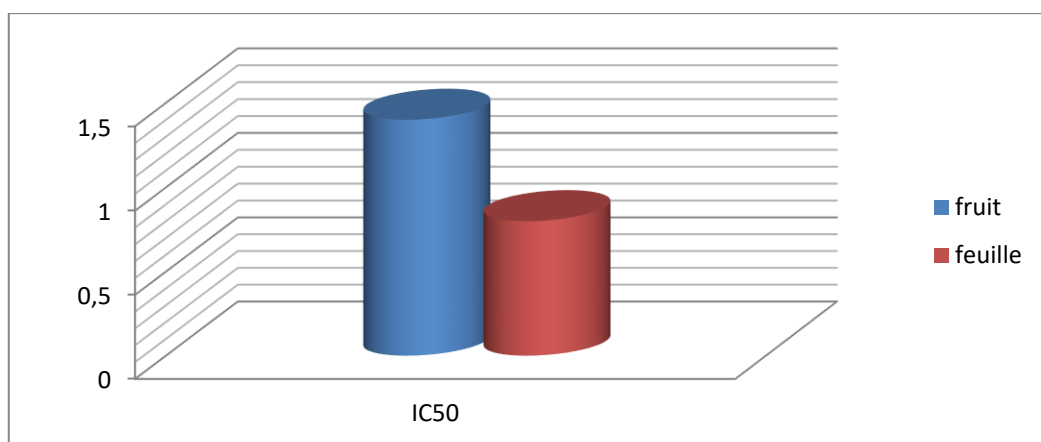
**Figure 35 :** pourcentage d'inhibition de feuille en fonction des différentes concentrations

#### Détermination IC50

La détermination de la concentration d'un extrait ou d'un standard provoquant 50 % d'inhibition ou de réduction du DPPH (IC50) est calculée à partir de la partie linéaire de la courbe de pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de cet extrait. Plus la valeur d'IC50 est faible, plus l'activité anti-radicalaire d'un composé est appréciable. (TALBI, KACEM et al. 2012)

**Tableau 8 :** IC50 de feuille et fruit

|      | Fruit     | Feuille  |
|------|-----------|----------|
| IC50 | 1.4 mg/ml | 0.8mg/ml |



**Figure 36 :** comparaison de résultat d'IC50 d'extrait de feuille et fruit

Selon le résultat enregistré l'extrait de fruit et feuille de la plante est doté d'un pouvoir antioxydant avec IC50 respectives de 1.4 et 0.8 mg/ml de *Myrtus communis* donc il a une activité antioxydant élevée des feuilles qui est supérieur au fruit.

On comparent l'IC50 de l'extrait testé de *Myrtus communis* par rapport à celle de (Herzi 2013) 0,59 mg/ml . Nous avons remarqué une petite différence de concentration par rapport à notre résultat mais plus efficacité.

Selon(Herzi 2013) l'activité antioxydant des extraits de plantes dépend de la présence de composés actifs (composés phénoliques) dans la plante, qui sont la principale source d'activité antioxydant.(Mansouri, Embarek et al. 2005) Indique également qu'il existe une corrélation entre la puissance des extraits de plantes et la teneur en composés phénoliques.

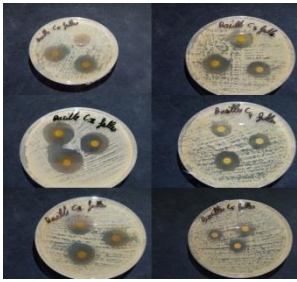
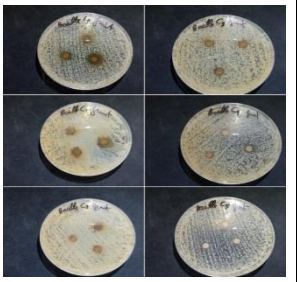

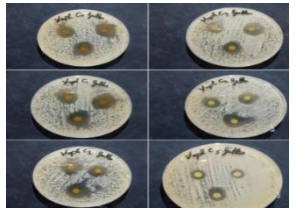

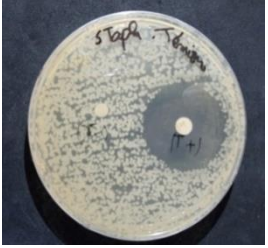
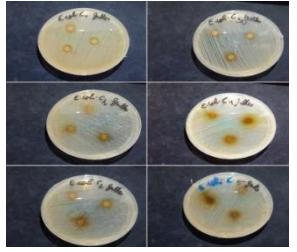
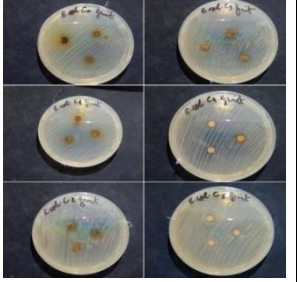
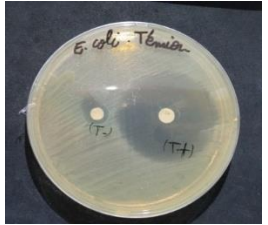
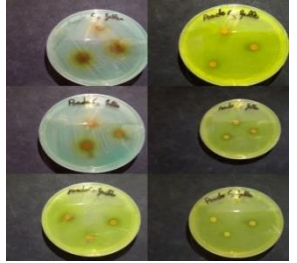
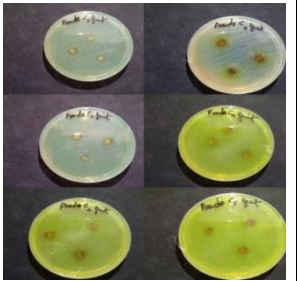
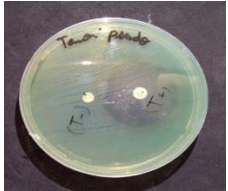
Dans l'ensemble, les résultats de ce travail suggèrent que plus la teneur totale en polyphénols est élevée, plus l'activité antioxydant est importante. Contrairement au coefficient d'inhibition.

## VI. Activité anti microbienne :

L'activité antimicrobienne se manifeste par une zone d'inhibition autour des puits contenant les extraits obtenus des feuilles et des fruits de *Myrtus communis* L. Différentes concentrations ont été étudiées. Le diamètre des zones d'inhibition varie selon les bactéries, les champignons, les levures, et en fonction des extraits.

**1-l'activité anti bactérienne :** L'activité antibactérienne des extraits des feuilles et fruits de *Myrtus communis* L. a été testée sur quatre souches bactériennes à l'aide de la méthode de diffusion sur disque. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 9** : l'activité inhibitrice d'extrait de feuille et fruit de *Myrtus communis* L. à différentes concentrations vis-à-vis les souches bactériennes.

| Bactérie       | Germe                         | Extrait de feuille  | Extrait de fruit   | Témoin  |
|----------------|-------------------------------|---|--|---|
| Bactérie Gram+ | <i>Bacillus subtilis</i>      |    |    |    |
|                | <i>Staphylococcus aureus</i>  |    |    |    |
| Bactérie Gram- | <i>E.coli</i>                 |  |  |  |
|                | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |  |  |  |

T(-)=témoin négative DMSO

T(+)=témoin positive ABT (Ciprofloxacine 5ug)

**Tableau 10 :** Diamètres (mm) des zones d'inhibition de la croissance bactérienne par L'extrait de feuille et fruit de *Myrtus communis* L., ATB (Ciprofloxacine 5ug) Et le DMSO.

| Extrait =                            | [C]<br>(mg/ml) | Souche bactérienne       |                              |               |                               |
|--------------------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------|---------------|-------------------------------|
|                                      |                | Gram (+)                 |                              | Gram (-)      |                               |
|                                      |                | <i>Bacillus subtilis</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>E.coli</i> | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| Extrait de feuille                   | 200            | 16±3,60                  | 14±2,64                      | 6,33±0,57     | 5±2,64                        |
|                                      | 160            | 17,66±1,52               | 14±1,73                      | 3,66±0,57     | 2,33±0,57                     |
|                                      | 120            | 16,33±1,52               | 12±1                         | 3±1           | 2±1                           |
|                                      | 80             | 14,33±2,08               | 12,33±1,52                   | 3±1           | 1,66±0,57                     |
|                                      | 40             | 11,66±2,08               | 6±0                          | 1,66±0,57     | 1,33±1,15                     |
|                                      | 20             | 9±2,64                   | 5,66±0,57                    | 00±00         | 00±00                         |
|                                      | 10             | 8,66±1,52                | 5±1                          | 00±00         | 00±00                         |
|                                      | 5              | 3,66±1,15                | 5±1,73                       | 00±00         | 00±00                         |
|                                      | 2,5            | 3,66±0,57                | 4±1                          | 00±00         | 00±00                         |
| Extrait de fruit                     | 200            | 6,33±1,52                | 5,33±1,52                    | 00±00         | 3,33±0,57                     |
|                                      | 160            | 5,66±1,52                | 4,33±2,51                    | 00±00         | 3±1                           |
|                                      | 120            | 2,66±0,57                | 2,66±2,51                    | 00±00         | 2,66±0,57                     |
|                                      | 80             | 2±1                      | 00±00                        | 00±00         | 00±00                         |
|                                      | 40             | 1,33±1,52                | 00±00                        | 00±00         | 00±00                         |
|                                      | 20             | 00±00                    | 00±00                        | 00±00         | 00±00                         |
| ATB (Ciprofloxacine 5ug)(5ug/disque) |                | 36                       | 28                           | 39            | 30                            |
| DMSO                                 |                | 00±00                    | 00±00                        | 00±00         | 00±00                         |

Les valeurs obtenues par la méthode de diffusion sur disque montrent que l'extrait demeure efficace pour inhiber le développement bactérien, avec des zones d'inhibition comparables à celles des antibiotiques. En revanche, le DMSO ne présente aucune activité antibactérienne, comme en témoigne l'absence totale de zones d'inhibition.

L'activité antibactérienne se manifeste principalement par l'apparition d'une zone d'inhibition autour des puits remplis par l'extrait ou l'huile étudiée. Les diamètres de ces zones varient en fonction de la concentration, de l'espèce étudiée et de l'extrait utilisé. Alors que, L'effet antibactérien d'extrait de *Myrtus communis* L. a été mis en évidence par L'évaluation de l'effet inhibiteur sur les qu'êtres souches bactériennes : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Comme le montre le tableau 10 et 11 , le diamètre de zone d'inhibition d' Extrait de feuille de *Myrtus communis* L. varie entre 1,33 mm à 17,66 mm, différé d'une bactérie à une autre .la plus grande zone d'inhibition observé contre le *Bacillus subtilis* 17,66±1,52, *staphylococcus aureus* 14±2,64,E coli 6,33±0,57et *Pseudomonas aeruginosa* 5±2,64. Aussi, le Diamètre de zone d'inhibition de extrait de fruit de *Myrtus communis* L. varie entre 1,33 mm à 6,33 mm, diffère d'une bactérie à une autre .la plus grand de zone d'inhibition observé contre le *Bacillus subtilis* 6,33±1,52 , *Staphylococcus aureus* 5,33±1,52et *Pseudomonas aeruginosa* 3,33±0,57.

Les résultats obtenus dans les tableaux 10 et 11 ont montré que les bactéries *Bacillus subtilis* et *staphylococcus aureus* ont une forte sensibilité (très sensible) à l'extrait de feuille de *Myrtus communis* L., qui varient des diamètres d'inhibition de 3,33±0,57 à 17,66 mm et de 4±1 à 14±2,64 mm, respectivement. Par contre, les souches *E. Coli* et *Pseudomonas aeruginosa* ont été moins sensible à l'extrait avec des zones d'inhibition de 1,66±0,57 à 6,33±0,57 mm et 1,33± 1,15 à 5±. 2,64, respectivement.

Les résultats obtenus dans les tableaux 10 11 ont montré que la bactérie *Bacillus subtilis* a une forte sensibilité (très sensible) à l'extrait de fruit de *Myrtus communis* L., qui varient des diamètres d'inhibition de 1,33±1,52 à 6,33±1,52 mm. Par contre, les souches *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* ont été moins sensible à l'extrait de fruit avec des zones d'inhibition de 2,66±2,51 à 5,33±1,52 mm et 2,66±0,57 à 3,33±0,57mm, respectivement. Par ailleurs la bactérie *E. coli* est plus résistante à l'extrait de fruit aucune zone d'inhibition.

Nos résultats montrent que les bactéries Gram+ sont plus sensibles que les bactéries Gram-. La zone d'inhibition augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits. L'extrait de feuille possède une bonne activité antibactérienne par contre l'extrait de fruit possède la plus faible activité antibactérienne sur les quatre souche bactérie.

La variation des diamètres des zones d'inhibition à différentes concentrations confirme l'activité antibactérienne, attribuable aux divers agents chimiques présents dans l'extrait, tels que les composés phénoliques (Rojas, Hernandez et al. 1992).

Nos résultats sont semblables à ceux rapportés par (Mansouri, Foroumadi et al. 2001) qui ont montré que l'extrait méthanolique a inhibé la croissance des bactéries *S. aureus* et *E. coli*.

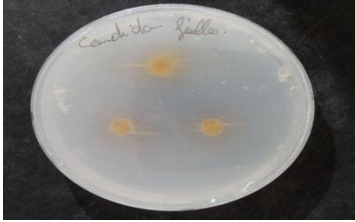
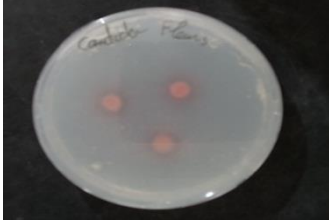







Les résultats de (Seghaouil and Zermane 2017) montrent que l'extrait de méthanol des feuilles possède une activité antibactérienne similaire à la nôtre ; Avec une différence dans le diamètre maximal d'inhibition, dans lequel le diamètre maximal de (Seghaouil and Zermane 2017) est observé (15 mm pour *Staphylococcus aureus*, 13 mm pour *Pseudomonas aeruginosa*, 12,8 mm pour *Escherichia coli* et 11 mm pour *Bacillus subtilis*), par rapport à notre diamètre maximale (le *Bacillus subtilis* 17mm, *staphylococcus aureus* 14mm, *E coli* 6,33mm et *Pseudomonas aeruginosa* 5mm).

La CMI correspond à la plus faible concentration capable de stopper la croissance d'un microorganisme (El Omari 2022) .Ce résultat montre que la CMI de l'extrait de feuille varie de 2,5 à 20 mg/ml ,et la CMI de extrait de fruit varie de 20 à 200mg/ml pour les quatre souches bactériennes.

Pour l'extrait de feuille, CMI d'environ 20 mg/ml pour *E. coli* et *Pseudomonas aeruginosa*, 2,5 mg/ml pour *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis* .et pour l'extrait de fruit CMI environ 80mg/m pour *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* ,20mg/ml pour *Bacillus subtilis* et 200mg/ml pour *E. coli*.

**2- activité anti fongique** : L'activité antifongique des extraits des feuilles et fruits de *Myrtus communis* L. a été testée sur trois souches : *candida albicans*, *Fusarium sp*, *Aspergillus niger*. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 11** : l'activité inhibitrice d'extrait de feuille et fruit de *Myrtus communis* L. à différentes concentrations vis-à-vis les souches fongiques.

| Souche fongique et levure | Extrait de feuille   | Extrait de fruit  | Témoin   |
|---------------------------|--|---|--|
| <i>Candida albicans</i>   |   |   |   |
| <i>Fusarium sp</i>        |   |   |   |
| <i>Aspergillus niger</i>  |  |  |  |

**Tableau 12** : Diamètres (mm) des zones d'inhibition des souches fongiques

| Extrait            | C(mg/ml) | Souche fongique et levure |                    |                          |
|--------------------|----------|---------------------------|--------------------|--------------------------|
|                    |          | <i>Candida albicans</i>   | <i>Fusarium sp</i> | <i>Aspergillus niger</i> |
| Extrait de feuille | 200      | 00±00                     | 00±00              | 00±00                    |
| Extrait de fruit   | 200      | 00±00                     | 00±00              | 00±00                    |

Les résultats obtenus dans le tableau et la figure ont montré que les trois souches fongiques sont résistantes à l'extrait des feuilles et des fruits de *Myrtus communis* L. ces résultats ont montré aucun effet inhibiteur et aucune zone d'inhibition.

Par conséquent, cette étude montre l'extrait de feuille et fruit de *Myrtus communis* L. ne possède pas une activité antifongique.

Nos résultats diffèrent de ceux rapportés par **(BELALA Manel 2020)** qui ont montré que l'extrait de feuille de *Myrtus communis* L. a un effet inhibiteur et une activité antifongique. Cela peut être dû à une différence dans la méthode utilisée ou à la modification ou changement de la composition chimique ou phénolique de la plante.



# *Conclusion*

## *Conclusion*

Pour obtenir, fabriquer, caractériser et appliquer *Myrtus communis* L. dans le domaine de la cosmétique, et montrer ses bienfaits thérapeutiques, nous avons travaillé sur l'étude des tests phytochimiques, les dosages de polyphénols totaux et les activités biologiques (antioxydant, antibactérien et antifongique) de l'extrait de la partie aérienne (feuille, fruit) de la plante *Myrtus communis* L. cet extrait préparé par trois méthodes d'extraction : par macération, appareil de Soxhlet et hydrodistillation.

Tests phytochimiques effectués sur des extraits de feuilles et de fruits de *Myrte communis* L. ont montré que cette plante est très riche en flavonoïdes, tanins, coumarines, substances phénoliques, les terpénoïdes, stérols et triterpènes et composés réducteurs.

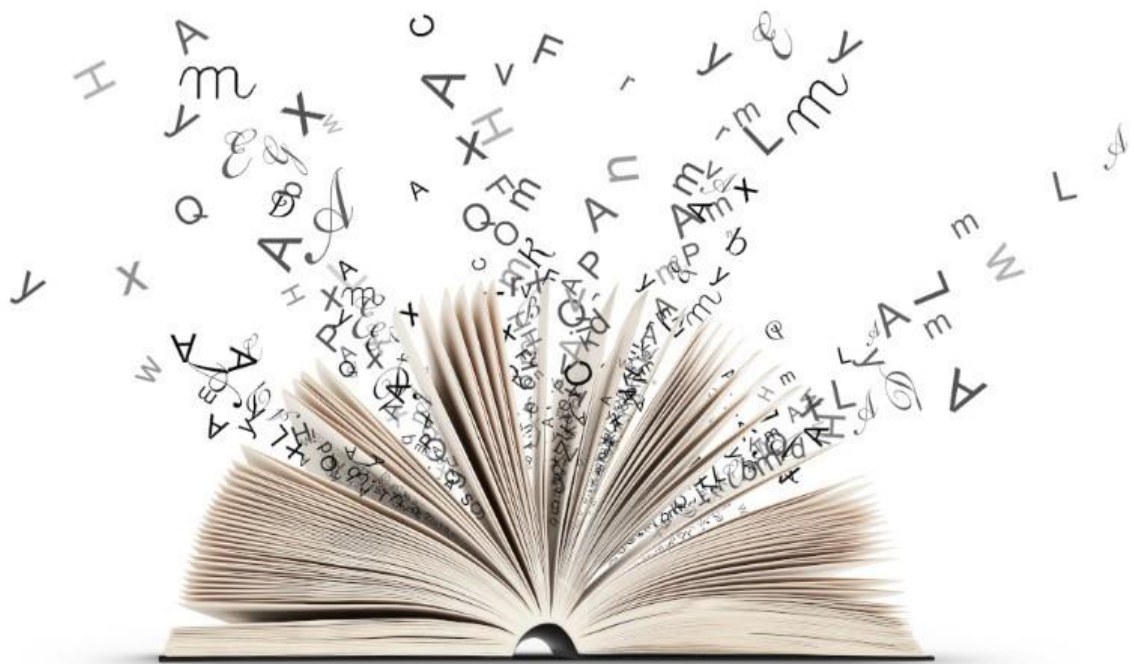
Évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait de *Myrtus communis* L. par le test DPPH. Les résultats obtenus montrent que cet extrait a une bonne activité antioxydante correspondant à un dosage de polyphénol total, une évaluation de la teneur en polyphénols et en activité antioxydante révèle que l'extrait de feuille est plus riche que l'extrait de fruit.

L'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait de feuilles et de fruits de *Myrte communis* L. par la méthode de diffusion sur le disque (aromatogramme), montre que cet extrait possède une bonne activité antibactérienne très marquée contre les quatre souches bactériennes (une activité importante contre *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, et activité moins sensible contre *E. coli* et *Pseudomonas aeruginosa*).

Les résultats de l'évaluation des activités antifongiques ont montré que l'extrait de *Myrtus communis* L. ne possède pas d'activité antifongique.

Les résultats de notre étude montrent que la plante *Myrtus communis* L. contient plusieurs composés phénoliques et une bonne activité antioxydante et antibactérienne, ce qui confirme l'utilisation de la plante dans divers domaines (pharmaceutique, médecine et cosmétique) et l'utiliser comme un produit cosmétique.

# *Références bibliographiques*



*Références bibliographiques*

- Abdechafie, B., P. H. J. Eddine, et al. "Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles extraites des deux plantes aromatiques et médicinales: Lentisque et Myrte."
- Abdelkrim, B. and K. Abdelouahab (2019). Contribution à l'étude phytochimique (par chromatographie à couche mince:CCM) des activités antibactériennes et des activités antioxydantes de l'extrait des feuilles de myrte (*Myrtus cummnis* l) de la région du nord constantiooise Université Ziane Achour - Djelfa
- ACHOUR, R., W. AOUN, et al. (2022). Méthodes d'extraction, d'identification et purification des huiles essentielles, Université Larbi Tébessi-Tébessa.
- AISSANI, F. (2022). Caractérisation phytochimique, valorisation biologique et toxicologique des différents extraits d'une espèce Algérienne *Sonchus oleraceus* L.
- AMINA, C. (2014). Caractérisations chimiques et physico-chimiques des extraits hydrosolubles du myrte (*Myrtus communis*), Université Badji Mokhtar-Annaba.
- Aribi-Zouiouèche, L. and F. Couic-Marinier (2021). "Huiles essentielles et chiralité moléculaire." *Comptes Rendus. Chimie* **24**(3): 397-414.
- ASSIA, K. (2019). "utilisation des huiles essentielles pour la lutte contre les bio-agresseurs du genre *flavobacterium* chez les alevins de la truite arc-en-ciel (*oncorhynchus mykiss*) dans la station de pisciculture ain aghbal (azrou, maroc)."
- AZOUZ, S. and I. DEMOUCHE (2022). "SUIVI DU CIRCUIT DES HUILES ESSENTIELLES DE L'EXTRACTION A LA VENTE EN OFFICINE. CONTRIBUTION A LEUR CONTRÔLE."
- Badiaga, M. (2011). Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II.
- BELALA Manel, B. S. (2020). Etude comparative de l'activité antifongique des extraits De trois plantes médicinales.
- BELHACHAT, D. (2019). Etude phytochimique des extraits de *Pistacia lentiscus* (L.) activité antioxydante et antimicrobienne.
- Bidie, A. P., B. B. N'guessan, et al. (2011). "Activités antioxydantes de dix plantes médicinales de la pharmacopée ivoirienne." *Sciences & Nature* **8**(1-2): 1-12.

- Bouakkaz, S. (2013). Métabolites secondaires du figuier *Ficus carica* L., Isolement, identification structurale, dosage par HPLC couplée à la spectrométrie de masse et activités biologiques.
- Bouchouka, E. (2016). "Extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes." Badji Mokhtar Annaba University—Faculty of Sciences.
- Boukhatem, M. N., A. Ferhat, et al. (2019). "Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles: revue de littérature." Une 3(4): 1653-1659.
- Bousbia, N. (2011). Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires, Université d'Avignon.
- Bouzabata, A. (2015). CONTRIBUTION A L'ÉTUDE D'UNE PLANTE MÉDICINALE ET AROMATIQUE MYRTUS COMMUNIS L, Faculté de Médecine, Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie.
- Brada, M. (2008). Contribution a l'etude de l'etraction des huiles essentielles et des concretes de deux especes de menthe, Blida.
- Brahmia Amina Chenichene Asma, K. Z. (2017). "Etude phytochimique et l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire in vitro de certains extraits d'une plante médicinale: *Myrtus communis* L."
- Bruneton, J. (1993). "Pharmacogosie, phytochimie, plantes medicinales. Tec. & Doc." Lavoisier, Paris 348.
- Bruneton, J. (1999). "Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème éd." Lavoisier, Paris 1120.
- Canon, F. (2010). Contribution de la spectrométrie de masse à l'étude des interactions entre les protéines salivaires riches en proline et les tanins, CENTRE INTERNATIONAL D'ETUDES SUPERIEURES EN SCIENCES AGRONOMIQUES.
- Chaachouay, N., A. Douira, et al. (2020). Etude floristique et ethnomédicinale des plantes aromatiques et médicinales dans le Rif (Nord du Maroc), Département de Biologie- Université Ibn Tofail-Kénitra.
- Custillon, G. (2010). Etude et réalisation d'un spectromètre compact en optique intégrée sur verre, Institut National Polytechnique de Grenoble-INPG.

- De Billerbeck, G. (2000). "Activité fongique de l'huile essentielle de cymbopogon nardus sur l'aspergillus niger. Evaluation d'un bioréacteur pour l'étude de l'effet inhibiteur des substances volatiles en phase vapeur." Faculté des sciences pharmaceutiques, Institut national polytechnique de Toulouse (236).
- Dellaoui, H. (2021). Contribution à l'étude des effets de la plante médicinale Myrtus communis contre la toxicité du Cadmium chez le rat Wistar. Etudes biochimique et histologique, Université Dr Moulay Tahar de Saïda (Algérie).
- Deutsch, E. "Spectroscopie à résonance magnétique nucléaire (RMN)."
- Diallo, D. (2000). Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Mali and phytochemical study of four of them: Glinus oppositifolius (Aizoaceae), Diospyros abyssinica (Ebenaceae), Entada africana (Mimosaceae), Trichilia emetica (Meliaceae), Université de Lausanne, Faculté des sciences.
- DJOUANE, A., A. ABADLIA, et al. (2023). L'EFFICACITÉ DE L'ACTIVATION THERMIQUE D'UN BIOMATÉRIAU POUR L'ÉLIMINATION DES POLLUANTS, UNIVERSITE AHMED DRAIA-ADRAR.
- Dugo, G. and A. Di Giacomo (2002). Citrus: the genus citrus, CRC Press.
- Edeoga, H. O., D. Okwu, et al. (2005). "Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants." African journal of biotechnology 4(7): 685-688.
- El Alam, I. (2018). Phytoremédiation d'un sol contaminé de la Bekaa (Liban): Valorisation de la biomasse par production d'huiles essentielles à activités biologiques, Université du Littoral Côte d'Opale; École Doctorale des Sciences et de ....
- El Kalamouni, C. (2010). Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées, Institut National Polytechnique de Toulouse-INPT.
- El Omari, N. (2022). "Étude phytochimique et toxicologique et évaluation de l'activité antioxydante; antidiabétique et antibactérienne des racines d'Aristolochia longa L."
- Fettah, A. (2019). Étude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydante-antibactérienne) des extraits de la plante Teucrium polium L. sous espèce Thymoïdes de la région Beni Souik, Biskra, UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA.

- Figueredo, G. (2007). Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II.
- Franceschini, P. (2016). *Myrtus communis* L. en Corse et en Méditerranée: de sa composition chimique jusqu'à ses utilisations thérapeutiques.
- Franchomme, P., R. Jollois, et al. (2001). "L'aromathérapie exactement: encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des extraits aromatiques." Paris, France: Roger Jollois.
- González-Trujano, M., E. Peña, et al. (2007). "Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents." Journal of ethnopharmacology **111**(3): 476-482.
- Grigoraș, C.-G. (2012). Valorisation des fruits et des sous-produits de l'industrie de transformation des fruits par extraction des composés bioactifs, Université d'Orléans; Universitatea Vasile Alecsandri din Bacău (România).
- Guechi, N. n. O. (2022). Etudes floristique et ethnobotanique du massif de Maadid (M'sila, Algérie), Université de M'Sila (Algérie).
- HADDOUCHI, F. and A. BENMANSOUR (2008). "Huiles essentielles, obtentions, utilisations et activités biologiques. Application à deux plantes aromatiques." Les technologies de laboratoire **3**(8).
- Hellal, Z. (2011). Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*), Université Mouloud Mammeri.
- HEMA, M. D., A. COULIBALY, et al. (2023). "Propriétés physico-chimiques et profil chimique de l'huile essentielle de *Lippia multiflora* Mold. du Burkina Faso: Contribution à l'étude chimique de l'huile essentielle de thé de Gambie du Burkina Faso." Sciences Naturelles et Appliquées **42**(2 (2)): 9-21.
- Hennia, A. (2016). "Extraction et étude de l'activité biologique des huiles essentielles du Myrte (*Myrtus communis* L.)." Université de Mostaganem, Algérie **177**.
- Herzi, N. (2013). Extraction et purification de substances naturelles: comparaison de l'extraction au CO<sub>2</sub>-supercritique et des techniques conventionnelles, Institut National Polytechnique de Toulouse-INPT; École nationale d ....

- hiba, G. and M. Chahrazed (2021). Evaluation de l' activité antioxydante et antibactérienne des extraits dr feuilles de Myrtus communis L, Université Frères Mentouri Constantine
- IAZZOURANE, G. (2015). Composition chimique et activité biologique d'extraits du myrte (Myrtus communis L.), de la carotte sauvage (Daucus carota L. subsp. carota) et de la menthe à feuilles rondes (Mentha rotundifolia L.).
- JEAN-LOUIS, C. (2001). "Cours chromatographie liquide." Université Montpellier 4.
- Jouhanneau, D. (1991). "La médecine des plantes aromatiques." Phyto-Aromathérapie et Huiles essentielles de l'Océan Indien, Editions du Tramail, Azalées Editions, St Denis de la Réunion.
- Kafkas, E., M. Güney, et al. (2013). "Volatile compounds of selected white and black myrtle (Myrtus communis L.) types from Mediterranean region of Turkey."
- Kaloustian, J. and F. Hadji-Minaglou (2012). La connaissance des huiles essentielles: qualilogie et aromathérapie; Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée, Springer.
- Karumi, Y. (2004). "Identification of Active Principles of M. balsamina (Balsam Apple) Leaf Extract Y. Karumi," PA. Onyeyili and "VO Ogugbuaja." Journal of Medical Sciences 4(3): 179-182.
- Kheira, A. (2019). "Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques, la composition, l'activité antibactérienne et le pouvoir antioxydant des huiles essentielles du «Myrtus Communis L." "
- Koffi, A. E. (2013). Study of the antibacterial activity of extracts of Morinda morindoides (Baker) Milne-Redhead (Rubiaceae), against the in vitro growth of clinical strains and environmental strains of Vibrio cholerae O: 1, Université Félix Houphouët-Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire); Numéro d'ordre ....
- Kouame, A. (2018). Système de gestion de la médecine traditionnelle dans une plateforme web social et sémantique: une approche basée sur une ontologie visuelle, Université Gaston Berger de Saint-Louis (Sénégal).
- KRA, M. K. A. (2016). Recherche bio-guidée de composés antifongiques à partir de plantes médicinales de Côte d'Ivoire, Université Felix Houphoeut Boigny, Côte d'Ivoire.



- Limonier, A.-S. (2018). "La phytothérapie de demain: les plantes médicinales au cœur de la pharmacie."
- Louni, M. (2013). Extraction, caractérisation physico-chimique et microbiologique de l'huile essentielle de clou de girofle, UMMTO.
- Lucchesi, M.-E. (2005). Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles, Université de la Réunion.
- Lucchesi, M. E., F. Chemat, et al. (2004). "Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: comparison with conventional hydro-distillation." Journal of Chromatography a **1043**(2): 323-327.
- MAIGA, H. A. (2022). "Extraction et application de l'huile essentielle de Myrte sauvage."
- Mansouri, A., G. Embarek, et al. (2005). "Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*)." Food chemistry **89**(3): 411-420.
- Mansouri, S., A. Foroumadi, et al. (2001). "Antibacterial activity of the crude extracts and fractionated constituents of *Myrtus communis*." Pharmaceutical biology **39**(5): 399-401.
- Mehani, M. (2015). Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Eucalyptus camendulensis* dans la région de Ouargla.
- Moreau, B. (2003). "maître de conférences de pharmacognosie à la faculté de Pharmacie de Nancy." Travaux dirigés et travaux pratiques de pharmacognosie de 3ème année de doctorat de pharmacie.
- Muselli, A., A. Bighelli, et al. (1997). "Composition chimique d'huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* hydrodistillées et hydrodiffusées." Actes Rivista Italiana EPPOS Digne les Bains: 638-643.
- N'Guessan, K., B. Kadja, et al. (-2009.). Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes  
utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire), 1 Université de Cocody-Abidjan (Côte-d'Ivoire), UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique. 22 BP 582 Abidjan 22.  
2 Université de Cocody-Abidjan, Laboratoire de Biochimie.
- Oloyede, O. (2005). "Chemical profile of unripe pulp of *Carica papaya*." Pakistan journal of nutrition **4**(6): 379-381.

- Penchev, P. I. (2010). Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions, Institut National Polytechnique de Toulouse-INPT; Académie bulgare des ....
- Pharmacognosie, B. J. (2009). "phytochimie; plante médicinale 4 ème édition." Paris Édition Tec & doc.
- Rojas, A., L. Hernandez, et al. (1992). "Screening for antimicrobial activity of crude drug extracts and pure natural products from Mexican medicinal plants." Journal of ethnopharmacology **35**(3): 275-283.
- Ross, P.-S. (2005). "Optimisation des données de forage." Projet: 08.
- Samate, A. D. (2002). "Composition Chimiques Des huiles Essentielle Extraites des plantes aromatique de la zone Soudanienne du Burkina Faso: Valorisation." Th. Doc. Ouagadougou.
- samir, B. and D. yacine (2017). Extraction et caractérisation des huiles essentielles du myrte vert sauvage Département de chimie Université A.MIRA - Béjaia.
- SANOOGO, R. (2006). "Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle, Université de Bamako; Pharmacognosie, Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto." Stomatologie, Université de Bamako (Mali) **2**(7): 2.2.
- Seghaouil, M. and A. Zermane (2017). "Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques in vitro de l'espèce Myrtus communis L." Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de master. Université des Frères Mentouri Constantine. 79p.
- Sumbul, S., M. A. Ahmad, et al. (2011). "Myrtus communis Linn.-A review."
- TALBI, S., R. KACEM, et al. (2012). ACTIVITE ANTIOXYDANTE DES EXTRAITS DES GRAINES DE PEGANUM HARMALA. Proceeding of the 2nd African Congress on Biology & Health University Ferhat Abbas Setif1.
- Taleb-Toudert, K. (2015). Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien): évaluation de leurs effets sur la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae), Université Mouloud MAMMERI.

- Touaibia, M. and Z. Chaouch1J (2013). "EVALUATION DE L'EFFET ANTI-OXYDANT DES EXTRAITS DE *Myrtus communis* L. OBTENUS IN SITU ET IN VITRO." Membres du comité de lecture(04): 64-71.
- Touaibia, M. and F. Z. Chaouch (2014). "Pouvoir antioxydant des extraits de *Myrtus communis* L. obtenus in situ et in vitro." Nature & Technology/Nature & Technologie(10).
- Traboulsi, A. F., K. Taoubi, et al. (2002). "Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae)." Pest management science **58**(5): 491-495.
- Venturini, N. (2012). Contribution chimique a la definition de la qualite: exemples des spiritueux de myrte (*Myrtus communis* L.) et de cedrat (*Citrus medica* L.) de corse, Université Pascal Paoli.
- Wannes, W. A., B. Mhamdi, et al. (2009). "Variations in essential oil and fatty acid composition during *Myrtus communis* var. *italica* fruit maturation." Food Chemistry **112**(3): 621-626.
- Xuan, N. C. (2020). "Qu'est -ce qu'un spectromètre? spectromètre UV,VIS et expliqué ".
- Yasmine, A. Y. (2017). Valorisation de *Myrtus communis* L.de la région de bejaia en Vue de son utilisation dans l' alimentation et la santé biotechnologie, Université saad dahlab de belida 1.
- Zakkad, F. (2017). "Etude phytochimique et évaluation de quelques propriétés biologiques de trois espèces de l'Euphorbia." Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba.
- zohra, A. f. (2023). Contribution à l' étude de quelques activités biologiques in vitro de *Lonicera* et *ruta montana*L biologie Université MOULAY Tahar ,saida