

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة مولاي الطاهر، سعيدة

Université MOULAY Tahar, Saida



كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la nature et de la vie

قسم البيولوجيا

Département de Biologie

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

En sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Thème

Etude des interactions biologiques d'*Artemisia judaica* et de *Myrtus nivellei* : Analyse de leur synergie thérapeutique

Présenté par :

M^{lle} : Sahnoune Karima Nour El Houda

M^{lle} : Hafsi Ikhlal

Soutenu Le :

Devant le jury composé de :

Présidente M^{me}. Didaoui Hayat

MCA Université Dr.Moulay Tahar-Saida

Examinatrice M^{me}. Hammou Bakhta

MAA Université Dr.Moulay Tahar-Saida

Examinatrice M^{me}. Bouriah Nacéra

MAA Université Dr.Moulay Tahar-Saida

Rapporteur Mr. Zeragui Bankaddour

MAA Université Dr.Moulay Tahar-Saida

Année universitaire 2024/2025

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance et nous a permis d'exploiter les moyens disponibles afin d'accomplir ce modeste travail.

Toute mon estime et ma respectueuse gratitude vont à nos encadrant Dr. Zeragui Bankaddour qui nous dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique. Ses conseils et la confiance qu'elle nous a accordée, nous a permis de réaliser ce travail.

Nos remerciements vont particulièrement à :

Dr. Didaoui Hayatqui m'a fait l'honneur de présider le jury

Dr. Hammou bakhta et Dr. Bouriah Nacéra qui m'ont fait l'honneur d'examiner ce travail

Ainsi, nous adressons nos remerciements aux ingénieurs de laboratoire.

En fin, nous remercions tous les enseignants de la faculté de Dr Moulay TAHAR et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Quelque soient les mots que j'utilise, ne sauraient exprimer ma gratitude

A mon binôme Sahnoune Karima Nour El Houda

A ma famille : Hafsi

À toi, maman, pour ton amour infini, tes

Prières, et ton soutien indéfectible dans

Chaque étape de ma vie.

À toi, papa, pour ta sagesse, ta patience et

Ta confiance silencieuse qui m'a tant portée

Ce travail et le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma
Formation le long de ces années.

Que Dieu vous accorde santé, paix et longue vie.

Merci pour tout. Je vous aime profondément.

A mes très chères sœurs

Encore une fois A mon binôme karima et ses chers parents, ses chères sœurs et son petit frère
et son neveu

A mes très chères amies

A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer

Ikhlas

Dédicaces

Quelque soient les mots que j'utilise, ne sauraient exprimer ma gratitude

A mon binôme Hafsi Ikhlal

A ma famille : Sahnoune

À toi, maman, pour ton amour infini, tes

Prières, et ton soutien indéfectible dans

Chaque étape de ma vie.

À toi, papa, pour ta sagesse, ta patience et

Ta confiance silencieuse qui m'a tant portée

Ce travail et le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma
Formation le long de ces années.

Que Dieu vous accorde santé, paix et longue vie.

Merci pour tout. Je vous aime profondément.

A mes très chères sœurs

Encore une fois A mon binôme Ikhlal et ses chers parents, ses chères sœurs et son petit frère
et son neveu

A mes très chères amies

A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer

Karima

Résumé

Les huiles essentielles sont connues depuis longtemps pour leurs propriétés antimicrobiennes et antioxydantes, et sont largement utilisées dans les domaines agroalimentaires et cosmétique. Ce travail s'inscrit dans cette perspective en évaluant certaines activités biologiques des huiles essentielles extraites de deux plantes sahariennes : *Artemisia judaica* de la famille des Astéracées (Asteraceae) et connue localement sous le nom de "Chih", et *Myrtus Nivellei* appartenant à la famille des Myrtacées (Myrtaceae), appelée "Rayhan Elsahra ". Ces deux espèces, spontanées et répandues en Afrique du Nord, notamment dans le Sahara algérien, sont couramment utilisées en médecine traditionnelle. L'étude a porté sur l'analyse de leur activité antioxydante, par les tests DPPH[•] et la capacité antioxydante totale (TAC), ainsi que sur leur pouvoir antimicrobien à travers la détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI), bactéricide (CMB) et fongicide (CMF), contre une souche fongique et sept souches bactériennes de référence. Les résultats ont montré que *Artemisia judaica* présente un rendement d'extraction plus élevé (1,83 %) que *Myrtus Nivellei* (1,01 %). Sur le plan antioxydant, la synergie des deux huiles a donné les meilleurs résultats ($IC_{50} = 6,97 \times 10^3$ µg/ml), surpassant l'acide ascorbique, *Myrtus Nivellei* et *Artemisia judaica* . individuellement. Concernant l'activité antimicrobienne, *Myrtus Nivellei* s'est montrée particulièrement efficace contre *listeria monocytogenes* et *Bacillus cereus*, tandis qu'*Artemisia judaica* a été plus active contre *Escherichia coli* et *pasteurella multocida* Le mélange des deux huiles a présenté une efficacité intermédiaire, avec une action principalement bactéricide. Ces résultats mettent en évidence une complémentarité intéressante entre les deux huiles, suggérant que leur association pourrait renforcer leur efficacité thérapeutique tout en limitant les doses nécessaires

Mots clé : huiles essentielles, *Artemisia judaica* *Myrtus Nivellei* , , activité antioxydante ,activité, antibactérienne

Abstract

Essential oils have long been known for their antimicrobial and antioxidant properties, and are widely used in the agri-food and cosmetic sectors. This work follows that perspective by evaluating certain biological activities of essential oils extracted from two Saharan plants: *Artemisia judaica* of the Asteraceae family, locally known as "Chih", and *Myrtus nivellei*, belonging to the Myrtaceae family, called "Rayhan Elsahra". These two species, native and widespread in North Africa- particularly in the Algerian Sahara—are commonly used in traditional medicine. The study focused on analyzing their antioxidant activity using the DPPH test and the Total Antioxidant Capacity (TAC), as well as their antimicrobial potential by determining the Minimum Inhibitory Concentration (MIC), Minimum Bactericidal Concentration (MBC), and Minimum Fungicidal Concentration (MFC), against one fungal strain and seven reference bacterial strains. The results showed that *Artemisia judaica* L had a higher extraction yield (1.83%) compared to *Myrtus nivellei* (1.01%). In terms of antioxidant activity, the synergy of the two oils yielded the best results ($IC_{50} = 6.97 \times 10^3$ pg/ml), surpassing ascorbic acid, *Myrtus nivellei*, and *Artemisia judaica* when used individually. Regarding antimicrobial activity, *Myrtus nivellei* proved particularly effective against *Listeria monocytogenes* and *Bacillus cereus*, while *Artemisia judaica* was more active against *Escherichia coli* and *Pasteurella multocida*. The combination of both oils exhibited intermediate efficacy, with a mainly bactericidal action. These results highlight an interesting complementarity between the two oils, suggesting that their combination could enhance therapeutic efficacy while reducing the required doses.

Keywords: essential oils, *Artemisia Judaica* *Myrtus nivellei*, antioxidant activity, antibacterial activity

الملخص

تُعرف الزيوت الأساسية منذ زمن بعيد بخصائصها المضادة للميكروبات والمضادة للأكسدة، وتُستخدم على نطاق واسع في مجالي الصناعات الغذائية والتجميلية. يندرج هذا العمل في هذا الإطار من خلال تقييم بعض النشاطات البيولوجية للزيوت الأساسية المستخلصة من نباتين صحراويين *L. judaica* من فصيلة النجمية (Asteraceae) ، والمعروفة محليًا باسم "الشيخ"، و *Myrtus nivellei* التي تنتمي إلى فصيلة الأسية (Myrtaceae) ، وتُعرف باسم "ريحان الصحراء". هذان النوعان، المتوطنان والمنتشران في شمال إفريقيا، وخاصة في الصحراء الجزائرية، يُستخدمان تقليديًا في الطب الشعبي.

شملت الدراسة تحليل النشاط المضاد للأكسدة لهاتين الزيتين باستخدام اختبار DPPH وقياس السعة المضادة للأكسدة الكلية (TAC)، إضافة إلى تقييم قدرتهما المضادة للميكروبات من خلال تحديد التركيز الأدنى المثبط (MIC) ، والتركيز الأدنى القاتل للبكتيريا (MBC) ، والتركيز الأدنى القاتل للفطريات (MFC) ، ضد سلالة فطرية واحدة وسبع سلالات بكتيرية مرجعية.

أظهرت النتائج أن *Artemisia judaica* L. تمتلك مردود استخراج أعلى (1.83%) مقارنة بـ *Myrtus nivellei* (1.01%) من حيث النشاط المضاد للأكسدة، أظهر مزيج الزيتين نتائج (ج أفيضكرلوغرام/مل $IC_{50} = 6.97 \times 10^3$) ، متفوقًا بذلك على حمض الأسكوربيك، و *Myrtus nivellei* و *Artemisia judaica* عند استخدام كل منهما على حدة.

أما فيما يتعلق بالنشاط المضاد للميكروبات، فقد أثبتت *Myrtus nivellei* فعالية عالية ضد *Listeria monocytogenes* و *Bacillus cereus*، في حين كانت *Artemisia judaica* أكثر فعالية ضد *Escherichia coli* و *Pasteurella multocida*. وقد أظهر مزيج الزيتين فعالية متوسطة مع تأثير قاتل للبكتيريا بشكل رئيسي.

تُبرز هذه النتائج تكاملًا بيولوجيًا واعدًا بين الزيتين، مما يشير إلى أن الجمع بينهما قد يُعزز من الفعالية العلاجية مع تقليل الجرعات اللازمة.

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية، *Artemisia judaica* L.، *Myrtus nivellei*، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للبكتيريا

Table des matières

Résumé	I
Listes des abréviations.....	II
Listes des tableaux	III
Listes des figures.....	V
Table des matières	VI
Introduction générale.....	02
Partie I : Synthèse Bibliographique	04
Chapitre 01: Les Huiles Essentielles Et Leurs Activités Biologiques	05
1. Localisation des huiles essentielles.....	06
2. Caractéristiques physico-chimiques.....	07
3. Composition chimique	07
3.1. Les Composés terpéniques	08
3.2. Les composés aromatiques	08
4. Méthodes d'extraction.....	08
4.1. Distillation par entraînement à la vapeur.....	10
4.2. Hydro distillations (Distillation simple).....	11
4.3. Extraction par micro-ondes.....	12
4.4. Extraction par CO ₂ supercritique	12
4.5. Hydro distillation type Cl venger	13
4.6. Extraction par ultrasons.....	13
4.7. Extraction par expression.....	13
5. Conservation des huiles essentielle	14
6. Toxicités des huiles essentielles	14
7. Les activités biologiques.....	14
7.1. les activités antioxydants.....	15
7.2. Activité antimicrobienne	15
7.3. Activité anti-inflammatoire	16
7.4. Activité antifongique.....	16
7.5. Activité antivirale.....	17
7.6. Activité pharmacologique.....	17

7.7. Activité antiseptique.....	17
Chapitre II: Les Plantes Etudies	20
1. <i>Artemisia Judaica</i>	21
1.1. Description botanique.....	21
1.2. Distribution géographique	22
1.3. Taxonomie et classification	22
1.4. Origine et distribution.....	22
1 .5. Noms vernaculaires	23
1.6. Propriétés de plante <i>Artemisia Judicaël</i>	23
1.7. Utilisation en médecine traditionnelle	23
2. <i>Myrtis nivellei</i>.....	24
2.1. Description botanique.....	25
2.2. Distribution géographique	25
2.3 Taxonomie et classification.....	25
2.4. Origine et distribution.....	25
2.5. Noms vernaculaires	26
2.6. Propriétés de <i>Myrtis Nivelli</i>	26
2.7. Usages en médecine traditionnelle	27
Partie II: Partie Expérimentale	28
II.1. Matériel Et Méthodes.....	29
1. Objectif.....	30
2. Matériel	30
2.1. Matériel végétal	30
2.1.1. Zone de récolte Du deux plantes	30
2.1.2. Récolte et séchage	30
2.2. Matériel biologique	32
2.2.1. Microorganismes.....	32
3. Méthodes.....	33
3.1. Extraction des huiles essentielles	33
3.2. Évaluation de l'activité antioxydante totaux	35
3.2.1. Piégeage du radical libre DPPH.....	35

3.2.2. Capacité antioxydante totale.....	36
3.3. Evaluation de l'activité antimicrobienne.....	36
3.3.1. Préparation de la solution des huiles essentielle.....	36
3.3.2. Préparation du l'inoculum	37
a. Préparation de la préculture	37
b. Préparation de la suspension bactérienne et fongique.....	37
3.3.3. Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI	37
3.3.4. Détermination de la Concentration Minimale Bactéricide	38
3.3.5. Détermination de la concentration minimale fongicide (CMF).....	38
II.2 : Résultat Et Interprétation	40
1. Rendement des huiles des plantes étudiées	41
2. Activités biologiques.....	42
2.1. Activité antioxydantes	42
2.1.1. Le piégeage du radical libre DPPH.....	42
2.1.2. La Capacité Antioxydant Totale	45
2.2 L'activité Antimicrobienne.....	46
2.2.1 Détermination des paramètres antibactériens et antifongique (CMI, CMB et CMF)...	46
III.3. Discussion générale.....	49
Conclusion générale	55
References bibliographiques	58

Annexes

%	Pourcentage
AFNOR	Association Française de Normalisation
ATCC	American Type Culture Collection
	<i>C.albicans</i> <i>Candida albicans</i>
CLSI	Clinical and Laboratory Standards Institute
CMB	Concentration Minimale
CMF	Concentration Minimale
CMI	Concentration Minimale Inhibitrice
DMSO	Dimethylsulfoxyde
DMSO	Dimethylsulfoxyde
DPPH	2,2- Diphenyle-1- Picrylhydrazyl
E. coli	<i>Escherichia coli</i>
HE	Huile Essentielle
HEA	Huile Essentielle De <i>Artemisia Judica.L</i>
HEM	Huile essentielle De <i>Myrtus Nivellei</i>
HES	Huile Essentielle De Synergie
IC₅₀	Concentration Inhibitrice A 50 %
mg matière	EAA/g MS milligramme équivalent d'acide ascorbique par gramme de sèche
min	Minute
ml	Milliliter
mm	Millimètre
R	Rapport CMI/ CMB
<i>S.aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
µg	microgramme
µl	Microlitre

Tableau 01 : Origine et caractéristique du matériel végétal.....	32
Tableau 02 : Les souches utilisées pour évaluer l'activité antibactérienne	33
Tableau 03 : Rendement de des huiles essentielles e de deux Plantes <i>Myrtus Nivellei</i> et <i>Artemisia judaica</i> et leur mélanges (<i>synergie</i>).....	41
Tableau 04 : Représente les valeurs d'IC50 d'acide ascorbique, et des huiles essentielle de deux plantes et leur synergie.....	44
Tableau05 : Capacité antioxydante totale des huiles essentielles e de deux Plantes <i>Myrtus Nivellei</i> et <i>Artemisia judaica</i> et leur mélanges (<i>synergie</i>).....	45
Tableau06 : Concentration Minimales Inhibitrice (CMI) Et Concentration Minimales Bactéricides (CMB)(Mg/Ml) Des Huiles Essentielles <i>Artemisia Judaica</i> et <i>Myrtis Nivellei</i>	47

Liste des figures

Figure 01 : Structure des terpènes	08
Figure 02 : Modes d'extraction huiles essentielles	09
Figure 03 : Schéma du montage de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau.	10
Figure 04 : Représente L'hydrodistillation.....	11
Figure05 : Schéma du montage de l'extraction par micro-onde	11
Figure06 : Schéma du montage de l'extraction par CO2 supercritique	12
Figure 07 : Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation de l'huile.....	13
Figure 08 : Photo <i>Artemisia judaica</i> . ; <i>Myrtus Nivellei</i>	20
Figure 09 : Présentation d' <i>Artemisia judaica</i>	21
Figure 10 : Photo présente la plante médicinale <i>Myrtuse nivellei</i>	24
Figure 11 : présente d' <i>Artemisia judaica</i> et <i>Myrtus nevellei</i> pendant le séchage (après 15 jour	31
Figure 12 : Une carte géographique présente la région d'étude Tamanrasset a tassili des Ajjer de la fin du 2024.....	31
Figure 13 : Montage d'extractions de type cl venger	34
Figure 14 : Mélange d'extrait, méthanol et solution de DPPH (wilaya saida ;2025).....	36
Figure 15 : Pourcentage de piégeage du radical libre DPPH en fonction des différentes Concentrations d'acide ascorbiques et d'HE de <i>Artemisia judaica</i> et <i>Myrtuse Nivellie</i> et de deux plantes (synergie).....	43
Figure 16 : Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique Pour la détermination de la capacité antioxydant total.....	45

Introduction générale

Les plantes ont, toujours, fait partie de la vie quotidienne de l'Homme, il s'en sert pour se Nourrir et se soigner. Elles ont été utilisées dans la médecine traditionnelle pendant plusieurs millénaires et à travers les siècles, la connaissance des plantes médicinales et des remèdes végétaux n'a pas cessé de s'enrichir **(Mpondo et al., 2017)**.

Les plantes médicinales sont devenues importantes pour la recherche Pharmacologique et l'élaboration des médicaments, non seulement lorsque les constituants des plantes sont utilisés directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matières premières pour la synthèse de médicaments ou comme modèles pour les composés pharmacologiquement actifs. Ainsi, malgré le développement du médicament de synthèse, le médicament végétal sous ses différentes formes continue à occuper une place de choix. Entre 20.000 et 25.000 plantes sont utilisées dans la pharmacopée humaine. 75% des médicaments ont une origine végétale et 25% d'entre eux contiennent au moins une molécule active d'origine végétale, soit un total de 120 composés provenant de 90 plantes différentes **(Abdelli, 2017)**

Les huiles essentielles présentent une grande variabilité, tant au niveau de leur composition chimique que de leur rendement. Cette diversité est essentielle, car les propriétés et les activités biologiques des huiles essentielles peuvent varier considérablement selon leur composition **(Benini, 2007)**.

Grâce à la diversité de ses climats et à sa position géographique stratégique, l'Algérie dispose d'un riche éventail d'espèces naturelles. Ce patrimoine phylogénétique revêt une importance majeure en raison de la répartition spatiale spécifique de ces espèces et de leur rôle fondamental dans le maintien de l'équilibre écologique **(Snoussi et al., 2003)**.

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer les propriétés biologiques des huiles essentielles d'*Artemisia Judaica* et de *Myrtus Nivellei*. A cette fin, Le présent travail est composé de deux grandes parties dont une partie bibliographique et une partie expérimentale. Dans la partie bibliographique le premier chapitre, nous présentons des généralités sur les huiles essentielles : historique et définitions, leurs localisations, leurs propriétés physicochimiques et biologiques, leurs compositions chimiques et conservations, leurs toxicités suivis de leurs méthodes d'extractions. En passant par la composition chimique et l'activité biologique de son huile essentielle.

Le second chapitre est dédié à la description botanique, la distribution géographique et l'utilisation des deux plantes médicinales intitulé « *Artemisia judaica* et *Myrtus Nivellei* »

La partie expérimentale est consacrée à la présentation du matériel, des produits et des méthodes utilisés pour extraire l'huile essentielle contenue dans les feuilles d'*Artemisia judaica* et de *Myrtus nivellei*. Elle se poursuit par la description du protocole adopté pour l'étude de l'activité antioxydante et de l'activité antimicrobienne de ces huiles, en vue d'évaluer leur efficacité individuelle ainsi que l'éventuel effet synergique entre elles.

Enfin, la présentation des résultats obtenus lors de l'extraction des huiles essentielles des plantes *Artemisia judaica* et *Myrtus Nivellei*, ainsi que les résultats des études portant sur leur activité antioxydante et antifongique. Une fois les résultats obtenus, une analyse comparative a été réalisée en s'appuyant sur des études antérieures, suivie d'une conclusion générale résumant les principales observations tirées de l'étude.

Partie I : synthèse bibliographique

*Chapitre 01 : les huiles essentielles et les activités
biologique*

Une huile essentielle est un extrait pur et naturel provenant de plantes aromatiques. Ce sont des substances odorantes, volatiles, de consistance huileuse, très concentrées, offrant une forte concentration en principes actifs. Elles concentrent l'essence de la plante, autrement dit son parfum. Il faut ainsi une très grande quantité de plantes fraîches pour obtenir quelques millilitres d'huiles essentielles. Une huile essentielle est définie comme un mélange très complexe de substances chimiques, liquides à la température ambiante. La volatilité de ses composants lui confère souvent un parfum très odorant. Elles se différencient des huiles grasses, par leurs propriétés physiques et leur composition, du fait qu'elles se volatilisent à la chaleur et que leurs taches sur le papier sont passagères. Les huiles essentielles ont, depuis toujours, occupé une place importante dans la vie quotidienne de l'homme qui les utilisait autant pour se parfumer, aromatiser la nourriture ou même se soigner. **(Yaacoub R et al, 2018).**

Les huiles essentielles sont des produits dérivés d'une matière première végétale, obtenus soit par distillation à la vapeur d'eau, soit par un procédé mécanique à partir du zeste frais (dans le cas des agrumes), ou encore par distillation sèche. Elles sont séparées de la phase aqueuse par un procédé physique. **(Afnor, 2010).**

1. Localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont largement réparties dans le règne végétal, les plantes capables d'élaborer les constituants qui composent ces essences sont connues sous le nom de plantes aromatiques, réparties dans un nombre limité de familles comme : Myrtacées, Lauracées, Rutacées, Lamiacées, Astéracées, Apiacées, Cupressacées, Poacées, Zingibéracées, Pipéracées. Elles peuvent être extraites à partir de tous les organes végétaux : sommités fleuries, écorces, racines, rhizomes, fruits, bois, etc. Au sein d'une même plante, elles peuvent être présentes à la fois dans différents organes. Leur composition peut varier d'une partie de la plante à l'autre, elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule. Elles sont alors soit stockées dans une cellule transformée en cellule à essence (Lamiacées), ou dans des poils glandulaires (Lamiacées), des poches sécrétrices, des canaux sécréteurs **(Bouras M., 2018).**

2. Caractéristiques physico-chimiques

Les huiles essentielles contiennent les principes odorants responsables de l'arôme caractéristique de chaque végétal. Elles sont, de ce fait, constituées de substances à forte Odeur aromatique. Habituellement, elles sont liquides, faiblement colorées, de densité Inférieure à celle de l'eau (0,759 à 1,096), à l'exception de quelques essences : celles de la cannelle, du girofle et du saffra

Les HE sont caractérisés par leurs propriétés physiques (densité, pouvoir rotatoire, indice de réfraction, miscibilité dans l'alcool,...) ainsi que par leurs propriétés chimiques (indice d'acide, d'ester, d'iode et de carbonyle) permettant d'évaluer la nature des composés organiques (acide, ester, alcène, carbonyle) présents dans l'essence (**Ouis, 2015**). Elles sont peu polaires donc peu solubles dans l'eau, mais solubles dans la plupart des solvants organique, elles sont également très sensibles à l'oxydation et ont tendance à se polymériser pour former des produits résineux (**Foudil Cherif, 2005**).

Les huiles essentielles sont des composés naturels très complexes qui peuvent contenir environ 20 à 60 composantes à différentes concentrations. Ils sont caractérisés par deux ou trois composantes importantes à assez hautes concentrations (20-70%) comparés à d'autres composants présentés en quantités de trace.

En effet, les constituants des huiles essentielles peuvent être répartis en deux groupes conférant aux essences aromatiques leurs propriétés antibactériennes :

3.1. Les Composés terpéniques

Il s'agit d'une famille de composés largement répandus dans le règne végétal, ils sont formés par la combinaison de 5 atomes de carbones (C5) nommée : isoprène. Ce groupe est subdivisé en deux sous-groupes : les monoterpènes et les sesquiterpènes. (**Figure01**)

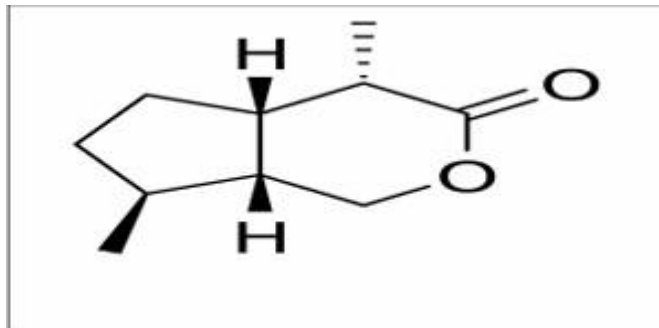


Figure01 : Structure des terpènes (Noudjoud Houas, 2022).

3.2. Les composés aromatiques

Les composés aromatiques sont moins fréquents dans les huiles essentielles. Très souvent, il s'agit d'Ally le et de propénol phénol Ces composés aromatiques constituent un ensemble important car ils sont généralement responsables des caractères des huiles essentielles. On peut citer en exemple l'eugénol qui est responsable de l'odeur du clou de girofle (**HessasT et al, 2018**)

4. Méthodes d'extraction

Parmi de nombreuses techniques d'extraction des huiles essentielles, la distillation est la méthode la plus ancienne et également la plus utilisée. D'autres techniques plus récentes ont été développées afin d'améliorer le rendement ou la qualité des huiles essentielles extraites, diminuer le temps d'extraction, réduire la quantité du solvant utilisé et accélérer la cinétique d'extraction. (**Figure 02**)

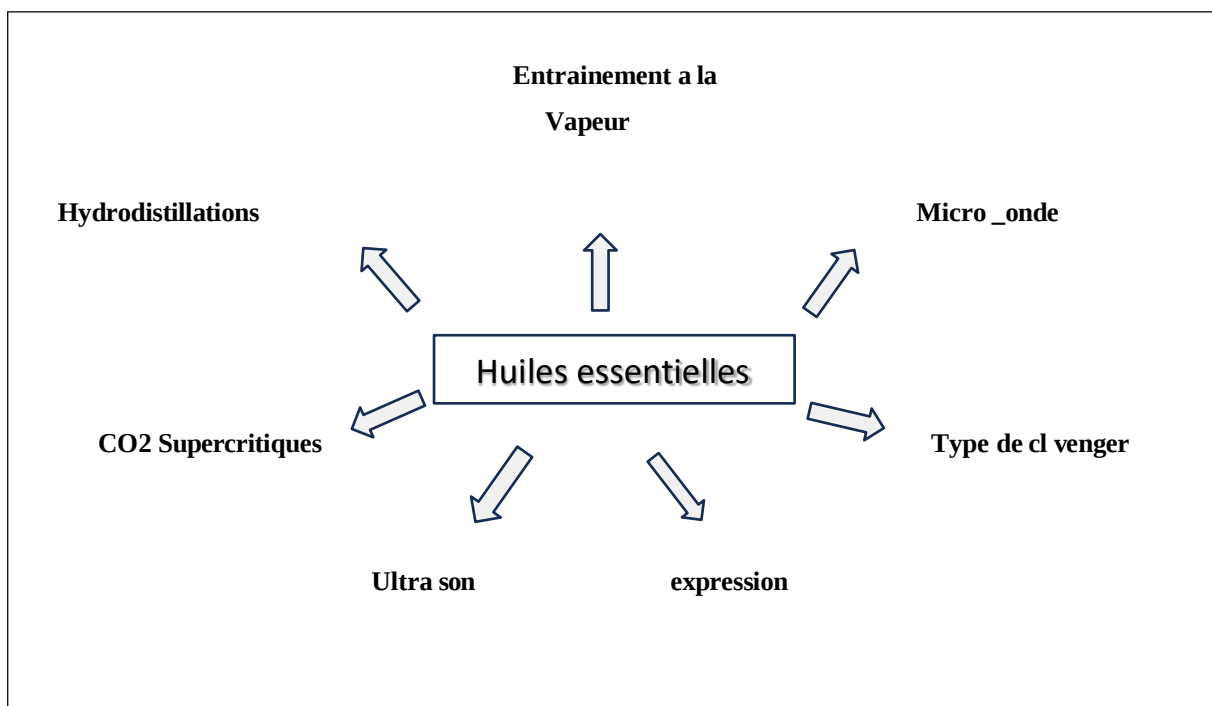


Figure 02 : Modes d'extraction des huiles essentielles

4.1. Distillation par entraînement à la vapeur

La distillation par entraînement à la vapeur est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles (**Figure03**). Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est placé dans l'alambic sur une plaque perforée située à une certaine distance au-dessus du fond rempli d'eau. Le végétal est en contact avec la vapeur d'eau saturée mais pas avec l'eau bouillante. La vapeur provoque la rupture d'un grand nombre de glandes qui libèrent leurs composés aromatiques. Les huiles essentielles diffusent donc à travers le végétal pour entrer en contact avec la vapeur d'eau circulant à l'extérieur. Les vapeurs chargées en composés volatils sont ensuite condensées avant d'être décantées. Du fait de leur différence de densité, les HE et l'eau sont séparées en deux phases et les HE sont ensuite récupérées (**Bouras M., 2018**). Cette technique permet d'éviter des réactions lors du contact des constituants des huiles essentielles avec l'eau conduisant à des changements dans la composition finale de l'extrait. En outre, elle agit mieux avec les huiles essentielles contenues dans les glandes situées à la surface du végétal.

La distillation à la vapeur des huiles essentielles non superficielles est plus longue et exige plus de vapeur que celle des HE superficielles.

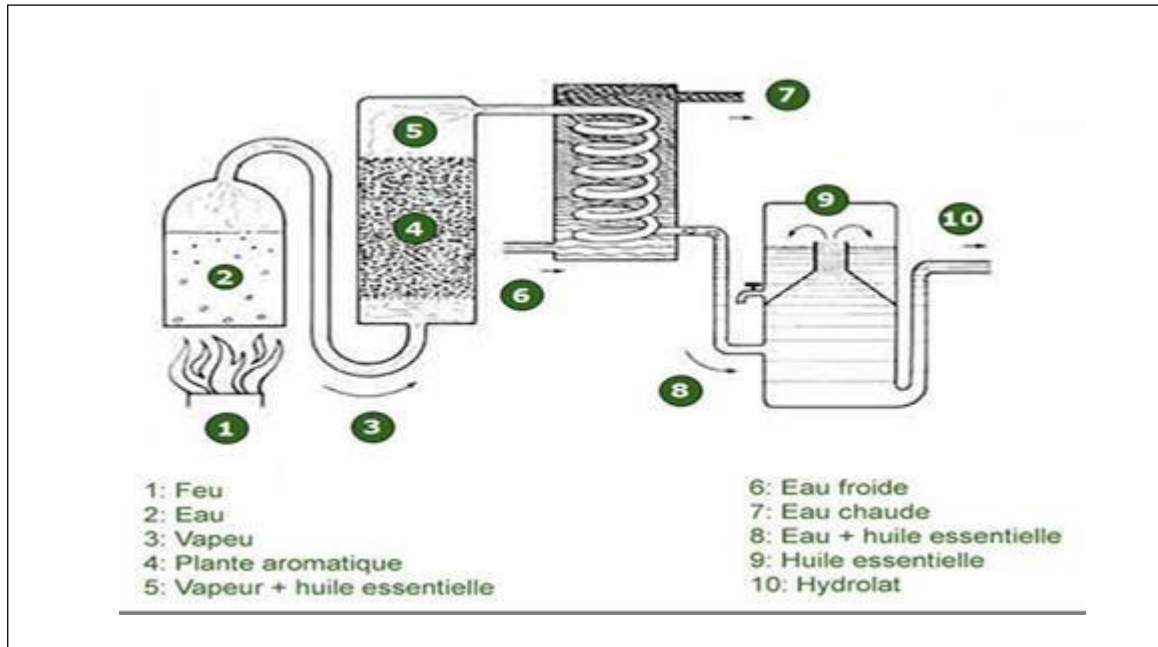


Figure 03 : Schéma du montage de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau.
(Dupont,A, 2018)

4.2. Hydro distillations (Distillation simple)

Le matériel végétal est en contact direct avec l'eau. L'hydrodistillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité. Cette méthode est généralement indiquée pour les huiles essentielles dont les constituants chimiques sont thermorésistants. Cependant, l'inconvénient majeur de cette méthode est la non maîtrise de la température du récipient contenant le mélange (eau + organes végétaux) et la modification de la couleur, de l'odeur et de la composition de l'huile essentielle au cours de la distillation (**Figure 04**).

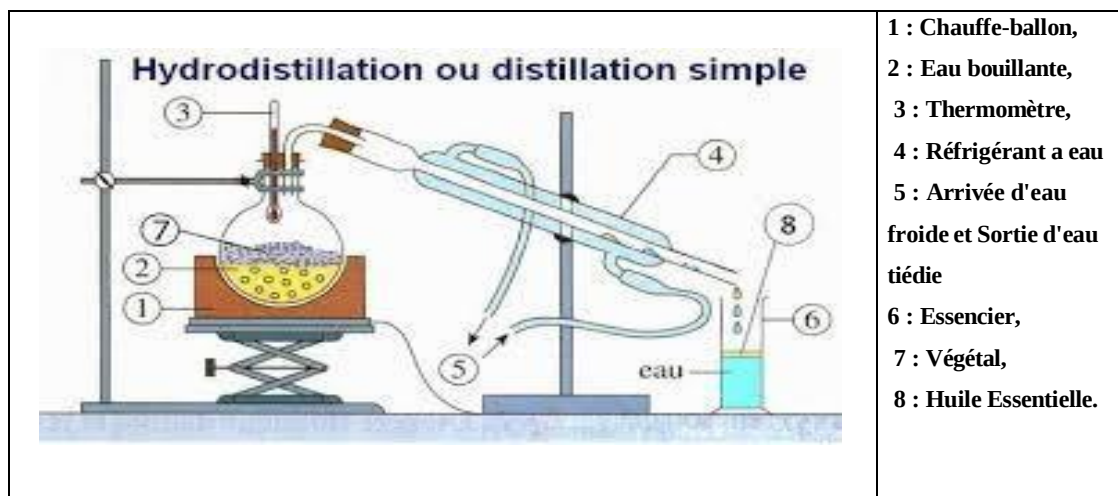


Figure 04 : : L'hydrodistillation (Jouault et al ,2012)

4 .3. Extraction par micro-ondes

Au début des années 1990 est apparue une toute nouvelle technique appelée hydrodistillation par micro-ondes sous vide **Figure 05**. Dans ce procédé, la matrice végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement et décantation (**Zenasni., 2014**). (**Figure 05**)

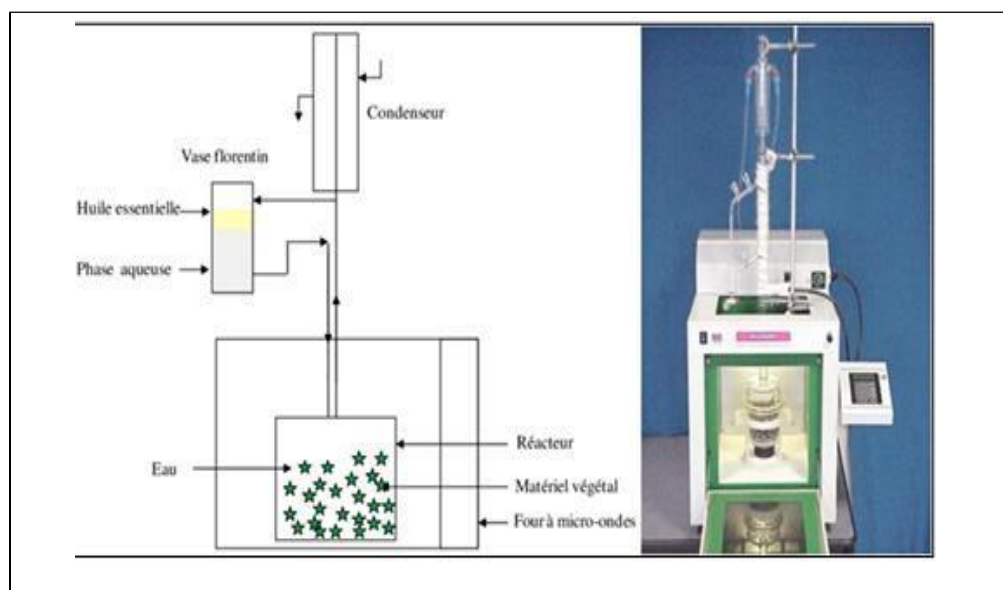


Figure 05 : Schéma du montage de l'extraction par micro-onde. (Zenasni,F ,2014)

4.4. Extraction par CO₂ supercritique

L'originalité de cette technique repose sur le solvant utilisé : il s'agit du CO₂ en phase supercritique. L'extraction consiste à comprimer le dioxyde de carbone à des pressions et à des températures au-delà de son point critique ($P=72.8$ bars et $T= 31.1^{\circ}\text{C}$). A l'état supercritique, le CO₂ n'est ni liquide, ni gazeux, et cela lui confère un excellent pouvoir d'extraction, modulable à volonté en jouant sur la température de mise en œuvre. Les fluides supercritiques comme le CO₂ sont de bons solvants à l'état supercritique, et de mauvais solvants à l'état gazeux (Bouras, 2018). Les avantages de ce procédé sont les suivants (figure 5) : • Le CO₂ est totalement inerte chimiquement, il est naturel, non toxique et peu coûteux. • En fin de cycle, la séparation entre le solvant d'extraction et le soluté pour obtenir l'extraire est facile (simple détente qui ramène le CO₂ à l'état gazeux), avec une récupération quasi totale et peu coûteuse • L'extraction des huiles essentielles par le CO₂ supercritique fournit des huiles de très bonne qualité et en temps d'extraction relativement court par rapport aux méthodes classiques. Cependant l'installation industrielle de ce procédé reste onéreuse, et l'appareillage est encore envahissant. (Bouras, 2018). (Figure 06)

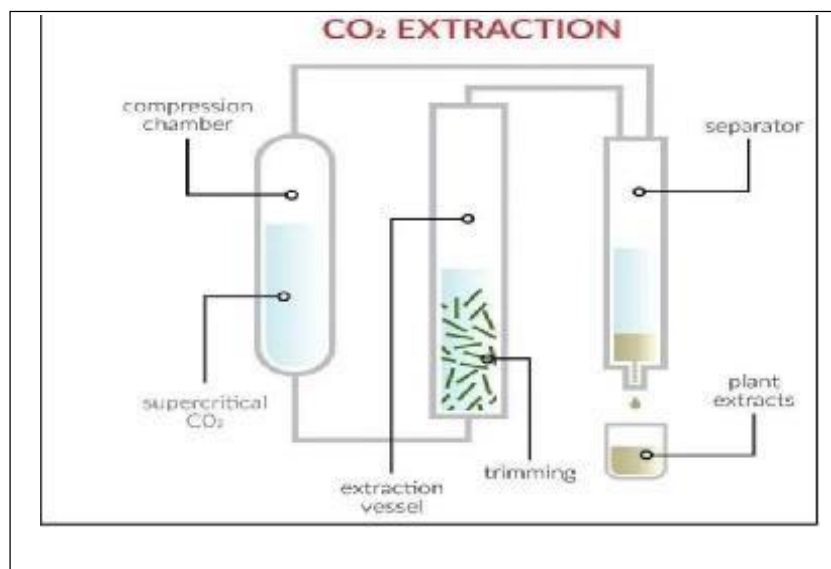


Figure 06 : Schéma du montage de l'extraction par CO₂ supercritique (Bouras, 2018)

4.5. Hydrodistillation type Cl venger

Le matériel végétal est broyé pour faciliter leur introduction dans un ballon en verre de 1 L, rempli d'eau jusqu'aux 2/3 de sa capacité. L'eau est ensuite chauffée dans la chauffe ballon jusqu'à ébullition, ce qui entraîne la formation d'une vapeur qui va entraîner les constituants

volatiles. Ces vapeurs s'élèvent et passent dans le réfrigérant qui est constamment refroidi à une température comprise entre 15°C et 18°C. Après évaporation, l'huile finale obtenue est conservée dans des flacons en verre opaque à une température de 4°C (**Merabet, 2018**) (**Figure 07**)

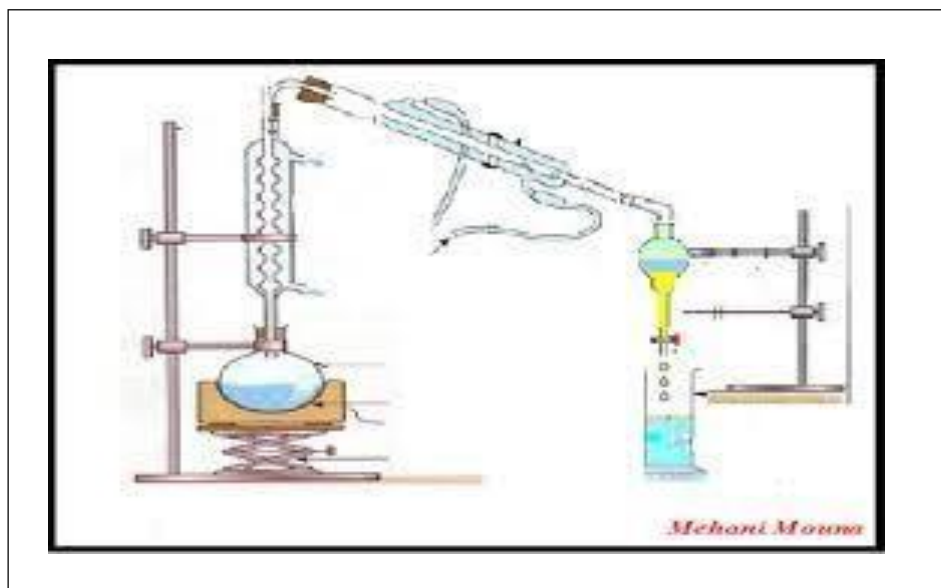


Figure 07 : Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation de l'huile (**Chemmat, et al. 2007**)

4.6. Extraction par ultrasons

L'extraction par ultrasons, ou extraction assistée par ultrasons (EAU), est une technique d'extraction innovante qui utilise des ondes ultrasonores (généralement entre 20 kHz et 100 kHz) pour améliorer la pénétration du solvant dans les cellules végétales. Ces ondes provoquent un phénomène de cavitation acoustique, qui crée des microbulles dans le liquide. Lors de leur implosion, ces bulles génèrent une agitation intense capable de briser les parois cellulaires, facilitant ainsi la libération des composés bioactifs comme les huiles essentielles ou les polyphénols (**Abert ; Viam, 2017**)

4.7. Extraction par expression

L'expression ou pression à froid est spécifique à l'extraction des huiles essentielles des agrumes : citrons, oranges, mandarines, etc....C'est une méthode assez simple qui consiste à briser mécaniquement par abrasion les poches à essence localisées au niveau de l'écorce ou du péricarpe du fruit pour en recueillir le contenu. (**Nousaiba, 2009**)

5. Conservation des huiles essentielle

Les huiles essentielles sont des substances sensibles et très délicates, ce qui rend leur conservation difficile et obligatoire dans le but de limiter les risques de dégradation. Ces

dégradations peuvent modifier leurs propriétés si elles ne sont pas enfermées convenablement dans des flacons opaques et à l'abri de la chaleur et de la lumière. Il est nécessaire de conserver les huiles essentielles : à l'abri de l'air, et de la lumière, dans des flacons propres et secs, métalliques (aluminium ou acier inoxydables) ou en Verre teinté, à froid (à 4C) il faut éviter, d'une part, de mettre très peu d'huile essentielle dans le flacon et, d'autre part, d'utiliser des emballages et des bouchons en matière plastique qui peuvent être sensibles au contenu. **(Boualleg M et al, 2021) .**

6. Toxicités des huiles essentielles

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque. Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en Cinna aldéhyde ou phytotoxique (huiles de citrus contenant des fur coumarines). D'autres huiles essentielles ont un effet neurotoxique, les cétones comme l' α -thujone nt toxiques pour les tissus nerveux **(Guba, 2001).**

7. Les activités biologiques

Les huiles essentielles présentent une grande variété de propriétés biologiques, notamment des activités antitoxiques, antivirales, antioxydantes, antiparasitaires et même antitumorales. Ces effets bénéfiques sont principalement liés à la composition chimique des huiles, en particulier à la nature des molécules aromatiques qu'elles contiennent, ainsi qu'aux interactions synergiques possibles entre ces constituants. Ces synergies peuvent renforcer l'efficacité globale de l'huile essentielle sur l'organisme. **(Favier, A. 2020)**

7.1. les activité antioxydantes

Le déséquilibre des processus homéostatiques entre les oxydants et les anti-oxydants dans l'organisme, qui est causé par les radicaux libres, conduit au stress oxydatif. Le stress oxydatif est considéré comme la principale cause du vieillissement et d'une grande variété des maladies humaines, telles que les cancers, le diabète, les troubles neurodégénératifs, l'athérosclérose, l'ischémie cérébrale etc. Les antioxydants sont des substances qui retardent, empêchent ou

inhibent de manière significative les dommages oxydatifs causés aux molécules cibles (**Lee et al., 2020**) Les propriétés antioxydantes in vitro des huiles essentielles de plantes médicinales ont été déterminées en utilisant le test de piégeage des radicaux libres DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) et les résultats ont révélé une forte activité avec la valeur de la concentration inhibitrice demi-maximale (IC₅₀) de 8,24-12,42 µg/ml (**Keyvan et al., 2016**). Le test de photochimiluminescence (PLC), évaluant l'activité antioxydante du composé en présence du radical anion superoxyde, espèces réactives de l'oxygène (ROS), également générées dans le corps humain, a déterminé le fort effet antioxydant des huiles essentielles a été réalisée par M. Rezgui et al (**Rezgui et al., 2020**).

7.2. Activité antimicrobienne :

Actuellement, l'utilisation inappropriée et irrationnelle des antibiotiques a conduit à l'émergence de populations microbiennes résistantes. Les bactéries pathogènes utilisent différentes stratégies telles que la modification des sites cibles, l'expulsion active des médicaments et la dégradation enzymatique pour développer une résistance intrinsèque aux antibiotiques. Par conséquent, il y a eu un intérêt croissant pour l'exploitation des plantes médicinales, car 25 à 50% des produits pharmaceutiques actuels en sont dérivés. Les extraits bruts de plantes médicinales offrent une source alternative d'agents modifiant la résistance en raison de la diversité des métabolites secondaires qu'ils contiennent, y compris les alcaloïdes, les tanins et les polyphénols. Ces métabolites présentent des propriétés antimicrobiennes potentielles et peuvent modifier la résistance. Par conséquent, les plantes médicinales peuvent non seulement tuer les micro-organismes, mais également interférer avec des événements clés du processus pathogène, réduisant ainsi la capacité des bactéries, des champignons et des virus à développer une résistance aux plantes médicinales (**Gupta et Birdi, 2017**)

7.3. Activité anti-inflammatoire

L'inflammation est un phénomène réactionnel mis en œuvre par l'organisme chaque fois que l'intégrité de ses constantes morphologiques et biologiques est menacée à diverses agressions qui peuvent être d'origine physique, chimique, biologique (réponse immunitaire) ou infectieuse. (**Du et al, 2018**)

Les signes de ce processus sont : chaleur, rougeur, douleur, œdème. (**Yougbaré-Ziébrou et al, 2016**)

7.4. Activité antifongique

Dans le domaine phytosanitaire et agro-alimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant la denrée alimentaire. (**Le Lis-Balchin M, 2003**).

Huiles essentielles agissent sur un large spectre de moisissure et de levure en inhibant la croissance des levures et la germination des spores, l'élongation du mycélium, la sporulation et la production de toxines chez les moisissures. L'étude de l'effet fongicide et fongistatique des huiles essentielles vis-à-vis de champignons pathogènes a fait l'objet de plusieurs travaux (**Karaman, S., et al, 2001**), (**Duarte, M.C.T., et al, 2005**). Comme pour l'activité antibactérienne, le pouvoir antifongique est attribué à la présence de certaines fonctions chimiques dans la composition des HE. L'action antifongique de ces composées est due à une augmentation de la perméabilité de la membrane plasmique suivie d'une rupture de celle-ci entraînant une fuite du contenu cytoplasmique et donc la mort de la levure. En effet, les composés terpéniques des huiles essentielles et plus précisément leurs groupements fonctionnels tels que les phénols et les aldéhydes réagissent avec les enzymes membranaires et dégradent la membrane plasmique des levures. Ils ont constaté également que les alcools et les lactones sesquiterpéniques avaient une activité antifongique.

7.5. Activité antivirale

Les huiles essentielles présentent une activité antivirale intéressante contre divers types de virus, notamment ceux à enveloppe. Cette propriété est attribuée à certains composés volatils comme les terpènes, les alcools et les phénols, qui peuvent altérer l'enveloppe virale, bloquer la réplication du génome viral ou inhiber la pénétration du virus dans la cellule hôte (**Muñoz et al., 2021**). Des huiles telles que celles de *Thymus vulgaris*, *Cinnamome zeylanicum* ou encore *Eucalyptus globules* ont montré une efficacité notable contre des virus tels que l'herpès, la grippe ou encore le corona virus humain. Ces huiles peuvent agir par désactivation direct du virion, mais aussi par modulation de la réponse immunitaire, renforçant ainsi la protection de l'organisme.

7.6. Activité pharmacologique

Malgré l'évolution de l'industrie pharmaceutique moderne, l'usage des huiles essentielles en médecine n'a jamais été totalement abandonné. Bien au contraire, elles sont aujourd'hui reconnues comme un réservoir naturel de molécules bioactives présentant un intérêt thérapeutique important, notamment pour leurs propriétés anti-inflammatoires, antiseptiques, antioxydantes, insecticides et désodorisantes (**Silva et al., 2020**). Elles sont largement utilisées dans la fabrication de produits pharmaceutiques tels que les sirops, gouttes, gélules, ainsi que dans la préparation d'infusions médicinales, comme celles à base de verveine, menthe ou thym. Ces huiles interviennent aussi dans divers traitements traditionnels et modernes, renforçant leur rôle dans la prévention et le soulagement de plusieurs pathologies.

7.7. Activité antiseptique

Les huiles essentielles sont reconnues pour leurs propriétés antiseptiques à large spectre, agissant efficacement contre des infections bactériennes et fongiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour prévenir et traiter les maladies infectieuses, qu'elles soient d'origine bactérienne comme les infections endo canalaire ou fongique comme celles affectant la flore vaginale ou la peau (**Sharmeen et al., 2020**).

Certaines huiles présentent également des effets cytotoxiques, ce qui renforce leur potentiel comme agents antiseptiques naturels, comparables aux désinfectants chimiques. Leur efficacité contre des pathogènes résistants fait d'elles des alternatives prometteuses dans la lutte contre les infections.

Chapitre 02 : Les Plantes Etudies

Une plante aromatique est définie par sa capacité à produire des huiles essentielles qui sont des concentrés volatils de composés odorants et bioactifs. Ces huiles essentielles, également appelées essences, sont souvent utilisées pour leurs propriétés aromatiques, mais elles peuvent également posséder des vertus thérapeutiques. Par exemple, la lavande est connue pour ses effets calmants et relaxants, tandis que le romarin est réputé pour ses propriétés stimulantes et revigorantes. Ainsi, bien qu'une plante médicinale puisse être aromatique, toutes les plantes médicinales ne produisent pas nécessairement des huiles essentielles. De même, toutes les plantes aromatiques ne sont pas utilisées à des fins médicinales, bien que certaines puissent l'être en raison de leurs effets bénéfiques sur la santé.

Les plantes médicinales peuvent être classifiées selon plusieurs critères, notamment leur utilisation, leurs propriétés thérapeutiques ou les parties de la plante utilisées. Voici une classification des différents types de plantes médicinales basée sur leurs propriétés thérapeutiques principales. Il est important de noter que certaines plantes peuvent appartenir à plusieurs catégories en raison de leurs multiples propriétés.

Notre mémoire porte sur deux plantes médicinales présentées dans **la figure 08** : *Artemisia judaica*.L et *Myrtus nivellei*



(a)



(b)

Figure 08 : les deux plantes médicinales :

a) *Artemisia judaica* (*silver Mound Wormwood* ,2020) ; b) *Myrtus nivellei* (Batt. & Trab. Catalogue of Life)

On étudie *Artemisia judaica*. t *Myrtus Nivellei*, deux plantes connues pour leurs effets médicaux. Elles ont des propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes et antimicrobiennes, et on cherche à voir comment elles agissent ensemble.

1. *Artemisia Judaica*

Le genre *Artemisia* est l'un des plus grands et des plus répandus genres de la famille des *Astéracée* (Compositae), C'est un genre hétérogène, composé de plus de 500 espèces diverses réparties principalement dans les zones tempérées de Europe, Afrique, Asie et Amérique du Nord (**Kundan et Anupam, 2011**). *Artemisia Judicaël* L ssp. *Sahariensis* est un arbuste odorant vivace, aux feuilles pubescentes, qui pousse largement dans les déserts (**Abd-Elhady, 2012**), il est connu sous le nom arabe de « Shih» (**Van Wyk et Wink, 2004**), elle est présentée dans la **figure 09**.



Figure 09 : Présentation d'*Artemisia Judaica* photo prise à Djebel Oust,(mars 2006)

1.1. Description botanique

Artemisia Judaica sahariensis est un petit arbuste à légère odeur aromatique, ramifié dès la base de 60 à 80 centimètres de haut d'après (**Dob et al, 2006**) formant de grosses touffes vert bleuté. Les tiges sont plus ou moins ligneuses nombreuses intriqué bien feuillées, à inflorescence en panicule étroite ou ample, lâchement et ramifiée. Elle a des capitules jaunes bombés, jaune pâle. Les petites feuilles sont très découpées, divisées en lobes aigus (**Polese, 2006**). La sous-espèce sahariens, propre au Sahara central, abonde dans les lits d'oueds

Sablonneux. D'origine saharo-arabique, elle ne pousse pas sur les hauteurs du plateau (**Benchelah, 2004**).

1.2. Distribution géographique :

On trouve cette plante répartie dans plusieurs régions dans des montagnes de 1200 à 1800 mètres d'altitude, dans le désert méridional de l'Algérie (large distribution du désert du sud jusqu'à la côte) en Égypte (désert et la côte) et au Moyen Orient (péninsule du Sinaï, Arabie saoudite et Jordanie) (**Dob et chelghoum .2006**)

1.3. Taxonomie et classification

Classification d'*Artemisia Judica.L* selon leur règne et noms scientifiques

Embranchement	Phanérogames ou Spermaphytes.
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Asteridées
Ordre	Asterales.
Famille	Astéracées.
Genre	<i>Artemisi</i>
Espèce	<i>Artemisia judaica</i>

1.4. Origine et distribution

L'*Artemisia Judaica* est endémique en Afrique du Nord (Maroc, Algérie et Libye). La sous espèce saharienne. Propre au Sahara central. Abonde dans les lits d'oueds sablonneux. D'origine saharo-arabique, elle ne pousse pas sur les hauteurs du Plateau. Elle a fait autrefois l'objet d'un commerce important (**Benchelah et al., 2004**). Cette espèce pousse dans les régions désertiques, la région méditerranéenne, la région de la mer Rouge, Gebel Elba et le Sinaï (Egypte) (**Moharram et al., 2021**). En Algérie, *A. judaica* est une herbacée spontanée

Assez répandue dans les montagnes du Sahara central qui pousse surtout près des oueds (Ghrabi, 2005).

1.5. Noms vernaculaires :

En Français : Armoise de Judée

En Arabe : Chouhiya, baatharam

Le nom berbère « Teherégélé »

Nom scientifique *Artemisia Judicaël. L* ssp. sahariensis.(Hellali et al., 2016).

Multiplication et entretien : On peut semer le genre de l'armoise et spécifiquement l'espèce *Artemisia Judica.L* en Mars ou en Avril au printemps ou à l'automne d'après (Polese, 2006).

1.6. Propriétés de plante *Artemisia Judaica*

Artemisia Judaica est une plante médicinale connue pour ses propriétés telle que

- **Antimicrobiennes**

Certaines espèces du genre *Artemisia* possèdent des propriétés antibactériennes et antifongiques. *Artemisia annua*, en particulier, est connue pour son efficacité contre le paludisme, grâce à la présence d'artémisinine.

- **Digestives**

Les plantes d'*Artemisia* sont souvent utilisées pour stimuler la digestion et soulager les troubles gastro-intestinaux.

- **Anti-inflammatoires**

Elles peuvent contribuer à diminuer l'inflammation, surtout dans certains cas spécifiques.

- **Antioxydantes**

Elles renferment des substances qui aident à protéger les cellules contre les effets néfastes du stress oxydatif

- **Calmantes**

Certaines espèces sont utilisées pour leurs effets sédatifs ou anxiolytiques

1.7. Utilisation en médecine traditionnelle

L'Artemisia, appartenant à la famille des Astéracées, occupe une place importante Dans la médecine traditionnelle grâce à ses nombreuses propriétés. Elle est Particulièrement connue pour soulager les troubles digestifs, souvent consommée Sous forme d'infusion ou de décoction. Avec sa saveur douce-amère, elle est parfois utilisée pour parfumer le troisième thé. Récoltée en grande quantité, elle est transportée et commercialisée jusqu'en Afrique subsaharienne. La pharmacopée traditionnelle du Sahara est d'ailleurs bien Documentée, recensant de nombreuses plantes thérapeutiques, dont *l'Artemisia Judaica* (Geneviève, 2012).

Les plantes aromatiques sont des plantes possédant des molécules aromatiques odorantes ou volatiles, dans un ou plusieurs éléments productifs que sont les fleurs, les feuilles, les graines, les fruits, les racines et l'écorce. Il existe peu de plantes aromatiques capables de synthétiser les saveurs. Sur les 800 000 plantations, seulement 10% des plantes ont cette capacité. (Zahalka, 2010).

2. *Myrtus Nivellei*

En Algérie, le genre *Myrtus* L. (Myrtaceae) comprend actuellement deux espèces, *Myrtis communis* L. connu sous le nom de *myrte commun* et *Myruis Nivellei* Batt. & Trab. Connu "Tafeldest" ou "Tafaltasset" en Tamahaq et "Raihane Essahara El Wousta» en arabe, est apprécié par les Touaregs comme plante médicinale, condiment et épice (aromatisants de thé) (Maiza, 2008). Sous le nom de myrte du Sahara (Migliore et al., 2012)



Figure10 ; photo présente la plante médicinale *Myrtus Nivellei* (Quézel, P et al, & Santa, S. 1963)

2.1. Description botanique

C'est un arbuste de 50 cm à 1,2 m, possède une écorce rugueuse et des branches lisses et érigées. Les feuilles sont disposées en face les unes des autres (ou presque), courtes au niveau du pétiole, de forme allongée et étroite. Elles sont un peu épaisses et leurs nervures latérales sont peu visibles. Elles mesurent entre 2 et 3 cm de long et environ 3 mm de large. Les fleurs, à pétales blancs, sont portées par des pédoncules solitaires, et les fruits sont des baies noires. Adaptée aux conditions arides du désert, *Myrtus Nivellei* est également connue pour ses bienfaits médicinaux. Des recherches ont montré qu'elle a des effets antioxydants et antimicrobiens. Ces effets sont dus à des substances actives comme les flavonoïdes et les huiles essentielles (Touaibia et al ; 2015).

2.2. Distribution géographique

Local : Commune dans les montagnes du Hoggar et du Tassili Régional : Algérie et Tchad (Tibesti). **Global** : Le myrte du Sahara est endémique des montagnes du Sahara central.

2.3 Taxonomie et classification

Taxonomie de *Myrtus Nivellei* selon le règne et leur nom scientifiques

Niveau taxonomique	Nom
Règne	Plantae (Plantes)
Division	Magnoliophyta (Plantes à fleurs)
Classe	Magnoliopsida (Dicotylédones)
Ordre	Myrtales
Famille	Myrtaceae
Genre	<i>Myrtus</i>
Espèce	<i>Myrtus Nivellei</i>

Nom scientifique complet *Myrtus Nivelli* Batt. & Trab. (EMP, 2011).

2.4. Origine et distribution :

Myrtus Nivellei est une espèce endémique du Sahara central, où elle se rencontre principalement dans les massifs montagneux du Hoggar, du Tassili n'Ajjer et du Tibesti. Elle pousse à des altitudes supérieures à 1 400 mètres, dans des vallées à la fois rocheuses et sablonneuses.

L'aire de répartition de cette plante s'est considérablement réduite en raison des changements climatiques, qui affectent fortement les écosystèmes sahariens. (Bouzabata et al., 2016).

2.5. Noms vernaculaires :

Nom Arabe : Rayhan

Anglais : *Nivelle's Myrtle*

Tergui : Téfédest

Français : *Myrte de Nivelle*

2.6. Propriétés de *Myrtus Nivellei* :

▪ Antimicrobiennes

Les huiles essentielles de myrte sont connues pour leurs propriétés antibactériennes et antifongiques. *Myrtus Nivellei* pourrait avoir des composés similaires à ceux de *Myrtus communis*, tels que le myrténol et le cinéol, qui sont efficaces contre certains microorganismes.

▪ Antioxydantes

Les myrtes sont riches en composés phénoliques et flavonoïdes, qui ont des propriétés antioxydantes. Ces substances aident à bloquer les radicaux libres et protègent les cellules du stress oxydatif.

▪ Anti-inflammatoires

Les extraits de myrte sont couramment utilisés pour calmer les inflammations. *Myrtis Niveli* pourrait avoir des effets similaires, bien que des études spécifiques soient nécessaires pour confirmer cette

▪ Digestives Traditionnellement

Les myrtes sont utilisés pour soulager les troubles digestifs, tels que les ballonnements et les indigestions. *Myrtus Nivellei* pourrait avoir des effets bénéfiques sur le système digestif.

▪ Cicatrisantes

Les myrtes sont réputés pour aider à la cicatrisation et à prévenir les infections. Les extraits de *Myrtus Nivellei* pourraient être utilisés pour accélérer la guérison des plaies et prévenir les infections.

- **Aromatiques**

Comme d'autres espèces de myrte, *Myrtus Nivellei* possède un arôme agréable, ce qui en fait une plante intéressante pour les huiles essentielles et les parfums.

2.7. Usages en médecine traditionnelle

Myrtus Nivellei est une espèce connue localement pour ces propriétés thérapeutiques et est utilisée en médecine populaire par les habitants de ces zones Sahariennes et les Touaregs. Les feuilles sont préparées en décoction à boire, pour le traitement des problèmes hépatiques, des troubles gastro-intestinaux, de la diarrhée, la fièvre, le diabète, les infections respiratoires, les rhumatismes, les allergies et les infections fongiques, tandis que les infusions de feuilles sont utilisées contre la blennorrhée;(**Ramdane et al., 2015**).

Partie II : Partie expérimentale

II.1. Materials et Méthodes

1. Objectif :

Cette étude vise à isoler les composés actifs de deux plantes médicinales ; *Artemisia Judaica* et *Myrtus Nivellei* afin d'évaluer leurs propriétés biologiques, notamment leurs effets antimicrobiens et antioxydants. L'objectif principal est de caractériser les propriétés de chaque huile essentielle de manière individuelle, puis d'examiner leur potentiel lorsqu'elles sont combinées.

2. Matériels

2.1. Matériel végétal

2.1.1. Zone de récolte Du deux plantes :

Les plantes étudiées *d'Artemisia Judaica* et *Myrtus Nevellei* ont été récoltées dans le sud d'Algérie manuellement pendant la floraison respectivement au mois de Octobre ;2024, récolte a été effectuée dans les parties aériennes (feuilles-tige) exactement dans la région de Tassili des Ajjer dans la wilaya de Tamanrasset **Figure 12**.

2.1.2. Récolte et séchage :

Le matériel végétal a été acheté au mois d'octobre 2024 au niveau de la wilaya de Tamanrasset.. Le matériel végétal a été laissé sécher à température ambiante, à l'ombre et à l'abri de l'humidité dans une pièce aérée pendant une période de 10 à 15 jours **Figure11**.

Le tableau 01 représente l'origine du matériel végétal. Et l'identification botanique a été faite au niveau de Laboratoire de Bio toxicologie, Pharmacognosie et Valorisation Biologique des Plantes, El Hadjar, Département de biologie, Faculté des Sciences de la nature et de la vie , Université

Moulay.Tahar.saida



← *Artemesia Judica L.*

Myrtus Nivellei →



Figure11 : présente d'*Artemisia judica L.* et *Myrtus Nivellei* pendant le séchage (après 15 jour)

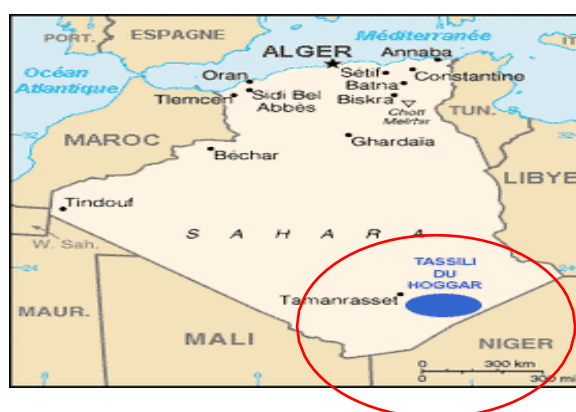


Figure12 : Une carte géographique présente la région d'étude Tamanrasset a tassili des Ajjer de la fin du 2024

Le Tableau (01) : Origine et caractéristique du matériel végétal

Quantité du matériel végétal traité	600à 700 g
Lieu de récolte	Tassili des Ajjer (Tamanrasset)
Durée de séchage	10-15 jours
Partie utilisée	Feuilles ; tige
L'origine de la plante	Tassili des Ajjer (Tamanrasset)
Etat	Sec
Lieu d'achat	Tamanrasset
Date d'achat	20 Octobre 2024

2.2. Matériel biologique :

2.2.1. Microorganismes :

Des huiles essentielles des deux plantes étudiées ont été testées contre 06 souches Bactérienne et une seule souche de levure de levure de références pour déterminer l'activité antimicrobiennes, elles sont représentées dans le **Tableau 02**.

Elles sont entretenues par repiquages successifs sur Gélose Nutritive (Bactéries) et sur Gélose Sabouraud (levures) et conservées à 4°C. Ces souches nous ont été fournies par Laboratoire Antibiotiques, Antifongiques : physico-chimie, synthèse et activité biologique ; Département De Biologie ; Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la nature et de l'Univers ; Université de docteur Molay Tahar de Saida.

Tableau 02 : les souches utilisées pour évaluer l'activité antibactérienne

Nom de la souche	Référence	
<i>Pasteurella multocida</i>	ATTCC 43137	Bactéries à Gram(-)
<i>Salmonella typhimurium</i>	ATCC 13312	
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25933	
<i>Klebsiella pneumonia</i>	ATCC 70603	
<i>Listeria monocytogenes</i>	ATCC 19115	Bactéries à Gram(+)
<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC 6633	
<i>Bacillus cereus</i>	ATCC 11778	
<i>Candida albicans</i>	ATCC 10231	Levure

ATCC : American Type Culture Collection

3. Méthodes

3.1. Extraction des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des substances extrêmement puissantes, pouvant concentrer jusqu'aux 100 fois certains principes actifs de la plante. Il y a plusieurs méthodes d'extractions des huiles essentielles citées dans la littérature. L'hydrodistillation représente la méthode usuelle. Dans cette étude les hydrodistillations ont été assurées grâce à un appareil de type Cl venger (**Alexis G ;2014**),

Une quantité de 120 g de la matière sèche des deux plantes étudiées (*Artemisia Judica L.* et *Myrtus Nivellei*) est introduite dans un ballon de 1 litres imprégnés d'eau distillée puis on chauffe l'ensemble pendant une durée de **3** heure. Les vapeurs chargées d'huile essentielle, en traversant un réfrigérant se condensent et chutent dans une ampoule à décanter (**Figure 13**), l'eau et l'huile se séparent par différence de densité. Après décantation, l'huile obtenue a été déshydratée par le sulfate de sodium anhydre (Na₂SO₄) puis récupérée et conservée dans des flacons en verre ambré, hermétiquement fermés et stockés à 4 C° à l'abri de lumière



Figure13 : montage d'extractions de type cl venger

Calcul de rendement en huile essentielle

Nous avons déterminé le rendement (R) de chaque hydrodistillation en calculant le rapport suivant (Afnor, 1986) :

$$R (\%) = \left(\frac{A1-A2}{A3} \right) \times 100$$

R : Le rendement en huile essentielle

A1 : Poids du ballon après évaporation.

A2 : Poids du ballon vide.

A3 : Poids de la matière végétale sèche de départ.

3.2. Évaluation de l'activité antioxydante totaux :

Dans notre étude, la mise en évidence de l'activité antioxydante in vitro de la plante *Artemisia Judaica*. et *Myrtus Nivellei* a été réalisée par deux techniques colorimétriques :

Le piégeage du radical libre DPPH et antioxydante totale (CAT)

3.2.1. Piégeage du radical libre DPPH :

La méthode de teste au DPPH repose sur la capacité des antioxydants à réduire le radical libre 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle. Ce processus peut se faire soit en libérant un atome d'hydrogène du groupement hydroxyle, soit en libérant un électron. Le radical a une absorption maximale mesurable par spectrophotométrie à 515 nm, et l'action d'un antioxydant pour neutraliser ce radical peut être aisément suivie par spectrophotométrie UV/visible (Saidi, 2019). Nous avons évalué l'activité antioxydante en utilisant la méthode du piégeage du radical libre DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl), conformément au protocole établi par (Sanchez Moreno et al.,1998). Ce radical libre, DPPH, est réputé pour sa stabilité et sa couleur violette caractéristique. En présence d'un donneur d'hydrogène, il se transforme en une forme non radicalaire de couleur jaune. Une forte capacité à piéger les radicaux libres est généralement associée à une activité antioxydante élevée.

Pour la mesure de l'activité, une prise d'essai de 1 ml d'extrait à différentes concentrations est mise en présence de 250 µl d'une solution de DPPH[·] (0.2 mM, préparée dans le méthanol) . Le mélange est placé pendant 30 mn à l'obscurité pour réagir et l'absorbance est mesurée à 517 nm contre un témoin négatif (sans HE). Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition, calculés suite à la diminution de l'intensité de la coloration du mélange, selon la formule :

$$\% \text{ d'inhibition} = [(DO \text{ Contrôle } (0) - DO \text{ Echantillon}(t)) / DO \text{ Contrôle } (0)] \times 100$$

D'inhibition du DPPH représente le pourcentage de réduction ou d'inhibition du DPPH. De Contrôle (0) désigne la densité optique du contrôle à t = 0 min. DO Echantillon(t) représente la densité optique de l'antioxydant à t = 30 min.

L'étude de la variation de l'activité antiradicalaire en fonction de la concentration des extraits permet de déterminer la concentration qui correspond à 50% d'inhibition (CI50). Une faible valeur de CI50 correspondant à une grande efficacité de l'HE **Figure14**.

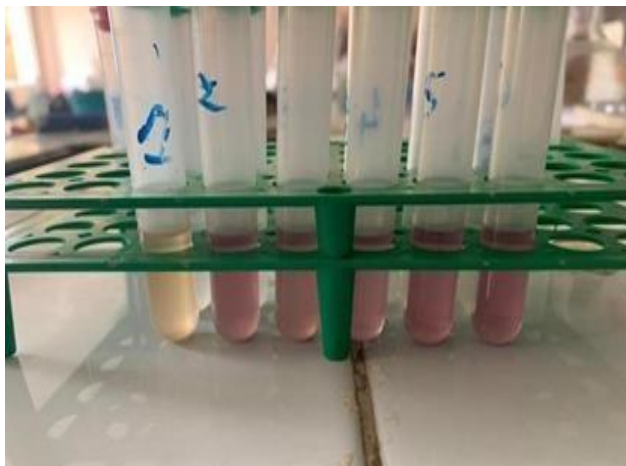


Figure 14 : Mélange d'extrait, méthanol et solution de DPPH

3.2.2. Capacité antioxydante totale

La capacité antioxydante totale (CAT) des extraits est évaluée par la méthode de phosphomolybdène de **(Prieto et al. 1999)**. Cette technique est basée sur la réduction de molybdène Mo (6) présent sous la forme d'ions molybdate MoO_4^{2-} au molybdène Mo (5) MoO_2^+ en présence de l'extrait pour former un complexe vert de phosphate/Mo (5) à pH acide. Une prise de 0.1 ml d'extrait convenablement dilué est combinée dans un tube avec 1ml de solution composée d'acide sulfurique (0.6 N), de phosphate de sodium (Na_3PO_4 , 28 mM) et de molybdate d'ammonium ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 4 mM). Les tubes sont incubés à 95°C pendant 90 min. Après un repos de 6 minutes à température ambiante, L'absorbance du milieu est déterminée à 695 nm. La capacité antioxydante totale est exprimée en milligramme équivalent d'acide ascorbique par gramme de matière sèche (mg EAA/g MS).

3.3. Evaluation de l'activité antimicrobienne :

3.3.1. Préparation de la solution des huiles essentielle :

Nous avons préparé une solution mère (3ml) à partir de 1g des huile essentielles et 1ml du DMSO

Ce volume a été complété par le bouillon de Muller Hinton (MH) pour l'espèce bactérienne ou par bouillon Sabouraud pour l'espèce fongique jusqu'à 3ml (3000ul)

Ensuit nous Avon mélangé la solution et la filtré à l'aide d'un papier filtre stérile.

3.3 .2. Préparation du l'inoculum

a. Préparation de la préculture

Les tests de l'activité antimicrobienne doivent être réalisés à partir des cultures jeunes de (18 à 24 heures) en phase exponentielle de la croissance. La réactivation des souches s'effectue par ensemencement de l'espèce bactérienne ou fongique dans un milieu de culture liquide (bouillon nutritif ou bouillon Sabouraud, respectivement). Après incubation de 24 heures à 37°C (bactéries) ou 48 heures à 30°C, un deuxième repiquage est réalisé sur des boîtes de pétri contenant de la gélose nutritive, GN (bactéries) ou Sabouraud gélose (levures) puis, incubées à 37°C ou 30°C pendant 18 heures ou 24 heures, respectivement.

b. Préparation de la suspension bactérienne et fongique :

A partir des cultures jeunes sur la gélose nutritive (bactéries) ou Sabouraud gélose (levures), nous avons prélevé cinq (05) colonies bien isolées et identiques dans 5 ml d'eau physiologie stérile, agitées manuellement pendant quelques secondes. L'ajustement de la charge bactérienne à 10^6 UFC/ml, est réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre réglé sur une longueur d'onde de 625 nm. Selon la standardisation de Mc Farland, nous admettons une DO comprise entre 0.08 et 0.1 correspond à une concentration de 10^8 UFC/ml; la suspension d'inoculum est diluée à 1/100^{ème} dans le milieu de culture pour avoir une concentration de 10^6 UFC/ml. L'ajustement de la charge fongique a été effectué par une cellule Thomas sous un microscope optique (**Hellal, 2011**).

3.3.3. Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI :

Les Concentrations Minimales Inhibitrices (CMI) ont été évaluées en utilisant la méthode de micro-dilution sur bouillon Mueller-Hinton (bactéries) ou Sabouraud (levures), dans des microplaques à 96 puits, selon le protocole décrit par (**Dieye et al., 2022**).

Pour chaque ligne de la microplaque, nous avons déposés 50µl de l'inoculum dans les 12 puits à l'exception du puits N°12 qui servira de puits de contrôle de contamination, qui contient seulement le Bouillon, comme témoin positif (100 µl). Nous avons ensuite ajouté 50 µl de la solution de l'huile essentielle ou d'extrait dans les 12 puits à l'exception du puits N°11 et puits N°12. le puits N°11 servira de témoin négatif (croissance sans HE ou EX). Les plaques sont scellées et placées dans une étuve à 35°C pendant 24 heures pour les bactéries et 30°C pendant

48 heures pour les levures. La lecture du résultat s'effectue à l'œil nu à l'aide d'une source de lumière sous la microplaque pour visualiser si il y'a une inhibition ou non (la croissance sous forme d'un trouble). [(Espinel-Ingroff et Canton., 2007) ; (Majoros et coll., 2005)].

La plus faible concentration de chaque fraction ne montrant aucune croissance sera considérée comme la concentration minimale inhibitrice (CMI), elle est confirmée par un ensemencement sur milieu solide (CLSI-M7-A7 2006).

3.3.4. Détermination de la Concentration Minimale Bactéricide

Selon (Traore et al., 2012), la Concentration Minimale Bactéricide (CMB) est définie comme la plus faible concentration de substance qui permet de laisser au plus 0,01% de germes survivants. En utilisant une micropipette calibrée à 10 µl, les contenus des puits dans lesquels aucun trouble n'a été observé ont été prélevés et ensemencés sur une gélose Mueller-Hinton, en commençant par le puits ayant une concentration supérieure à la CMI. Après 24

Heures d'incubation à 37 °C, les boîtes dans lesquelles aucune croissance n'a été observée, correspondent à la CMB.

3.3.5. Détermination de la concentration minimale fongicide (CMF) :

La CMF est définie comme la plus faible concentration de l'antifongique qui tue 99,9% de la concentration cellulaire.

La détermination de la CMI (durant 24h d'incubation à 37°C), les deux puits contenant les concentrations de substances antifongiques strictement supérieures à la CMI vont servir pour la détermination de la CMF. Pour ce faire, 80µl de chaque puits vont être transférés dans des boîtes de Pétri contenant du milieu Sabouraud gélose.

Les boîtes sont incubées dans une étuve à 37°C pendant 48h.

- Cette technique nous permet de vérifier si les cellules sont viables et cultivables. La boîte correspondant à la CMF renferme un nombre de colonies inférieures à 3. (MAJOROS et coll, 2005)

II.2 : Résultat et Interprétation

Dans cette partie expérimentale, deux axes ont été envisagés. Le premier axe concerne l'extraction des huiles essentielles par l'hydrodistillation des parties aériennes (tiges et feuilles) des plantes. Dans le deuxième axe, nous nous sommes intéressés par le pouvoir antioxydant et l'activité antimicrobienne des huiles essentielles des plantes étudiées, puis d'examiner leur potentiel lorsqu'elles sont combinées.

1. Rendement des huiles des plantes étudiées

Les huiles essentielles d'*Artemisia Judaica* et *Myrtus nivellei* ont été obtenues par l'hydrodistillation des parties aériennes (tiges et feuilles) des plantes. Les rendements correspondants sont exprimés en pourcentage de masse de chaque huile par rapport à la masse de matière végétale sèche. Les résultats obtenus sont présents dans le **Tableau 03**.

Tableau 03 : Rendement de des huiles essentielles e de deux plantes *Artemisia Judaica* et *Myrtus nivellei*

Les plantes	Matière sèche	Huile essentielles	Rendement (%)
<i>Artemesia judica L.</i>	120 g	1.33 g	1.010%
<i>Myrtus Nivellei</i>	120g	1.23 g	1.83%

Tableau 03 présente la Rendement des huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques, *Artemisia Judaica* et *Myrtis Nivelei*, ainsi que celle de leur mélange (synergie), exprimé en pourcentage

Les résultats obtenus ci-dessus, montrent une différence entre le rendement d'extraction des deux plantes. Cela signifie que pour chaque 120g de plante sèche, vous pouvez obtenir environ de 1.010% et 1,83% pour *Artemisia Judaica* et *Myrtis Nivellei*, respectivement.

Myrtus Nivellei possède un bon rendement de valeur 1,83% supérieure que *Artemisia Judaica* de valeur 1.010 %

2. Activités biologiques

2.1. Activité anti oxydantes

La mise en évidence du pouvoir antioxydant des huiles essentielles des plantes a été réalisée par deux techniques : Le piégeage du radical libre DPPH et La capacité antioxydant totale

2.1.1. Le piégeage du radical libre DPPH

Nous avons employé la méthode au DPPH, ce radical libre présente une coloration violet sombre, lorsqu'il est piégé par des substances antioxydantes, la forme réduite confère à la solution une coloration jaune pâle, cette coloration dépend de la puissance de la substance anti radicalaire. Les résultats obtenus de l'activité antioxydante des huiles essentielles de deux plantes étudiées sont représentés sur la **Figure15**, Nous avons constaté que le pouvoir antioxydant des huiles essentielles de plantes étudiées augmente avec l'augmentation des différentes concentrations préparées.

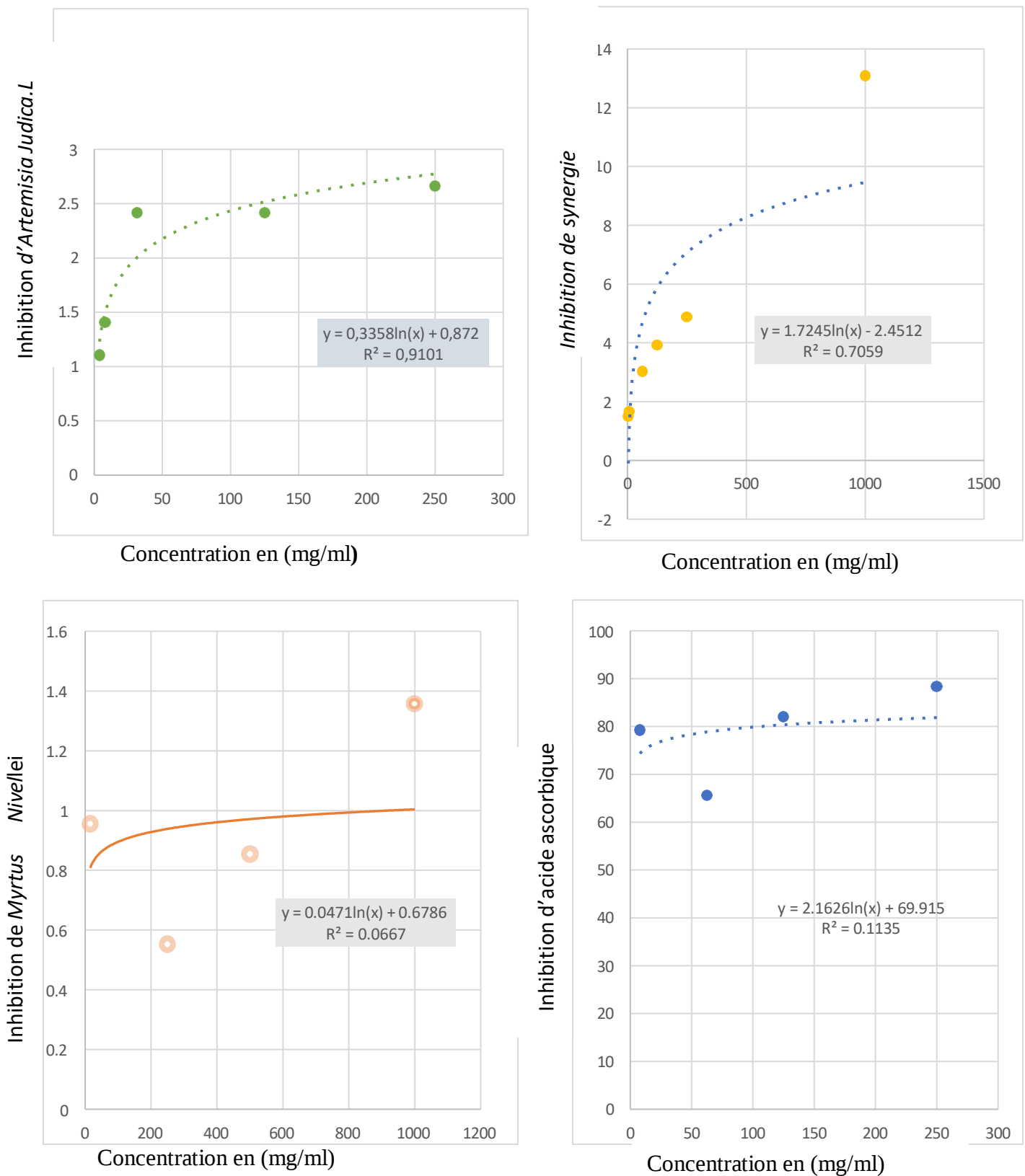


Figure15: Représente des courbes de Pourcentage de piégeage de radical libre DPPH en fonction de différents concentration d'HE de : Acide Ascorbique ; *Artemesia Judica L.* ; *Myrtus Nivellei* ;synergie

Le pouvoir antioxydant est exprimé par la concentration inhibitrice de 50% des radicaux appelée IC50. Cette grandeur a été calculée par régression linéaire des pourcentages d'inhibition calculés en fonction des différentes concentrations d'échantillons préparés en appliquant l'équation : $y = ax + b$. IC50 est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus la valeur d'IC50 est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande. Les deux HE de *Artemisia Judica L.* *Myrtus Nivelei* et leur mélange (synergie) ont représenté un IC50 de $(3,449.10^{63} \mu\text{g/ml})$ et $(3,001.10^{45} \mu\text{g/ml})$ et $(6,967.10^{15} \mu\text{g/ml})$ respectivement **Tableau 04**, ce qui signifie que les deux huiles possèdent une activité antioxydante.

Le Tableau 04 : représente les valeurs d'IC50 d'acide ascorbique, et des huiles essentielles de deux plantes et leur synergie

	IC50 DPPH (ug /ml)
Acide ascorbique	$1,205.10^{24} \text{ug /ml}$
HEA	$3,449.10^{63} \text{ug/ml}$
HEM	$3,001.10^{45} \text{ug/ml}$
HES	$6,967.10^{15} \text{ug/ml}$

- Les résultats présentes dans le tableau indiquent que la valeur IC50 La plus faibles, et donc la meilleure activité antioxydantes, a été observée pour la synergie des huiles essentielles $(6,967.10^{15} \text{ug/ml})$. Cette synergie montre une activité antioxydantes nettement supérieure à celle des huiles séparément.
- L'acide ascorbique, utilisé comme standard, présente également une bonne activité antioxydante avec une valeur IC50 de $(1,205.10^{24} \text{ug /ml})$, bien inférieure à celles obtenues pour *Myrtus Nivellei* $(3,001.10^{45} \text{ug/ml})$ et *Artemisia Judicaël* $(3,449.10^{63} \text{ug/ml})$.
- ANSI, l'ordre décroissant de l'efficacité antioxydante est le suivant :

Synergie supérieure qu'Acide ascorbique et supérieure que *Myrtus Nivellei* ensuite *Artemisia Judica L.*

2.1.2. La Capacité Antioxydant Totale

Capacité antioxydante totale (CAT) des huiles essentielles de deux plantes est exprimée en mg équivalent acide ascorbique par gramme de matière sèche (mg EAA/g MS), à partir d'une courbe d'étalonnage établie en utilisant l'acide gallique comme référence ($y = 0,0008x + 0,0594$, $R^2 = 0,5772$) (**Figure 16**). Les résultats, qui montrent la capacité antioxydante de des huiles essentielles de deux plantes et leur mélange, sont présentés dans le **Tableau 05**

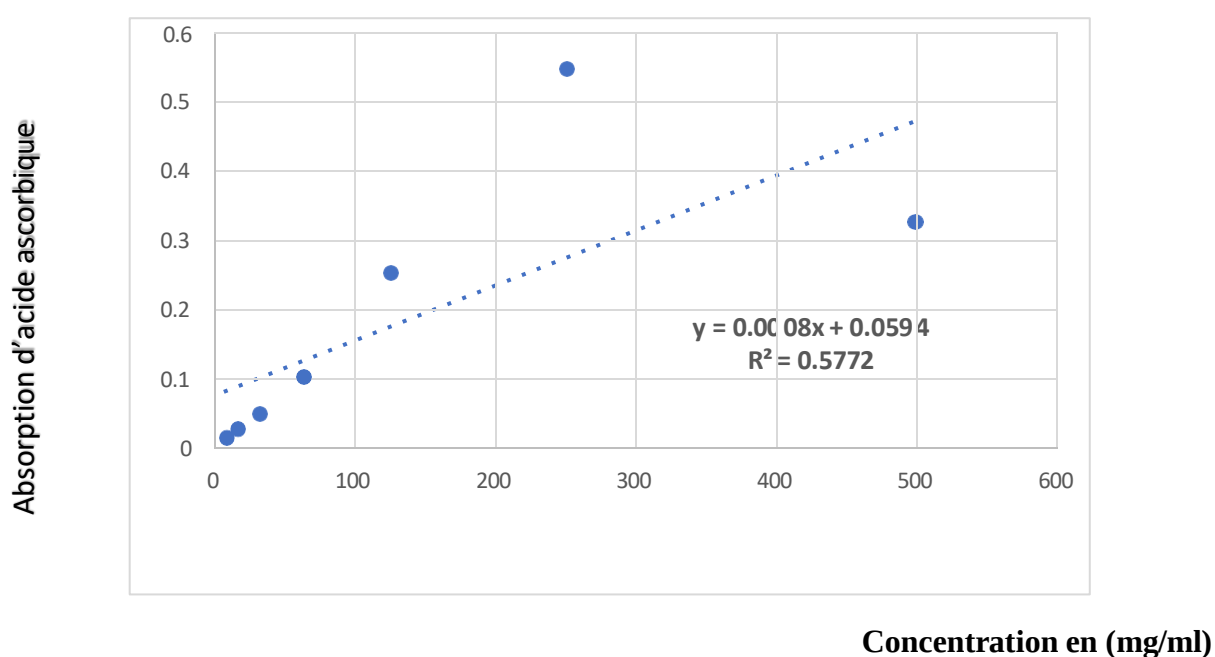


Figure16 : Courbes D'étalonnage D'acide Ascorbique pour la détermination de la capacité antioxydante totale

Tableau 05 la capacité antioxydante totale CAT des huiles essentielles de *Artemisia Judica L.* et *Myrtus Nivellei*, seules et en combinaison

Espèces	En mg EAA/g MS
<i>Artemisia Judica L</i>	106.45
<i>Myrtus nivellei</i>	407,5
Deux plantes (synergie)	950

Le **tableau 05** présente la capacité antioxydante totale des huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques, *Artemisia Judica L.* et *Myrtus Nivellei*, ainsi que celle de leur mélange (dans le but d'étudier la possibilité d'un effet synergique). Les résultats sont exprimés en mg équivalent acide Ascorbique par gramme de matière sèche (mg EAA/g MS).

Les résultats montrent ce qui suit :

L'huile essentielle de *Myrtus Nivellei* se distingue par une capacité antioxydante très élevée, avec une valeur de 407,5 mg EAA/g MS, ce qui en fait l'échantillon le plus efficace parmi les trois étudiés.

Quant à l'huile essentielle de *Artemisia Judica L.* elle présente une activité antioxydante beaucoup plus faible, avec une valeur de 106,45 mg EAA/g MS.

Le mélange des huiles essentielles des deux plantes a montré une capacité antioxydante de 950 mg EAA/g MS,

2.2 L'activité Antimicrobienne

Dans le cadre de la valorisation des propriétés biologiques des huiles essentielles, l'attention s'est portée sur leur potentiel antimicrobien. Ainsi, des tests ont été menés afin d'évaluer l'efficacité de ces extraits naturels, seuls et en combinaison, face à différentes souches microbiennes d'intérêt pathologique. Cette évaluation a été réalisée à l'aide des techniques de la Concentration Minimale Bactéricide (CMB) et de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI).

2.2.1 Détermination des paramètres antibactériens et antifongique (CMI, CMB et CMFP)

Tableau 6 : Concentration Minimales Inhibitrice (CMI) Et Concentration Minimales Bactéricides (CMB)(CMF) (Mg/Ml) Des Huiles Essentielles *Artemisia Judica L.* et *Myrtus Nivellei*

CMI (mg/ml)

CMB ou CMF (mg/ml)

(R : CMB /CMIou CMF /CMI)

	HEA	HEM	HES
<i>Bacillus subtilis</i>	/	/	1000 500 (2)
<i>Salmonella Typhimurum</i>	/	500 250 (2)	1000 500 (2)
<i>Escherichia coli</i>	500 250 (2)	/	1000 500 (2)
<i>Klebsiella pneumonia</i>	1000 1000 (1)	/	/
<i>Bacillus cereus</i>	2000 1000 (2)	2000 1000 (2)	2000 1000 (2)
<i>Pasteurella multocida</i>	2000 1000 (2)	/	/
<i>Listeria Monocytogenes</i>	/	2000 1000 (2)	4000 2000 (2)
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	/	/	2000 1000 (2)

Les valeurs de CMI, CMB et CMF déterminées pour chacun des germes testés sont résumées dans **le Tableau 6**

Le rapport CMB/CMI a été calculé pour la détermination de l'effet de l'huile essentielle et rapport CMB/CMI est inférieur ou égal à 4 tandis qu'elles sont dites bactériostatiques, si ce l'extrait sur les souches testées. Les huiles essentielles exercent un effet bactéricide lorsque le rapport est supérieur à 4 (**Adrar et al., 2016**)

Le tableau présente les concentrations minimales inhibitrices (CMI) et bactéricides (CMB) des huiles essentielles *d'Artemisia Judica L.* (HEA), *Myrtus Nivellei* (HEM) et leur mélange (HES) contre différentes souches microbiennes. L'huile de *Myrtus Nivellei* montre une bonne activité bactéricide notamment contre *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes* et *Bacillus cereus*, tandis que celle *d'Artemisia Judica L.* est efficace contre *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pasteurella multocida* et *Bacillus cereus*. Le mélange des deux huiles présente une activité intermédiaire, avec une efficacité notable contre *Bacillus subtilis*, *Salmonella typhimurium*, *Candida albicans* et *Bacillus cereus*. Les rapports CMB/CMI proches de 2 indiquent un effet principalement bactéricide. L'absence d'activité contre certaines souches suggère une spécificité d'action liée à la nature des huiles ou à la concentration testée. Globalement, ces résultats démontrent des propriétés antimicrobiennes différenciées selon les huiles et les micro-organismes ciblés, avec une complémentarité partielle dans le mélange.

II.3. Discussion générale

1. Le Rendement En Huile Essentielle Des Plantes

Le rendement en huile essentielle des plantes aromatiques constitue un facteur clé influençant leur qualité et leur valeur économique. Ce rendement varie en fonction de plusieurs paramètres, notamment la zone géographique de récolte, la partie de la plante utilisée et le stade de développement. Dans ce contexte, la plante *Artemisia Judaica* fait l'objet de nombreuses études.

Dans notre étude, les fleurs d'*Artemisia Judicaël* ont été récoltées dans la région du Tassili n'Ajjer, vaste plateau situé dans le sud-est de l'Algérie, et ont donné un rendement en huile essentielle de 1,010 %. Ce résultat s'inscrit dans la fourchette des rendements observés dans des études antérieures réalisées dans la même région, où **(Zeragui et al. 2019)** ont rapporté un rendement de 1,27 %. D'autres études ont enregistré des rendements variants entre 0,70 % et 1,62 % selon les régions d'Algérie, d'Égypte et de Jordanie **(Hellali et al., 2017 ; Dob et Chaaban, 2006 ; Charchari, 2002 ; El-Massry et al., 2002 ; Abu-Darwrish et al., 2016)**. Ces variations illustrent l'influence des facteurs environnementaux et climatiques sur la productivité en huile essentielle.

Pour la plante *Myrtus Nivellei*, les fleurs récoltées dans la région de Tamanrasset, située au cœur du Sahara central au sud de l'Algérie, ont permis d'obtenir un rendement élevé de 1,83 % dans notre étude. Ce résultat corrobore les données rapportées par **(Bouzabata et al. 2013)**, qui ont observé des rendements similaires dans la même région, soulignant ainsi l'importance des conditions environnementales favorables à l'extraction d'huiles essentielles de haute qualité.

Cette étude confirme que le rendement des huiles essentielles pour *Artemisia Judicaël* et *Myrtus Nivellei* varie significativement en fonction de l'origine géographique et du stade de récolte. Le choix de la partie végétale à extraire et les conditions climatiques locales apparaissent comme des facteurs déterminants pour maximiser la productivité.

2. Activité antioxydante

L'étude a révélé des différences significatives dans l'activité antioxydante des huiles essentielles extraites des plantes *Artemisia Judicaël* et *Myrtus Nivellei*, ainsi que de leur mélange. Les résultats présentés dans le tableau 5 montrent que le mélange présente une activité antioxydante très élevée, atteignant **950 mg équivalent acide gallique par gramme de matière sèche**, tandis que l'huile de *Myrtus Nivellei* affiche une activité modérée avec **407,5 mg équivalent acide gallique/g MS**, et celle d'*Artemisia Judicaël* une activité relativement faible de **106,45 mg équivalent acide gallique/g MS**.

(Zeragui et al. 2019) et (Hellali et al. 2017) ont indiqué des valeurs IC50 respectives de 3,94 mg/ml et 3,63 mg/ml pour l'huile essentielle d'*Artemisia Judicaël*, ce qui confirme une faible activité antioxydante de cette huile. De manière similaire, les travaux de (AL-Musrafa et AL-Thunibat 2008) sur un extrait jordanien de cette espèce ont également révélé une faible activité antioxydante, confirmée par une valeur IC50 de 5,61 mg/ml.

A l'inverse, *Myrtus Nivellei* affiche une excellente capacité antioxydante, probablement en raison de sa richesse en composés phénolique, flavonoïdes et monoterpènes oxygénés. Cependant, le mélange des deux huiles n'a pas abouti à un effet synergique. Bien au contraire, la capacité antioxydante du mélange est considérablement inférieure à celle de *Myrtus Nivellei* seul. Ce phénomène peut s'expliquer par des interactions antagonistes entre les composés des deux huiles, comme les soulignent (Wagner&Ulrich-Merzenich,2009).

Selon (Brand-Williams et al., 1995), le test DPPH est de méthodes de référence pour évaluer l'activité antioxydantes. Le test DPPH mesure la capacité des extraits à neutraliser le radical libre stable DPPH

En outre, (ALLam et al., 2019) insistent sur la comparaison avec des antioxydants standard (Trolox, BHT, BHA, acide ascorbique) afin de mieux situer l'efficacité des extraits naturels. L'absence de synergie dans le mélange testé met en évidence la nécessité d'une évaluation spécifique pour chaque combinaison d'huiles essentielles, en tenant compte des effets physico-chimique et biochimique potentiel.

Conclu que les résultats obtenus démontrent que l'activité antioxydante n'est pas seulement liée à la présence de composé active, mais aussi à leur interaction dans un mélange. Le cas de mélanges *Artemisia Judaica*. ALAMT PLUS *Myrtus Nivellei* illustre bien cette réalité : une association de plantes médicinales ne garantit pas nécessairement un effet renforcé .il convient ainsi de poursuivre les études sur les mécanismes moléculaires des interactions photochimique

À l'inverse, *Myrtus Nivellei* présente une excellente capacité antioxydante, probablement liée à sa richesse en composés phénoliques, flavonoïdes et monoterpènes oxygénés. Cependant, le mélange des huiles essentielles d'*Artemisia Judaica* et de *Myrtus Nivellei* n'a pas abouti à un effet synergique ; au contraire, la capacité antioxydante du mélange est nettement inférieure à celle de *Myrtus Nivellei* seul. Ce phénomène peut s'expliquer par des interactions antagonistes entre les composés des deux huiles, comme l'ont souligné **(Wagner et Ulrich-Merzenich2009)**.

Selon Brand- **(Williams et al. 1995)**, les tests DPPH et ABTS constituent des méthodes de référence pour l'évaluation de l'activité antioxydante. Le test DPPH mesure la capacité des extraits à neutraliser le radical libre stable DPPH, tandis que le test ABTS permet d'évaluer la capacité globale de piégeage des radicaux, y compris dans des matrices complexes.

Par ailleurs, **(Zeragui et al. 2019)** insistent sur l'importance de comparer les extraits naturels à des antioxydants standards tels que Trolox, BHT, BHA ou l'acide ascorbique afin de mieux situer leur efficacité. L'absence de synergie observée dans le mélange testé souligne la nécessité d'une évaluation spécifique pour chaque combinaison d'huiles essentielles, en prenant en compte leurs interactions physico-chimiques et biochimiques potentielles.

Les résultats obtenus démontrent que l'activité antioxydante ne dépend pas uniquement de la présence de composés actifs, mais aussi de leurs interactions au sein du mélange. Le cas du mélange *Artemisia Judaica* et *Myrtus Nivellei* illustre bien cette réalité : l'association de plantes médicinales ne garantit pas nécessairement un effet renforcé. Il convient donc de poursuivre les études sur les mécanismes moléculaires des interactions photochimiques pour mieux comprendre ces phénomènes.

Activités Antimicrobienne :

Dans paragraphe organisé "Activités Antimicrobienne : Le tableau présente les concentrations minimales inhibitrices (CMI) et bactéricides (CMB) des huiles essentielles d'*Artemisia Judicaël* (HEA), de *Myrtus nivellie* (HEM) et de leur mélange (HES) contre différentes souches microbiennes. L'huile de *Myrtus nivellei* montre une bonne activité bactéricide, notamment contre *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes* et *Bacillus cereus*, tandis que celle d'*Artemisia judaica* est efficace contre *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pasteurella multocida* et .. Le mélange des deux huiles présente une activité intermédiaire, avec une efficacité notable contre *Bacillus subtilis*, *Salmonella typhimurium*, *Candida albicans* et *Bacillus cereus*. Les rapports CMB/CMI proches de 2 indiquent un effet principalement bactéricide. L'absence d'activité contre certaines souches suggère une spécificité d'action liée à la nature des huiles ou à la concentration testée. Les plus faibles CMI ont été obtenues avec l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* contre *Salmonella typhimurium*, avec des valeurs de 500 mg/mL. De même, les plus faibles CMI ont été observées avec l'huile d'*Artemisia judaica*. L'vis-à-vis d'*Escherichia colis*, également à 500 mg/mL. Les rapports CMB/CMI et CMF/CMI enregistrés témoignent d'un effet bactéricide ou fongicide des extraits sur l'ensemble des souches testées

Les résultats de (**Wahiba et al. 2017**) ont montré que l'extrait de fraction acétate d'éthyle et de fraction butanol de *Myrtus nivellei* a des effets antimicrobiens plus importants par des valeurs plus basses des CMI de 0.078 et 0.625 mg/ml pour les deux souches MRSA et *Pseudomonas aeruginosa*, respectivement. De même, (**Mert et al. 2008**) ont également testé Le potentiel antibactérien de *Myrtus commnis* contre *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* par la méthode de diffusion sur disque dans cette étude la fraction d'acétate d'éthyle a également donné la plus forte activité contre *Staphylococcus aureus*. En plus, (**Bouzabata et al. 2013**) ont étudié l'activité antifongique de l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* récoltée en Algérie et ils ont obtenus des CMI et des CMF comprises entre 1.25 et 2.5 µL/mL vis-à-vis de *Candida albicans* ATCC 10231 (**Jain et al.2002**)

Ont trouvé que les terpènes, qui ont des groupements alcooliques 'OH' et qui agissent comme donneurs de liaison d'hydrogène, peuvent perturber le réseau des liaisons d'hydrogène dans la bicouche membranaire

Conclusion générale

Conclusion Generale

L'utilisation des plantes médicinales constitue un véritable patrimoine pour l'humanité. Leur importance dans le domaine de la santé publique s'est considérablement accrue ces dernières années, en raison des traitements naturels qu'elles offrent et de la diversité de leurs applications thérapeutiques. Elles se distinguent notamment par leur capacité à agir comme anti-inflammatoires, antiseptiques, antivirales, antifongiques, bactéricides, antitoxiques, insecticides, stimulantes, tonifiantes et apaisantes.

Cette étude vise à évaluer les propriétés antimicrobiennes et antioxydantes de certaines plantes médicinales sahariennes qui se développent dans des conditions environnementales particulièrement difficiles, tant biotiques qu'abiotiques. Il est bien établi que l'aridité extrême du milieu saharien, comparée à d'autres écosystèmes, a conduit ces plantes à développer des adaptations significatives, non seulement au niveau morphologique, mais aussi métabolique.

Les plantes sélectionnées appartiennent à différentes familles botaniques, et leur choix s'appuie sur des données ethno pharmacologiques, indiquant leur usage traditionnel dans le traitement de diverses affections.

Dans le but de mieux comprendre les propriétés biologiques de ces espèces, nous avons réalisé une évaluation *in vitro* des activités antimicrobiennes et antioxydantes des extraits de *Myrtus nivellei* et *Artemisia judaica.L*

Les résultats obtenus ont permis de dégager plusieurs conclusions significatives. Le meilleur rendement en huile essentielle a été obtenu avec *Myrtus nivellei* (1,83 %), contre seulement 1,010 % pour *Artemisia judaica.L*

Il ressort de cette étude que l'association des huiles essentielles des deux plantes présente un potentiel thérapeutique prometteur, notamment dans la lutte contre certaines souches bactériennes et fongiques. L'analyse des données met en évidence une synergie d'action dans plusieurs cas, se traduisant par une amélioration significative de l'efficacité antimicrobienne par rapport à l'utilisation individuelle de chaque huile. Cette synergie s'expliquerait par la complémentarité des composés bioactifs présents dans les deux espèces, qui agiraient soit sur des cibles cellulaires différentes, soit de manière renforcée.

Outre leurs propriétés antimicrobiennes, les extraits des deux plantes ont également révélé une activité antioxydante notable, particulièrement chez *Artemisia judaica.L*, qui s'est distinguée par sa forte capacité de piégeage des radicaux libres. Cette activité est bien connue pour son rôle protecteur contre le stress oxydatif.

Ces résultats suggèrent que ces plantes médicinales ne se limitent pas à un effet antimicrobien, mais pourraient également contribuer à la prévention des pathologies liées au stress oxydatif, renforçant ainsi leur intérêt en tant qu'agents thérapeutiques polyvalents et naturels.

Références bibliographiques

- Abd-Elhady, H. K. 2012; Effect of *Artemisia judaica* extract on some physiological parameters in diabetic rats. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 19(2): 251-258
- Abdelli W. Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles
- Abu-Darwish M. S., Cabral C., Gonçalves M. J., Cavaleiro C., Cruz M. T., Zulfiqar A., &Salgueiro, L. 2016. Chemical composition and biological activities of *Artemisia judaica* essential oil from southern desert of Jordan. *Journal of ethnopharmacology* 191: 161-168.
- Afnor 1986 Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles >. AFNOR, Paris, 1986 661-663Algerian Lamiaceae Species. *Curent Nutrition and Food Science*, Bentham Science Algérie
- Afnor,2010 AFNOR. < Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles >. AFNOR, Paris, 2000, 661-663Algerian Lamiaceae Species. *Curent Nutrition and Food Science*, Bentham Science Algérie
- Alexis G ;2014, Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy Reviews*, 6, 1-5.*
- Allam H., Benamar H., Ben Mansour R., Ksouri R., &Bennaceur M. (2019). Phenolic Composition, Antioxidant, and Antibacterial Activities of *Artemisia Judaica* Subsp. *Sahariensis*. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 25(4): 347-362.
- Al-Mustafa A. H., & Al-Thunibat O. Y. 2008 Antioxidant activity of some Jordanian medicinal plants used traditionally for treatment of diabetes. *Pak J BiolSci*, 11(3): 351-358.
- Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard. Ninth Edition (M2-A9).26 (337-341.337-341).
- antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex:
- Bakr R. O. 2014.Microscopical and phytochemical investigation of Egyptian *Artemisia judaica* L. var. *Sinaitica*ackholm and its free radical scavenging activity.*International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 6(4) : 698-703
- Benchelah, A. C., Bouzid, S., & Sekhri, L. 2004. Plantes médicinales d'Algérie: usages traditionnels et données scientifiques. Alger : Office des Publications Universitaires.
- Moharram, F. A., Marzouk, M. M.,& Ibrahim, M. T. (2021). Biological and phytochemical investigation of *Artemisia judaica* L. growing in Egypt South African *Journal of Botany*, 137, 336-342.

- Benini, 2007 ; Bruneton, 1999 ; Garnero, 1991. BRUNETON J. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème} édition, Ed. TEC et DOC, Paris, (1999).
- Boualleg M.et, Bousnobra,2021 ; Boualleg M, Bousnobra R. Optimisation des paramètres d'extraction de l'huile essentielle de Lavandula stoechas.Mémoire de Master en Génie des Procédés. Université 8 Mai 1945, Guelma, Algérie ; 2021
- Bouras M., 2018 ; Bouras, M. (2018) Thèse de Doctorat : Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques. Université Badji mokhtar-annaba.Algérie.
- Bouras, N. (2016). Techniques modernes d'extraction des huiles essentielles : cas du CO₂ supercritique [Mémoire de Master non publié]. Université de Bejaïa.
- Bouras, N.2016 ; Techniques modernes d'extraction des huiles essentielles : cas du CO₂ supercritique [Mémoire de Master non publié]. Université de Bejaïa.
- *Broth Dilution Antifungal Susceptibility Testing of Yeasts, Approved Standard, 3rd ed.*
- Charchari S. 2002. The essential oil of Artemisia judaica L. from Algeria. Journal of Essential Oil Research 14(1): 16-17.
- Chemat, F., & Visinoni, F. (2007). Techniques traditionnelles et innovantes d'extraction des huiles essentielles. In Techniques de l'Ingénieur (pp. 1–12). Techniques de l'Ingénieur.
- CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute). (2008). *Reference Method for*
- *CLSI Document M27-A3*. USA : Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne,
- CLSI-M7-A7 2006. CLSI, Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2006) Performance Standards for
- Corrado, D. 2012. Prevalence of cardiomyopathy in Italian asymptomatic children 125(3), 529-538.
- DESERTIQUES MERIDIONALES. Edition du centre nationale de la recherche scientifique.
- Dieye P I., Ndiaye S., Dione F., Diop A., Dieng A., Ndiaye B., Diop A., Diop Y M. et Sarr S. (2022). Étude corrélée de l'activité antibactérienne et antifongique des extraits de Jatropha chevalieri et de Cordylla pinnata, et de leurs profils chromatographiques. Journal of Applied Biosciences, 158, p 16 –16396 :
- Dob T., & Chelghoum C. 2006. Chemical composition of the essential oil of Artemisia judaica L. from Algeria. Flavour and fragrance Journal, 21(2):343-347.

- Majoros, L., Kardos, G., Szabó, B., & Sipiczki, M. (2005). Caspofungin susceptibility testing of *Candida inconspicua*: correlation of different methods with the minimal fungicidal concentration. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 49(8), 3486-3488.
- Dob, T., Dahmane, D., Chelghoum, C. 2006. Chemical composition of the essential oil of *Artemisia judaica* L from Algeria. *Flavour and Fragrance Journal*, 21(3), 617-619.*
- Duarte, M.C.T., et al., Anti-Candida activity of Brazilian medicinal plants. *Journal of ethnopharmacology*, 2005. 97(2): p. 305-311
- El-Massry K. F., El-Ghorab A. H., & Farouk A. 2002. Antioxidant activity and volatile components of Egyptian *Artemisia judaica* L. *Food Chemistry* 79(3): 331-336.
- El-Sayed M. A., BaAbbad R., BalashA., Al-Hemdan N. A., &Softah A. 2013. The potential anti *Helicobacter pylori* and antioxidant effects of *Artemisia judaica*. *Functional Foods in Health and Disease*, 3(9): 332-340. :
- Erbil, M. E. H. M. E. T. (2008). Adsorption and corrosion inhibition effect of 1, 1'-
- Espinel-Ingroff, A., & Cantón, E. (2007). Antifungal Susceptibility Testing of Yeasts. Dans R. Schwalbe, L. Steele-Moore & A. C. Goodwin (dir.). *Antimicrobial susceptibility testing protocols* (p. 173-208). Crc Press, Taylor & Francis Group.
- Essentielles de *Artimisia juduca.L et Myrtus Nivellei* [thèse]. MOSTAGANEM :
- Favier, A. 2020) *Bioactifs naturels et santé humaine : Antioxydants, huiles essentielles et phytonutriments*. Éditions Lavoisier Tec & Doc)
- Foudil Cherif, 2005 ; Foudil-Cherif, Y. Etude chimio taxonomique des huiles essentielles de neuf espèces d'Eucalyptus poussant en Algérie distribution en abtionmérique de cinq monoterpènes par chromatographie multidimensionnelle. Thèse Doctorat en chimie. Université des Sciences et la technologie Houarie boumediene .2005
- fungicidal concentration. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 49(8), 3486-3488.
- Geneviève, F., Godon, A., Marteau-Tessier, A., & Zandecki, M. 2012, March. Automated hematology analysers and spurious counts Part 2. Leukocyte count and differential. In *Annales de Biologie Clinique* (Vol. 70, No. 2, pp. 141-154).
- Ghrabi, Z. 2005. Flore et végétation du Sud tunisien : diversité, écologie et valorisation (Thèse de doctorat) Université de Tunis El Manar.
- Guba, R. 2001; Toxicity myths-essential oils and their carcinogenic potentiel. *International Journal of Aromatherapy*.,11, 76-83

- Halla N., Boucherit K., Zeragui B., Hellal D., Bentoumi A., Belouafi L., & Boucherit Otmani Z. 2019). Essential Oil of *Artemisia judaica* L.(ssp. *Sahariensis*) from Algerian Sahara: Antimicrobial Effects and Mechanisms of Action. *Phytothérapie*.
- Hellali N., Bouziane M., & Mahammed M. H. 2019. Correlation between chemical compositions and antioxidant activity of essential oils from six aromatic medicinal PLANTS growing in illizi and giardaia (southern Algeria). *mesmap-5 proceeding book*, p.36.
- Hessas T et al, 2018 ; Contribution à l'étude de la composition chimique et à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus* sp ». Thèse de Doctorat en pharmacie. Université Mouloud Mammeri (Algérie), 2018
- Jain, R. K., Munn, L. L., & Fukumura, D. (2002). Dissecting tumour pathophysiology
- Janačković P., Novaković J., Soković M., Vujisić L., Giweli A. A., Dajić Stevanović Z., & Marin P. D. 2015. Composition and antimicrobial activity of essential oils of *Artemisia judaica*, *A. herba-alba* and *A. arborescens* from Libya. *Archives of biological sciences* 67(2):455-466.
- Jouault, Solène. "La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur toxicité". Diss. Université de Lorraine, (2012).
- Karaman, S., et al., Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*, 2001. 76(2): p. 183-186.
- Keyvan Yousefi, Sanaz Hamedeyazdan, Mohammadali Torbati FF (2016). Chromatographic Fingerprint Analysis of Marrubiin in *Marrubium vulgare* L . Chromatographic Fingerprint Analysis of Marrubiin in *Marrubium vulgare* L . via Hptlc Technique. *Adv Pharm Bull* 6:131-136.
- Kundan et Anupam, Bora, K. Singh & Sharma, A. 2011. The Genus *Artemisia*: A Comprehensive Review. *Pharmaceutical Biology*, 49(1), 101–109. DOI 10.3109/13880209.2010.497815
- Lee SY, Lee DY, Kim OY, et al (2020). Overview of Studies on the Use of Natural Antioxidative Materials in Meat Products. *Food Sci Anim Resour* 40:863-880.
- Lis-Balchin, M., *Lavender: the genus Lavandula*. 2003: CRC press.
- Majoros, L., Kardos, G., Szabó, B., & Sipiczki, M. (2005). Caspofungin susceptibility

- Merabet, 2018 ; Thèse de doctorat : Huiles essentielles de trois espèces d'Eucalyptus d'Algérie composition et activité acaricide (*Varroa destructor*). Université des frères Mentouri constantine1.
- Mert, M. E., Solmaz, R., Kardaş, G. Ü. L. F. E. Z. A., Yazici, B. İ. R. G. Ü. L., &
- Migliore, F., Zorzi, A., Michieli, P., Perazzolo Marra, M., Siciliano, M., Rigato, I., ...
- Moharram, F. A., Marzouk, M. M., & Ibrahim, M. T. 2021. Biological and phytochemical investigation of *Artemisia judaica* L. growing in Egypt South African Journal of Botany, 137, 336-342.
- Mpondo, T. L. M., et al. 2017; Management of hypertension in Sub-Saharan Africa: Challenges and opportunities." Cardiovascular Journal of Africa, 28(4), 234-240.
- Muñoz, M., et al. (2021). Biological activity of the essential oil of *Drimys winteri*. Frontiers in Natural Products, 2, 958425
- Noudjoud Houas, 2022 ; Noudjoud Houas (2022). Synthèse, caractérisation, calculs quantiques et étude comparative de l'activité biologique d'un acide α -aminophosphonique et une base de Schiff. Ferhat Abbas Sétif-
- Ouis, 2015 ; Ouis, N. étude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil, mémoire de docteur, chimie organique, Université d'Oran 1, 2015, p 19,37.
- P., Singh, G. 2001. Catecholase and cresolase activities and phenolic content in mango (*Mangifera indica* L.) at panicle initiation. Sci Hortic, 87(1): 147–151.
- Polease 2006 rouge Benchelah, A. C. 2004. Plantes médicinales d'Algérie. Alger: Office des publications universitaires. Dob, T., Chelghoum, C. (2006) Chemical composition of the essential oil of *Artemisia judaica* L. from Algeria. Flavour and Fragrance Journal, 21(3), 617-619.
- Ponce A.G., Fritz R., del Valle C. and Roura, S.I. (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. LWT - Food Science and Technology, 36, p: 679–684
- Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of
- Quezel et Santa S. NOUVELLE FLORE DE L'ALGERIE ET DES REGIONS
- Quézel, P., & Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (Vol. 2). Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Paris.
- Ramdane F, Mahammed MH, Didi M, Hadj O, Chanai A, Hammoudi R, Hillali N, Mesrouk 1, Bouafia I and Bahaz C. 2015. Ethnobotanical study of some medicinal plants from Hoggar. Algerian Journal of Med. Plants Res., 9 (30) : 820-827

- Ramdane F., Mahammed M. H., Hadj M. D. O., Chanai A., Hammoudi R., Hillali N., ... & Bahaz C. (2015). Ethnobotanical study of some medicinal plants from Hoggar, Algeria. *Journal of Medicinal Plants Research* 9(30): 820-827.
- Ramdane F., Mahammed M. H., Hadj M. D. O., Chanai A., Hammoudi R., Hillali N., ... & Bahaz C. 2015. Ethnobotanical study of some medicinal plants from Hoggar, Algeria. *Journal of Medicinal Plants Research* 9(30): 820-827
- Rezgui M, Majdoub N, Mabrouk B, et al (2020). Antioxidant and antifungal activities of marrubiin, extracts and essential oil from *Marrubium vulgare* L. against pathogenic dermatophyte strains. *J Mycol Med* 30:100927.
- Saidi, 2019 ; *Etude de l'activité antioxydante de les plantes médicinal* (Doctoral dissertation).
- Sharma, R. R., Goswami, A. M., Singh, C. N., Chhonkar, O. P., Singh, G. (2001). Catecholase and cresolase activities and phenolic content in mango (*Mangifera indica* L.) at panicle initiation. *Sci Hortic*, 87(1): 147–151
- Sharmeen JB, Mahomoodally FMEssential oils from 9 exotic and endemic medicinal plants from Mauritius show invitro antibacterial and antibioticpotentiating activities. *South AfricanJournal of Botany*. 2020
- Silva, J., Abreu, R., Silva, M., & Sousa, M. (2020). Chemical composition and biological activities of essential oils from *Eucalyptus globulus* Labill. *Biomolecules*
- Snoussi M., Hajlaoui H., Noumi E., Usai D., Sechi L.A., Zanetti S., & Bakhrouf A. (2008) – étude de l'activité anti-*Vibrio* spp. Et composition chimique de certaines plantes tunisiennes
- specific application to the determination of vitamin E. *Analytical biochemistry*, 269(2),
- testing of *Candida inconspicua*: correlation of different methods with the minimal
- thiocarbonyldiimidazole on mild steel in H₂SO₄ solution and synergistic effect of
- Traore Y., Ouattara K., Yéo D., Doumbia I. et Coulibaly A. (2012). Recherche des activités antifongique et antibactérienne des feuilles d'*Annona senegalensis* Pers. (Annonaceae). *Journal of Applied Biosciences*, 58, p 4234-5902 :
- UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS, 2017.
- Van Wyk, B.-E., & Wink, M. 2004; *Medicinal Plants of the World*. Briza Publications.
- Wagner & Ulrich-Merzenich, 2009. synergie recherche: Approaching a new generation of phytopharmaceutical phytomedicine 16(2-3), 97-110.
- Wahiba R., Bennaceur, M., Barros, L., Calhelha, R. C., Heleno, S., Alves, M. J. & Ferreira, I. C. (2017). Detailed phytochemical characterization and bioactive
- with electrocardiographic T-wave inversion at preparticipation screening. *Circulation*,

- Yaacoub R et al, 2018 « Caractérisation physico-chimiques et analyses biologiques del'huile essentielle des grains de *Cuminum cyminum* L. et de *Foeniculum vulgare* Mill. Extraite par hydrodistillation et CO₂ supercritique : Etude comparative ». Mémoire de Master en Génie Chimique. Université Larbi Ben M'Hidi Oum El Bouaghi (Algérie), 2018.
- Zenasni, F 2014 ;Extraction des huiles essentielles par micro-ondes : principe et application [Mémoire de Master non publié]. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
- Zeragui B., Hachem, K., Halla N., &Kahloula K.2019. Essential Oil from *Artemisia judaica* L.(ssp. *sahariensis*) Flowers as a Natural Cosmetic Preservative: Chemical Composition, and Antioxidant and Antibacterial Activities. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants* 22(3): 685-69.

Annexes

Milieux de culture**Bouillon Nutritif (BN, Fluka) :**

Formule (en g/l)

Peptone 15,0

Extrait de levure 3,0

Chlorure de sodium 6,0

Glucose 1,0

Eau Distillée qsp 1L

pH = 7,1 ($\pm 0,2$) à 37°C

Suspendre 25g de la poudre dans un litre d'eau distillée, en suite stériliser par autoclavage à 121 °C pendant 15 min.

Gélose Nutritive (GN, Fluka) :

Formule (en g/l)

Peptone 15,0

Extrait de levure 3,0

Chlorure de sodium 6,0

Glucose 1,0

Agar 15,0

Eau Distillée qsp 1L

pH = 7,3 ($\pm 0,2$) à 37°C

Suspendre 40g de la poudre dans un litre d'eau distillée, en suite chauffer sous agitation jusqu'à ébullition pour la dissolution totale du milieu et stériliser par autoclavage à 121 °C pendant 15 min.

Bouillon Sabouraud :

Formule (en g/l)

Peptone (Fluka) 10,0

Extrait de levure (Fluka) 3,0

Glucose (Sigma-Aldrich) 20,0

Eau Distillée qsp 1L

pH = 5,8 ($\pm 0,2$) à 37°C

Suspendre la poudre dans un litre d'eau distillée, chauffer si c'est nécessaire pour la dissolution totale du milieu et stériliser par autoclavage à 121 °C pendant 15 min.

Gélose Sabouraud :

Formule (en g/l)

Peptone (Fluka)

Extrait de levure (Fluka)

Glucose (Sigma-Aldrich)

Agar

Eau Distillée

pH = 5,8 ($\pm 0,2$) à 37°C