



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire  
Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Intitulé :

**Evaluation de l'activité antioxydante et  
antibactérienne des extraits de feuilles de  
*Myrtus communis* L.**

Présenté et soutenu par :

Le : 12/09/2021

GHERZOULI Hiba

MOUDJARI Chahrazed

Jury d'évaluation:

Présidente du jury : M<sup>me</sup> TENIOU S.

Maitre assiste A UFM-Constantine1.

Encadreur : M<sup>me</sup> GUENDOUZE A.

Maitre de conférences B UFM-Constantine1.

Examinatrice : M<sup>me</sup> MOUSSAOUI S.

Maitre de conférences B UFM-Constantine1.

Année universitaire 2020 – 2021



# REMERCIEMENTS ET DÉDICACES

# *Remerciements*

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

*En préambule à ce mémoire, nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce travail.*

*Nous tenons à remercier sincèrement Madame GUENDOUZE Assia, qui en tant que directrice de mémoire, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer.*

*Nos remerciements pour Monsieur BOUDARSSA Nabil pour son aide, ses conseils avisés et précieux.*

*Nous tenons à remercier Madame TENIOU Soumia d'avoir accepté de présider le jury de notre mémoire et de le rehausser par sa grande expertise, et Madame MOUSSAOUI Samira qui nous fait le grand honneur d'évaluer ce modeste travail.*

*Un merci tout particulier à nos familles qui nous ont soutenu et encouragée depuis toujours.*

## *Dédicaces*

*C'est avec grande plaisir que je dédie ce modeste travail :*

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études. Votre présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A ma très chère sœur AYA et à mes chers frères, CHOUAIB et MOHAMED, pour leur appui, leurs encouragements permanents et leur soutien tout au long de mon parcours universitaire. Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible. Merci d'être toujours là pour moi.*

*A tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le nom GHERZOULI.*

*A mon binôme CHAHRAZED.*

*A tous mes amis de promotion de 2<sup>ème</sup> année Master BIOCHIMIE APPLIQUEE.*

*Je dédie ce travail à tous ceux qui ont participé à ma réussite.*

*Filba*

# *Dédicaces*

*À mon dieu : ALLAH*

*À mon cher père : AHMED,*

*«À l'éducateur des générations, L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que dieu te préserve et te procure santé et longue vie. Merci.»*

*Je t'aime papa.*

*À ma chère mère : FADILA,*

*« Merci, tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te port. En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée, que dieu te préserve et te procure santé et longue vie.»*

*Je t'aime maman.*

*À mon cher frère : BILEL,*

*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 : Wafa, AMINA, ZAHRA et CHAIMA.*

*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 : KACEM, HICHEME et MOUHAMED et à leurs enfants :*

*ABDEL-KODOUSE, ALAE RAHAFAE, KOSSAI ABDEL-MOUHAIMEN.*

*À ma grande mère et à toute la famille MOUDJARI.*

*À mon cher binôme de ce travail : HIBA, c'était toujours avec moi pendant la réalisation de ce travail.*

*C'est l'esprit de l'amitié, c'est ma petite sœur, c'est ma meilleure copine de ma vie elle a été mon soutien tout au long de mes cinq années d'études à l'université. Tous les mots ne peuvent décrire à quel point je t'aime AMINA.*

*À toutes mes chères amies et surtout : YOUSRA, NOUARA, TAKOUA, INES, KOUNOUZ, KAOUTHAR, MANEL, NAWEL, SARA, RAYANE, AYA, ANFEL, ALAE.*

*Chahrazed*

# Table des matières

Liste des abréviations.

Liste des figures et tableaux.

Introduction..... 1

## 1ère partie : Revue bibliographique

1. Généralités.....	2
2. Dénomination internationale.....	2
3. Classification botanique.....	2
4. Description botanique.....	3
5. Composition chimique.....	5
6. Activités biologiques: travaux antérieurs.....	5
6.1. Activité antimicrobienne.....	6
6.1.1. Activité antibactérienne.....	6
6.1.2. Activité antifongique.....	7
6.1.3. Activité antivirale.....	8
6.2. Activité antioxydante.....	8
6.3. Activité antidiabétique.....	9
6.4. Activité anti-ulcère.....	10
6.5. Activité insecticide.....	10
6.6. Activité hépato-protectrice.....	10
6.7. Activités antimutagène et anti-génotoxique.....	11

6.8. Activités vermifuge, molluscicide et anti-protozoaire.....	11
6.9. Activité anti-acnéique.....	11
6.10. Activité anxiolytique.....	12
6.11. Activité sur les saignements utérins.....	12
6.12. Activité anti-inflammatoire.....	12
6.13. Activité anticancéreuse.....	13
6.14. Effet anti-aphte .....	13
6.15. Activité antalgique.....	13
6.16. Effet hypnotique.....	14

## **2ème partie : Partie expérimentale**

### **Matériel et méthodes**

1. Récolte et préparation du matériel végétal.....	15
2. Préparation d'extraits.....	16
2.1. Préparation de l'extrait méthanolique .....	16
2.2. Préparation de l'extrait aqueux.....	17
3. Rendement d'extraits.....	18
4. Criblage phytochimique.....	18
4.1. Détection d'alcaloïdes.....	18
4.2. Détection des flavonoïdes.....	18
4.3. Détection des tanins.....	18
4.4. Détection des saponines.....	19

4.5. Détection des résines.....	19
4.6. Détection des glycosides.....	19
4.7. Détection de stérols et stéroïdes.....	19
4.8. Détection des anthocyanes.....	19
4.9. Détection des coumarines.....	19
4.10. Détection des quinones libres.....	20
4.11. Détection des mucilages.....	20
5. Dosage des phénols totaux.....	20
6. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits.....	20
6.1. Activité de piégeage du radical libre DPPH.....	20
6.2. Mode opératoire.....	21
7. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits.....	21
7.1. Microorganismes (souches utilisées).....	21
7.2. Préparation de l'inoculum.....	21
7.3. Préparation des dilutions des extraits.....	22
7.4. Préparation de milieu de culture et ensemencement.....	22
7.5. Test microbiologique (technique de diffusion en milieu gélosé).....	23
7.6. Dépôt des disques.....	23
7.7. Lecture des résultats .....	24

## **Résultats et discussion**

1. Rendement des extraits.....	25
2. Criblage phytochimique (mise en évidence des métabolites secondaires).....	26
3. Dosage des polyphénols totaux.....	29
4. Evaluation de l'activitéantioxydante des extraits.....	32
5. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits .....	33
<b>Conclusion générale et perspectives.....</b>	<b>37</b>

## **Références bibliographiques.**

## **Annexes.**

## **Résumés.**

# Liste des acronymes

**Abs** : Absorbance

**AG** : Acide gallique

**ATCC** : American type culture collection

**AUB-MM** : Les saignements utérins anormaux- ménométrorragie

**BHA** : Acide beta-hydroxylé

**BHT** : Hydroxytoluène butylé

**CH<sub>3</sub>COOH** : Anhydride acétique

**CI<sub>50</sub>** : Concentration inhibitrice médiane

**CMI** : Concentration minimale inhibitrice

**COVID-19** : "CO" signifie couronne, "VI" pour virus, "D" pour maladie et "19" l'année où elle est apparue.

**Cu<sup>2+</sup>** : Ion cuivrique

**DMSO** : Diméthylsulfoxyde

**DPPH** : 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl

**EAG** : Equivalent acide gallique

**FeCl<sub>3</sub>** : Trichlorure de fer

**GC** : La chromatographie en phase gazeuse

**GC/MS** : La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

**Gram +** : Gram positif

**Gram -** : Gram négatif

**g** : Gramme

**h** : Heure

**HCl** : Acide chlorhydrique

**HE** : Huile essentielle

**Hsv** : Virus de l'herpès

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Peroxyde d'hydrogène

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Acide sulfurique

**I%** : Le pourcentage d'inhibition

**LDL** : Les lipoprotéines de basse densité

**MYR**: Myrtenol

**NaOH**: Sodium hydroxide

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**: Bicarbonate sodium

**nm** : nanomètre

**ppm** : partie par million

**pH** : unité de mesure d'acidité

**R<sup>2</sup>** : Coefficient de détermination

**S-MC** : Semimyrtucommulone

**SRA** : Médicaments du système Rénine-Angiotensine

**UV** : Ultra-violet

**µg** : microgramme

**µl** : microlitre

# Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> <i>Myrtus communis</i> L.....	3
<b>Figure 2 :</b> Caractéristiques morphologiques des fleurs de <i>Myrtus communis</i> L.....	4
<b>Figure 3 :</b> Baies et feuilles de myrte	4
<b>Figure 4 :</b> Feuilles de <i>Myrtus communis</i> L. fraîches, sèches et poudre	5
<b>Figure 5 :</b> Préparation de l'extrait méthanolique .....	16
<b>Figure 6 :</b> Elimination du méthanol par l'évaporateur rotatif.....	16
<b>Figure 7 :</b> Extrait méthanolique sec.....	17
<b>Figure 8 :</b> Evaporation de l'eau distillée pour l'obtention de l'extrait aqueux.....	17
<b>Figure 9 :</b> Inhibition du radical DPPH par un antioxydant AH.....	21
<b>Figure 10 :</b> Préparation des extraits pour l'activité antibactérienne .....	22
<b>Figure 11 :</b> Préparation de milieu de culture .....	23
<b>Figure 12 :</b> Les boîtes de Pétri après fixation des disques.....	23
<b>Figure 13 :</b> Organigramme récapitulatif de l'étude expérimentale .....	24
<b>Figure 14 :</b> Rendements des extraits de <i>Myrtus communis</i> .....	25
<b>Figure 15 :</b> Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	30
<b>Figure 16 :</b> Teneur en phénols totaux des extraits .....	31
<b>Figure 17 :</b> Concentration inhibitrice 50 des extraits en mg/ml .....	32
<b>Figure 18 :</b> Résultats de l'activité antibactérienne.....	35

# Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b> Mise en évidence des métabolites secondaires .....	26
<b>Tableau 2 :</b> Teneur en phénols totaux dans les extraits.....	30
<b>Tableau 3 :</b> Activité antibactérienne des extraits méthanolique et aqueux .....	34



# INTRODUCTION

La phytothérapie est devenue de plus en plus une médecine à part entière grâce au regain d'intérêt de la population et qui nécessite donc un cadre réglementaire strict afin d'assurer une bonne dispensation et une bonne utilisation des différents produits disponibles (Limonier, 2018).

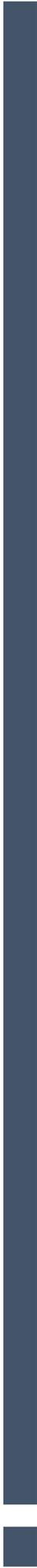
Les effets curatifs de certaines plantes sont bien connus. Or, ce n'est que récemment que les éléments actifs à l'origine des actions thérapeutiques des plantes ont été isolés et étudiés. Il est indispensable de connaître la composition des plantes pour comprendre comment elles agissent sur l'organisme (Makhloufi, 2013).

L'Algérie par son climat (méditerranéen, aride) et la nature de ses sols, possède une flore particulièrement riche en plantes médicinales et aromatiques dont la plupart existe à l'état spontané (Iazzourene, 2015). Parmi ces plantes, *Myrtus communis* L. communément appelé Myrte, un arbuste aromatique de la famille des *Myrtacées*, typique du pourtour méditerranéen. Il a été utilisé depuis l'antiquité aussi bien comme une épice dans les préparations alimentaires que pour des fins médicinales.

En médecine traditionnelle, le myrte est souvent consommé en infusion et décoction. Une infusion des feuilles et jeunes branches est stimulante, antiseptique, astringente et hypoglycémiant et a été considérée comme un remède de santé pour l'eczéma, le psoriasis, l'asthme, les troubles gastro-intestinaux, les infections urinaires et la diarrhée (Hennia, 2016).

Dans le but de contribuer à la valorisation de cette plante, nous nous sommes intéressés dans ce travail, à déterminer la composition chimique, à évaluer l'activité anti-oxydante et l'activité antibactérienne des extraits des feuilles de *Myrtus communis* récolté dans la wilaya de Jijel.

Ce manuscrit est divisé en trois parties principales. Dans la première partie nous exposons un récapitulatif des données bibliographiques existantes concernant le *Myrtus communis* ; après avoir traité des généralités sur cette espèce, nous nous sommes intéressés à sa composition chimique et les principaux résultats des études effectuées sur ses propriétés biologiques. La deuxième partie résume le matériel biologique et la méthodologie de travail. La troisième partie est consacrée à la présentation des résultats ainsi qu'à leur interprétation. Finalement, nous achevons notre manuscrit par une conclusion qui résume l'ensemble des résultats obtenus.



**REVUE  
BIBLIOGRAPHIQUE**

## 1. Généralités

La famille des Myrtaceae est la huitième plus grande famille de plantes à fleurs (Iazzourene, 2015) qui comprend plus de 5650 espèces organisées dans 130 à 150 genres (Bouzabata, 2017). Qu'on retrouve surtout dans les pays chauds, ce sont des végétaux ligneux (arbustes à grands arbres). Chimiquement cette famille est riche en composé phénoliques et en tannins, elle est aussi reconnue comme une des principales familles qui produit des flavonoïdes (Désiré, 2005). C'est l'une des espèces aromatiques et médicinales les plus importantes des Myrtaceae avec une haute teneur en huile essentielle dans ses glandes à feuilles, fleurs et fruits (Fadil *et al.*, 2017). Traditionnellement, les feuilles et les baies de *Myrtus communis*, dont les anthocyanes, les flavonoïdes et les acides gras sont les principaux composés phytochimiques des baies, étaient largement utilisées dans les aliments pour aromatiser, et comme décoction ou infusion pour traiter plusieurs maladies humaines (Yangu *et al.*, 2021).

## 2. Dénomination internationale

Le myrte commun est connu sous différentes dénominations selon les pays :

Français : Myrte commun.

Anglais : *Common myrtle, Greek myrtle, myrtle, sweet myrtle.*

Arabe : *arrayan, A'as, rihan* أس, الريحان

Berbère : *Tarihant.*

Corse : *morta, mortula.*

Espagnol : *arrayan, mirto, mortella, mortin.*(Bouzabata, 2017).

## 3. Classification botanique

La systématique de cette espèce est comme suit (Iazzourene, 2015):

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Eucaryotae*

Embranchement : *Spermaphytae*

Sous-embranchement : *Angiospermae*

Classe : *Dicotylédonae*

Ordre : *Myrtales*

Famille : *Myrtaceae*

Genre : *Myrtus*

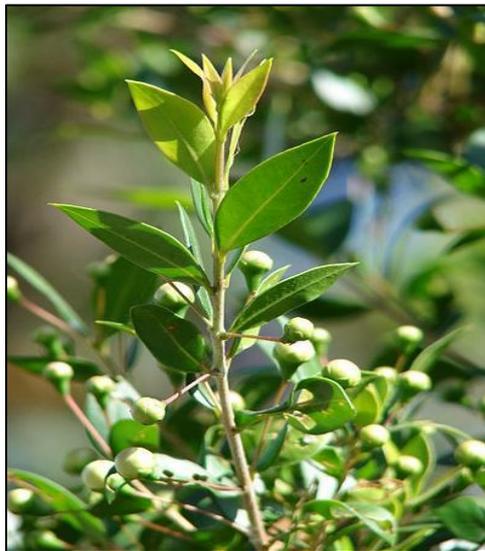
Espèce : *Myrtus communis* L.

#### 4. Description botanique

Le myrte commun est un arbuste diploïde typique de la flore méditerranéenne ( $2n = 2x = 22$ ) (Messaoud *et al.*, 2011). Il mesure de 1.8 à 2.4 m de hauteur (Aleksic & Knezevic, 2014). C'est un arbrisseau à tige assez régulière, toujours vert, à écorce rousse, exhalant par toutes ses parties un parfum très frais, fort agréable (González-Varo *et al.*, 2009).

Les rameaux sont quadrangulaires et à légère pubescence les deux premières années, ils présentent une écorce de couleur cannelle lisse, se détachant en lambeaux (Hennia, 2016).

Les feuilles mesurent entre 3 et 5 cm de long (Aleksic & Knezevic, 2014) et 4 à 11 mm de large (Franceschini, 2016). Elles sont entières, ovales, un peu convexes et à extrémités aiguës pointues. Elles ont une consistance ferme, en étant lisses, coriaces et d'un vert foncé brillant (quelques petits poils transparents les parsèment) (Figure1) (Aidi Wannas & Mezouk, 2013).

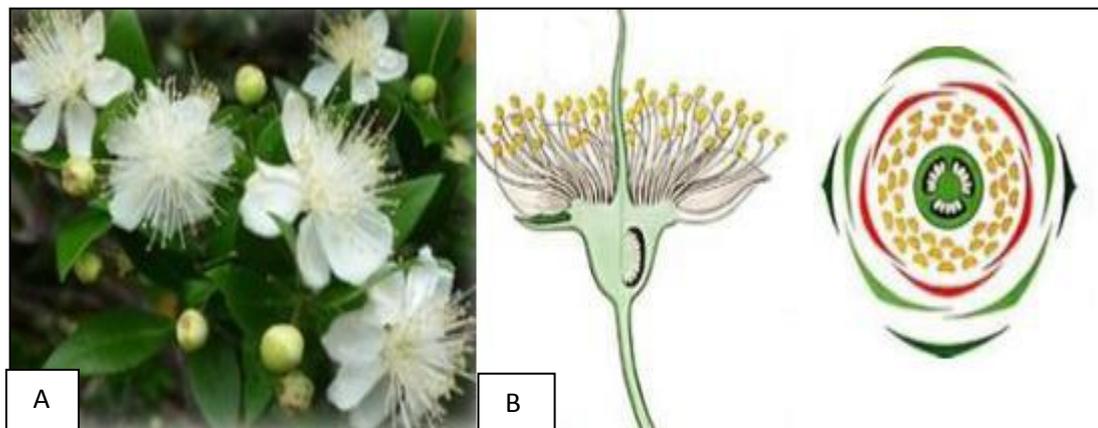


**Figure 1 :** *Myrtus communis* L. (Sulaiman *et al.*, 2013)

Chaque feuille possède un grand nombre de cavités sécrétoires (400 à 1700 par feuille) qui sont situées sur l'épiderme et sont formées en continu au cours du développement de la feuille. Elles sont réparties aussi dans tous les organes floraux (Kalachanis & Psaras, 2005).

La floraison peut débuter à partir de mai- juin et s'étale jusqu'en août. Les fleurs sont odorantes, solitaires, aux pétales d'un blanc éclatant (Figure 3) ou taché de rose, jusqu'à 3 cm

de diamètre, pourvues à la base de 2 bractées très petites, rapidement caduques, isolées à l'aisselle des feuilles et portées par de longs pédoncules. Les fleurs sont régulières, de type 5, et abritent un bouquet d'étamines proéminentes (Bouzabata, 2017). Le pistil est constitué de deux ou trois carpelles soudés, et l'ovaire est surmonté d'un très long style, qui traverse un disque nectarifère blanc et pentagonal (González-Varo *et al.*, 2009).



**Figure 2** : Caractéristiques morphologiques des fleurs de *Myrtus communis* L.  
A : Fleurs, B : Diagramme floral (Bouzabata, 2017).

Le fruit est une baie ovale (7-10 × 6-8 mm), au sommet d'un pédoncule ténu, couronnée par le calice, et de couleur noir-bleuâtre, quelquefois blanche. Sous la peau bleue foncé, la chair blanche est plus ou moins épaisse, parfois presque entièrement résorbée, de saveur âpre, résineuse et astringente. Devenus bleus, eux aussi, les lobes libres des sépales se sont rabattus vers l'intérieur (Figure 4) (Iazzourene, 2015).



**Figure 3** : Baies et feuilles de myrte (Yangui *et al.*, 2021).

## 5. Composition chimique

Les principaux métabolites secondaires de *Myrtus communis* L. sont les polyphénols et les huiles essentielles.

Les feuilles séchées de cette plante contiennent du 1,8-cinéole (13,5–19,6%), du linalol (7,7–15,8%), de l'acétate de linalyle (2,5–6%), du terpinéole, du terpinolène, des tanins et des composés flavonoïdes (Chryssavgi *et al.*, 2008). Les feuilles et les fleurs contiennent des huiles essentielles, des acides phénoliques, des flavonoïdes et des tanins (Messaoud *et al.* 2005 ; Aidi Wannan *et al.*, 2010). Les baies sont composées de tanins, d'anthocyanes (0,2 à 54 %), d'acides gras et organiques (9 à 52 %), et sa teneur dépend du solvant d'extraction utilisé et/ou de la période de maturation (Messaoud *et al.*, 2012).

Il est évident que la teneur de ces composés diffère également selon la partie de la plante utilisée, mais généralement les composés les plus courants trouvés dans les feuilles de myrte, les composés volatiles et les fleurs sont le  $\alpha$ -pinène (~10-60%) et 1, 8-cinéole (~12-34%) (Aidi Wannan *et al.* 2010).

La composition chimique des huiles essentielles isolées par hydrodistillation à partir de feuilles de la population tunisienne et algérienne de *Myrtus communis* L. dans l'étude de Ben Ghnaya *et al.* en 2013, a été analysée par chromatographie en phase gazeuse (GC) et la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC / MS). Vingt-trois composés ont été identifiés, représentant 93,73% de l'huile totale, qui s'est avérée riche en hydrocarbures monoterpènes (53,38%) en particulier  $\alpha$ -Pinène (35,30%) et  $\alpha$ -limonène (14,76%). Le pourcentage de toutes les composantes variait au sein de la population et entre les populations. Les pourcentages les plus élevés d' $\alpha$ -Pinène (45,4%) et de 1,8-Cinéole (35,7%) ont été observés dans la population algérienne. Le pourcentage d' $\alpha$ -limonène était significativement plus élevé dans la population tunisienne (18,16%).

## 6. Activités biologiques : travaux antérieurs

Les activités biologiques des extraits et des huiles essentielles de myrte ont fait l'objet de divers travaux.

## 6.1. Activité antimicrobienne

La plupart des études ont été portées sur l'évaluation du pouvoir antibactérien et celui antifongique de l'huile essentielle (HE) extraite principalement des feuilles et peu de travaux ont été réalisés sur les différents extraits.

### 6.1.1. Activité antibactérienne

Dans le travail de Gündüz *et al.* (2009), l'HE obtenue des feuilles du myrte turque a été utilisée pour le lavage de la laitue (*Lactuca sativa*) et de la tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.) inoculées par une population de *Salmonella Typhimurium*. Ce lavage a permis de réduire significativement la population de *S. Typhimurium* par rapport au témoin. Les résultats suggèrent que l'utilisation de l'HE de feuilles de myrte est un outil innovant et utile comme alternative à l'utilisation de chlore ou d'autres désinfectants synthétiques dans les fruits et légumes, en particulier pour les produits biologiques.

Dans l'étude de 2010 de Zanetti *et al.* il a été montré que l'HE de *Myrtus communis* a une activité contre *Mycobacterium tuberculosis* à une concentration de 0.17%, et contre *M. paratuberculosis* à une concentration de plus de 2%.

Zomorodian *et al.* (2013) ont montré que l'HE a une activité antimicrobienne contre toutes les espèces bactériennes Gram positives et Gram négatives testées avec des concentrations minimales inhibitrices (CMI) comprises entre 0,5 et 32 µL/ml et 8-64 µL/ml respectivement. L'huile essentielle a montré de fortes activités antibactériennes et antifongiques contre tous les agents responsables des infections nosocomiales examinées, en particulier contre les souches résistantes aux antibiotiques

Taheri *et al.* (2013) ont étudié l'effet antibactérien de l'extrait hydro-alcoolique de *Myrtus communis* sur des bactéries pathogènes. Cette étude a montré que l'extrait de feuilles de *Myrtus communis* a un effet antibactérien contre *Staphylococcus aureus* et *Vibrio cholerae*.

En 2001, Mansouri *et al.* ont testé l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique de *Myrtus communis* L. qui a été évaluée contre 10 souches de micro-organismes de laboratoire, dont 6 Gram positif (*Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus agalactiae*, *Listeria monocytogenes*) et 4 bactéries négatives (*Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Campylobacter jejuni*). L'extrait méthanolique a inhibé la croissance de toutes les bactéries

testées à l'exception de *Campylobacter jejuni*. Les CMI vont de 0,1 pour *S. aureus* et *Micrococcus luteus* à plus de 2 mg/ml pour *E. coli*.

Dans l'étude de Messouad *et al.* (2012) les infusions de myrte ont présenté une activité antimicrobienne substantielle contre les bactéries : *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella typhi*, *Proteus mirabilis*, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, et *Shigella flexneri*. Les inhibitions les plus fortes ont été obtenue contre *P. mirabilis* et *S. flexneri*.

L'activité antimicrobienne de l'extrait hydro-alcoolique de baies de *Myrtus communis* L. a été étudiée contre six souches de *Listeria monocytogenes* par Serio *et al* en 2014. L'extrait a affecté la dynamique de croissance de la bactérie en réduisant la croissance cellulaire.

### 6.1.2. Activité antifongique

L'incidence croissante des infections fongiques a poussé à rechercher de nouveaux agents antifongiques qui sont moins toxiques et moins générateurs de résistance que les antifongiques de synthèse. Les extraits des plantes constituent une source intéressante pour la recherche de nouveaux agents antifongiques (Bouzabata, 2017).

Mahboubi et Bidgoli (2010), ont évalué l'activité antifongique de l'HE de feuilles de *Myrtus communis* contre des souches de *Candida albicans* et différentes espèces d'*Aspergillus*. De plus, ils ont évalué l'effet synergique entre l'HE et le composé antifongique amphotéricine B. Les résultats de cette étude ont montré que l'huile de myrte présentait une bonne activité antifongique contre les champignons. L'huile de myrte a montré une activité antifongique significative lorsqu'elle est associée à l'amphotéricine B.

L'HE de *Myrtus communis* L. a été testée *in vitro* par Curini *et al.* en 2003, comme inhibiteur de croissance contre les champignons phytopathogènes : *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, et *Colletotrichum lindemuthianum*. L'HE a exercé une inhibition de croissance de 60% contre *R. Solani* à une dose de 1600 ppm. L'observation microscopique a révélé que l'huile essentielle de *Myrtus communis* provoquait des altérations morphologiques des hyphes de tous les champignons à 1600 ppm.

En outre, l'étude de Mehrabani *et al.* (2013) visait à développer une nouvelle méthode pour évaluer l'activité antifongique des extraits hydroalcooliques de Myrte sur des dermatophytes. Les espèces utilisées pour cette étude sont : *Microsporum canis*, *M.*

*gypseum* et *Trichophyton mentagrophytes*. Les résultats ont montré que l'acétate d'éthyle et les extraits méthanoliques totaux ont les meilleurs effets antifongiques contre les trois genres testés de dermatophytes.

### 6.1.3. Activité antivirale

En raison de phénomènes synergiques, le mélange complexe d'huiles essentielles montre généralement une activité antivirale plus élevée que les composés individuels. Plusieurs composés phytochimiques ont des effets antiviraux complémentaires et se chevauchant, qui comprennent l'inhibition de la synthèse d'acide nucléique viral ou l'inhibition d'autres étapes de la multiplication virale (Aleksic & Knezevic, 2014).

Azimi et Hasheminasab (2020), ont montré dans leur étude que *Myrtus communis* est un agent antiviral puissant qui peut être utile en particulier au stade précoce de la pneumonie COVID-19, d'autre part, sa propriété anti-inflammatoire peut réduire la tempête de cytokines. L'extrait de *Myrtus communis* peut être recommandé pour la pneumonie, en particulier lorsqu'elle est accompagnée de toux et de diarrhée.

Astani *et al.* (2011) ont montré que le  $\beta$ -caryophyllène et l'oxyde de caryophyllène ont une activité antivirale contre le virus de l'herpès simplex de type 1 HSV-1. Ces deux composés représentent respectivement 1.0 et 0.3% de l'huile essentiel de myrte de Corse.

### 6.2. Activité antioxydante

Selon Messaoud *et al.* (2012), les propriétés antioxydantes des infusions des feuilles de myrte tunisien ont été évaluées par mesure de l'activité de piégeage des radicaux libres (DPPH). Les infusions de myrte ont montré un nettoyage radical notable en fonction de la concentration. La plus grande activité a été démontrée par les infusions préparées pendant 10 et 15 min. L'activité antioxydante des extraits végétaux est généralement dépendante de la teneur totale en phénols et les composés actifs de leurs éléments essentiels. Les mêmes chercheurs ont montré que les composés phénoliques sont certainement responsables d'un tel effet antioxydant des infusions de feuilles de myrte.

Dans les résultats de Mimica-Dukić *et al.* (2010) sur les HE de feuilles de myrte de Monténégro (les Balkans), les huiles essentielles évaluées étaient capables de réduire le radical DPPH stable en DPPH-H atteignant 50% de réduction avec une  $CI_{50}$  de 6,24  $\mu$ l/ml et 5,99  $\mu$ l/ml, respectivement. La capacité de piégeage du radicale de l'HE de myrte étaient

significativement plus faible que les antioxydants commerciaux (Hydroxytoluène butylé (BHT), Acide beta-hydroxylé (BHA)) qui étaient de 8.62 et 3.09 µg/ml respectivement.

Gardeli *et al.* (2008), ont étudié l'activité antioxydante de l'HE des extraits méthanoliques des feuilles du myrte de Zakynthos (île grecque) avant et pendant la floraison ainsi qu'en fructification. L'activité antioxydante la plus forte et la teneur phénolique ( $373 \pm 0.5$ ) la plus élevée pour *Myrtus communis* L. ont été obtenus pendant la pleine floraison (août). Sa composition en huile essentielle était caractérisée par une fraction de monoterpène oxygénée élevée (70,1–73,2%), dont l'accumulation la plus élevée a également été observée au cours du même stade de floraison.

Dans l'étude de Rosa *et al.* (2008), le *Myrtus communis* contient les acylphloroglucinols : la semimyrtucommulone (S-MC) et la myrtucommulone A, dont l'activité antioxydante a été étudiée pendant la modification oxydative de molécules lipidiques impliquées dans l'apparition de maladies cardiovasculaires. Les deux acylphloroglucinols ont montré de puissantes propriétés antioxydantes, parce que le prétraitement à la semimyrtucommulone et à la myrtucommulone A a considérablement préservé le LDL des dommages oxydatifs induits par les ions  $\text{Cu}^{2+}$  à 2h d'oxydation, et a montré un effet protecteur remarquable sur la réduction des acides gras polyinsaturés et du cholestérol, inhibant l'augmentation de leurs produits.

Les résultats du présent travail qualifient les composés naturels semimyrtucommulone et myrtucommulone A comme des antioxydants alimentaires intéressants et potentiellement antiathérogène.

### **6.3. Activité antidiabétique**

Issa et Bule en 2015, ont évalué l'effet anti-diabétique de *Myrtus communis* en administrant ses extraits par voie orale à des souris chez qui le diabète était induit par l'alloxane à une dose unique de 500, 750 et 1000 mg/kg de poids corporel. L'extrait aqueux de *Myrtus communis* abaissait significativement la glycémie moyenne des souris diabétiques à la dose de 500 mg/kg de 61,8% à la cinquième heure. En revanche, l'extrait méthanolique de *Myrtus communis* a également abaissé de manière significative la glycémie moyenne de 48% à une dose de 1000 mg/kg.

D'après Sepici-Dincel *et al.* (2004) l'huile essentielle de feuille de myrte (Turque) exerce une activité hypoglycémique en améliorant la glycolyse (activité plus élevée de la glucokinase), et en diminuant la glycogénèse et la glycogénolyse.

#### **6.4. Activité anti-ulcère**

Sambul *et al.* (2010) ont démontré que l'administration orale d'une faible dose d'extrait aqueux et une forte dose d'extrait méthanolique de *Myrtus communis* ont un effet plus significatif par rapport à l'oméprazole (médicament standard) dans le modèle d'ulcère induit par l'éthanol. Les extraits aqueux et méthanoliques ont également réduit le volume du suc gastrique, l'acidité totale et augmenté le pH gastrique et la teneur en mucus de la paroi gastrique dans tous les modèles d'ulcères utilisés dans la présente étude.

#### **6.5. Activité insecticide**

Plusieurs études ont montré que l'extrait huileux de *Myrtus communis* peut avoir le potentiel d'être une alternative aux pesticides synthétiques.

Il a été démontré que l'HE de *Myrtus communis* a une activité insecticide contre les nuisibles qui s'attaquent aux denrées alimentaires comme *Tribolium confusum* et *Callosobruchus maculatus* (Khani & Basavand, 2013), *Trogoderma granarium* (Tayoub *et al.*, 2012) et contre *Acanthoscelides obtectus* (Ayvaz *et al.*, 2010). Elle a une activité larvicide contre les larves des moustiques *Aedes albopictus* (Conti *et al.*, 2010), et *Culex pipiens molestus* (Traboulsi *et al.*, 2002), *Aedes aegypti*, *Anopheles stephensi* et *Culex quinquefasciatus* (Amer & Mehlhorn, 2006). Le myrte est considéré comme un répulsif considérable sur *Anopheles Stephensi* (Kayedi *et al.*, 2014, Tavassoli *et al.*). Il a aussi un effet contre l'acarien *Tetranychus urticae* Koch. (Motazedian *et al.*, 2020).

#### **6.6. Activité hépato-protectrice**

Dans l'étude de Kumar *et al.* effectuée en 2011, l'extrait aqueux a été examiné pour son activité hépato protectrice dans l'hépatotoxicité induite par le paracétamol qui produit des lésions hépatiques en cas de surdosage chez des rats albinos.

Les résultats ont clairement démontré que la formulation extrait aqueux de feuilles présente une puissante activité hépato protectrice contre les dommages hépatiques induites par le paracétamol chez les rats. Cela peut être dû à leurs propriétés antioxydantes et de piégeage des radicaux libres.

### 6.7. Activités antimutagène et anti-génotoxique

Mimica-Dukié *et al.* en 2010, ont étudié les propriétés antioxydantes et antimutagènes de l'huile essentielle obtenue à partir des feuilles de *Myrtus communis* à croissance sauvage du littoral du Monténégro.

Ils ont conclu que l'huile essentielle de myrte a montré un potentiel antimutagène considérable. Donc les plantes de myrte pourraient être une source prometteuse d'antioxydants naturels, d'agents anti-génotoxiques, antimutagènes et, peut-être, chimio préventifs.

L'activité antimutagène de la myricétine-3-o-galactoside et de la myricétine-3-orhamnoside, isolées des feuilles de *Myrtus communis*, a été évaluée dans l'étude de Hayder *et al.* (2008). Les résultats ont montré que ces deux composés ont induit une activité inhibitrice contre la mutagénicité induite par le nifuroxazide, l'aflatoxine B1 et la mutagénicité induite par H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

### 6.8. Activités vermifuge, molluscicide et anti-protozoaire

L'objectif de l'étude de Aboutabl *et al.* (2011) était d'évaluer l'activité antivermiforme contre *Allolobophora caliginosa* des HE de feuilles et de fruits de *Myrtus communis* cultivés en Egypte. Les résultats de cette recherche ont montré que tous les échantillons d'huiles ont présenté une activité anti-vers significative contre le ver de terre *A. caliginosa*.

Les résultats de la recherche de Deruaz *et al.* (1993) ont montré que l'extrait aqueux de *Myrtus communis* possède une activité molluscicide contre l'escargot aquatique *Biomphalaria glabrata* impliqué dans la transmission de la schistosomiase (maladie parasitaire provoquée par des vers parasites et peut causer une infection sévère et de lourds handicaps).

### 6.9. Activité anti-acnéique

Fiorini-Puybaret *et al.* (2011) suggèrent dans leur étude que Myrtacine® pourrait être un agent intéressant pour le traitement des lésions acnéiques inflammatoires, car ils ont démontré *in vitro* les propriétés antiprolifératives, antibactériennes et anti-inflammatoires nécessaires pour tarir les principaux facteurs pathogènes de la maladie et exercer une action globale sur le développement des lésions acnéiques.

### 6.10. Activité anxiolytique

Les effets de type anxiolytique et le mécanisme d'action possible du myrténol (MYR), un alcool monoterpénoïde présent dans l'huile essentielle de *Myrtus communis* L. ont été évalué par Moreira *et al.* (2014) chez des rats mâles.

Les résultats de cette étude ont montré que le MYR présente une activité de type anxiolytique, néanmoins dépourvue d'effets de déficience motrice et que cet effet peut être médié par la transmission GABAergique.

### 6.11. Activité sur les saignements utérins

L'effet du sirop de myrte étudié a été sur 30 femmes souffrant de saignements utérins anormaux – ménométrorragie par Qaraaty *et al.* (2014).

Le traitement a consisté à administrer 15 ml de sirop de myrte oral par jour (5 ml trois fois par jour) pendant 7 jours à compter du début du saignement. Le sirop de myrte avec le placebo a été répété pendant 3 périodes menstruelles consécutives.

Les résultats de cette étude ont montré que les femmes du groupe test ont connu des réductions significatives de la durée des saignements, ainsi qu'une baisse significative de l'intensité des saignements.

### 6.12. Activité anti-inflammatoire

C'est en 2005 que pour la première fois Feisst *et al.* ont mené des études plus approfondies sur les feuilles de *Myrtus communis*. En isolant de ces dernier deux oligomères uniques, acylphloroglucinols non prénylés : myrtucommulone et S-MC. Les chercheurs ont conclu que la capacité à supprimer des réponses cellulaires pro-inflammatoires typiques se fait par les acylphloroglucinols uniques myrtucommulone et S-MC du myrte qui possèdent un potentiel anti-inflammatoire, suggérant leur utilisation thérapeutique pour le traitement des maladies liées à l'inflammation et à l'allergie.

Rossi *et al.* (2009) ont fait des études sur l'effet de myrtucommulone dans des modèles animaux *in vivo* de l'inflammation pour évaluer le potentiel anti-inflammatoire des acylphloroglucinols non prénylés de *Myrtus communis*. Ils ont observé une réduction de développement de l'œdème de la patte induit par la carragénine de souris d'une manière dose-dépendante. De plus, MC exerce des effets anti-inflammatoires dans le modèle de pleurésie.

En 2013, Choudhary *et al.* ont montré que le myrtucommulone exerce une inhibition puissante des cellules T dans le test de prolifération des cellules T induite par la Polyhydroxyalcanoate (PHA).

### 6.13. Activité anticancéreuse

Dans l'étude de Muller *et al.* (2010), il a été montré que la myrtucommulone induit la mort cellulaire par apoptose dans différentes cellules cancéreuses avec une faible cytotoxicité dans les cellules non transformées, suggérant un potentiel pour son utilisation comme médicament anticancéreux via la voie mitochondriale du cytochrome c/Apaf-1/caspase-9.

La myrtucommulone qui est un acylphloroglucinol contenu dans les feuilles de *Myrtus communis* a fortement induit la mort cellulaire de différentes lignées cellulaires cancéreuses avec des caractéristiques d'apoptose (Tretiakova *et al.*, 2008).

### 6.14. Effet anti-aphte

Dans une étude iranienne, Babaei *et al.* (2010) ont travaillé sur les effets du myrte sur la stomatite aphteuse récurrente (SRA), qui est une affection fréquente, douloureuse et ulcéreuse de la cavité buccale d'étiologie inconnue. Dans cette étude, la pâte orale de myrte a démontré une amélioration significative dans le traitement du SRA. Aucun effet secondaire indésirable tel qu'une hypersensibilité, douleur, infection et dysfonctionnement du goût n'a été détecté.

### 6.15. Activité antalgique

En 2011, Hosseinzadeh *et al.*, et à partir de myrte qui a été collectée à Iran ont démontré que les extraits aqueux et éthanoliques ont une activité antinociceptive centrale et périphérique marquée.

L'effet antinociceptif de 0,03 g/kg d'extraits aqueux 60 minutes après injection et l'effet antinociceptif des extraits éthanoliques à toutes les doses 60 et 120 minutes après injection étaient supérieurs à celui de la morphine. Ces chercheurs ont montré que les extraits de *Myrtus communis* L. peuvent avoir un bon potentiel analgésique et anti-inflammatoire contre des maladies telles que la polyarthrite rhumatoïde.

Syeda *et al.* en 2013, ont travaillé sur les feuilles fraîches de *Myrtus communis* qui ont été récoltées à Pakistan 2011. Ils ont conclu que les huiles essentielles de cette espèce

---

pourraient être utilisées pour la constipation à faible dose tandis que pour l'effet analgésique une dose élevée est requise.

#### **6.16. Effet hypnotique**

L'effet hypnotique des HE des feuilles de *Myrtus communis* éthiopienne a été étudié sur des souris albinos suisse en 2016 par Birhanie *et al.* Il a été démontré que l'HE peut être utilisé comme adjuvant pour le traitement de l'insomnie parce qu'il prolonge la durée du sommeil et réduit sa latence chez la souris.



# **PARTIE EXPÉRIMENTALE**



# **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## 1. Récolte et préparation du matériel végétal

Notre étude a été réalisée sur la plante médicinale : *Myrtus communis* L. récoltée au niveau de la région de Jijel, au mois d'avril 2021.

L'identification taxonomique de *Myrtus communis* a été effectuée et confirmée, au niveau de la boutique Firdaous el-hikma par Dr. Abdenour Hassan à El-Khroub Constantine.

Les feuilles retirées de la plante ont été bien nettoyées à l'eau courante afin de les débarrasser de la poussière et des matières étrangères. Elles ont été séchées à température ambiante dans un endroit aéré pendant 15 jours, les feuilles séchées ont été réduites en poudre fines à l'aide d'un broyeur électrique. La poudre résultante a été conservée à l'abri de l'air, de l'humidité et de la lumière dans une boîte en verre hermétiquement fermé (Figure 4).



**Figure 4 :** Feuilles de *Myrtus communis* L.

a : Fraîches, b : Semi sèches, c : Sèches, d : En poudre.

## 2. Préparation d'extraits

L'extraction a été réalisée en utilisant les deux solvants : méthanol et éthanol.

### 2.1. Préparation de l'extrait méthanolique

Une quantité de 40 grammes de broyat a été mise à macérer dans 300 ml de méthanol sous agitation continue à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 48h, avec renouvellement du solvant 2 fois chaque 24h (Figure 5).



**Figure 5 :** Préparation de l'extrait méthanolique.

Après filtration à l'aide d'un papier filtre et un entonnoir, le filtrat a été évaporé sous vide en utilisant un évaporateur rotatif (Buchi Rotavapor R-200), à une température de 45 °C (Figure 6), afin de concentrer l'extrait.



**Figure 6 :** Elimination du méthanol par l'évaporateur rotatif.

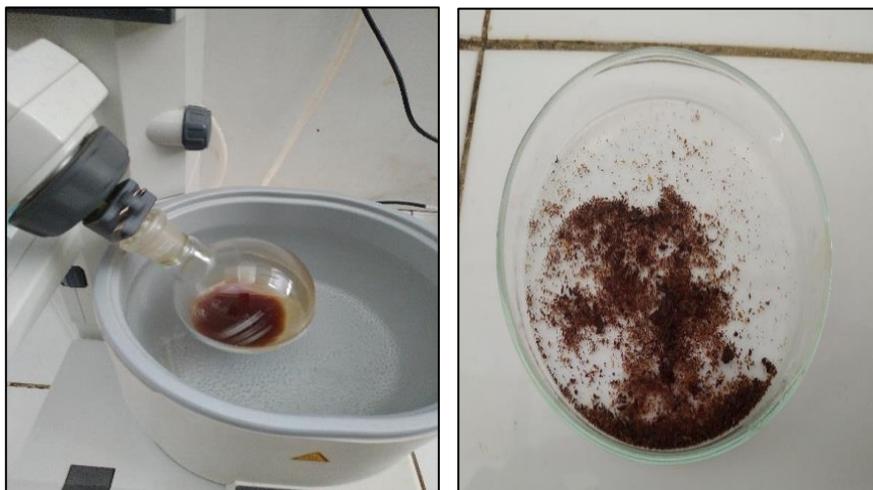
Les parois du ballon ont été grattées à l'aide d'une spatule afin de récupérer l'extrait méthanolique sec, qui a été conservé à température ambiante jusqu'à son utilisation (Figure 7).



**Figure 7 :** Extrait méthanolique sec.

## 2.2. Préparation de l'extrait aqueux

Deux cents ml d'eau distillée ont été mélangés avec trente grammes de broyat. Ce mélange a été chauffé pendant 30 min à 100 °C (Décoction). L'extrait obtenu a été filtré à l'aide d'un papier filtre. L'eau distillée a été éliminé en utilisant l'évaporateur rotatif (Figure 8).



**Figure 8 :** Evaporation de l'eau distillée pour l'obtention de l'extrait aqueux.

### 3. Rendement d'extraits

La détermination des rendements est réalisée après évaporation à sec. Le poids de l'extrait sec est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein (après évaporation), et le poids du ballon vide (avant évaporation).

$$R\% = (\text{Masse d'extrait sec} / \text{Masse de la matière végétale}) \times 100$$

### 4. Criblage phytochimique

Les extraits fraîchement préparés ont été testé qualitativement pour révéler la présence de constituants phytochimiques. Tels que les polyphénols totaux (Tanins, les anthocyanes, les flavonoïdes, les coumarines), les composés terpéniques (Saponines), les composés azotés (Alcaloïdes), les glycosides, les composés réductifs (Mucilages), les quinones, les résines, les stérols et stéroïdes. Ceux-ci ont été identifiés par des changements de couleur caractéristiques ou par précipitation en utilisant des procédures standards.

#### 4.1. Détection d'alcaloïdes

**Test de Mayer :** un volume de 1 ml d'extrait méthanolique a été mélangé avec 3 gouttes de réactif de Mayer (Annexes 1) fraîchement préparé dans un tube à essai. L'apparition d'une couleur blanche montre la présence d'alcaloïdes dans l'extrait (Kumar *et al.*, 2019).

#### 4.2. Détection des flavonoïdes

**Test de Shinoda :** un morceau de ruban de magnésium et 1 ml de HCl concentré ont été ajouté à deux-trois ml de filtrat (extrait méthanolique). La coloration rose-rouge ou rouge de la solution indique la présence de flavonoïdes (Alqethami & Aldhebiani, 2020).

#### 4.3. Détection des tanins

**Test de Braymer :** quelques gouttes de solution de  $\text{FeCl}_3$  (10%) ont été ajoutées à deux-trois ml de filtrat (extrait éthanolique : où dix grammes de matériel végétal ont été pris dans cents ml d'éthanol dans un flacon, puis conservé pendant 72 heures et filtré à l'aide du papier filtre Whatman). L'existence de tannins est révélée par l'apparition de couleur gris verdâtre ou bleu foncé (Alqethami & Aldhebiani, 2020).

#### 4.4. Détection des saponines

**Test de mousse :** cinq ml d'eau distillés ont été mélangés à cinq ml de filtrat (extrait aqueux) en agitant vigoureusement. La formation d'une mousse (hauteur supérieure à 1 cm) stable, persistant pendant 1 h indique la présence abondante de saponines (Alqethami & Aldhebani, 2020).

#### 4.5. Détection des résines

**Test du précipité :** vingt ml d'eau distillée ont été ajoutés à quinze ml de filtrat. La formation d'un précipité, indique la présence des résines (Ukoha *et al.*, 2011).

#### 4.6. Détection des glycosides

**Test Kellar-Kiliani :** un ml d'acide acétique glacial, un ml de  $\text{FeCl}_3$  et un ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ont été ajoutés à deux ml de filtrat (extrait éthanolique). Une couleur vert-bleu indique la présence de glycosides (Parekh & Chanda, 2007).

#### 4.7. Détection de stérols et stéroïdes

Cinq millilitres d'extrait méthanolique (1 mg/ml) des parties végétales de la plante (à préciser les feuilles) sont évaporés à sec sur un bain de marie. Le résidu est dissous dans deux gouttes d'anhydride acétique  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . L'addition d'une goutte d'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pure développe en présence de produits stéroliques ou terpéniques une coloration mauve virant au vert (Dellaoui *et al.*, 2018).

#### 4.8. Détection des anthocyanes

Dans un tube à essai 2ml d'extrait aqueux des feuilles ont été additionnés à de 2ml de HCl (2N). L'apparition d'une coloration rose-rouge qui vire au bleu-violacé par addition d'ammoniac indique la présence d'anthocyanes (Dellaoui *et al.*, 2018).

#### 4.9. Détection des coumarines

Un gramme de poudre a été placé dans un tube à essai en présence de quelques gouttes d'eau distillée. Les tubes ont été recouverts avec du papier imbibé de NaOH dilué et ont été portés à ébullition. Toute fluorescence jaune témoigne de la présence de coumarines après examen sous ultra-violet (Dellaoui *et al.*, 2018).

#### 4.10. Détection des quinones libres

Un gramme de broyat a été placé dans un tube avec 15 ml d'éther de pétrole, après 24h l'extrait a été filtré. La présence des quinones libres a été confirmée par l'ajout de quelques gouttes de NaOH (1/10), lorsque la phase aqueuse vire au jaune, rouge ou violet.

#### 4.11. Détection des mucilages

Dans un tube à essai, 5 ml d'alcool absolu ont été ajoutés à 1 ml de décocté (extrait aqueux). L'obtention d'un précipité floconneux après agitation indique la présence de mucilages (El-haoud *et al.*, 2018).

### 5. Dosage des phénols totaux

La teneur en phénols totaux a été déterminée selon la méthode de Folin-Ciocalteu suivant le protocole appliqué en 2007 par Mata *et al.*

Dans des tubes à hémolyse en verre, un volume de 200 µl de chaque extrait (méthanolique et aqueux) à une concentration de 1 mg/ml a été ajouté à 1ml de réactif Folin-Ciocalteu dilué 10 fois (Annexe 1) avec de l'eau distillée. Après 5 min 800 µl d'une solution de carbonate de sodium Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> à 7.5 % (Annexe 1) ont été ajoutés.

Les tubes ont été agités puis incubés pendant 1 h dans l'obscurité et à température ambiante. L'absorbance a été mesurée à 765nm (Annexe 3).

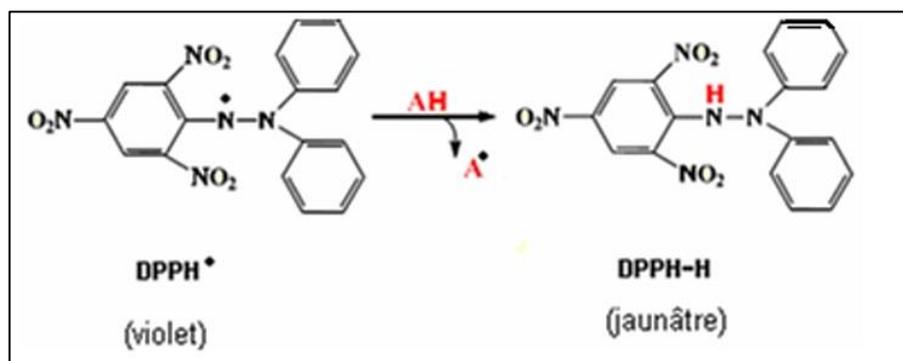
Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique comme standard à différentes concentrations (0.02 à 0.1 mg/ml). Les résultats sont exprimés en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme du poids d'extrait (mg EAG/g E).

### 6. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits

#### 6.1. Activité de piégeage du radical libre DPPH

Le DPPH (2,2-diphényl 1-picrylhydrazyl) est un radical libre qui possède un électron célibataire sur l'atome d'azote, il se caractérise par une coloration violette en état oxydé (DPPH) et une coloration jaune en état réduit (DPPH-H). En présence de composés antiradicalaires, le radical DPPH est réduit et change de couleur en virant au jaune (Figure 9), Cette décoloration représente donc la capacité d'extrait de piéger ce radical. Les absorbances

mesurées à 517 nm servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH, qui est proportionnel au pouvoir antiradicalaire de l'extrait (Parejo *et al.*, 2002).



**Figure 9** : Inhibition du radical DPPH par un antioxydant AH (Iazzourene, 2015)

## 6.2. Mode opératoire

Un volume de 50  $\mu$ l de chacune de différentes concentrations (de 0.2 à 4 mg/ml) (Annexe 2) de chaque extrait ont été mélangés avec 1950  $\mu$ l de la solution méthanolique de DPPH (Annexe 2). Le contrôle négatif a été préparé en parallèle en remplaçant l'extrait par 50  $\mu$ l du méthanol. Après une période d'incubation de 30 min à l'obscurité et à température ambiante, l'absorbance est lue à 517 nm (Annexe 4).

Le pourcentage de piégeage du radical est calculé selon l'équation suivante :

$$\% \text{d'activité antiradicalaire} = \left[ \frac{\text{Abs}_{517} \text{ contrôle} - \text{Abs}_{517} \text{ échantillon}}{\text{Abs}_{517} \text{ contrôle}} \right] \times 100$$

## 7. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits

### 7.1. Microorganismes (souches utilisées)

Les extraits de *Myrtus communis* L. ont été testés contre des bactéries pathogènes cliniques : *Escherichia coli* (Gram négatif), *Staphylococcus sp* et *Bacillus subtilis* (Gram positif).

### 7.2. Préparation de l'inoculum

L'activité antibactérienne a été réalisée sur des souches bactériennes jeunes en phase de croissance exponentielle. Pour leur réactivation, les souches ont été repiquées par la

méthode des stries sur gélose nutritive pré-coulée dans des boîtes de Pétri puis incubée à 37C° pendant 24 h.

Pour préparer l'inoculum, chaque colonie est prélevée à l'aide d'une anse de platine puis déchargée dans de l'eau physiologique stérile à 0.9% (Annexe 1). La suspension bactérienne est ensuite homogénéisée à l'aide d'un vortex et sa turbidité est ajustée à 0,5 McFarland qui correspond approximativement à  $1.5 \times 10^8$  cellules par ml, soit une densité optique égale à 0,08 à 0,10, lue à une longueur d'onde de 620 nm.

### 7.3. Préparation des dilutions des extraits

Les extraits de notre plante ont été dissous dans le diméthylsulfoxyde (DMSO), pour préparer une concentration de 250 mg/ml. Les tubes ont été énergétiquement agités au vortex jusqu'à ce que la solution préparée devienne homogène (Figure 10).



**Figure 10** : Préparation des extraits pour l'activité antibactérienne

### 7.4. Préparation de milieu de culture et ensemencement

La gélose de Muller-Hinton prête à l'usage a été coulée dans des boîtes de pétrie stériles. Les boîtes ont été séchées pendant 30 min à température ambiante avant l'emploi (Figure 11). Après solidification, la gélose est inondée avec l'inoculum bactérien à tester et l'excès a été éliminé.



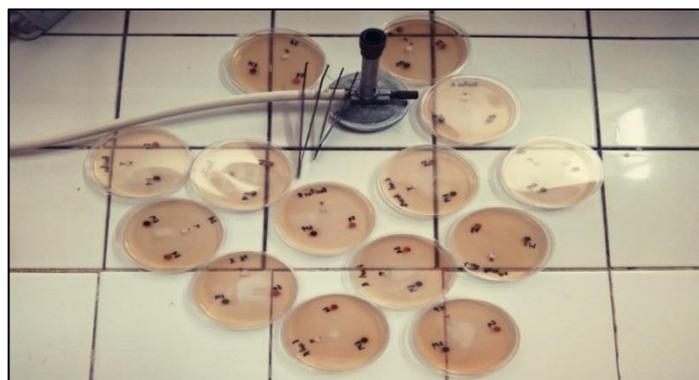
**Figure 11** : Préparation de milieu de culture.

### 7.5. Test microbiologique (technique de diffusion en milieu gélosé)

Le test de la sensibilité des bactéries a été réalisé par la méthode de diffusion en milieu gélosé, encore appelée méthode des disques. Dont le principe est inspiré de l'antibiogramme, visant à tester la sensibilité des souches bactériennes par diffusion de l'extrait sur le milieu solide créant ainsi un gradient de concentrations entre le composé et le microorganisme ciblé (Fertout-mouri *et al.*, 2016).

### 7.6. Dépôt des disques

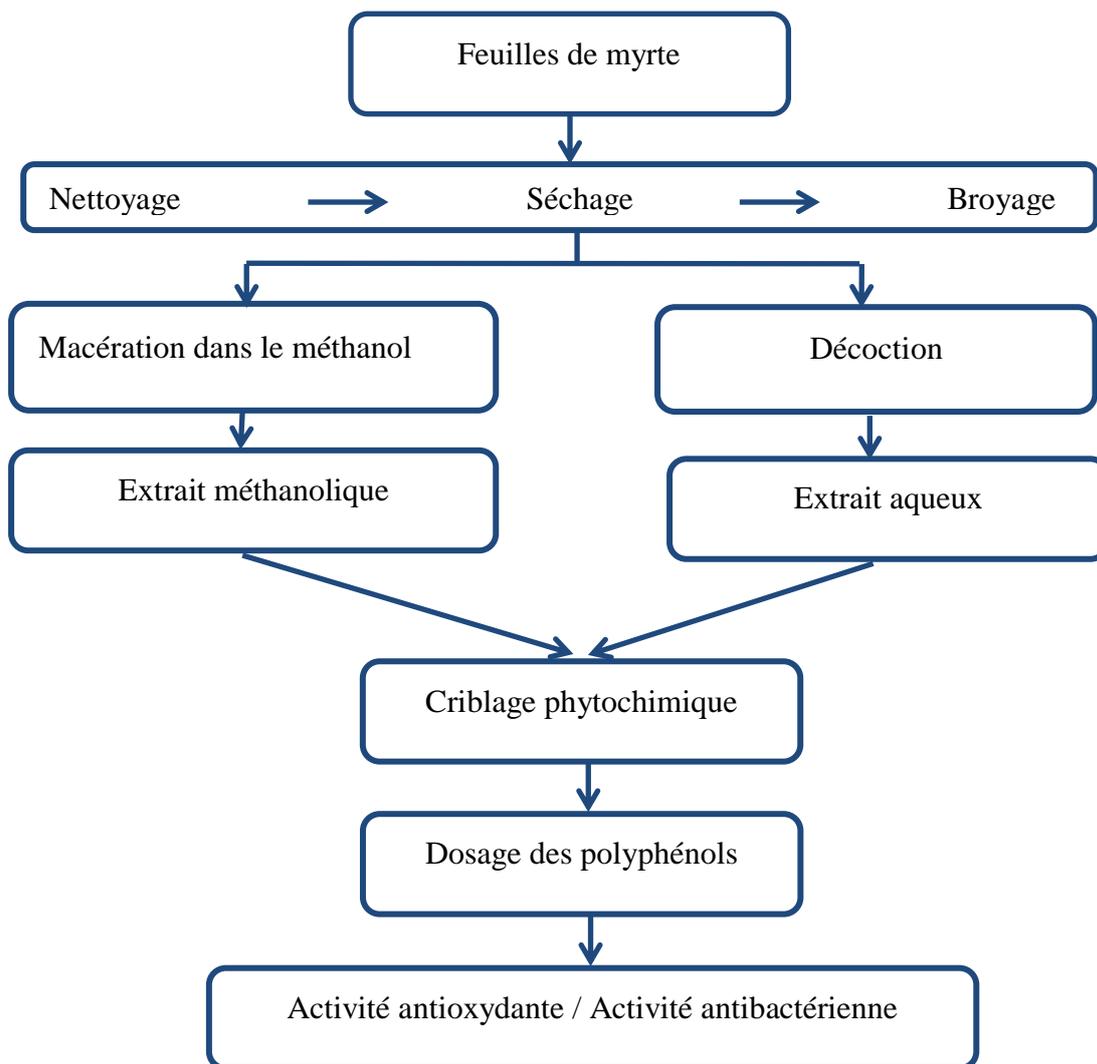
Des disques de 6 mm de diamètre découpés sur papier Wattman N°1, stérilisés, ont été imprégnés à raison de 12  $\mu$ l d'extraits (le DMSO a été utilisé comme témoin négatif). À l'aide d'une pince stérile les disques ont été déposés aseptiquement à la surface du milieu préalablement ensemencé. Les boîtes ont été incubées pendant 24 heures à 37°C. Pour une même souche nous avons réalisé deux essais (Figure 12).



**Figure 12** : Boîtes de Pétri après fixation des disques.

### 7.7. Lecture des résultats

Après incubation l'effet des extraits se traduit par l'apparition d'une zone d'inhibition circulaire transparente autour de disque correspondant à l'absence de la croissance bactérienne. L'activité antibactérienne a été déterminée à l'aide d'une règle mesurant le diamètre de la zone d'inhibition, plus le diamètre de cette zone est grand plus la souche est sensible.



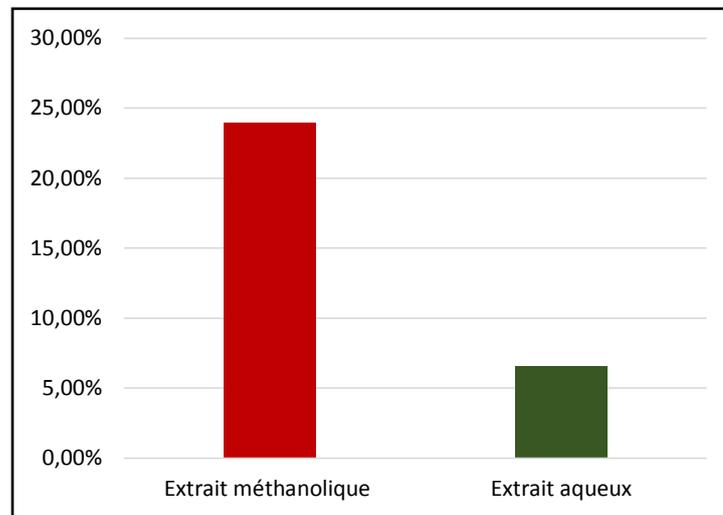
**Figure 13 :** Organigramme récapitulatif de l'étude expérimentale.



# RÉSULTATS ET DISCUSSION

## 1. Rendement des extraits

Le rendement d'extraction est le rapport de la quantité de substances naturelles extraites par l'action extractive d'un solvant à la quantité de ces substances contenues dans la matière végétale. Les deux extraits aqueux et méthanolique de *Myrtus communis*, ont été évaporés, pesés et les rendements sont donnés dans la figure 14.



**Figure 14** : Rendements des extraits de *Myrtus communis*.

Les résultats obtenus montrent que l'extrait méthanolique présente le rendement le plus élevé avec un pourcentage de 23.925 %, suivi de l'extrait aqueux avec un pourcentage de 6.57 %.

Le rendement de l'extrait méthanolique est comparable à celui obtenu par Hayder *et al.* (2008) qui est égale à 28.66 %

Par contre, par rapport à l'extrait aqueux, nous avons obtenu un rendement faible en comparaison avec le résultat obtenu par Hosseinzadeh *et al.* (2011) avec une valeur de 24.50%.

Le rendement n'est que relatif et semble être lié aux propriétés génétiques de la plante ainsi qu'à l'origine géographique, aux conditions et à la durée de stockage, de la récolte. Il dépend aussi de la méthode d'extraction et des caractéristiques physicochimiques des solvants utilisés, notamment leurs polarités.

## 2. Criblage phytochimique (mise en évidence des métabolites secondaires)

Le criblage phytochimique sert à détecter certains constituants dans les feuilles de *Myrtus communis*. Il est effectué par des tests et selon des réactions phytochimiques, qui sont basées sur des changements de couleur et des précipitations spécifiques par des réactifs spécifiques, indiquant la présence ou non de ces constituants. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 1.

**Tableau 1 :** Mise en évidence des métabolites secondaires

Composés phytochimiques	Test /extrait	Réaction Présence/Absence	Photographie des résultats
Alcaloïdes	Test de Mayer Extrait méthanolique	–	
Flavonoïdes	Test de Shinoda Extrait méthanolique	–	
Tanins	Test de Braymer Extrait éthanolique	+	

<p>Saponines</p>	<p>Test de mousse Extrait aqueux</p>	<p>+</p>	
<p>Résines</p>	<p>Test du précipité Extrait éthanolique</p>	<p>-</p>	
<p>Glycosides</p>	<p>Test Kellar-Kiliani Extrait éthanolique</p>	<p>+</p>	
<p>Stérols et stéroïdes</p>	<p>Extrait méthanolique</p>	<p>-</p>	

Anthocyanes	Extrait aqueux	-	
Coumarines	Extrait aqueux	+	
Quinones libres	Extrait d'éther de pétrole	-	
Mucilages	Extrait aqueux	-	

(+) : présence, (-) : absence

Notre espèce est riche en tanins, coumarines, glucosides et en saponines ce qui est confirmé par la présence d'une couleur gris verdâtre, une fluorescence jaune après examen sous UV, une couleur vert bleue et la formation d'une mousse stable respectivement. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Alqethami & Aldhebiani (2020) qui ont travaillé sur le myrte récolté au niveau de Jeddah.

Nos résultats diffèrent de ceux obtenus par Dellaoui *et al.* (2018), qui ont travaillé sur le myrte récolté à l'état frais dans les zones montagneuses de Chreaa. Dans cette étude, la présence des quinones libres, saponosides et alcaloïdes a été révélée. Tandis que les flavonoïdes, les coumarines, les anthocyanes, les stérols et stéroïdes sont absents.

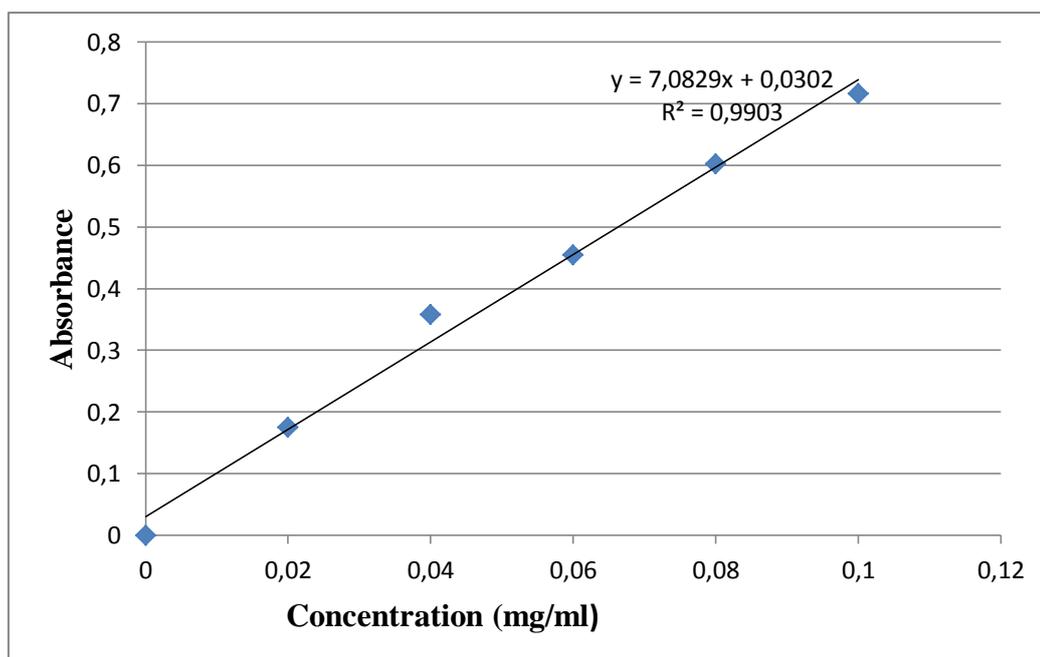
Bouchenak *et al.* (2020), ont montré dans leur étude que les feuilles de myrte, récoltées au mois de mars au niveau de la région de Boudouaou et de Bordj Menaiel (wilaya de Boumerdes), sont fortement riche en tanins totaux et galliques, leuco anthocyanes, coumarines, saponosides, polyphénols, sucres réducteurs et glucosides. Les flavonoïdes et les alcaloïdes sont moyennement présents.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Hayder *et al.* (2004) où l'extrait aqueux de *Myrtus communis* collecté dans le parc national de Boukornine situé au nord-est de la Tunisie en novembre, a montré la présence de coumarines et de tanins. Par contre ils ont signalé la présence des flavonoïdes. Ces derniers ont été présents dans les extraits méthanoliques des feuilles de myrte (Turque) dans les travaux de Serce *et al.* (2009).

En effet, les tests phytochimiques sont des tests qualitatifs variables en fonction de la méthode d'extraction, le solvant utilisé, la partie de la plante étudiée, la région et la saison de récolte.

### **3. Dosage des polyphénols totaux**

Les analyses quantitatives des phénols totaux, ont été déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant l'acide gallique comme standard (Figure 15). Les valeurs obtenues sont exprimées en mg EAG/mg d'extrait.



**Figure 15 :** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

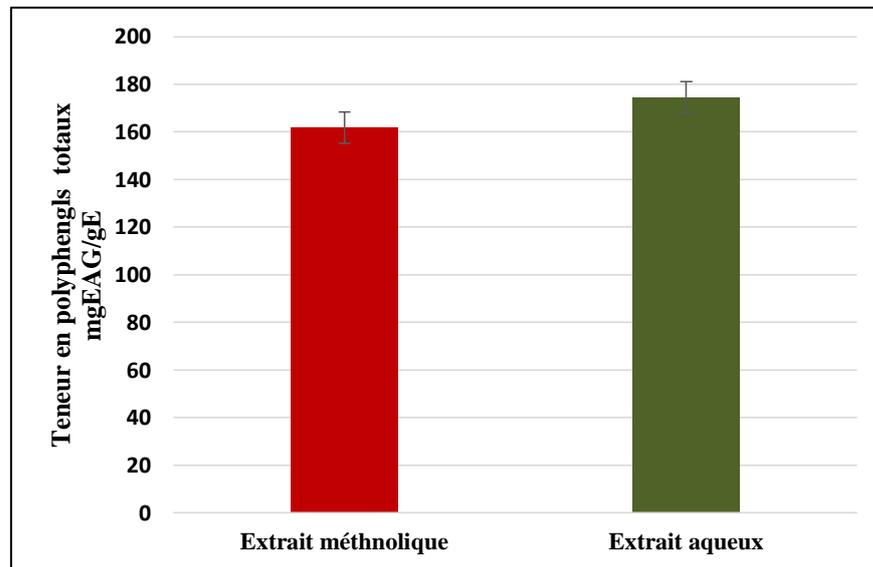
À partir de la courbe d'étalonnage, la concentration des composés phénoliques totaux des extraits est estimée par l'équation suivante :

$$y = 7.0829x + 0.0302 \text{ avec un coefficient } R^2 = 0,9903.$$

Les résultats obtenus exprimés en mg équivalent d'acide gallique par g d'extrait (mg EAG/g E), sont présentés dans le tableau 2 et la figure 16.

**Tableau 2 :** Teneur en phénols totaux dans les extraits.

Echantillon dosé	Teneurs en phénols totaux (mg équivalent d'acide gallique/g d'extrait)
Extrait méthanolique	161,7 ± 7
Extrait aqueux	174,47 ± 6,6



**Figure 16 :** Teneur en phénols totaux des extraits

Selon les résultats du tableau 2 et la figure 16, la concentration la plus élevée des phénols a été mesurée dans l'extrait aqueux, avec un taux de  $174,47 \pm 6,6$  mg EAG/ g d'extrait, par rapport à l'extrait méthanolique  $161,7 \pm 7$  mg EAG/ g E.

Le taux des polyphénols totaux contenus dans notre extrait aqueux est proche de celui obtenu par Bouaziz *et al.* en 2014 où l'espèce a été collecté dans la région de Jijel au cours du mois de Septembre, qui est de l'ordre de  $157.70 \pm 2.65$  mg EAG/g E. Dans la même étude, la teneur en polyphénols dans l'extrait méthanolique est de l'ordre de  $260.44 \pm 2.52$  mg EAG/g E, une teneur plus élevée que celle trouvée dans notre travail.

Les valeurs des polyphénols totaux de notre étude sont supérieures à celles rapportés par Aidi Wannas *et al.* (2010) où la teneur totale en phénols variait entre les différentes parties du myrte collectées au stade de floraison en juillet à Jbal stara dans le nord-est de la Tunisie : 33.67 mg EAG/g E dans l'extrait méthanolique des feuilles -15.70 mg EAG/g E dans l'extrait de fleurs et 11.11 mg EAG/ g E dans la tige-. Ce résultat est proche de celui trouvé dans l'étude d'Amensour *et al.* (2009) où les extraits méthanoliques et aqueux des feuilles de myrte collectées de la région de Chefchaouen (Maroc) avaient des concentrations de 31.2 et 35.6 mg EAG/g E respectivement.

Une teneur supérieure de polyphénols, dans l'extrait méthanolique de feuilles a été observé dans l'étude de Yangui *et al.* (2021), avec une valeur de 219.33 mg EAG/g E.

La concentration des composés phénoliques dans les extraits dépend de la polarité du solvant et la méthode utilisée pour l'extraction (Herzi, 2013). Elle peut dépendre aussi de

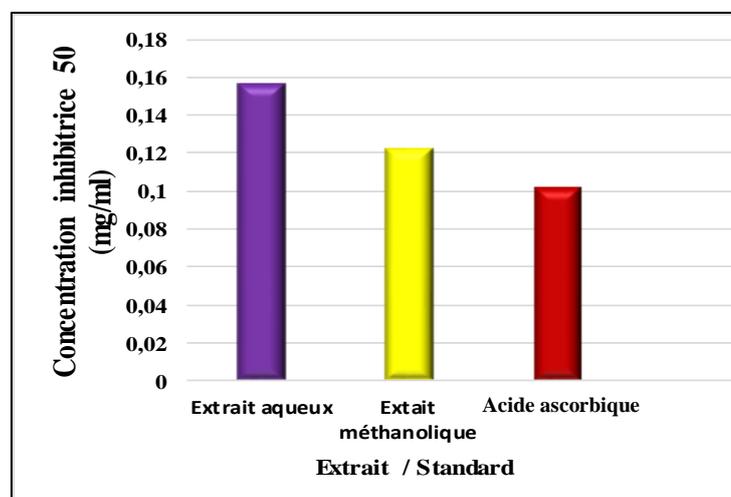
l'origine de la plante (Ebrahimzadeh *et al.*, 2008), des conditions climatiques, de la localisation géographique, de la période de récolte, des facteurs génétiques (Bouchenak *et al.*, 2020), des différentes maladies qui peuvent affecter la plante, de la maturité de la plante (Park & Cha, 2010) et même la partie de la plante étudiée.

## 5. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits

L'activité antioxydante des extraits méthanoliques et aqueux de *Myrtus communis* et de l'antioxydant standard (Acide ascorbique) vis-à-vis du radical DPPH a été évaluée en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette (DPPH) à la couleur jaune (DPPH-H).

Les résultats obtenus montrent que nos extraits et le standard réduisent d'une manière dose-dépendante le radical DPPH, c'est à dire le pourcentage de réduction (ou d'inhibition) du DPPH augmente avec la concentration des extraits, jusqu'à un seuil où le pourcentage d'inhibition se stabilise avec l'élévation de la concentration des extraits.

La concentration d'un extrait ou d'un standard provoquant 50 % d'inhibition ou de réduction du DPPH ( $IC_{50}$ ) est calculée à partir de la partie linéaire de la courbe de pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de cet extrait (ou standard), avec un coefficient de régression supérieur à 0.95 ( $R^2 > 0.95$ ). Selon les résultats montrés dans la figure 17, les extraits aqueux et méthanolique sont dotés d'un bon pouvoir antioxydant, avec des  $IC_{50}$  respectives de 0.156 et 0.122 mg/ml qui sont relativement faibles que celle de l'acide ascorbique (contrôle positif) dont la valeur est de 0.102 mg/ml (parce que la capacité antioxydante d'un composé est d'autant plus élevée que son  $IC_{50}$  est petite).



**Figure 17 :** Concentration inhibitrice 50 des extraits en mg/ml.

Dans des études antérieures réalisées par Bouaziz *et al.* (2014), Aidi wannes *et al.* (2010) et Hayder *et al.* (2004) sur des extraits méthanoliques, l'activité antiradicalaire au DPPH  $IC_{50}$  variait entre 0.006 mg/ml 0.008 mg/ml. Ces résultats sont meilleurs en comparaison à ceux de notre étude (0.122 mg/ml).

Selon Ferreira *et al.* (2006) le potentiel réducteur des extraits végétaux est dû à la présence de molécules capables de donner des électrons qui peuvent réagir avec les radicaux libres et les convertir en produits stables, terminant de ce fait les réactions en chaînes.

D'un autre coté les propriétés antioxydantes des extraits des plantes aromatiques sont principalement attribuées à des composés actifs présents dans ces plantes. Cela peut être dû à la forte proportion de constituants principaux mais aussi à la présence d'autres constituants en petites quantités mais présentant une activité forte ou à la synergie entre eux (Herzi, 2013).

Donc l'activité antioxydante est souvent due à la présence de composés phénoliques. Cependant, dans notre étude, l'extrait méthanolique obtenu a une teneur faible en composés phénoliques estimée de 0.16 mg EAG/mg E alors que son pouvoir antioxydant est important ( $IC_{50} = 0.122$ ) par rapport à l'extrait aqueux (0.17 mg EAG/mg E ;  $IC_{50} = 0.156$ ). Ceci peut être expliqué par le fait que les composés non phénoliques sont responsables de cette activité ou que les composés phénoliques détectés sont très actifs. On peut supposer que les composés phénoliques présents dans l'extrait méthanolique sont probablement des molécules très actives.

#### 4. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits

Les résultats de l'activité antibactérienne sont symbolisés par des signes, suivant la sensibilité des souches vis-à-vis des extraits testés : (-) : Résistant ( $\varnothing < 08$  mm), (+) : Sensible ( $09 < \varnothing < 14$  mm), (++) : Très sensible ( $15 < \varnothing < 19$  mm) et (+++) : Extrêmement sensible ( $\varnothing > 20$  mm) (Fertout-mouri *et al.*, 2016).

Comme le montre le tableau 3 et la figure 18, les diamètres des zones d'inhibition des extraits méthanoliques et aqueux étudiées varient de  $1,15 \pm 0,07$ cm jusqu'à  $2,8 \pm 0,14$ cm, avec la plus grande zone d'inhibition observée contre *staphylococcus sp* pour l'extrait méthanolique.

**Tableau 3 :** Activité antibactérienne des extraits méthanolique et aqueux

Souches bactériennes	Diamètre des zones d'inhibition (mm) et la sensibilité des souches bactériennes	
	Extrait méthanolique	Extrait aqueux
<i>Staphylococcus sp</i>	28 ±1,4	12 ± 1,4
<i>B. subtilis</i>	23,5 ± 2,1	11,5 ± 0,7
<i>E. coli</i>	22,5 ± 2,1	14 ± 4,2

L'extrait méthanolique exprime le meilleur résultat sur *staphylococcus sp* (Gram +), il montre aussi une très forte activité antibactérienne contre *Bacillus subtilis* (Gram +), et une action intéressante sur *Escherichia coli* (Gram -) avec des zones d'inhibition estimé de 28 ±1,4, 23,5 ± 0,21, 22,5 ± 2,1 mm de diamètre respectivement.

L'extrait aqueux exprime une efficacité importante contre *Escherichia coli*, *Staphylococcus sp* et *Bacillus subtilis* avec des zones d'inhibition de 14 ± 4,2, 12 ± 1,4, 11,5 ± 0,7 cm de diamètre respectivement.

Nos résultats sont semblables à ceux rapportés par Manssouri *et al.* (2008) qui ont constaté que l'extrait méthanolique a inhibé la croissance des bactéries *S. aureus* et *E. coli*. Dans le même contexte Messouad *et al.* (2012) ont montré que les infusions de myrte ont présenté une activité antimicrobienne substantielle contre *E. coli*.

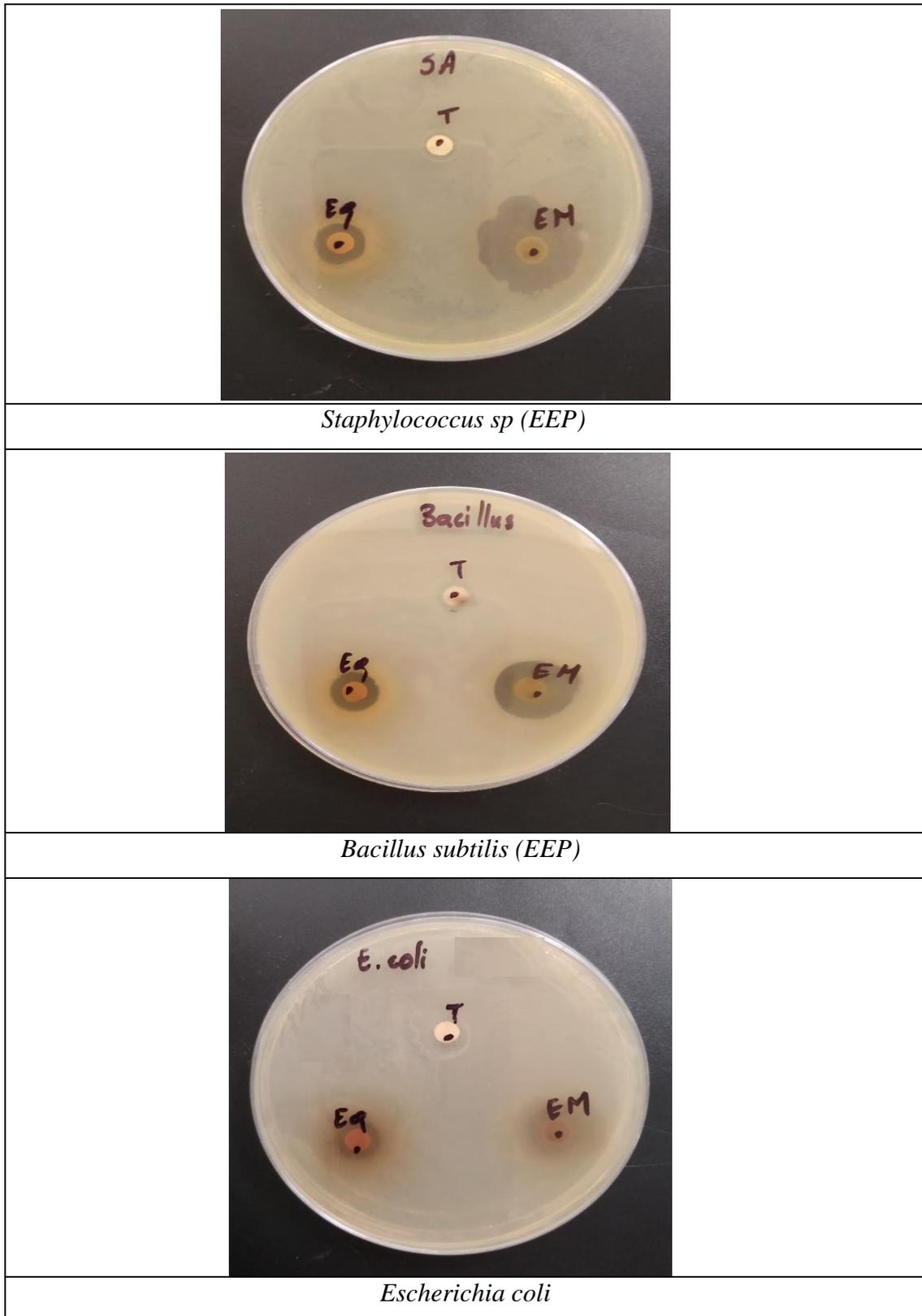
De même Raeiszadeh *et al.* (2018) ont montré que l'extrait méthanolique de *Myrtus communis* a un effet inhibiteur potentiel contre *S. aureus* et *B. subtilis*.

Cette différence de sensibilité est due à l'état physiologique de la bactérie, les conditions de conservation, de stockage et de transport, la concentration en extrait utilisé, le procédé et les conditions d'extraction et la diffusion des extraits à travers la gélose.

La grande sensibilité des bactéries à Gram+ contre les extraits pourrait être due à la structure de la membrane et de la paroi cellulaire externe.

Selon Ben Abdellah *et al.* (2019), l'absence de la membrane extérieure qui entoure la paroi des bactéries Gram (+) permet le contact direct des constituants des composés phénoliques isolés avec les phospholipides bicouches de la membrane cellulaire, ce qui

provoque une augmentation de la perméabilité aux ions et le passage des constituants ou une altération des systèmes enzymatiques bactériens intracellulaires vitaux.



**Figure 18 :** Résultats de l'activité antibactérienne.



# CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

Le myrte est une plante typique du pourtour méditerranéen. Connue depuis bien longtemps, pour ses nombreuses utilisations thérapeutiques dans les médecines traditionnelles.

Nous nous sommes focalisées dans ce travail sur le criblage phytochimique, l'estimation des taux des polyphénols des extraits de feuilles du myrte, et l'évaluation de leurs activités antioxydante et antibactérienne.

Le criblage phytochimique des métabolites secondaires a révélé une richesse en tanins, saponines, glycosides et coumarines. Une absence a été observée pour les alcaloïdes, flavonoïdes, résines, stéroles et stéroïdes, anthocyanes, quinones libres et mucilages.

Nos résultats ont montré que nos extraits sont riches en polyphénols totaux avec une teneur plus élevée observée pour l'extrait aqueux avec un taux de  $174,47 \pm 6,6$  suivi de l'extrait méthanolique avec un taux de  $161,7 \pm 7$  mg EAG/ g E.

Les résultats du test au DPPH ont révélé que les extraits de myrte présentent des activités anti-radicalaires importantes avec des IC<sub>50</sub> égales 0.122 et 0.156 mg/ml pour l'extrait méthanolique et l'extrait aqueux respectivement.

L'étude de l'activité antibactérienne par la technique de diffusion en milieu gélosé a montré que les extraits méthanolique et aqueux ont un effet inhibiteur sur la croissance des bactéries testées : *Staphylococcus sp.*, *B. subtilis* et *E. coli*. Nos résultats ont montré que l'extrait méthanolique possède le meilleur effet antimicrobien sur ces souches.

Cette étude contribue à la connaissance des potentiels antioxydants et antimicrobiens du myrte *in vitro*. Il serait intéressant de réaliser d'autres études pour évaluer le potentiel antioxydant *in vivo*. Il serait, également intéressant d'étudier d'autres activités biologiques notamment l'activité anti-inflammatoire, antidiabétique et anti-Alzheimer.



# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## (A)

- Astani, A., Reichling, J., & Schnitzler, P. (2011).** Screening for antiviral activities of isolated compounds from essential oils. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. <https://doi.org/10.1093/ecam/nep187>
- Aleksic, V., & Knezevic, P. (2014).** Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis* L. *Microbiological Research*, 169(4), 240–254. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.10.003>.
- Amensour, M., Sendra, E., Abrinia, J., Bouhdida, S., Pérez-Alvarez, J. A. & Fernández-López, J. (2009).** Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Myrtle (*Myrtus communis*) Extracts. *Natural Product Communications*, 4(6), 819-824.
- Alqethami, A., & Aldhebiani, A. Y. (2020).** Medicinal plants used in Jeddah, Saudi Arabia: Phytochemical screening. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 28 (1), 805-812. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.013>.
- Ayvaz, A., Sagdic, O., Karaborklu, S., & Ozturk, I. (2010).** Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects. *Journal of Insect Science*, 10(1), 1–13. <https://doi.org/10.1673/031.010.2101>.
- Azimi, M., & Hasheminasab, F. S. (2020).** Evaluating the efficacy and safety of the myrtle (*Myrtus communis*) in treatment and prognosis of patients suspected to novel coronavirus disease (COVID-19): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 21(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/s13063-020-04915-w>.

## (B)

- Babae, N., Mansourian, A., Momen-Heravi, F., Moghadamnia, A., & Momen-Beitollahi, J. (2010).** The efficacy of a paste containing *Myrtus communis* (Myrtle) in the management of recurrent pathos stomatitis: a randomized controlled trial. *Clin Oral Invest*, 14, 65–70. <https://doi.org/10.1007/s00784-009-0267-3>.
- Ben Ghnaya, A., Chograni, H., Messoud, C., & Boussaid, M. (2013).** Comparative Chemical Composition and Antibacterial Activities of *Myrtus communis* L. Essential Oils Isolated from Tunisian and Algerian Population. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 04(07). <https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000186>.

- Birhanie, M. W., Walle, B., & Rebba, K. (2016).** Hypnotic effect of the essential oil from the leaves of *Myrtus communis* on mice. *Nature and Science of Sleep*, 8, 267–275. <https://doi.org/10.2147/NSS.S101493>.
- Bouaziz, A., Khennouf, S., Zarga, M. A., Abdalla, S., Baghiani, A., & Charef, N. (2015).** Phytochemical analysis, hypotensive effect and antioxidant properties of *Myrtus communis* L. growing in Algeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(1), 19–28. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(15\)30165-9](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(15)30165-9).
- Bouaoudia-Madi, N., Boulekbache-Makhlouf, L., Kadri, N., Dahmoune, F., Remini, H., Dairi, S., Oukhmanou-Bensidhoum, S., & Madani, M. (2017).** Phytochemical analysis of *Myrtus communis* plant : Conventional versus microwave assisted-extraction procedures. *Journal of Complementary and Integrative Medicine* (2–13). <https://doi.org/10.1515/jcim-2016-0098>.
- Bouchenak, O., Yahiaoui, K., Benhabyles, N., Laoufi, R., Toubal, S., El haddad, Djillali, Oussaid, S., Blizak, D., & Arab, K. (2020).** Criblage phytochimique et évaluation du pouvoir antioxydant des feuilles de *Myrtus communis* L. et *Rhamnus alaternus* L. *Revue Agrobiologia* , 10(1), 1749-61.
- Bouzabata, A. (2013).** Traditional treatment of high blood pressure and diabetes in Souk Ahras district. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 5(1), 12–20. <https://doi.org/10.5897/JPP11.065>.
- Bouzabata, A. (2017).** Contribution à l'étude d'une plante médicinale et aromatique *Myrtus communis* L. Thèse de doctorat. Faculté de médecine, Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie.

## (C)

- Choudhary, M. I., Khan, N., Ahmad, M., Yousuf, S., Fun, H., Soomro, S., Asif, M., & Mesaik, M. A. (2013).** New Inhibitors of ROS Generation and T - Cell Proliferation from *Myrtus communis*. *Organic letters*, 6, 15–18.
- Conde, E., Cara, C., Moure, A., Ruiz, E., Castro, E., & Domínguez, H. (2009).** Antioxidant activity of the phenolic compounds released by hydrothermal treatments of olive tree pruning. *Food Chemistry*, 114(3), 806–812. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.017>.

**Conti, B., Canale, A., Bertoli, A., Gozzini, F., & Pistelli, L. (2010).** Essential oil composition and larvicidal activity of six Mediterranean aromatic plants against the mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, 107(6), 1455–1461. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2018-4>.

**Curini, M., Bianchi, A., Epifano, F., Bruni, R., Torta, L., & Zambonelli, A. (2003).** Composition and in vitro antifungal activity of essential oils of *Erigeron canadensis* and *Myrtus communis* from France. *Khimiya Prirodnykh Soedinenii*, 2003(2), 144–146.

### (D)

**Deruaz, D., Reynaud, J., & Raynaud, J. (1993).** Evaluation of the molluscicidal properties of *Myrtus communis* L. (Myrtaceae). *Phytotherapy Research*, 7(6), 428–430. <https://doi.org/10.1002/ptr.2650070609>.

**Dellaoui, H., Berroukche, A., Halla, N., Lahcene Boudaoud, L., & Terras, M. (2018).** Etude phytochimique et évaluation du pouvoir antioxydant de l'extrait méthanolique de fruit du *Myrtus communis* L. *PhytoChem & BioSub Journal*, 12(2), 2170-1768.

**Désiré, D. J. (2005).** Etude phytochimique et activités biologiques de quatre espèces Camerounaises de la famille des Myrtaceae: *Eucalyptus saligna* Sm., *Callistemon viminalis* W., *Syzygium guineense* W. et *Syzygium aromaticum* M. et P. Thèse de doctorat. Université de Dschang (Cameroun) Faculté des sciences institut de chimie.

### (E)

**Aboutabl, E. A., Meselhy, K. M., Elkhreisy, E. M., Nassar, M. I. & Fawzi, R. B. (2011).** Composition and Bioactivity of Essential Oils from Leaves and Fruits of *Myrtus communis* and *Eugenia supraxillaris* ( Myrtaceae ) Grown in Egypt. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 14 (2) , 192-200. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2011.10643921>.

**Ebrahimzadeh, M. A., Pourmorad, F., & Hafezi, S. (2008).** Antioxidant Activities of Iranian Corn Silk. *Turk J Biol*, 32, 43–49.

**EL-Haoud, E., Boufellous, M., Berrani, A., Tazougart, H., & Bengueddour, R.(2018).** Phytochemical screening of a medicinal plant: *mentha spicata* L. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, 7(4), 226-233.

**(F)**

- Fadil, M., Farah, A., Ihssane, B., Haloui, T., Lebrazi, S., & Rachiq, S. (2017).** Intrapopulation variability of *Myrtus communis* L. growing in Morocco: Chemometric investigation and antibacterial activity. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 7(April), 35–40. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2017.04.006>.
- Feisst, C., Franke, L., Appendino, G., & Werz, O. (2005).** Identification of Molecular Targets of the Oligomeric Nonprenylated Acylphloroglucinols from *Myrtus communis* and Their Implication as Anti-Inflammatory Compounds. *The journal of pharmacology and experimental therapeutics*, 315(1), 389–396. <https://doi.org/10.1124/jpet.105.090720.al>.
- Fertout-Mouri, N., Latreche, A., Mehdadi, Z. B., & Bengherraz, Z. (2016).** Activité antibactérienne de quatre extraits de *Teucrium polium* L. du mont de Tessala ( Algérie occidentale ). *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, 85, 253–262.
- Ferreira, A., Proenc, C., Serralheiro, M. L. M., & Ara, M. E. M. (2006).** The in vitro screening for acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plants from Portugal. *Journal of ethnopharmacology*, 108, 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.04.010>
- Fiorini-Puybaret, C., Aries, M. F., Fabre, B., Mamatas, S., Luc, J., Degouy, A., Ambonati, M., Mejean, C., & Poli, F. (2011).** Pharmacological properties of myrtacine® and its potential value in acne treatment. *Planta Medica*, 77(14), 1582–1589. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1270955>
- Franceschini, P. (2016).** *Myrtus communis* L. en Corse et en Méditerranée : de sa composition chimique jusqu'à ses utilisations thérapeutiques. Thèse de doctorat. Université Victor Segalen Bordeaux 2.

**(G)**

- Gardeli, C., Vassiliki, P., Athanasios, M., Kibouris, T., & Komaitis, M. (2008).** Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. *Food Chemistry*, 107(3), 1120–1130. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.036>

**González-Varo, J. P., Arroyo, J., & Aparicio, A. (2009).** Effects of fragmentation on pollinator assemblage, pollen limitation and seed production of Mediterranean myrtle (*Myrtus communis*). *Biological Conservation*, 142(5), 1058–1065. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.01.017>

**Gündüz, G. T., Gönül, Ş. A., & Karapinar, M. (2009).** Efficacy of myrtle oil against *Salmonella Typhimurium* on fresh produce. *International Journal of Food Microbiology*, 130(2), 147–150. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.01.010>.

### (H)

**Hayder, N., Abdelwahed, A., Kilani, S., Ammar, R. Ben, Mahmoud, A., Ghedira, K., & Chekir-ghedira, L. (2004).** Anti-genotoxic and free-radical scavenging activities of extracts from ( Tunisian ) *Myrtus communis*. *Genetic toxicologie and environmental mutagenises*, 564, 89–95. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2004.08.001>.

**Hayder, N., Skandrani, I., Kilani, S., Bouhlel, I., Abdelwahed, A., & Ammar, R. Ben. (2008).** Antimutagenic activity of *Myrtus communis* L. using the *Salmonella* microsome assay. *South african journal of botany*, 74, 121–125. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2007.10.001>.

**Hayder, N., Bouhlel, I., Skandrani, I., Kadri, M., Steiman, R., Guiraud, P., Mariotte, A. M., Ghedira, K., Dijoux-Franca, M. G., & Chekir-Ghedira, L. (2008).** In vitro antioxidant and antigenotoxic potentials of myricetin-3- o -galactoside and myricetin-3- o -rhamnoside from *Myrtus communis* : Modulation of expression of genes involved in cell defence system using cDNA microarray. *Toxicology in vitro*, 22, 567–581. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2007.11.015>.

**Hennia, A. (2016).** Extraction et étude de l'activité biologique des huiles essentielles du Myrte (*Myrtus communis* L.).Thèse de doctorat.Universite abdelhamid ibn badis de mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

**Herzi, N. (2013).** Extraction et purification de substances naturelles : comparaison de l'extraction au CO<sub>2</sub>-supercritique et des techniques conventionnelles. Thèse de doctoratInstitut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse).

**Hosseinzadeh, H., Khoshdel, M., & Ghorbani, M. (2011).** Antinociceptive , Anti-inflammatory Effects and Acute Toxicity of Aqueous and Ethanolic Extracts of *Myrtus*

communis L . Aerial Parts in Mice. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 4(4), 242–247. <https://doi.org/10.1016/j.jams.2011.09.015>.

(I)

**Issa, I. A., & Bulle, M. H. (2015).** A Comparative Study of the Hypoglycemic Effect of Aqueous and Methanolic Extracts of *Myrtus communis* on Alloxan Induced Diabetic Siwis Albino Mice. *Medicinal & Aromatic Plants*, 04(03). <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000190>.

**Iazzourene, 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.).Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach – Alger.

(K)

**Kalachanis, D., & Psaras, G. K. (2005).** Structure and development of the secretory cavities of *Myrtus communis* leaves. *Biologia Plantarum*, 49(1), 105–110. <https://doi.org/10.1007/s00000-005-5110-2>.

**Khani, A., & Basavand, F. (2013).** *Chemical Composition and Insecticidal Activity of Myrtle ( Myrtus communis L . ) Essential Oil against Two Stored-Product Pests. Journal of medicinal plants and by products*, 83–89.

**Kayedi, M. H., Haghdoost, A. A., Salehnia, A. & Khamisabadi, K. (2014).** Evaluation of Repellency Effect of Essential Oils of *Satureja khuzestanica* (Carvacrol), *Myrtus communis* (Myrtle), *Lavendula officinalis* and *Salvia sclarea* using Standard WHO Repellency Tests. *Iranian Journal of Arthropod-Borne Diseases* , 8(1), 60-8.

**Kontiza, I., Stavri, M., Zloh, M., Vagias, C., Gibbons, S., & Roussis, V. (2008).** New metabolites with antibacterial activity from the marine angiosperm *Cymodocea nodosa*. *Tetrahedron*, 1696–1702. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2007.12.007>.

**Kumar, J., Kaur, A., & Narang, P. (2019).** Phytochemical screening and metal binding studies on floral extract of *Solanum nigrum*. *Materials Today: Proceedings*, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.09.170>.

**(L)**

**Limonier, A. S. (2018).** La Phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Thèse de doctorat. Département de bio-ingénierie pharmaceutique. Faculté de pharmacie de Marseille.

**(M)**

**Mahboubi, M., & Bidgoli, F. G. (2010).** In vitro synergistic efficacy of combination of amphotericin B with *Myrtus communis* essential oil against clinical isolates of *Candida albicans*. *Phytomedicine*, 17(10), 771–774. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2010.01.016>.

**Makhloufi, A. (2013).** Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar (*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Thèse de doctorat. Université Aboubaker Belkaid de Tlemcen. Faculté des sciences.

**Mansouri, S., Foroumadi, A., Ghaneie, T., Mansouri, S., Foroumadi, A., Ghaneie, T., & Najar, A. G. (2008).** Antibacterial Activity of the Crude Extracts and Fractionated Constituents of *Myrtus communis*. *Pharmaceutical biology*, 39(5), 399–401. <https://doi.org/10.1076/phbi.39.5.399.5889>.

**Mata, A. T., Proenc, C., Ferreira, A. R., & Serralheiro, M. L. M. (2007).** Food Chemistry Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices. *Food chemistry*, 103, 778–786. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.017>.

**Mehlhorn, H., & Amer, A. (2006).** Larvicidal effects of various essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* larvae (Diptera, Culicidae). *Parasitol Res*, 99(4), 466–472. <https://doi.org/10.1007/s00436-006-0182-3>.

**Mehrabani, M., Kazemi, A., Ayatollahi Mousavi, S. A., Rezaifar, M., Alikhah, H., & Nosky, A. (2013).** Evaluation of antifungal activities of *Myrtus communis* L. by bioautography method. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 6(8), 1–8. <https://doi.org/10.5812/jjm.8316>.

- Mimica-Dukić, N., Bugarin, D., Grbović, S., Mitić-Ćulafić, C., Vuković-Gačić, B., Orčić, D., Jovin, E., & Couladis, M. (2010).** Essential Oil of *Myrtus communis* L. as a Potential Antioxidant and Antimutagenic Agents. *Open access molecules*, 15, 2759-2770. <https://doi.org/10.3390/molecules15042759>.
- Messaoud, C., Béjaoui, A., & Boussaid, M. (2011).** Fruit color, chemical and genetic diversity and structure of *Myrtus communis* L. var. *italica* Mill. morph populations. *Biochemical Systematics and Ecology*, 39(4–6), 570–580. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2011.08.008>.
- Messaoud, C., & Boussaid, M. (2011).** *Myrtus communis* Berry Color Morphs: A Comparative Analysis of Essential Oils, Fatty Acids, Phenolic Compounds, and Antioxidant Activities. *Chemistry & biodiversity*, 8(2), 300-310. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201000088>.
- Messaoud, C., Laabidi, A., & Boussaid, M. (2012).** *Myrtus communis* L. Infusions: The Effect of Infusion Time on Phytochemical Composition, Antioxidant, and Antimicrobial Activities. *Journal of Food Science*, 77(9), 1–7. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02849.x>.
- Montoro, P., Carlo, I.G., Tuberoso, B., Piacente, S., Perrone, A., De Feo, V., Cabras, P., & Pizza, C. (2006).** Stability and antioxidant activity of polyphenols in extracts of *Myrtus communis* L. berries used for the preparation of myrtle liqueur. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 41, 1614–1619. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2006.02.018>.
- Moreira, M. R. C., Salvadori, M. G. da S. S., de Almeida, A. A. C., de Sousa, D. P., Jordán, J., Satyal, P., de Freitas, R. M., & de Almeida, R. N. (2014).** Anxiolytic-like effects and mechanism of (-)-myrtenol: A monoterpene alcohol. *Neuroscience Letters*, 579, 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2014.07.007>.
- Motazedian, S., Ravan, S., & Bandani A. R. (2020).** Toxicity and repellency effects of three essential oils on two populations of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Persian Journal of Acarology*, 9(1), 67–81. <https://doi.org/10.22073/pja.v9i1.55853>.
- Müller, H., Paul, M., Hartmann, D., Huch, V., Blaesius, D., Koeberle, A., Werz, O., & Jauch, J. (2010).** Total Synthesis of Myrtucommulone A. *Angewandete Chemie*, 49, 2045–2049. <https://doi.org/10.1002/anie.200903906>

**(P)**

- Parekh, J., & Chanda, S. V. (2007).** In vitro Antimicrobial Activity and Phytochemical Analysis of Some Indian Medicinal Plants. *Turk J Biol*, 31, 53–58.
- Park, H. J., & Cha, H. C. (2010).** Flavonoids from leaves and exocarps of the grape Kyoho Flavonoids from Leaves and Exocarps of the Grape Kyoho. *Korean Journal of Biological Sciences*, 7, 327-330. <https://doi.org/10.1080/12265071.2003.9647723>.
- Parejo, I., Viladomat, F., Bastida, J., Rosas-Romero, A., Flerlage, N., Burillo, J., & Codina, C. (2002).** Comparison between the Radical Scavenging Activity and Antioxidant Activity of Six Distilled and Nondistilled Mediterranean Herbs and Aromatic Plants. *journal of agricultur and food chimestry* 50(23), 6882–6890.

**(Q)**

- Qaraaty, M., Kamali, S. H., Dabaghian, F. H., Zafarghandi, N., Mokaberinejad, R., Mobli, M., Amin, G., Naseri, M., & Kamalinejad, M. (2014).** Effect of myrtle fruit syrup on abnormal uterine bleeding: a randomized double-blind , placebo-controlled pilot study. *Daru Journal of Pharmaceutical Sciences*, 22(45), 1–7.

**(R)**

- Raeiszadeh, M., Esmaeili-tarzi, M., Bahrampour-juybari, K., Nematollahi-mahani, S. N., & Pardakhty, A. (2018).** South African Journal of Botany Evaluation the effect of Myrtus communis L . extract on several underlying mechanisms involved in wound healing: An in vitro study. *South African Journal of Botany*, 118, 144–150. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.07.006>.
- Rosa, A., Melis, M. P., Deiana, M., Atzeri, A., Appendino, G., Corona, G., Incani, A., Loru, D., & Dess, M. A. (2008).** Protective effect of the oligomeric acylphloroglucinols from Myrtus communis on cholesterol and human low density lipoprotein oxidation. *Chemistry and Physics of Lipids*, 155, 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2008.04.005>.
- Rossi, A., Paola, R. Di, Mazzon, E., Genovese, T., Caminiti, R., Bramanti, P., Pergola, C., Koeberle, A., Werz, O., & Sautebin, L. (2009).** Myrtucommulone from Myrtus communis Exhibits Potent Anti- Inflammatory Effectiveness in Vivo. *Journal of*

*pharmacology and experimental*, 329(1), 76–86.

<https://doi.org/10.1124/jpet.108.143214>.

**Rupesh, K. M., Phaneendra, P., Bodhanapu, S., Rahiman, F. O. M., Mohamed, N. K., & Tamizmani, T. (2011).** *Antioxidant and hepatoprotective activity of the aqueous extract of Myrtus communis (myrtle) Linn. leaves. Pharmacologyonline, 1*, 1083–1090.

(S)

**Sara, S., Ibrar, M., Ullah, B., Muhammad, N., & Ehsan, M. (2013).** Analgesic and gastrointestinal motility profile of essential oil from Myrtus communis leaves. *Phytopharmacology*, 4(1), 81-86.

**Sedat Serce, S., Ercisli, S., Sengul, M., Gunduz, k., & Orhan, E. (2010).** Antioxidant activities and fatty acid composition of wild grown myrtle ( Myrtus communis L .) fruits. *Pharmacognosy Magazine*, 21(4), (9–12). <https://doi.org/10.4103/0973-1296.59960>.

**Sepici, A., Gürbüz, I., Çevik, C., & Yesilada, E. (2004).** Hypoglycaemic effects of myrtle oil in normal and alloxan-diabetic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology*, 93(2–3), 311–318. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.03.049>.

**Serio, A., Chaves-López, C., Martuscelli, M., Mazzarrino, G., Di Mattia, C., & Paparella, A. (2014).** Application of Central Composite Design to evaluate the antilisterial activity of hydro-alcohol berry extract of Myrtus communis L. *LWT - Food Science and Technology*, 58(1), 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.027>

**Sulaiman, G. M., Abd-ul-Wahed, H. E., Abd-ul-Wahab, A. I., & Mohammad, A. A. (2013).** Antimicrobial Activity of Silver Nanoparticles Synthesized by Myrtus Communis Extract. *Eng. & Tech. Journal*, 31(3), 400–409.

**Sumbul, S., Mohd Aftab Ahmad, Asif, M., Saud, I., & Akhtar, M. (2010).** Evaluation of Myrtus communis Linn. berries (common myrtle) in experimental ulcer models in rats. *Human and Experimental Toxicology*, 29(11), 935–944. <https://doi.org/10.1177/0960327110364154>.

(T)

**Tayoub, G., Alnaser, A. A., & Ghanem, E. (2012).** Fumigant activity of leaf essential oil from Myrtus communis L . against the Khapra Beetle. *International Journal of*

*Medicinal and Aromatic Plants.*, 1(2), 207-213.

**Taheri, A., Seyfan, A., Jalalinezhad, S., & Nasri, F. (2013).** Antibacterial effect of *Myrtus Communis* hydro-alcoholic extract on pathogenic bacteria. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 15 (6), 19-24.

**Traboulsi, A. F., Taoubi, K., El-Haj, S., Bessiere, J. M., & Rammal, S. (2002).** Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). *Pest Management Science*, 58(5), 491–495. <https://doi.org/10.1002/ps.486>.

**Tretiakova, I., Blaesius, D., Maxia, L., Wesselborg, S., Schulze-Osthoff, K., Cinatl, J., Michaelis, M., & Werz, O. (2008).** Myrtucommulone from *Myrtus communis* induces apoptosis in cancer cells via the mitochondrial pathway involving caspase-9. *Apoptosis*, 13(1), 119–131. <https://doi.org/10.1007/s10495-007-0150-0>.

### (U)

**Ukoha, P. O., Cemaluk, E. A. C., Nnamdi, O. L., & Madus, E. P. (2011).** Tannins and other phytochemical of the *Samanea saman* pods and their antimicrobial activities. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 5(8), 237–244.

### (W)

**Wannes, W. A., & Mezouk, B. (2013).** Effect on Essential Oil Yield and Composition of *Myrtus communis* var . *Baetica* Fruit., *Journal of Essential Oil Bearing Plants* *Maturational*, 37–41. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2012.10644130>.

**Wannes, W. A., Mhamdi, B., Sriti, J., Jemia, M. Ben, Ouchikh, O., Hamdaoui, G., Kchouk, M. E., & Marzouk, B. (2010).** Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle ( *Myrtus communis* var . *italica* L . ) leaf , stem and flower. *Food and Chemical Toxicology*, 48(5), 1362–1370. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.03.002>.

### (Y)

**Yangui, I., Younsi, F., Ghali, W., Boussaid, M., & Messaoud, C. (2021).** Phytochemicals, antioxidant and anti-proliferative activities of *Myrtus communis* L. genotypes from

Tunisia. *South African Journal of Botany*, 137, 35–45.

<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.09.040>.

(Z)

**Zanetti, S., Cannas, S., Molicotti, P., Bua, A., Cubeddu, M., Porcedda, S., Marongiu, B., & Sechi, L. A. (2010).** Evaluation of the antimicrobial properties of the essential oil of *Myrtus communis* L. Against clinical strains of mycobacterium spp. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2010. <https://doi.org/10.1155/2010/931530>.

**Zomorodian, K., Moein, M., Lori, Z. G., Ghasemi, Y., Rahimi, M. J., Bandegani, A., Pakshir, K., Bazargani, A., Mirzamohammadi, S., & Abbasi, N. (2013).** Chemical Composition and Antimicrobial Activities of the Essential Oil from *Myrtus communis* Leaves. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 16(1), 76–84. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2013.764183>.



# ANNEXES

## **Annexe 1**

### **Préparation des solutions**

#### **Réactif Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois)**

Ajouter 3ml du réactif Folin-Ciocalteu dans 27 ml d'eau distillée pour obtenir un volume de 30 ml.

#### **La solution de carbonate de sodium $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (7.5 %)**

Mettre 7.5 g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dans 100 ml d'eau distillée, et le mélange obtenu est maintenu sous agitation continue pendant une demi-heure

#### **Réactif de Mayer**

1,35g Chlorure de mercure + 5g d'iodure de potassium + 30 ml d'eau distillée. Agiter jusqu'à dissolution puis ajouter l'eau distillée jusqu'à 100 ml.

#### **La solution stérile saline 0.9% (9g/l)**

3.24 g de NaCl a été mélangé avec 360 ml d'eau distillée stérile.

## **Annexe 2**

### **Activité du piégeage du radical libre DPPH : Préparation des solutions**

#### **La solution méthanolique de DPPH**

Mélanger dans un erlen 0.004 g de DPPH avec 100 ml de méthanol (MeOH). Le mélange est maintenu sous agitation continue pendant une heure après enrobage par le papier Aluminium.

#### **Le control négatif (blanc / standard)**

Mélanger 50 µl de MeOH avec 1950 µl de la solution méthanolique de DPPH.

#### **Le control positif (témoin positif)**

Est représenté par une solution d'un antioxydant standard : l'acide ascorbique. Ce dernier est préparé en mélangeant 10 mg de vitamine C avec 10 ml de MeOH.

#### **La solution mère de l'extrait méthanolique**

Mélanger 20 mg de l'extrait méthanolique brut (obtenu après évaporation du solvant par un évaporateur rotatif) avec 5 ml de MeOH.

#### **La solution mère de l'extrait aqueux**

Mélanger 20 mg de l'extrait aqueux brut (obtenu après évaporation de l'eau distillée par un évaporateur rotatif) avec 5 ml de MeOH et 500 µl de DMSO

**Tableau 6 :** Gamme de dilution utilisé pour l'évaluation de l'activité antioxydante.

	Extrait méthanolique	Extrait aqueux	Acide ascorbique
Concentrations (mg / ml)	Composition		
4	20 mg d'EM + 5 ml MeOH	20 mg d'EQ + 5 ml MeOH	/
2	500 µl SM + 500 µl MeOH	500 µl SM + 500 µl MeOH	/
1	250 µl SM + 750 µl MeOH	250 µl SM + 750 µl MeOH	10 mg vit C + 10 ml MeOH
0.8	200 µl SM + 800 µl MeOH	200 µl SM + 800 µl MeOH	800 µl SM + 200 µl MeOH
0.6	150 µl SM + 850 µl MeOH	150 µl SM + 850 µl MeOH	600 µl SM + 400 µl MeOH
0.4	100 µl SM + 900 µl MeOH	100 µl SM + 900 µl MeOH	400 µl SM + 600 µl MeOH
0.2	50 µl SM + 950 µl MeOH	50 µl SM + 950 µl MeOH	200 µl SM + 800 µl MeOH
0.15	/	/	150 µl SM + 850 µl MeOH
0.1	/	/	100 µl SM + 900 µl MeOH
0.08	/	/	80 µl SM + 920 µl MeOH
0.05	/	/	50 µl SM + 950 µl MeOH

EM : extrait méthanolique, EQ : extrait aqueux, SM : solution mère, MeOH : méthanol

**Tableau 7 :** Différentes concentrations de l'acide gallique

[AG] : mg/ml	DO	DO - DO du blanc
0.02	0.326	0.175
0.04	0.509	0.358
0.06	0.606	0.455
0.08	0.753	0.602
0.1	0.867	0.716

Absorbance du blanc : 0.151, [AG] : concentration de l'acide gallique

### Annexe 3

#### Résultats du dosage des polyphénols

**Tableau 8 :** Résultats du dosage des polyphénols

Extrait	DO1- DO blanc	DO2- DO blanc	DO3- DO blanc	Moyenne	Quantité de polyphénols totaux en mg EAG/mg E	Equation de la courbe	R <sup>2</sup>
Méthanolique	1.153	1.233	1.141	1.176	0.161	y=7.0829x+0.0302	0.9903
Aqueux	1.315	1.261	1.222	1.266	0.174		

E : extrait, EAG : équivalent d'acide gallique, y : DO, x : [AG]

## Annexe 4

### Résultats de l'activité antiradicalaire DPPH

**Tableau 9 :** Densité optique de l'extrait méthanolique avec le pouvoir inhibiteur du DPPH en pourcentage.

Concentration (mg/ml)	DO <sub>1</sub>	DO <sub>2</sub>	Moyenne	I%
1	0.104	0.105	0.1045	83.7
0.8	0.105	0.105	0.105	83.62
0.6	0.108	0.105	0.1065	83.39
0.4	0.115	0.104	0.1095	82.92
0.2	0.116	0.117	0.1165	81.83

**Tableau 10 :** Densité optique de l'extrait aqueux avec le pouvoir inhibiteur du DPPH en pourcentage

Concentration (mg/ml)	DO <sub>1</sub>	DO <sub>2</sub>	Moyenne	I%
2	0.093	/	0.093	85.49
1	0.084	0.101	0.0925	85.57
0.8	0.101	0.101	0.101	84.24
0.6	0.137	0.131	0.134	79.10
0.4	0.225	0.150	0.1875	70.75
0.2	0.230	0.230	0.230	64.12

**Tableau 11** : Densité optique de l'acide ascorbique avec le pouvoir inhibiteur du DPPH en pourcentage

Concentration (mg/ml)	DO	I%
1	0.023	96.30
0.8	0.087	86.42
0.6	0.088	86.12
0.4	0.094	85.18
0.2	0.098	84.56
0.15	0.218	65.87
0.1	0.332	48.15
0.08	0.383	40.23
0.05	0.446	30.34

# RÉSUMÉS

## Résumé

Dans le but de contribuer à la valorisation du *Myrtus communis*, nous nous sommes intéressés, dans ce travail, à déterminer la composition chimique, à évaluer l'activité antioxydante et l'activité antibactérienne des feuilles de cette plante récoltées dans la wilaya de Jijel.

Une extraction a été réalisée en utilisant l'eau (Décoction) et le méthanol (Macération), suivi d'un screening phytochimique puis de l'estimation de la teneur en polyphénols totaux en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, ensuite une évaluation de l'activité antioxydante par le biais de la méthode au DPPH et l'activité antimicrobienne par la méthode de diffusion en milieu gélosé ont été réalisées.

Les tests de screening phytochimique ont révélé que cette plante est riche en tannins, saponines, coumarines et en glycosides. La quantification de composés phénoliques des extraits a montré que la teneur la plus élevée des phénols a été mesurée dans l'extrait aqueux avec une valeur égale à  $174,47 \pm 6,6$  mg EAG / g E, suivi de l'extrait méthanolique à  $161,7 \pm 7$  mg EAG/ g E.

L'évaluation de l'activité antioxydante par la méthode du piégeage du radical libre DPPH a montré que les feuilles ont un pouvoir antioxydant puissant avec des IC<sub>50</sub> égales 0.122 et 0.156 mg/ml pour l'extrait méthanolique et l'extrait aqueux respectivement.

Les extraits méthanoliques et aqueux des feuilles ont montré une efficacité vis-à-vis toutes les souches testées : *Staphylococcus sp*, *B. subtilis* et *E. coli*.

**Mots clés :** *Myrtus communis* L. Screening phytochimique, Activité antioxydante, DPPH, Effet antibactérien.

## Summary

In order to contribute to the valorisation of *Myrtus communis*, we were interested, in this work, to determine the chemical composition, to evaluate the antioxidant activity and the antibacterial activity of the leaves of this plant collected in the wilaya of Jijel.

Extraction was performed using water (decoction) and methanol (maceration), followed by phytochemical screening and estimation of total polyphenol content using the Folin-Ciocalteu reagent, followed by evaluation of antioxidant activity using the DPPH method and antimicrobial activity using the agar diffusion method.

Phytochemical screening tests revealed that this plant is rich in tannins, saponins, coumarins and glycosides. Quantification of phenolic compounds in the extracts showed that the highest content of phenols was measured in the aqueous extract with a value equal to  $174.47 \pm 6.6$  mg GAE /g E, followed by the methanolic extract at  $161.7 \pm 7$  mg GAE/g E.

Evaluation of antioxidant activity by the DPPH free radical scavenging method showed that the leaves have potent antioxidant power with IC<sub>50</sub>s equal to 0.122 and 0.156 mg/ml for the methanolic and aqueous extracts respectively.

The methanolic and aqueous extracts of the leaves showed efficacy against all strains tested: *Staphylococcus* sp, *B. subtilis* and *E. coli*.

**Key words:** *Myrtus communis* L. Phytochemical screening, Antioxidant activity, DPPH, Antibacterial effect.

## ملخص

من أجل المساهمة في تعزيز *Myrtus communis* ، فقد اهتمنا في هذا العمل بتحديد التركيب الكيميائي وتقييم النشاط المضاد للأوكسدة والنشاط المضاد للبكتيريا لأوراق هذا النبات التي يتم حصادها في ولاية جيجل.

تم إجراء الاستخلاص باستخدام الماء (ديكوتيون) والميثانول (النقع) ، تلاه فحص كيميائي نباتي ثم تقدير محتوى البوليفينول الكلي باستخدام كاشف فولين سيوكالتو ، ثم تقييم نشاط مضادات الأوكسدة عن طريق DPPH تم تنفيذ الطريقة والنشاط المضاد للميكروبات بطريقة انتشار الأجار.

كشفت اختبارات الفحص الكيميائي النباتي أن هذا النبات غني بالعفص والسابونين والكومارين والجليكوزيدات. أظهر القياس الكمي للمركبات الفينولية للمستخلصات أن أعلى محتوى من الفينولات تم قياسه في المستخلص المائي بقيمة تساوي  $6.6 \pm 174.47$  EAG / غرام من المستخلص، يليه المستخلص الميثانولي عند  $7 \pm 161.7$  EAG / غرام من المستخلص.

أظهر تقييم النشاط المضاد للأوكسدة بواسطة طريقة مسح الجذور الحرة DPPH أن الأوراق لها قوة مضادة للأوكسدة قوية مع  $IC_{50}$  تساوي 0.122 و 0.156 مجم / مل للمستخلص الميثانولي والمستخلص المائي على التوالي.

أظهرت المستخلصات الميثانولية والمائية للأوراق فعالية ضد جميع السلالات المختبرة: *Staphylococcus sp* و *E. coli* و *B. subtilis*.

**الكلمات المفتاحية:** *Myrtus communis* L ، الفحص الكيميائي النباتي ، النشاط المضاد للأوكسدة ، DPPH ، التأثير المضاد للبكتيريا.

