

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Saad Dahleb Blida-1



Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie et agro-écologie

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Spécialité : Phytopharmacie et protection des végétaux

Thème

**Activité antimicrobienne, antioxydant et anti-inflammatoire
d'une huile essentielle mise en suspension dans une huile végétale,
formulation d'un produit biopharmaceutique**

Soutenue le : 13/07/2025

Présenté par :

**Elouadah Rahma
Hamani Rim**

Devant le jury composé de :

Mme Allal. L

Pr. USD Blida 1

Présidente

Mme Chaihi. W

MCA. USD Blida 1

Examinatrice

Mme Ghanai. R

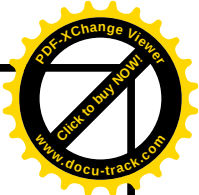
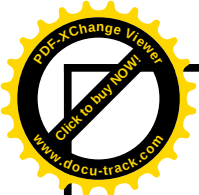
MCB. USD Blida 1

Promotrice

Mme Mechid. W

Ingénieur d'état en chimie. SAIDAL

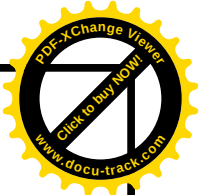
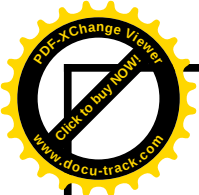
Co-Promotrice



Louange À Allah

Seigneur de l'univers, le Tout Miséricordieux, le Très Clément, par Sa grâce les bonnes œuvres s'accomplissent. Il nous a accordé la vie, la santé, la force et la patience nécessaires pour mener ce parcours académique jusqu'à son terme.

Je Lui exprime ma profonde gratitude pour m'avoir guidé, soutenu et facilité l'achèvement de ce modeste travail, malgré les difficultés rencontrées. À Lui soient la louange et la reconnaissance, aujourd'hui et à jamais.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Lorsque le cœur est animé par la volonté, et que l'âme est apaisée par la foi et la sincérité, l'impossible s'efface, et le rêve devient accessible.

Celui qui a soif de savoir et nourrit son esprit de connaissance, atteindra, tôt ou tard, ses aspirations, même après une longue attente.

Celui qui poursuit ses objectifs avec persévérance et sincérité voit les obstacles s'atténuer, et les chemins s'éclaircir, Malgré les difficultés et les défis rencontrés.

Le savoir est la lumière de la vie, la nourriture de l'esprit et la clé de l'avenir.

Il représente le meilleur des investissements et la plus noble des missions. Par lui, les nations se construisent, les sociétés s'élèvent et les horizons s'élargissent.

Apprends, car nul ne naît savant,

Et l'ignorant n'égale jamais l'homme instruit.

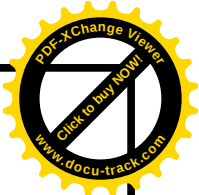
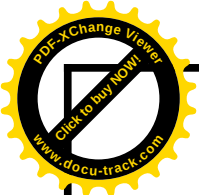
Aujourd'hui, alors que nous nous trouvons à la fin d'un parcours académique

Et au seuil d'une nouvelle étape dans la vie, nous nous tenons fièrement, repensant aux veillées d'effort et aux jours de labeur,

Espérant que ce moment soit le fruit de nos sacrifices et la preuve de notre patience et de notre détermination.

Nous avons veillé des nuits à la recherche de lumière et de grandeur, Et voici que l'aurore de nos ambitions se lève, éclatante.

C'est un rêve devenu réalité, un espoir qui a éclos, et un chemin paré de réussite et de grâce. Nous prions Dieu que ce travail soit un témoin de notre engagement, et un commencement prometteur sur les sentiers de la connaissance.



Remerciements

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude à Dieu Tout-Puissant, qui nous a accordé la force et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail modeste.

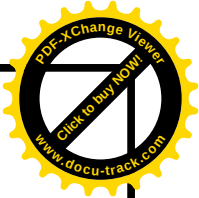
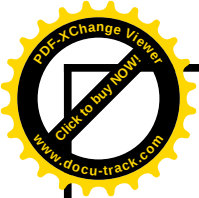
Nous adressons nos remerciements les plus sincères à notre directrice de mémoire, Mme Ghanai R., qui a bien voulu encadrer notre projet de fin d'études.

Nous remercions également Mme Wahiba Mechid pour son aide précieuse concernant l'aspect physico-chimique, M. Amine pour son appui technique, ainsi que Mme Ghekik pour ses conseils pertinents dans le domaine de la microbiologie. Leur contribution a été déterminante pour la réussite de ce travail.

Nos remerciements vont aussi à Mme Djemila Bouchareb pour ses conseils avisés et ses orientations éclairées, notamment dans le domaine de l'extraction des huiles, qui ont grandement enrichi notre démarche scientifique.

Nous exprimons notre chaleureuse gratitude aux membres du jury — Mme Allal, Mme Chaichi et Mme Allal — pour avoir accepté d'évaluer notre travail, pour le temps qu'elles nous ont consacré, ainsi que pour la richesse de leurs remarques scientifiques que nous avons grandement appréciées.

Enfin, nous tenons à remercier l'ensemble des enseignants de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et plus particulièrement ceux du Département de Biotechnologie et Agro-écologie, notamment de la spécialité Phytopharmacie et Protection des Végétaux, pour les efforts fournis tout au long de notre formation et pour l'impact durable qu'ils ont eu sur notre parcours académique.



Dédicace

À mes très chers parents, Mohamed et F. Yahiaoui

Voici enfin venu le jour que vous avez tant attendu. Aucun mot ne saurait exprimer ma profonde gratitude et ma sincère reconnaissance envers les deux êtres les plus chers à mon cœur. Vos prières, vos sacrifices et votre soutien inconditionnel m'ont accompagné tout au long de ma vie. J'espère avoir été à la hauteur de vos espérances. Que Dieu Tout-Puissant vous accorde santé, bonheur et prospérité.

À mes chers frères : Mohamed Amine et Haroun Belkheir

Merci de m'avoir accompagné tout au long de ma vie et d'avoir toujours été là pour moi. Je vous aime profondément et je prie Dieu de vous protéger et de vous accorder réussite et bonheur.

À mes chères sœurs : Loubna, Chaïma, Nessrine et Rahil

Vous êtes mon pilier et mon réconfort. Merci pour votre amour, votre sollicitude et votre soutien constant. Que Dieu exauce tous vos vœux et préserve entre nous l'amour et la tendresse.

Un remerciement tout particulier à ma grand-mère Malika et à mon grand-père Belkheir

Je vous adresse mes plus sincères remerciements pour l'amour, la tendresse et les prières que vous m'avez toujours prodiguées. Que Dieu vous accorde une longue vie, une santé parfaite et vous récompense pour tout le bien que vous m'avez offert.

À mes oncles, tantes, cousins et cousines

Merci pour votre aide, vos encouragements et vos prières qui ont toujours été d'un grand réconfort. Que Dieu vous protège du mal, vous comble de santé, de bonheur et de longévité.

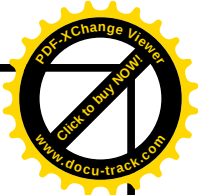
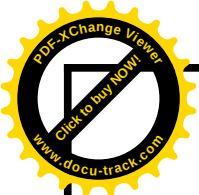
À mes chers amis : Rahma, Amira, hayette

En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs précieux partagés, je vous adresse mes vœux les plus sincères de bonheur, de réussite et de santé. Merci pour votre soutien indéfectible et votre présence à mes côtés.

À mes camarades de la promotion 2024

Pour l'aventure extraordinaire que nous avons vécue ensemble, les défis surmontés et les souvenirs créés au fil des années, je vous adresse mes félicitations pour votre patience, votre solidarité et votre fidélité. Je nous souhaite à tous un avenir brillant, rempli de succès, de sérénité et de bonheur.

H.RIM



Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À mes chers parents, pour leur amour inépuisable, leur patience, leurs sacrifices et leur soutien indéfectible.

À mes frères et sœur : Aïcha, Anes et Aymen, pour leur affection et leurs encouragements constants.

À ma tante maternelle Fatiha et à mon oncle maternel Rabah, pour leur tendresse et leur bienveillance.

À mes amies et collègues de recherche : Rim, Amira, Hayette et Wissam, avec qui j'ai partagé des moments inoubliables et de précieuses expériences scientifiques.

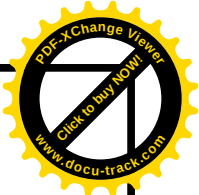
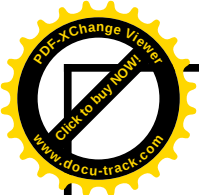
À mes chères amies Dounia et Asma, pour les liens d'amitié sincère et les instants partagés avec bienveillance.

Une pensée reconnaissante à Madame Djamila Bouchareb, pour sa gentillesse, ses conseils et son accompagnement tout au long de ce parcours.

À toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Merci à vous tous, du fond du cœur.

E. RAHMA



Résumé

Activité antimicrobienne, antioxydant et anti-inflammatoire d'une huile essentielle mise en suspension dans une huile végétale, formulation d'un produit biopharmaceutique

Ce travail vise à évaluer les activités biologiques d'un mélange d'huile essentielle *d'Origanum vulgare* et d'huile végétale de *Moringa oleifera*, en vue de formuler un produit biopharmaceutique. Les tests réalisés ont porté sur l'activité antimicrobienne, antioxydante et anti-inflammatoire. Les huiles ont été extraites respectivement par hydrodistillation (rendement : 3,33 %) et par pression à froid à partir de graines non décortiquées (rendement : 10 %).

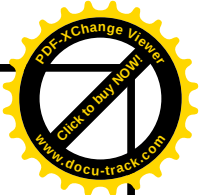
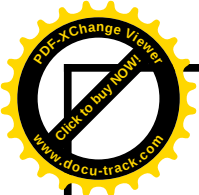
L'huile essentielle *d'Origanum vulgare* a montré une forte activité antimicrobienne, contrairement à l'huile de moringa dont l'efficacité était limitée. Le mélange a présenté une activité intermédiaire, meilleure que celle du moringa seul.

Dans le test DPPH, tous les échantillons ont révélé une forte activité antioxydante, avec des taux d'inhibition supérieurs à 74 %.

Concernant l'activité anti-inflammatoire, le mélange a affiché une IC_{50} de 0,1605 mg/mL, supérieure à celle de l'huile *d'Origanum vulgare* seule ($IC_{50} \approx 0,5$ mg/mL), suggérant un effet synergique entre les deux huiles.

Ces résultats confirment le potentiel thérapeutique des formulations naturelles combinées, tout en soulignant l'intérêt d'optimiser les méthodes d'extraction pour une meilleure efficacité.

Mots clé : Huiles essentielles, huiles végétales, activité antimicrobienne, activité antioxydant, activité anti-inflammatoire.



Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction8

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Généralité sur les huiles essentielles et les huiles végétales

I. Les huiles essentielles13

I.1. Définition13

I.2. Importance économique des huiles essentielles13

I.3. Composition chimique des huiles essentielles13

I.4. Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....14

I.5. Utilisation des huiles essentielles15

II. Les huiles végétales16

II.1. Définition16

II.2. Importance économique des huiles végétales16

II.3. Composition chimique des huiles végétales16

II.4. Méthodes d'extraction des huiles végétales17

II.5. Utilisation des huiles végétales18

III. Propriétés biologiques et pharmaceutiques18

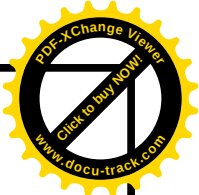
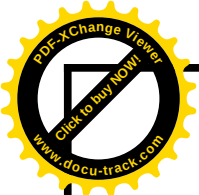
III.1. Activité antimicrobienne19

III.2. Activité antioxydante19

III.3. Activité anti-inflammatoire19

IV. Toxicité des huiles20

IV.1. Toxicité des huiles essentielles20



IV.2. Toxicité des huiles végétales	20
---	----

V. Critères de qualité	20
-------------------------------------	-----------

VI. Conditions de conservation	21
---	-----------

CHAPITRE II : Monographies des plantes étudiées

I. <i>Thym (Origanum vulgare L)</i>	23
--	-----------

I.1. Origine et habitat de <i>Thym (Origanum vulgare L)</i>	23
---	----

I.2. Classification botanique	23
-------------------------------------	----

I.3. Description morphologique	24
--------------------------------------	----

I.4. Culture de (<i>Origanum vulgare</i> L)	25
--	----

I.5. Composition chimique	25
---------------------------------	----

I.6. Huile essentielle de (<i>Origanum vulgare L</i>).....	25
--	----

I.7. Utilisation de (<i>Origanum vulgare L.</i>)	26
--	----

II. <i>Moringa oleifera L</i>	26
--	-----------

II.1. Origine et habitat de <i>Moringa oleifera L</i>	26
---	----

II.2. Classification botanique	27
--------------------------------------	----

II.3. Description botanique	27
-----------------------------------	----

II.4. Culture de <i>Moringa oleifera L</i>	29
--	----

II.5. Composition chimique	29
----------------------------------	----

II.6. Huile de graine de <i>Moringa oleifera L</i>	29
--	----

II.7. Utilisation des graines de <i>Moringa oleifera L</i>	30
--	----

CHAPITRE III : Matériel et méthodes

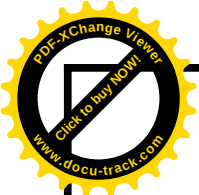
I. Matériel	32
--------------------------	-----------

I.1. Matériel végétal	32
-----------------------------	----

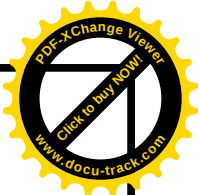
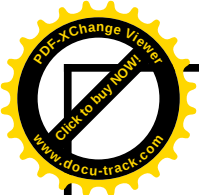
I.2. Identification botanique.....	32
------------------------------------	----

I.3. Souches microbiennes	33
---------------------------------	----

II. Méthodes d'étude	34
-----------------------------------	-----------



II.1. Préparation des espèces étudiées	34
II.2. Extraction des huiles	34
II.3. Activité biologique	36
II.3.1. Évaluation de l'activité antimicrobienne	36
II.3.2.Évaluation de l'activité antioxydante	37
II.3.3. Évaluation de l'activité anti-inflammatoire	39
CHAPITRE IV : Résultats et discussion	
I. Rendement des huiles essentielles et des huiles végétales	42
II. Activité antimicrobienne	44
III. Activité antioxydante.....	46
IV. Activité anti-inflammatoire	50
V. Formulation d'une crème bio-pharmaceutique	56
Conclusion	58
Références Bibliographiques	61
Annexes	



Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification botanique de *Origanum vulgare L.*

Tableau 02 : Classification botanique de *Moringa oleifera L.*

Tableau 03 : Caractéristiques des souches microbiennes utilisées.

Tableau 04 : Préparation des dilutions (A, B, C, D) des solutions mères dans l'activité antioxydant.

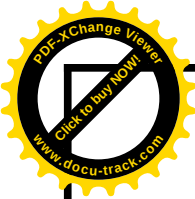
Tableau 05 : Caractéristiques organoleptiques de HE de thym et de HV de graine de moringa.

Tableau 06 : Résultats de l'activité antimicrobienne de HE, HV et mélange testée par la technique de diffusion des disques.

Tableau 07 : % d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations des HE, HV, mélange et de l'Acide ascorbique à différentes concentrations.

Tableau 08 : Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine pour chaque échantillon testé.

Tableau 09 : Les valeurs de IC₅₀ pour l'activité anti-inflammatoire



Liste des figures

Figure 01 : Schéma illustrant le procédé d'hydrodistillation, utilisé pour l'extraction des composés volatils à partir de plantes aromatiques.

Figure 02 : Représentation du système de distillation à la vapeur pour l'obtention des huiles essentielles.

Figure 03 : *Origanum vulgare*

Figure 04 : Différentes parties de *Moringa oleifera* : (i) l'arbre de plein champ, (ii) ensemble de feuillage, (iii) Fleurs et (iv) fruits.

Figure 05 : Quelque partie de *Moringa oleifera* : (v) graines, (vi) racines et (vii) troncs.

Figure 06 : Séchage de l'origan à l'air libre.

Figure 07 : Principe de la méthode de diffusion sur disque

Figure 08 : Rendement de l'huile essentielle de thym (*Origanum vulgare*).

Figure 09 : Rendement de l'huile végétale de graine de *Moringa oleifera* L

Figure 10 : % d'inhibition en fonction de la concentration de l'HE du thym

Figure 11 : % d'inhibition en fonction de la concentration de l'HV du moringa

Figure 12 : % d'inhibition en fonction de la concentration du mélange HE+HV

Figure 13 : % d'inhibition de l'acide ascorbique

Figure 14 : Graphique des pourcentages d'inhibition des radicaux DPPH pour quatre concentrations différentes de chaque extrait testé.

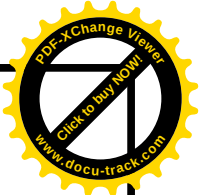
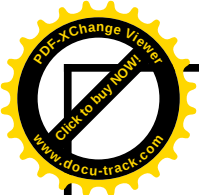
Figure 15 : Graphique de pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine pour l'huile essentielle de thym (%)

Figure 16 : Graphique de pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine pour l'huile végétale des graines de moringa (%)

Figure 17 : Graphique de pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine pour mélange de l'huile essentielle de thym avec l'huile végétale des graines de moringa (%)

Figure 18 : Graphique de pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine pour diclofénac sodique (%)

Figure 19 : Les valeurs de IC₅₀ de HE, HV, Mélange et diclofénac sodique pour l'activité anti-inflammatoire



Liste des abréviations

HE : Huile essentielle

HV : Huile végétale

IC₅₀ : Concentration inhibitrice à 50 %

DPPH : 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl

AC : Absorbance du contrôle

AT : Absorbance du test

I% : Pourcentage d'inhibition

UV-Vis : Spectrophotométrie UltraViolet-Visible

GC-MS : Chromatographie en phase gazeuse – Spectrométrie de masse

FRAP: Ferric Reducing Antioxidant Power

ATCC: American Type Culture Collection

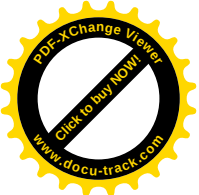
COX-2 : Cyclooxygénase-2

NaCl : Chlorure de sodium

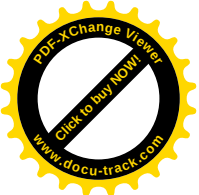
EDTA : Acide éthylène diamine tétra acétique

OD : Densité optique (Optical Density)

R² : Coefficient de corrélation (linéaire ou polynomial)



INTRODUCTION



Introduction

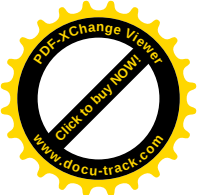


De nombreuses études ont montré que l'usage des plantes médicinales remonte aux civilisations anciennes comme les Sumériens, les Égyptiens, les Chinois et les Indiens, qui avaient élaboré des systèmes thérapeutiques basés sur les plantes (**Petrovska, 2012 ; Fabricant & Farnsworth, 2001**). Aujourd'hui encore, la phytothérapie est largement utilisée, notamment dans les pays en développement, où 70 à 95 % de la population y a recours en raison de son efficacité et de sa relative innocuité (**WHO, 2013 ; Ekor, 2014**). Environ 25 % des médicaments dans le monde contiennent des principes actifs d'origine végétale (**Newman & Cragg, 2020**). En Afrique, plus de 6 000 plantes sont utilisées à des fins médicinales, dont environ 400 couvrent la majorité des soins de santé de base (**Sofowora et al., 2013**).

L'Algérie, grâce à sa diversité écologique et climatique, possède une flore médicinale riche, favorable à la recherche et à la valorisation de la pharmacopée traditionnelle (**Bnouham et al., 2010**). Parmi les plantes étudiées figurent *Origanum vulgare*, connue pour ses propriétés antimicrobiennes et antioxydantes (**Kouidhi et al., 2010**), et *Moringa oleifera*, riche en nutriments et cultivée dans le sud algérien (**Anwar et al., 2007**). Le bassin méditerranéen, quant à lui, est reconnu comme l'un des foyers majeurs de biodiversité avec une forte proportion d'espèces endémiques (**Médail & Quézel, 1999**).

L'aromathérapie, ou l'usage médicinal des huiles essentielles, s'inscrit dans cet héritage grâce à leurs propriétés pharmacologiques telles que les effets antioxydants, antimicrobiens, antiviraux, et anti-inflammatoires (**Bakkali et al., 2008 ; Miguel, 2010**). L'intérêt croissant pour les synergies entre huiles essentielles et huiles végétales repose sur leur capacité à renforcer l'efficacité thérapeutique tout en limitant les effets indésirables, en particulier dans le traitement des affections cutanées et inflammatoires (**Edris, 2007 ; Van Vuuren & Viljoen, 2011 ; Bilia et al., 2014**). Des recherches approfondies restent donc essentielles pour valider scientifiquement ces usages traditionnels et développer des formulations naturelles efficaces.

À partir de ces constats, la présente étude vise à évaluer les propriétés biologiques de deux extraits naturels : l'huile végétale extraite des graines de *Moringa oleifera* récoltées dans la région de Touggourt, et l'huile essentielle extraite des parties aériennes de *Origanum vulgare* provenant de la région de Tablat.



Introduction



L'étude s'intéresse principalement à trois activités biologiques : l'activité anti-inflammatoire, l'activité antioxydante, et l'activité antimicrobienne.

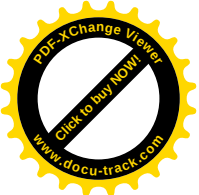
Ce mémoire est divisé en trois parties :

La première partie aborde une étude bibliographique en la matière subdivisée en deux chapitres : le premier chapitre « Généralités sur les huiles essentielles et les huiles végétales », et le deuxième chapitre est consacré à la description des plantes étudiées.

La deuxième partie illustre le matériel et les méthodes utilisés.

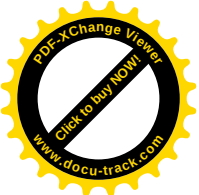
La troisième partie est consacrée à la présentation et à la discussion des résultats obtenus.

Enfin, cette étude s'achève par une conclusion générale et des recommandations pour des recherches futures destinées à approfondir la connaissance de ces extraits naturels et à explorer leur potentiel dans le domaine médical et pharmaceutique.



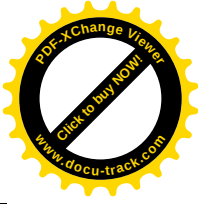
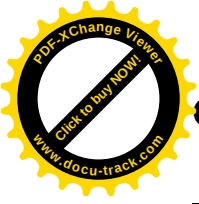
ETUDE

BIBLIOGRAPHIQUE



CHAPITRE I :

Les huiles essentielles et les huiles végétales



I. Les huile essentielle

I.1. Définition

Les huiles essentielles sont des extraits naturels qu'on obtient surtout à partir de plantes aromatiques, comme la menthe, le thym ou la lavande. La méthode la plus courante pour les extraire est la distillation à la vapeur d'eau, qui permet de récupérer les substances volatiles responsables de leur odeur particulière. Malgré leur nom, elles ne contiennent pas de graisses comme celles qu'on trouve dans les huiles végétales ; leur composition est essentiellement faite de composés volatils. Ces derniers jouent un rôle important dans leurs usages, notamment en aromathérapie ou en parfumerie. D'après **Bakkali et al. (2008)**, ces huiles sont solubles dans les solvants organiques, ce qui facilite leur incorporation dans différentes préparations. Par ailleurs, **Zhang et al. (2014)** précisent que plus de 90 % de leur contenu est constitué de ces substances volatiles.

I.2. Importance économique des huiles essentielles

Les huiles essentielles occupent aujourd'hui une place stratégique dans plusieurs secteurs industriels. Leur valeur économique ne cesse de croître en raison de leurs applications variées, notamment dans les domaines pharmaceutique, cosmétique, agroalimentaire et domestique. En tant qu'alternatives naturelles aux agents synthétiques, elles sont particulièrement prisées pour leurs effets antimicrobiens, antioxydants et anti-inflammatoires. Dans le domaine agricole, certaines sont utilisées comme biopesticides, ce qui renforce leur importance dans les pratiques durables. De plus, leur production constitue une source de revenus importante pour de nombreux pays en développement, où la culture des plantes aromatiques s'inscrit dans un cadre économique local. Cette tendance s'amplifie avec l'intérêt mondial croissant pour les produits naturels et écologiques (**Burt, 2004**).

I.3. Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont constituées d'un mélange complexe de composés organiques volatils. Leur composition dépend de divers facteurs tels que l'espèce végétale, la partie de la plante utilisée, les conditions de culture, et la méthode d'extraction. Ces substances

appartiennent principalement à des groupes chimiques comme les monoterpènes, les sesquiterpènes, les alcools, les aldéhydes, les cétones, les esters et les composés phénoliques. Chacun de ces groupes est associé à des effets biologiques particuliers : par exemple, le thymol et le carvacrol possèdent une forte activité antimicrobienne, tandis que le linalol et le limonène sont reconnus pour leurs propriétés apaisantes et antioxydantes. La compréhension de ces profils chimiques permet d'orienter l'usage thérapeutique et industriel de chaque huile (Dhifi et al., 2016),

I.4. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles peut se faire de différentes manières, mais les deux plus anciennes et les plus utilisées restent l'hydrodistillation et la distillation à la vapeur. Ce sont des méthodes simples, efficaces et ne nécessitent pas de produits chimiques.

I.4.1. Hydro-distillation

L'hydrodistillation se fait en faisant bouillir les plantes dans de l'eau. La chaleur fait évaporer les molécules d'huile, qui montent avec la vapeur. Ensuite, on les refroidit et on récupère l'huile à part de l'eau. Cette méthode marche bien, surtout pour les plantes sèches, mais parfois la chaleur abîme un peu les composants fragiles (Sethunga et al., 2022). (Figure1).

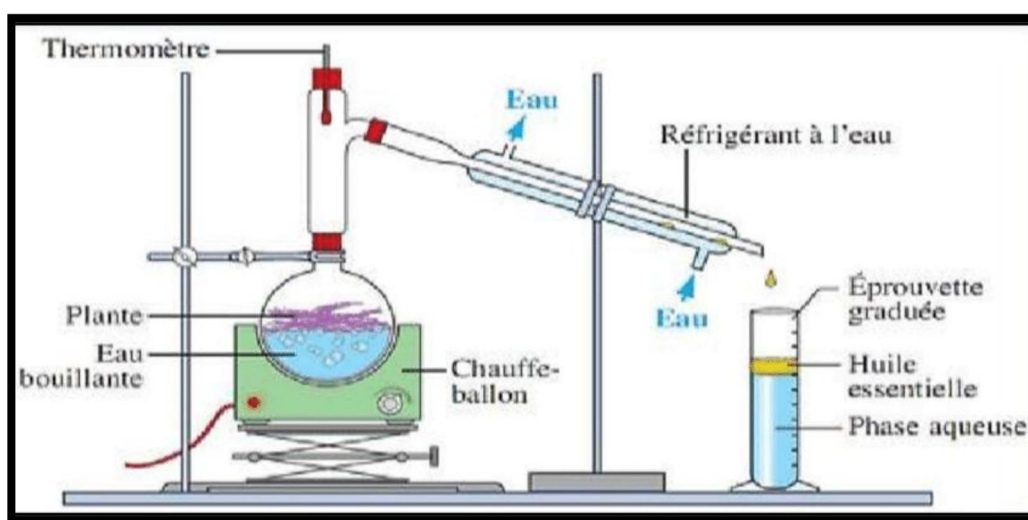


Figure 01 : Schéma illustrant le procédé d'hydrodistillation, utilisé pour l'extraction des composés volatils à partir de plantes aromatiques. (Mohd-Setapar et al., 2018)

I.4.2. Distillation à la vapeur

La distillation à la vapeur est un peu différente. Ici, la vapeur passe à travers la plante sans qu'elle touche directement l'eau. Elle emporte les huiles avec elle, qu'on récupère ensuite après condensation. Cette méthode est meilleure pour les plantes sensibles à la chaleur. (Figure 02)

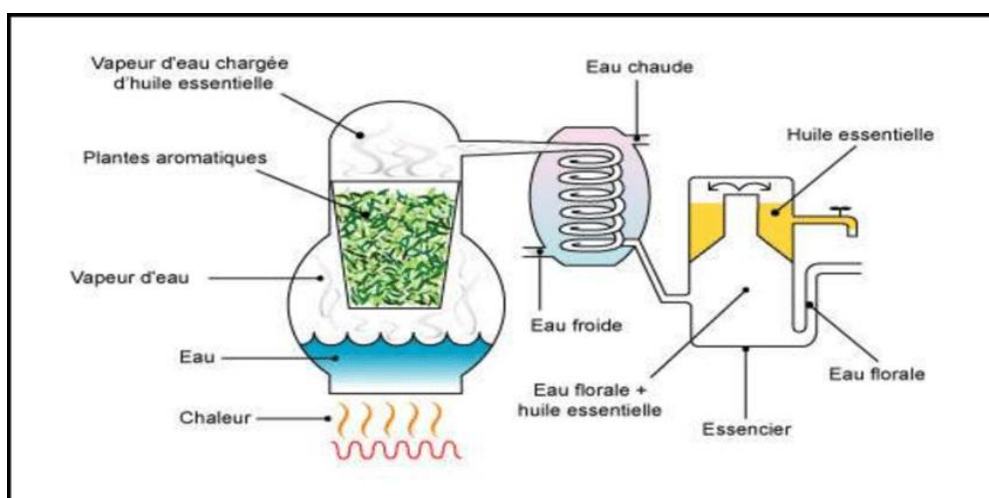
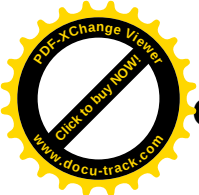


Figure 02 : Représentation du système de distillation à la vapeur pour l'obtention des huiles essentielles. (Tongnuanchan & Benjakul, 2014)

I.5. Utilisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont largement utilisées dans les domaines thérapeutique, cosmétique, agroalimentaire et pharmaceutique. En aromathérapie, elles sont appliquées par voie cutanée ou inhalée pour soulager le stress, les douleurs musculaires, ou traiter certaines affections cutanées bénignes (Cavanagh & Wilkinson, 2002). Grâce à leurs propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et anti-inflammatoires, elles sont intégrées dans des crèmes, gels, ou solutions antiseptiques (Burt, 2004). Leur utilisation s'étend également à la conservation des aliments et à la fabrication de produits d'hygiène naturelle. Toutefois, en raison de leur puissance, une utilisation prudente est recommandée, notamment sur le plan des dosages et des contre-indications potentielles. L'intérêt scientifique pour ces composés naturels ne cesse de croître, notamment dans le cadre de formulations combinées visant à renforcer leur efficacité et à réduire les effets secondaires des produits de synthèse.



II. Les huiles végétales

II.1. Définition

Les huiles végétales pures sont des huiles extraites de plantes oléagineuses par pression, extraction ou procédés similaires, pouvant être brutes ou raffinées sans subir de modification chimique (**Ramiliarisoa, 2008**).

Ces huiles sont principalement constituées de triglycérides, mais contiennent également d'autres composés non triglycéridiques : les stérols, les tocophérols (vitamine E), les hydrocarbures, les alcools gras, les acides gras libres, ainsi que des quantités minimales de substances aromatiques, de pigments (comme le carotène), de monoglycérides, de diglycérides et d'eau (**Ramanamihaja, 2007**).

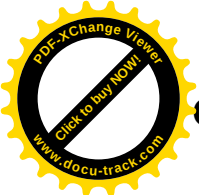
II.2. Importance économique des huiles végétales

Les huiles végétales jouent un rôle économique majeur grâce à leur utilisation variée dans l'alimentation, la cosmétique, la pharmacie, l'industrie et l'énergie. Elles représentent une source essentielle de lipides alimentaires, avec une demande mondiale en constante croissance (**FAO, 2021**). Sur le plan industriel, elles servent à produire des biocarburants, notamment le biodiesel, contribuant ainsi à la transition énergétique (**Knothe, 2010**).

Dans les pays en développement, leur production constitue une source importante de revenus, notamment pour les femmes rurales, comme c'est le cas pour l'huile de *Moringa oleifera* (**Tsaknis, 1998**). En cosmétique, leurs propriétés naturelles en font des ingrédients recherchés dans de nombreux produits (**Barel, Paye & Maibach, 2014**). De plus, elles occupent une place stratégique dans le commerce international, générant des milliards de dollars d'exportation chaque année (**OECD/FAO, 2020**).

II.3. Composition chimique des huiles végétales

Les huiles végétales sont constituées d'un mélange complexe de composés, répartis en deux grandes catégories :



- **La fraction saponifiable** : Principalement composée de triglycérides, qui représentent plus de 95% des huiles brutes et jusqu'à 98% des huiles raffinées.

Cette fraction est constituée de deux composants principaux : les glycérides (comprenant majoritairement les triglycérides) et les acides gras (**Chaa et Ziane Chérif, 2019**).

- **La fraction insaponifiable** : Contient des composés mineurs mais essentiels, tels que les vitamines, les antioxydants et les stérols.

Ces composés mineurs, bien que présents en faible quantité (1 à 5%), jouent un rôle important dans les propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des huiles (**Boutayeb, 2013**).

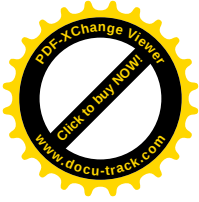
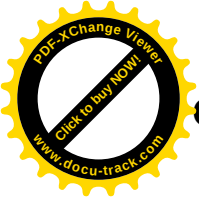
II.4. Méthodes d'extraction des huiles végétales

Selon la nature des matières premières, on a plusieurs types de modes d'extraction. Dans cette étude, on considérera surtout l'extraction par pression à froid (**Jaonaritiana, 2019**).

II.4.1. Le pressage à froid

Le pressage à froid est une méthode mécanique d'extraction d'huiles végétales, où les graines, comme celles du moringa, sont broyées puis pressées à une température inférieure à 60 °C pour préserver les composés sensibles tels que les antioxydants et vitamines (**Krist, 2020**). Cette technique permet d'obtenir des huiles « extra vierges » de haute qualité, mais avec un rendement faible, car 6 à 18 % de l'huile reste dans le tourteau (**MRN, 2012**).

L'huile obtenue est claire, stable, avec une faible teneur en phospholipides, ce qui réduit les émulsions et est utile pour des applications comme les biocarburants. Toutefois, l'huile résiduelle dans le tourteau peut entraîner un rancissement lors du stockage. Enfin, cette huile vierge conserve les caractéristiques sensorielles naturelles du fruit ou de la graine, ce qui lui confère une valeur nutritionnelle et commerciale importante (**Cahuzac, 2010**).



II.4.2. Le pressage à chaud

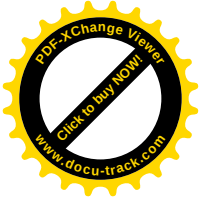
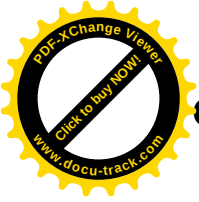
Le pressage à chaud peut se faire en une ou deux étapes : soit directement après broyage et chauffage des graines, soit après une première pression à froid suivie d'un chauffage du tourteau avant une seconde pression (**MRN, 2012**). La température peut atteindre 120 °C, ce qui augmente le rendement en réduisant la viscosité de l'huile, avec une matière grasse résiduelle dans le tourteau d'environ 4 à 6 % (**Krist, 2020**). Cette méthode offre un rendement supérieur à celui du pressage à froid, mais l'huile obtenue contient plus de phospholipides, nécessitant parfois un raffinage ou une filtration selon l'usage.

II.5. Utilisation des huiles végétales

Les huiles végétales ont de multiples applications. Leur principale utilisation est alimentaire, où elles servent à la préparation et à l'assaisonnement des repas. Elles ont aussi de nombreuses applications externes, notamment dans les cosmétiques et comme traitement thérapeutique. Elles sont utilisées dans les produits de soins de la peau et des cheveux, ainsi que comme base pour les produits pharmaceutiques et cosmétiques. Certaines huiles, telles que l'huile d'avocat ou l'huile de pépins de raisin, ont des effets analgésiques, anti-inflammatoires et favorisent la régénération cellulaire. Elles sont également utiles pour traiter les coups de soleil, les peaux sèches ou grasses, et l'eczéma. En outre, les huiles végétales sont employées dans diverses applications techniques, comme la fabrication de lubrifiants, de peintures et de vernis. Dans la naturopathie et la médecine traditionnelle, elles sont souvent considérées comme des remèdes pour de nombreuses maladies humaines (**KRIST, 2020**).

III. Propriétés biologiques et pharmaceutiques

Les huiles essentielles et les huiles végétales suscitent un intérêt croissant en raison de leur richesse en composés bioactifs aux propriétés thérapeutiques. Parmi les effets les plus documentés figurent leur activité antimicrobienne, leur pouvoir antioxydant, ainsi que leur potentiel anti-inflammatoire, justifiant leur intégration dans les approches médicinales naturelles et les formulations pharmaceutiques.



III.1. Activité antimicrobienne

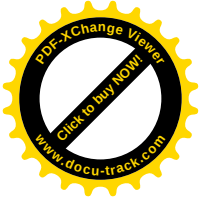
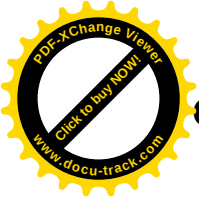
De nombreuses huiles essentielles, comme celle de *Thymus vulgaris*, ont démontré une efficacité notable contre diverses souches microbiennes telles que *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. Cette action est généralement attribuée à la présence de composés phénoliques puissants tels que le thymol et le carvacrol (Aumeeruddy et al., 2023). Par ailleurs, les huiles végétales, grâce à leur richesse en acides gras insaturés et en antioxydants naturels, présentent également une activité antimicrobienne intéressante, notamment contre les levures pathogènes comme *Candida albicans* (Ogunlesi et al., 2018).

III.2. Activité antioxydante

Les huiles essentielles sont reconnues pour leur aptitude à freiner l'oxydation cellulaire, notamment grâce à la présence de composés tels que les terpènes et les phénols. Ces substances jouent un rôle clé dans la neutralisation des radicaux libres, contribuant ainsi à la protection des cellules contre les altérations oxydatives (Hashem & Salem, 2016). De leur côté, les huiles végétales contiennent naturellement des antioxydants puissants, notamment la vitamine E, qui participent à limiter le stress oxydatif et à prévenir certaines maladies dégénératives liées au vieillissement (Oyeyinka et al., 2020).

III.3. Activité anti-inflammatoire

Certaines huiles essentielles présentent des propriétés anti-inflammatoires notables, en agissant sur les voies de signalisation de l'inflammation. Des composés comme le thymol et le carvacrol ont montré leur capacité à moduler les médiateurs inflammatoires et à atténuer les symptômes tels que l'œdème et la douleur (Sharifi-Rad et al., 2017). De même, les huiles végétales, grâce à leur richesse en composés phénoliques et en acides gras essentiels, ont démontré un potentiel bénéfique dans la réduction des processus inflammatoires chroniques, notamment dans le cadre de maladies articulaires comme l'arthrite (Oyeyinka et al., 2020).



IV. Toxicité des huiles essentielles et des huiles végétales

IV.1. Toxicité des huiles essentielles

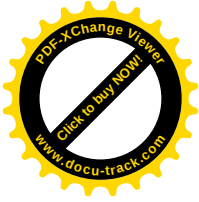
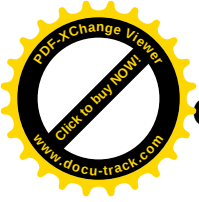
Les huiles essentielles sont des extraits concentrés de plantes, et leur application directe sans dilution peut provoquer des irritations cutanées, des réactions allergiques ou des troubles respiratoires. Certaines composantes, comme la thuyone présente dans l'absinthe, peuvent avoir des effets neurotoxiques à fortes doses (**Bakkali et al., 2008**). De plus, une exposition prolongée à certaines huiles peut perturber le système endocrinien, notamment chez les enfants (**Henley et al., 2007**).

IV.2. Toxicité des huiles végétales

Les huiles végétales sont généralement considérées comme sûres. Cependant, certaines huiles non raffinées peuvent contenir des composés toxiques si elles sont consommées en grande quantité. Par exemple, l'huile de moringa non purifiée peut contenir des substances potentiellement nocives. De plus, une consommation excessive d'huiles riches en acides gras polyinsaturés, comme l'huile de maïs, pourrait favoriser des déséquilibres métaboliques et cardiovasculaires (**Kumar et al., 2017**).

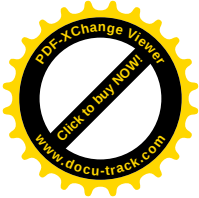
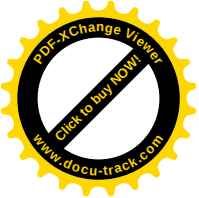
V. Critère de qualité

Les huiles essentielles et végétales doivent respecter des critères stricts pour garantir leur efficacité et leur sécurité. Elles doivent être pures à 100 %, sans ajout de solvants ni de conservateurs, ce qui peut être vérifié par des tests comme la chromatographie en phase gazeuse (**Tisserand et al., 2014**). Les caractéristiques sensorielles, telles que l'odeur et la couleur, sont également importantes pour s'assurer qu'elles n'ont pas été altérées, l'oxydation étant souvent signalée par une odeur ou une couleur anormale (**Baser & Buchbauer, 2015**). Par ailleurs, il est essentiel de tester leur stabilité dans le temps, notamment face à la lumière, la chaleur et l'air, afin de maintenir leur efficacité (**Santos et al., 2016**). Enfin, des contrôles microbiologiques et chimiques sont effectués pour vérifier l'absence de contaminants comme les microbes et les métaux lourds (**Jiang et al., 2017**).



VI. Les conditions de conservation et de stockage

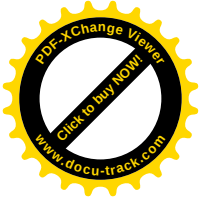
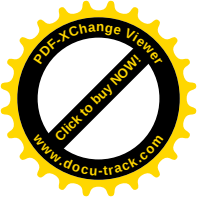
Conditions de conservation et de stockage pour préserver leurs propriétés thérapeutiques, les huiles doivent être stockées correctement. Il est important de les conserver dans des flacons en verre foncé, à une température de 10 à 25°C, en limitant leur exposition à l'air et à la lumière (**Bahramsyah et al., 2020 ; López et al., 2018**). Les huiles essentielles, si elles sont stockées correctement, peuvent durer de 2 à 3 ans, tandis que les huiles végétales ont une durée de conservation de 6 mois à 2 ans. Un changement perceptible dans leur odeur, couleur ou texture peut indiquer une dégradation (**Kaur et al., 2021**).



CHAPITRE II :

Monographie des plantes

étudiées



CHAPITRE II : Monographies des plantes étudiées

I. *Thym (Origanum vulgare L)*

Le thym (*Origanum vulgare L.*) est une plante vivace de la famille des Lamiacées, largement répandue dans les régions méditerranéennes (Lis-Balchin, 2002). Elle est employée tant en cuisine qu'en phytothérapie, notamment grâce à sa richesse en composés phénoliques tels que le thymol et le carvacrol, responsables de ses propriétés antimicrobiennes et antioxydantes (Heidari et al., 2018 ; Southern Cross Univ., 2023).

I.1. Origine et habitat de *thym (Origanum vulgare L)*

Le thym (*Origanum vulgare L.*) est une plante méditerranéenne qui pousse naturellement dans le sud de l'Europe, en Afrique du Nord et en Asie occidentale. Elle se développe dans des zones ouvertes et ensoleillées, comme les pentes rocheuses et les garrigues, entre 500 et 2000 mètres d'altitude (Cianfaglione et al., 2022).

Elle préfère les sols secs, bien drainés, souvent calcaires et légèrement alcalins. Une exposition au soleil favorise la production d'huiles essentielles (Hudaib et al., 2002). Adaptée aux climats chauds, elle tolère également les hivers froids et s'épanouit dans des zones semi-arides à subhumides (CABI, 2022).

I .2. Classification botanique

Le *Thym (Origanum vulgare L.)* est une plante aromatique vivace appartenant à la famille des Lamiacées, largement utilisée à des fins médicinales et culinaires (Tableau01).

Tableau 01 : Classification botanique de *Origanum vulgare L.* (APG IV, 2016)

Taxonomies	Description
Règne:	Plante
Classe:	Magnoliopsida
Sous classe	Astéridae
Ordre:	Lamiales
Famille:	Lamiaceae
Genre:	<i>Origanum</i>
Espèce:	<i>Origanum vulgare L</i>

I.3.Description morphologique

Le thym (*Origanum vulgare* L.) est une plante herbacée vivace, à port buissonnant, qui ne dépasse généralement pas 40 cm de hauteur. Il se caractérise par ses tiges ligneuses à la base, ses petites feuilles opposées et ses fleurs violettes ou rosées regroupées en inflorescences terminales. Sa morphologie varie légèrement selon les conditions environnementales, mais reste globalement adaptée aux milieux secs et ensoleillés (Bouyahya et al., 2017).



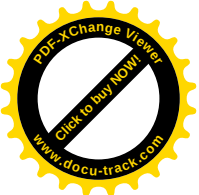
Figure 03 : *Origanum vulgare*

I.3.1. Appareil végétatif

L'appareil végétatif du thym est bien adapté aux conditions climatiques sèches. La plante possède des tiges fines, souvent dressées ou légèrement étalées, de couleur brunâtre et ligneuses à la base. Les feuilles sont petites, ovales, opposées et recouvertes de poils fins qui leur donnent un aspect gris-vert. Elles sont aromatiques et riches en glandes sécrétrices d'huiles essentielles. Cette morphologie permet à la Plante de limiter la perte d'eau et de résister aux fortes chaleurs (Ben Khedher et al., 2021).

I.3.2. Appareil reproducteur

Le thym produit des fleurs petites, tubulaires et de couleur rose pâle à mauve, regroupées en inflorescences terminales. La floraison a généralement lieu en été, attirant divers insectes pollinisateurs. Chaque fleur est hermaphrodite, contenant à la fois des étamines et un pistil, ce qui favorise la reproduction sexuée. Après la pollinisation, le fruit formé est un tétrakène, contenant quatre petites graines. Ce mode de reproduction assure la diversité génétique de l'espèce et sa capacité d'adaptation à différents environnements (Bouyahya et al., 2017).



I.4. Culture de *thym* (*Origanum vulgare* L.)

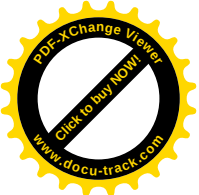
Le thym (*Origanum vulgare* L.) est une plante méditerranéenne résistante à la sécheresse, qui pousse bien dans des sols pauvres, secs ou légèrement calcaires, avec une bonne exposition au soleil (Lis-Balchin, 2002). Sa culture peut se faire par semis, bouturage ou division, généralement au printemps (Iapichino et al., 2006). Elle demande peu d'entretien : un arrosage modéré et une taille régulière suffisent (Said-Al Ahl et al., 2018). La récolte est optimale juste avant la floraison, moment où la teneur en huile essentielle est maximale, notamment en thymol et carvacrol (Hudaib et al., 2002 ; Sanchez Gomez et al., 2018). Une récolte tardive peut diminuer le rendement et altérer la composition chimique (Said-Al Ahl et al., 2018).

I.5. Composition chimique

Le thym (*Origanum vulgare* L.) est riche en composés bioactifs, principalement des huiles essentielles, des phénols, des flavonoïdes et des tanins. Les principaux constituants de son huile essentielle sont le thymol et le carvacrol, deux composés phénoliques connus pour leurs propriétés antimicrobiennes et antioxydantes. D'autres composants comme le p-cymène, le γ -terpinène et le linalol sont également présents en quantités variables selon l'origine géographique, la période de récolte et les conditions de culture. Cette diversité chimique confère au thym une grande valeur en phytothérapie et en industrie agroalimentaire (Sellami et al., 2009).

I.6. L'huile essentielle de *thym* (*Origanum vulgare* L.)

L'huile essentielle de thym *Origanum vulgare* L. est largement reconnue pour sa richesse en composés phénoliques, notamment le thymol et le carvacrol, qui lui confèrent une forte activité antimicrobienne, antioxydante et anti-inflammatoire. Elle est obtenue principalement par hydrodistillation des parties aériennes fleuries. Sa composition chimique peut varier selon le climat, le sol et le moment de la récolte, donnant naissance à différents chémotypes. En plus de ses usages thérapeutiques, cette huile est aussi utilisée dans les produits cosmétiques, alimentaires et en aromathérapie pour ses propriétés conservatrices et stimulantes (Giordani et al., 2019).



I.7. Utilisation de *thym* (*Origanum vulgare* L)

Le thym est utilisé depuis l'Antiquité pour ses nombreuses vertus médicinales et culinaires. En phytothérapie, il est principalement employé comme antiseptique, antitussif, expectorant et digestif. Il entre dans la composition de tisanes, sirops ou gélules pour soulager les affections respiratoires, les troubles digestifs ou encore les infections cutanées. Sur le plan culinaire, ses feuilles séchées servent d'aromate dans de nombreux plats méditerranéens. Grâce à sa richesse en huile essentielle, le thym est également utilisé dans l'industrie cosmétique et agroalimentaire comme agent de conservation naturel (Sarac & Ugur, 2007).

II. *Moringa oleifera* L

Moringa oleifera L., surnommé « arbre de vie » ou « arbre miracle », est une plante tropicale et subtropicale très résistante à la sécheresse et aux sols pauvres (Leone et al., 2015). Toutes ses parties sont utilisées pour l'alimentation et la médecine, notamment ses feuilles riches en protéines, vitamines et minéraux (Saini, Sivanesan & Keum, 2016). Cette plante possède des propriétés thérapeutiques reconnues, telles qu'anti-inflammatoires, antimicrobiennes et anti-diabétiques (Anwar et al., 2007 ; Waterman et al., 2014). Son huile de graines est appréciée en cosmétique et alimentation pour sa stabilité et ses bienfaits (Rockwood, Anderson & Casamatta, 2013). *Moringa oleifera* L est donc une plante aux multiples usages avec un grand potentiel pour la santé et le développement durable.

II.1. Origine et habitat de *Moringa oleifera* L

Moringa oleifera L est une plante originaire du nord-ouest de l'Inde (Fahey, 2005), aujourd'hui largement naturalisée dans les régions tropicales et subtropicales grâce à sa grande tolérance aux conditions arides (Anwar et al., 2007). Elle se développe dans des sols pauvres et bien drainés, avec un pH de 6,3 à 7,0. Son système racinaire profond lui permet de survivre en zones sèches, ce qui en fait une ressource essentielle pour les régions touchées par la désertification, comme le Sahel (Foidl et al., 2001 ; Leone et al., 2016).

II.2. Classification botanique de *Moringa oleifera* L

Moringa oleifera L. appartient à la famille des Moringaceae, qui est classée dans l'ordre des Brassicales selon la classification phylogénétique moderne **APG IV (2016) (Tableau02)**. Cette classification se base sur des analyses moléculaires et place cette espèce parmi les angiospermes dicotylédones, plus précisément dans les clades des eudicots et des rosids. La classification complète est la suivante :

Tableau 02 : Classification botanique de *Moringa oleifera* L. (APG IV, 2016).

taxonomies	Description
Domaine:	Eukaryota
Règne:	Plantae
Classe:	Angiospermes
Sous classe:	Eudicotylédones
Ordre:	Brassicales
Famille:	Moringaceae
Genre:	Moringa
Espèce:	<i>Moringa oleifera</i> L.

II.3. Description botanique de *Moringa oleifera* L

Moringa oleifera L est un arbre ou arbuste pouvant atteindre jusqu'à 12 mètres de hauteur, avec un tronc Don't le diamètre peut dépasser 40 centimètres (**Delpha, 2011**) (**Fig04.i**).

- **Les feuilles** sont caduques, composées et imparipennées, formées de petites folioles ovales de couleur vert clair, mesurant environ 1 cm de longueur (**Saint-Sauveur, 2010**) (**Fig04.ii**).
- **La floraison** de l'arbre est marquée par des fleurs de couleur blanc crème, généralement composées de cinq pétales inégaux, disposés de manière zygomorphe (**Rolaff et al., 2009**) (**Fig04.iii**).

CHAPITRE II : Monographies des plantes étudiées

- **Le fruit**, quant à lui, est une capsule déhiscente, allongée, mesurant entre 30 et 50 cm à maturité, de teinte beige à grisâtre (**Delpha, 2011**) (**Fig04.iv**).

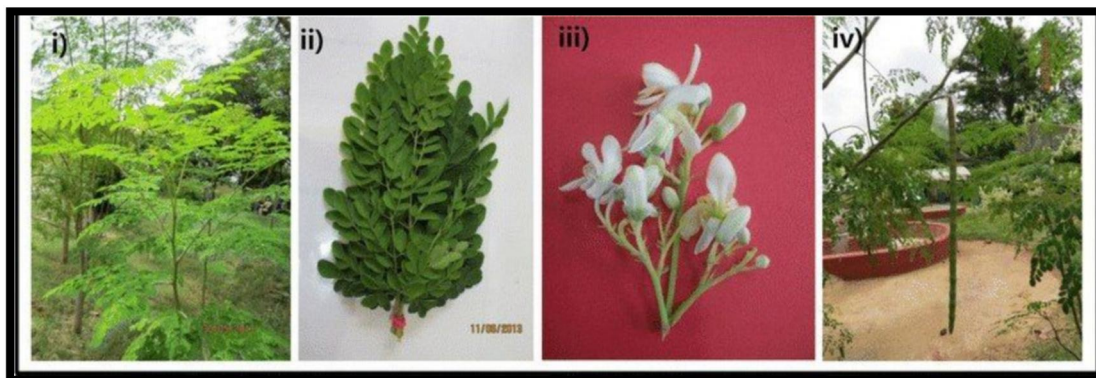
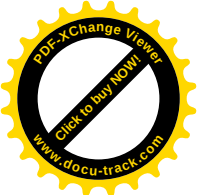


Figure 04 : Différentes parties de *Moringa oleifera* : (i) l'arbre de plein champ, (ii) ensemble de feuillage, (iii) Fleurs et (iv) fruits (**Sivanesan et al. 2016**)

- **Les graines** (**Fig05.v**) sphériques, noires, entourées d'un péricarpe qui forme trois Ailes (**Delpha, 2011**).
- **La racine** (**Fig05.vi**) blanche gonflée, tubéreuse qui a une odeur piquante Caractéristique et dotée de racines latérales plutôt clairsemées (**Rolaff et al., 2009**).
- **Le tronc** (**Fig05.vii**) peut généralement atteindre 1,5 à 2 mètres de haut, et 20 à 40 Cm de diamètre (**Foidl et al., 2001**).



Figure 05 : Quelques parties de *Moringa oleifera* : (v) graines, (vi) racines et (vii) troncs (**Rolaff et al., 2009**).



II.4. Culture de *Moringa oleifera* L

Moringa oleifera est une plante tropicale résistante à la sécheresse, adaptée aux sols sablonneux, bien drainés, et légèrement acides à neutres (pH 6-7,5), avec une exposition en plein soleil (Foidl et al., 2001 ; Anwar et al., 2007). Sa culture peut être réalisée par semis direct des graines ou par bouturage, principalement au début de la saison des pluies ou en période irriguée (Fuglie, 2001). Cette plante nécessite peu d'entretien : elle supporte des périodes de sécheresse prolongées grâce à son système racinaire profond, et ne demande qu'un arrosage occasionnel, ainsi qu'une taille régulière pour favoriser la production de feuilles (Saini et al., 2016). La récolte des feuilles peut commencer deux à trois mois après la plantation, et se faire ensuite mensuellement. Pour les graines, la récolte intervient généralement 8 à 12 mois après le semis, période où la teneur en huile est maximale (Sengupta et al., 2012). Une récolte tardive peut entraîner une baisse du rendement en huile ou une altération de sa qualité chimique (Anwar et al., 2005).

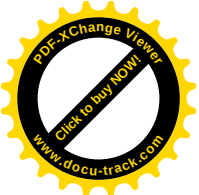
II.5. Composition chimique de *Moringa oleifera* L

Moringa oleifera est une plante exceptionnellement riche en nutriments et en composés bioactifs, présents dans toutes ses parties (feuilles, graines, racines, écorce, fleurs, gousses). Plus de 90 composés essentiels ont été identifiés, incluant des protéines, des lipides, des glucides, des fibres, ainsi que des vitamines (A, C, E, B) et des minéraux (fer, calcium, potassium) indispensables à la santé (Kamran et al., 2020 ; Singh et al., 2020).

Par ailleurs, le Moringa est une source importante de métabolites secondaires aux propriétés biologiques intéressantes, tels que les flavonoïdes, tanins, saponines, terpénoïdes, alcaloïdes, glucosinolates et isothiocyanates. Ces composés contribuent non seulement aux caractéristiques sensorielles de la plante (goût, arôme, couleur), mais aussi à ses effets antioxydants, antimicrobiens et anti-inflammatoires (Dalei et al., 2016 ; Singh et al., 2020).

II.6. Huile de graine de *Moringa oleifera* L

L'huile de graines de *Moringa oleifera*, connue sous le nom d'huile de ben, est une huile végétale jaune pâle réputée pour sa grande stabilité à l'oxydation, ce qui la rend résistante au rancissement, même après un long stockage. Cette propriété est liée à sa forte teneur en acide



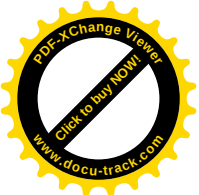
CHAPITRE II : Monographies des plantes étudiées

oléique (70 à 78 %), un acide gras mono-insaturé semblable à celui de l'huile d'olive (Anwar et al., 2005 ; Leone et al., 2016). Grâce à ce profil lipidique avantageux, elle est utilisée dans plusieurs domaines : en cosmétique pour ses effets hydratants, adoucissants et anti-âge ; en alimentation comme huile de cuisson ou d'assaisonnement ; et en médecine traditionnelle pour traiter les affections cutanées, les douleurs articulaires et comme tonique général (Tsaknis et al., 1999 ; Al-Juhaimi & Özcan, 2017). Par ailleurs, des recherches ont démontré ses activités antimicrobiennes, anti-inflammatoires et antioxydantes, attribuées à la présence de composés phénoliques, de tocophérols (vitamine E) et de stérols végétaux (Leone et al., 2016 ; Abd Rani et al., 2018).

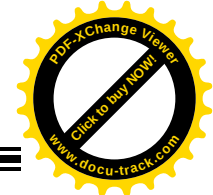
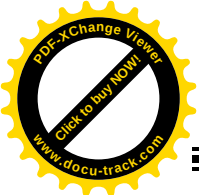
II.7. Utilisation de *Moringa oleifera* L

Moringa oleifera est une plante aux usages variés, ce qui lui vaut le surnom d'« arbre miracle » (Fuglie, 2001). Sur le plan alimentaire, ses feuilles riches en protéines, vitamines (A, C, E) et minéraux (fer, calcium, potassium) sont consommées fraîches, séchées ou en poudre, notamment dans les programmes contre la malnutrition (Fahey, 2005). Ses graines servent à produire une huile comestible de haute qualité, appelée « huile de ben », reconnue pour sa richesse en acides gras insaturés et antioxydants (Anwar et al., 2007). Sur le plan médicinal, la plante est traditionnellement utilisée pour ses effets anti-inflammatoires, antioxydants, antimicrobiens, antidiabétiques et antihypertenseurs. Des recherches ont confirmé que les extraits de ses feuilles, graines et racines présentent des bienfaits contre diverses maladies chroniques (Leone et al., 2015 ; Saini et al., 2016). En cosmétique, l'huile extraite des graines entre dans la fabrication de savons, crèmes et lotions grâce à ses propriétés hydratantes, antioxydantes et sa grande stabilité à l'oxydation (Anwar & Bhanger, 2003).

Enfin, dans le domaine agricole, les tourteaux issus des graines sont utilisés comme engrais ou aliment pour le bétail, tandis que les extraits foliaires agissent comme biostimulants de la croissance des plantes, notamment grâce à leur teneur en cytokinines naturelles (Foidl et al., 2001).



MATERIEL ET METHODES



L'intérêt croissant pour les produits naturels à base d'huiles essentielles et végétales dans le domaine médical a conduit à une multiplication des recherches sur leurs effets biologiques, notamment antimicrobiens, antioxydants et anti-inflammatoires (Walasek Janusz et al., 2024 ; Chiş et al., 2024). Cette étude évalue ces activités à partir de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* et de l'huile végétale de *Moringa oleifera* L.

L'extraction des huiles a été réalisée de manière artisanale à l'atelier Bio Lera, situé dans la Chambre de l'artisanat d'Ouled Yaïch (Blida). Les analyses ont été menées au Complexe pharmaceutique SAIDAL de Dar El Beïda (Alger), dans le cadre d'un stage de quatre mois.

I. Matériels

I.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de la partie aérienne de thym *Origanum vulgare* et des graines *moringa oleifera* L.

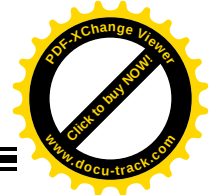
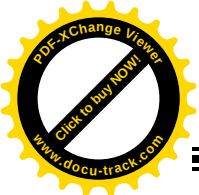
- L'espèce *Origanum vulgare* a été récoltée durant le mois de mai 2025, de la région de rassfa tablat, située au nord de la wilaya de Médéa.
- L'espèce *moringa oleifera* L a été récoltée durant le mois d'aout 2024, de la région de Touggourt, située au nord de la wilaya de l'Algérie au sein de la zone d'Oued Righ.

I.2. Identification botanique

L'identification botanique des espèces végétales a été réalisée par Mme **Djamila Bouchareb** Présidente du Conseil Mixte Professionnel d'Etat de la Division des Plantes Aromatiques et Médicinales de l'Etat de Blida à la Chambre d'Industrie Traditionnelle d'Ouled Yaich, Etat de Blida.

•Situation géographique

La région de Rassfa (commune de Tablat, wilaya de Médéa) offre des conditions écologiques favorables au développement de *Origanum vulgare*, grâce à son climat méditerranéen semi-aride (450–500 mm/an) et à son altitude comprise entre 850 et 950 mètres. Ces caractéristiques permettent la croissance de plantes médicinales comme *Origanum vulgare* sur des sols calcaires secs (Benslama et al., 2019 ; Boudjelal et al., 2021). On y trouve également d'autres espèces végétales comme l'olivier et l'amandier, renforçant



MATERIEL ET METHODES

la richesse floristique et l'aptitude de la région à la culture de plantes aromatiques (**Bouyahya et al., 2020**).

De son côté, *Moringa oleifera* L est cultivée avec succès dans **la région de Touggourt** (wilaya d'Oued Souf), caractérisée par un climat désertique aride (moins de 100 mm/an) et des températures estivales pouvant atteindre 45°C. Cette plante, connue pour sa résistance à la sécheresse, s'adapte bien aux sols sableux bien drainés (**Noumi et al., 2023**). Elle est principalement cultivée dans les oasis, à l'aide d'irrigation à partir des eaux souterraines. Les graines obtenues sont riches en huile (35–40 %), avec une forte teneur en acide oléique (>70 %), ce qui confère à l'huile des propriétés antioxydantes recherchées dans les domaines alimentaire et cosmétique (**Anwar et al., 2007 ; Chhikara et al., 2020**). Néanmoins, la région est confrontée à des défis tels que la rareté de l'eau et la nécessité d'améliorer les techniques d'extraction (**Bencheikh et al., 2023 ; Belaidi et al., 2022**).

I.3. Souches utilisées

Dans cette étude, les souches bactériennes et une levure pathogène ont été obtenues auprès du laboratoire de microbiologie du Groupe Saidal. (**Tableau 03**)

Tableau 03 : Caractéristiques des souches microbiennes utilisées.

Bactéries à Gram Positif	<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 6538)
	<i>Bacillus spizizenii</i> (ATCC 3366)
Bactéries à Gram Négatif	<i>Escherichia coli</i> (ATCC 8739)
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC 9027)
	<i>Salmonella enterica</i> (ATCC 44028)
Levure pathogène	<i>Candida albicans</i> (ATCC 10231)

II. Méthode d'étude

II.1. Préparation des espèces étudiées

Après la récolte, les parties de *Origanum vulgare* sont soigneusement nettoyées pour éliminer les impuretés. Elles sont ensuite séchées à l'ombre, à température ambiante, dans un espace sec, bien aéré et à l'abri de la poussière. Le séchage se fait en couches fines sur des cartons, avec un brassage régulier pour garantir une déshydratation uniforme. La durée du séchage varie de 7 à 10 jours, en fonction des conditions environnementales et des caractéristiques du matériel végétal (**Figure06**).

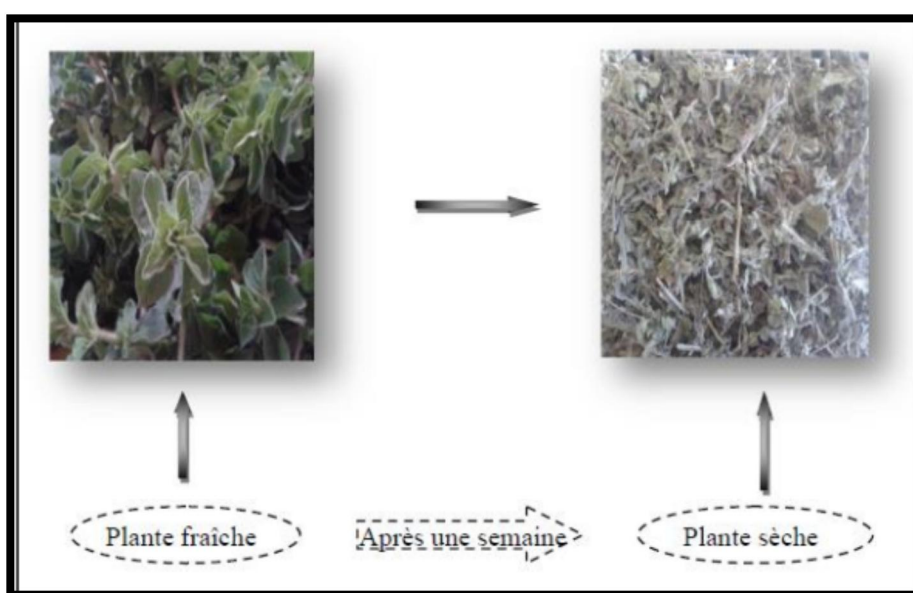


Figure 06 : Séchage de l'origan à l'air libre

Les gousses de *Moringa oleifera* L sont récoltées à maturité, puis les graines enveloppées dans leurs coques sont extraites et nettoyées pour éliminer les impuretés. Le séchage s'effectue dans un endroit sec, bien aéré et à l'abri du soleil, avec un brassage régulier pour assurer une déshydratation uniforme. Cette étape dure entre 5 et 7 jours. Après séchage, les graines sont soit conservées avec leurs coques, soit décortiquées selon les besoins de l'extraction.

II.2. Extraction des huiles

II.1.1. L'huile essentielle de thym (*Origanum vulgare*) a été extraite par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger.

● Principe l'huile essentielle de thym (*Origanum vulgare*)

Les propriétés pharmacologiques de *Origanum vulgare* sont principalement attribuées à sa richesse en composés phénoliques volatils tels que le carvacrol, le thymol, le p-cymène, le γ -terpinène et le linalol. Ces substances actives confèrent à la plante des effets antimicrobiens, antioxydants et anti-inflammatoires (Bakkali et al., 2008).

● Mode opératoire

Utilisation de 60 g de matière végétale sèche dans 500 mL d'eau distillée. L'extraction a duré 90 minutes, avec récupération de l'huile séparée de l'hydrolat, puis stockage à 4 °C dans des flacons en verre opaque.

II.1.2. L'huile végétale de *Moringa oleifera* L a été obtenue par pressage mécanique à froid.

● Principe de l'huile végétale de *Moringa oleifera* L

Moringa oleifera est reconnue pour la richesse de ses graines en acides gras insaturés (notamment l'acide oléique), en flavonoïdes comme la quercétine et le kaempférol, ainsi qu'en isothiocyanates, vitamines antioxydantes (A, C, E) et composés phénoliques. Ces principes actifs sont responsables de ses effets antioxydants, anti-inflammatoires et antimicrobiens (Anwar et al., 2007).

● Mode opératoire

Utilisation de 200 g de graines avec coques, préalablement séchées à l'ombre. L'extraction a été réalisée à moins de 40 °C, suivie d'une filtration manuelle, puis stockage dans des flacons en verre teinté à l'abri de la lumière et de la chaleur.

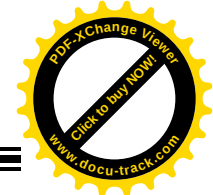
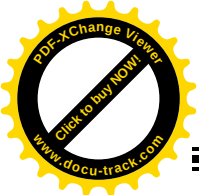
Le rendement des huiles est calculé selon la formule suivante :

$$R\% = M(HE) / M(MV) \times 100$$

R% : Rendement de l'huile extraite en (%).

M(HE) : La masse d'huile extraite en (g).

M(MV) : La masse de matière végétale utilisée en (g). (AFNOR,1986)



II. 3. Activités biologiques

II. 3.1. Évaluation de l'activité antimicrobienne

Les activités antibactériennes d'huile essentielle de Thym *Origanum vulgare* et huile végétale de *Moringa oleifera* L ont été évaluées par la technique de diffusion sur gélose (méthode de disques)

II.3.1.1. Technique de diffusion sur gélose

La méthode de diffusion sur disque a été utilisée pour évaluer la sensibilité des souches microbiennes vis-à-vis des huiles testées, selon les recommandations du Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2009).

● Préparation des inocula

Les inocula bactériens ont été préparés à partir de cultures âgées de 18 à 24 heures sur gélose nutritive. Cinq colonies bien isolées ont été suspendues dans une solution saline physiologique stérile à 0,85 %. La densité cellulaire a été ajustée au standard 0,5 McFarland à l'aide d'un spectrophotomètre réglé à 625 nm ($DO = 0,08-0,10$), correspondant à une concentration de $1-2 \times 10^8$ UFC/mL pour les bactéries.

Pour l'évaluation antifongique, l'inoculum de *Candida albicans* a été préparé à partir d'une culture fraîche (24 h), suspendue dans 5 mL de solution saline stérile (0,85 %). La densité a été ajustée au standard 0,5 McFarland à 530 nm ($DO = 0,12-0,15$), équivalente à une concentration de 1×10^6 à 5×10^6 cellules/mL.

● Ensemencement et diffusion

L'ensemencement a été effectué en quadrillant la surface du milieu à l'aide d'un écouvillon stérile, en tournant la boîte de Pétri de 60° entre chaque passage pour assurer une répartition homogène. Le milieu utilisé pour les bactéries était la gélose Mueller-Hinton (pH 7,2 à 7,4), tandis que pour *Candida albicans*, on a utilisé la gélose Sabouraud, ajustée au même pH.

Des disques de papier filtre stériles (Whatman n° 4, 9 mm de diamètre) ont été imprégnés avec 50 µL d'huile essentielle de *thym Origanum vulgare* ou d'huile végétale de *moringa*. Ces disques ont été déposés délicatement sur les surfaces ensemencées. Un temps de pré-diffusion de 15 minutes a été respecté avant incubation.

MATERIEL ET METHODES

● Incubation et lecture des résultats

Pour les bactéries, les boîtes ont été incubées à 37 °C pendant 18 à 24 heures (**Figure 07**).

Pour les levures (*C. albicans*), l'incubation a été effectuée à 24 °C pendant 48 heures

L'activité antimicrobienne (antibactérienne ou antifongique) a été évaluée par la mesure des diamètres des zones d'inhibition (en mm) autour des disques, indiquant l'efficacité des huiles testées. La sensibilité de la levure a été classée selon le diamètre de la zone d'inhibition :

- < 8 mm : Résistante (–)
- 9–14 mm : Sensible (+)
- 15–19 mm : Extrêmement sensible (++)
- > 20 mm : Très sensible (+++) (**Ponceetal,2003**)

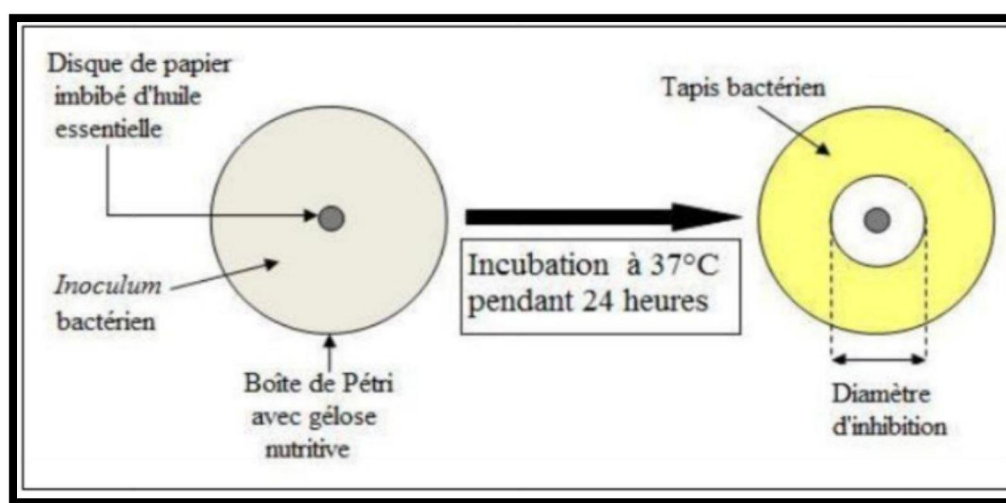
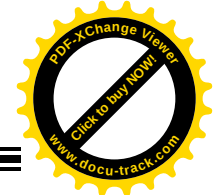
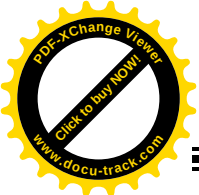


Figure 07 : Principe de la méthode de diffusion sur disque.

II. 3.2. Évaluation de l'activité antioxydante

L'évaluation est réalisée selon la méthode de réduction du radical libre, le DPPH.

Le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) est un radical libre stable, de couleur violette lorsqu'il est dissous en solution, et se caractérise par une absorption optique dans la plage de 512 à 517 nm. Cette couleur violette diminue progressivement lorsque le DPPH est réduit en



MATERIEL ET METHODES

diphénylpicrylhydrazine par un composé doté d'une activité antiradicalaire, entraînant ainsi la disparition de la coloration.

L'intensité de la couleur résiduelle est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons. La réaction est représentée dans la figure suivante (**Brand-Williams et al., 1995**).

Cette méthode a été adoptée dans plusieurs études pour évaluer l'activité antioxydante des extraits naturels, notamment dans les travaux de **Bouزيد et Bacha (2020)**, qui ont appliqué ce protocole dans le cadre de leur étude phytochimique et de l'évaluation de l'activité antioxydante de *Rosmarinus officinalis*.

Mode opératoire

a. Préparation des solutions mères

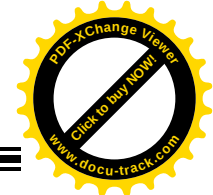
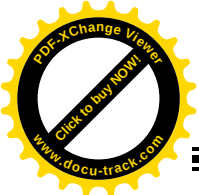
- Huile de thym : 0,25 g d'huile dissous dans 25 ml de méthanol.
- Huile de moringa : 0,25 g d'huile dissous dans 25 ml d'acétone.
- Mélange : 5 ml de chaque solution mère (thym et moringa).

b. Préparation des dilutions (A, B, C, D)

Tableau 04 : Préparation des dilutions (A, B, C, D) des solutions mères dans l'activité antioxydant.

Dilution	Volume de la solution mère	Solvant (ml)	Volume final (µL)
A	10 µL	9,99 ml	+ 90 µL
B	25 µL	9,99 ml	+ 75 µL
C	50 µL	9,99 ml	+ 50 µL
D	100 µL	9,99 ml	—

Chaque solution diluée a été mélangée avec un volume égal de solution de DPPH (1 ml : 1 ml), incubée à l'abri de la lumière pendant 30 minutes, puis la lecture de l'absorbance a été réalisée à 517 nm. et converties en pourcentage d'activité antioxydante (I%) en utilisant la formule suivante :



$$I\% = (AC - AT) / AC \times 100$$

Où :

AC : Absorbance du contrôle

AT : Absorbance du test effectué

I% : Pourcentage d'inhibition

Les valeurs IC₅₀ ont été calculées par régression linéaire des parcelles où les abscisses représentaient la concentration des HEs ou HV des plantes testées et en ordonnée le pourcentage d'inhibition

II.3.3. Évaluation de l'activité anti-inflammatoire (Test in vitro)

Ce test évalue la capacité des extraits à inhiber la dénaturation thermique de l'albumine, un mécanisme courant dans les processus inflammatoires.

Mode opératoire

a. Préparation des solutions

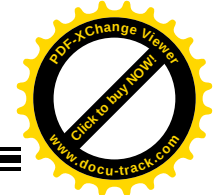
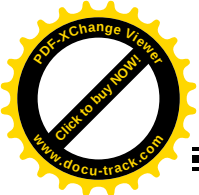
- Huile de thym : 25 mg dissous dans 0,5 ml d'acétone, complété avec de l'eau distillée jusqu'à 25 ml.
- Huile de moringa : 25 mg dissous dans 25 ml d'acétone.
- Mélange : 3 ml de chaque solution mère (thym et moringa).

b. Préparation de la solution d'albumine

Mélanger 2 g de blanc d'œuf dans 100 ml d'eau distillée et agiter pendant 15 minutes.

c. Préparation des témoins

- Blanc : eau distillée ou tampon phosphate seul.
- Témoin négatif : 4,8 ml d'eau distillée + 0,2 ml d'albumine.
- Témoin positif : Préparer différentes concentrations de diclofénac sodique selon le même protocole.



MATERIEL ET METHODES

d. Préparation des dilutions de l'échantillon

Dans 5 tubes, ajouter 2 ml d'acétone. Dans le premier tube, ajouter 2 ml du mélange thym/moringa, puis transférer 2 ml de ce mélange dans le tube suivant, et ainsi de suite. À chaque tube, ajouter 2,8 ml de tampon phosphate (pH 6,4) et 0,2 ml d'albumine.

Incuber tous les tubes à 30 °C pendant 15 minutes, puis à 70 °C pendant 5 minutes. Mesurer l'absorbance à 660 nm. et convertir en pourcentage d'activité anti-inflammatoire (I%) en utilisant la formule suivante :

$$I\% = (AC - AT) / AC \times 100$$

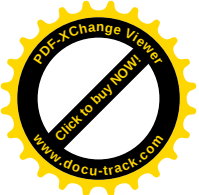
Où :

AC : Absorbance du contrôle

AT : Absorbance du test effectué

I% : Pourcentage d'inhibition.

Les valeurs IC₅₀ ont été calculées par régression linéaire des parcelles où les abscisses représentaient la concentration des HEs ou HV des plantes testées et en ordonnée le pourcentage d'inhibition.



RESULTATS ET DISCUSSION

RESULTATS ET DISCUSSION

I. Rendement des huiles essentielles et des huiles végétales

Les résultats de la production d'huile extraite selon la méthode traditionnelle à partir des graines de *Moringa* et de la partie aérienne du thym étudié sont présentés dans les graphiques ci-dessous (**Figure 08**), (**Figure 09**) :

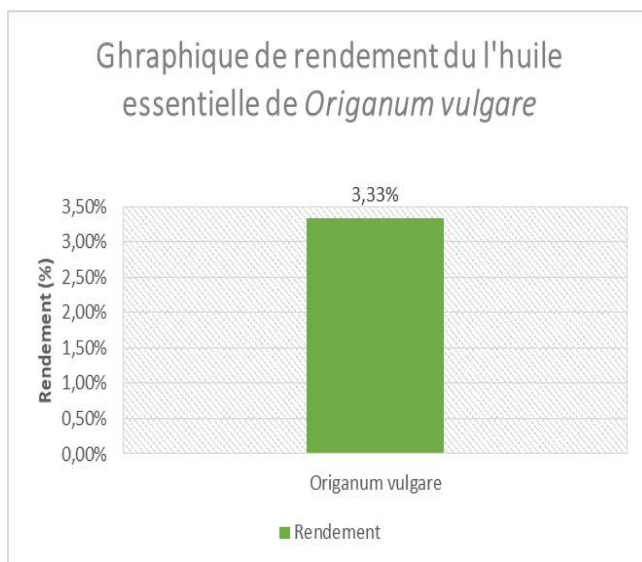


Figure 08 : Rendement de l'huile essentielle de thym (*Origanum vulgare*).

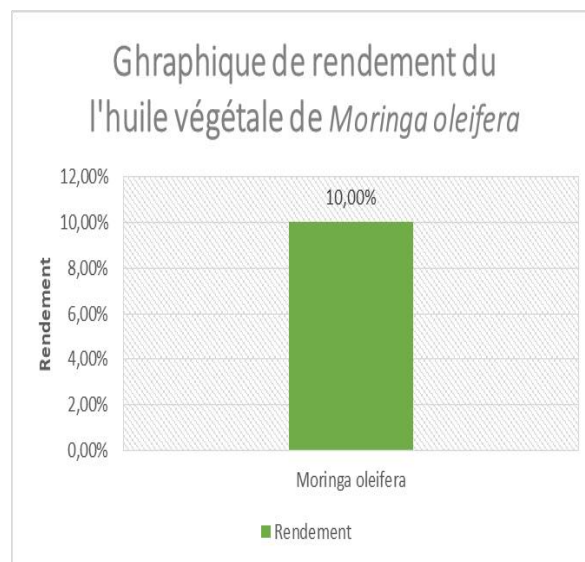


Figure 09 : Rendement de l'huile végétale de graine de *Moringa oleifera* L

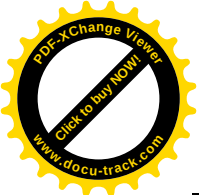
Un rendement de 3,33 % a été obtenu pour l'huile essentielle extraite des parties aériennes de *Origanum vulgare* par hydrodistillation, tandis que l'huile végétale extraite à froid des graines non décortiquées de *Moringa oleifera* a présenté un rendement de 10 %. Ces résultats prennent tout leur sens lorsqu'ils sont comparés à ceux rapportés dans la littérature :

L'huile essentielle de *Origanum vulgare*

Derwich et al. (2010) ont rapporté un rendement de 1,75 % à partir d'échantillons d'origan marocain, cependant **Mechergui et al. (2011)** ont noté, des rendements faibles compris entre 0,1 % et 0,7 % pour des espèces tunisiennes d'origan

Bouhaddouda et al. (2020) ont enregistré un rendement élevé de 2,52 % pour l'espèce *O. vulgare glandulosum* récoltée à Nchmaya (Guelma).

En comparaison, le rendement obtenu dans notre étude (3,33 %) est remarquablement élevé et dépasse les valeurs rapportées dans les publications précédentes. Ce résultat suggère une richesse notable de l'échantillon en composés volatils, ce qui pourrait être attribué à des



RESULTATS ET DISCUSSION

facteurs environnementaux, au stade phénologique de la plante, ou encore à la méthode d'extraction employée.

L'huile végétale des graines de *Moringa oleifera* L non décortiquées

Les études indiquent que la présence des coques sur les graines de moringa influence négativement le rendement en huile, les graines non décortiquées produisant moins d'huile que les graines décortiquées.

Par exemple, **Tsaknis et al. (1999)** ont montré que l'utilisation de graines non décortiquées entraîne un rendement réduit de l'ordre de 10 à 15 %, contre un rendement plus élevé, compris entre 30 et 42 %, lorsque les graines sont décortiquées et soumises à des méthodes d'extraction plus poussées [**Tsaknis et al., J. Am. Oil Chem. Soc., 1999**].

Ainsi, le rendement de 10 % obtenu dans cette étude à partir de graines non décortiquées par pression à froid s'avère cohérent avec les données précédentes et peut être considéré comme acceptable dans ces conditions, soulignant l'importance d'un prétraitement des graines pour améliorer le rendement.

La différence existante entre les rendements d'extraction obtenus est probablement liée aux facteurs externes comme le temps de l'hydrodistillation, la durée de séchage, le rapport eau/matière végétale, et la température de chauffage.

Elle peut également être attribuée à des facteurs climatiques (chaleur, froid, stress hydrique), géographiques (altitude, nature du sol, taux d'exposition au soleil) et génétiques (croisements naturels) (**Hussain et al., 2008**).

Ces pourcentages sont considérés comme relativement élevés en comparaison avec ceux rapportés pour d'autres huiles végétales et essentielles extraites de plantes variées. À titre d'exemple, l'étude de **Anwar et al. (2005)** a rapporté que le rendement de l'huile végétale extraite des graines de Brassica napus (colza) ne dépasse pas 4,5 %, tandis que celui de Helianthus annuus (tournesol) varie entre 3,8 % et 6,1 % selon les conditions d'extraction. D'un autre côté, les huiles essentielles affichent généralement des rendements plus faibles. En effet, Mentha piperita (menthe poivrée) donne un rendement compris entre 0,5 % et 1,2 % selon **Boutekedjiret et al. (2003)**, tandis que Thymus vulgaris (thym commun) n'atteint pas plus de 2,75 % même dans les meilleures conditions d'extraction (**Edward et al., 2017**).

RESULTATS ET DISCUSSION

I.1. Caractéristiques organoleptiques de l'huile extraite

Tableau 05 : Caractéristiques organoleptiques de HE de thym (*Origanum vulgare L.*) et de HV de graine de moringa. (AFNOR,1986)

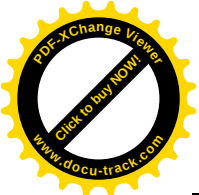
Caractéristiques organoleptiques	L'huile essentielle de thym (<i>Origanum vulgare L.</i>)	L'huile végétale de graine de <i>moringa</i>
Aspect	liquide limpide, non visqueux	Liquide huileux fluide
Couleur	jaune clair	Jaune doré clair
Odeur	aromatique, forte	Douce, légèrement noisettée

II. Evaluation de l'activité antimicrobienne

Tableau 06 : Activité antimicrobienne de l'huile essentielle, l'huile végétale et de leur mélange testé par la technique de diffusion des disques.

Extrait	Huile de Thym (<i>Origanum vulgare L.</i>)	Huile de <i>Moringa</i>	Mélange
Micro-organisme			
<i>Staphylococcus aureus</i>	54.24 (+++)	12.33 (+)	46.03 (+++)
<i>Escherichia coli</i>	38.28 (+++)	11.79 (+)	38.28 (+++)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	21.79 (+++)	10.24 (+)	15.51 (++)
<i>Candida albicans</i>	56.25 (+++)	0 (-)	52.30 (+++)
<i>Bacillus spizizenii</i>	57.72 (+++)	0 (-)	34.05 (+++)
<i>Salmonella enterica</i>	53.98 (+++)	11.82 (+)	44.74 (+++)

< 8 mm : Résistante (-), 9–14 mm : Sensible (+), 15–19 mm : Extrêmement sensible (++) > 20 mm : Très sensible (+++)



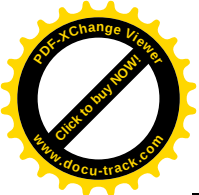
RESULTATS ET DISCUSSION

L'évaluation de l'activité antimicrobienne a révélé des différences marquées entre les extraits testés. L'huile essentielle de (*Origanum vulgare* L.) a montré une efficacité remarquable, avec des diamètres d'inhibition dépassant souvent 50 mm, notamment contre *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Bacillus spizizenii* et *Salmonella enterica*. Cette forte activité est attribuée à la présence de composés phénoliques tels que le thymol et le carvacrol, reconnus pour leurs propriétés antimicrobiennes puissantes (**Burt, 2004**). Le phénomène de « brûlure du disque », observé visuellement sous forme de coloration brune autour des disques, a déjà été décrit par **Nostro et al. (2004)** et reflète une interaction chimique intense entre les phénols et le support cellulosique.

En revanche, l'huile végétale de *Moringa oleifera* a présenté une activité modérée à faible selon les souches. Aucune inhibition n'a été observée contre *C. albicans* et *B. spizizenii*, tandis qu'une légère inhibition a été notée contre *S. aureus* et *E. coli*. Ces observations concordent avec les travaux **d'Anwar et al. (2007)**, qui ont signalé que les huiles extraites par pression à froid présentent généralement une activité antimicrobienne inférieure à celle des extraits méthanoliques ou aqueux. Une étude de mémoire réalisée à l'Université de Mostaganem a notamment démontré une efficacité notable de l'extrait méthanolique des feuilles de moringa, ce qui souligne l'importance de la méthode d'extraction dans la performance biologique.

Concernant le mélange des deux huiles, il a présenté une activité intermédiaire : supérieure à celle de l'huile de moringa seule, mais inférieure à celle de l'huile de thym. Aucun effet synergique clair n'a été observé, ce qui suggère plutôt des interactions additives ou potentiellement antagonistes. Ce constat est en accord avec la théorie avancée par **Wagner & Ulrich-Merzenich (2009)**, selon laquelle certaines associations de composés naturels peuvent réduire l'efficacité globale par dilution ou interférence. Ces résultats sont comparables à ceux rapportés dans un mémoire de master soutenu à l'Université de Tiaret (2023), où des zones d'inhibition de 47 à 64 mm ont été enregistrées pour l'huile essentielle de thym, confirmant sa puissance antimicrobienne stable.

Il est important de noter que l'huile de moringa utilisée dans cette étude a été extraite à partir de graines entières non décortiquées. Or, selon des échanges avec une étudiante en master à l'Université de Boumerdès, qui mène actuellement une étude parallèle, l'utilisation de graines décortiquées (sans tégument) pourrait améliorer significativement l'activité antimicrobienne. Cette différence serait due à une concentration plus élevée en composés actifs dans l'amande



RESULTATS ET DISCUSSION

interne, tandis que la coque pourrait agir comme barrière ou interférer avec l'extraction des métabolites bioactifs.

En conclusion, l'huile essentielle de thym apparaît comme le candidat antimicrobien le plus prometteur de cette étude, tandis que l'huile de moringa, bien que moins efficace, reste intéressante pour ses propriétés nutraceutiques et écologiques. L'amélioration de son efficacité pourrait être envisagée par l'utilisation de graines décortiquées ou des techniques d'extraction plus performantes.

III. Évaluation de l'activité antioxydante

L'activité antioxydante de l'HE de *Origanum vulgare*, de l'huile végétale de *Moringa oleifera* et de leur mélange, évaluée par le test de piégeage du radical DPPH, a donné des valeurs qui nous ont permis de tracer des courbes du pourcentage d'activité antiradicalaire pour les extraits et l'acide ascorbique. D'après les résultats représentés dans les figures correspondantes, on peut constater que l'activité antiradicalaire est très élevée, avec des pourcentages d'inhibition supérieurs à 60 % dès la plus faible concentration testée (0,01 mg/mL), ce qui suggère une saturation rapide des radicaux libres.

La cinétique du pourcentage d'activité antiradicalaire nous a permis d'estimer l'IC₅₀, qui correspond à la concentration d'huile nécessaire à l'inhibition de 50 % du DPPH présent dans le milieu. Notons que plus l'IC₅₀ est faible, plus l'activité antioxydante du composé est importante. Dans notre étude, toutes les IC₅₀ calculées sont inférieures à 0,01 mg/mL, ce qui indique une activité antioxydante très puissante, comparable à celle de l'antioxydant de référence. (Tableau 07)

Tableau 07 : % d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations des HE, HV, mélange et de l'Acide ascorbique à différentes concentrations.

Extraits	Pourcentage d'inhibition				
	Concentration (mg/ml)	0,01	0,025	0,05	0,1
<i>Origanum vulgare</i>	Inhibition du DPPH (%)	69,90%	67,01%	61,67%	61,35%
	Concentration (mg/ml)	0,01	0,025	0,05	0,1
<i>Moringa oleifera</i> L	Inhibition du DPPH (%)	68,14%	69,81%	66,64%	68,92%
	Concentration (mg/ml)	0,01	0,025	0,05	0,1
Mélange	Concentration (mg/ml)	0,01	0,025	0,05	0,1

RESULTATS ET DISCUSSION

	Inhibition du DPPH (%)	68,79%	69,10%	74,64%	71,92%
Acide ascorbique	Concentration (mg/ml)	0,01	0,025	0,05	0,1
	Inhibition du DPPH (%)	76,26%	76,76%	76,60%	76,59%

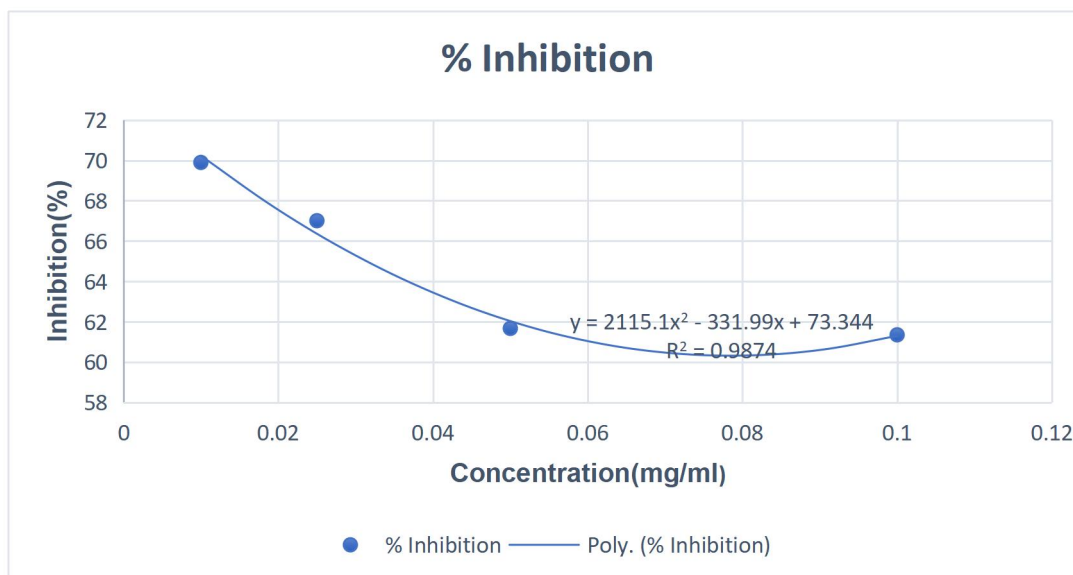


Figure 10 : % d'inhibition en fonction de la concentration de l'HE du thym.

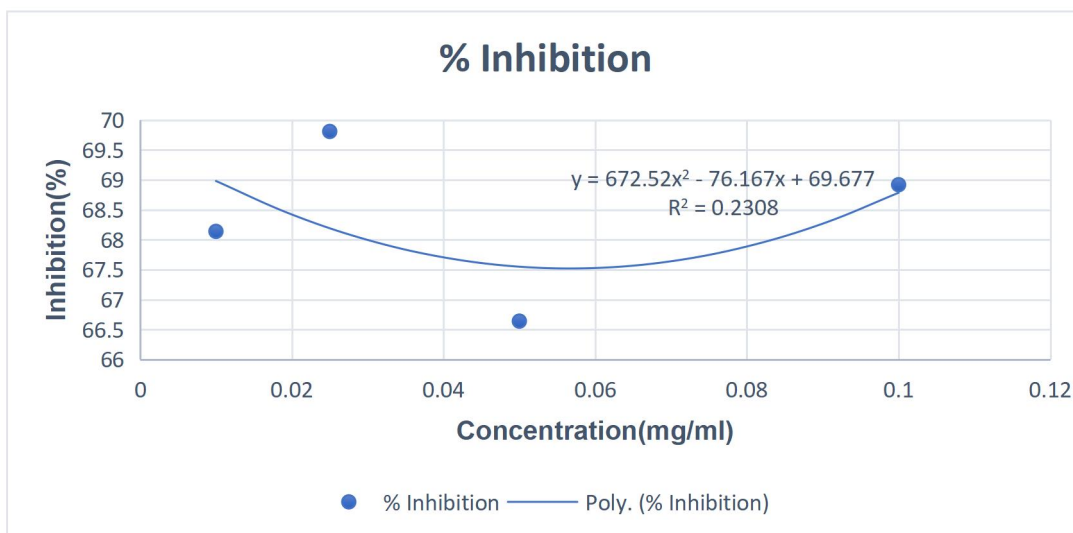


Figure 11 : % d'inhibition en fonction de la concentration de l'HV du moringa.

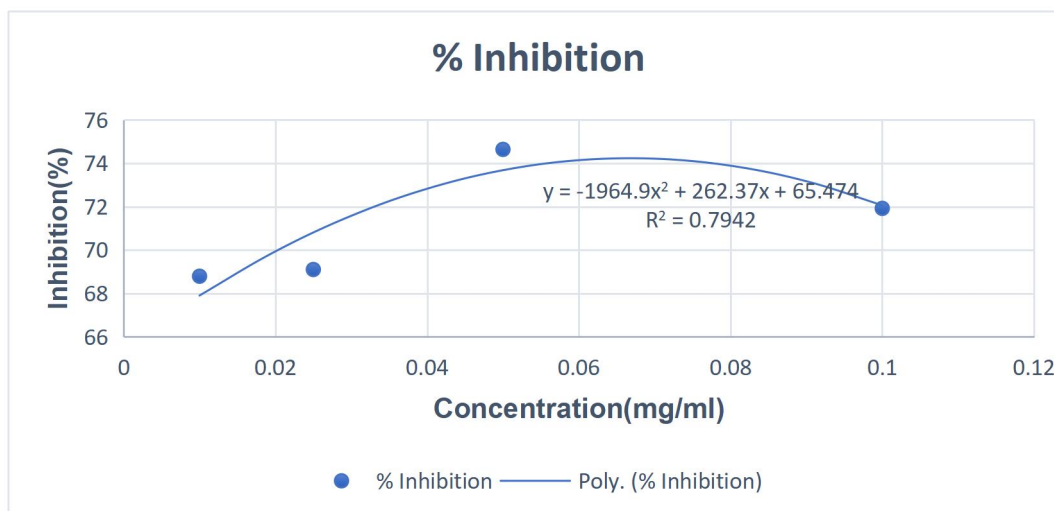


Figure 12 : % d'inhibition en fonction de la concentration de mélange.

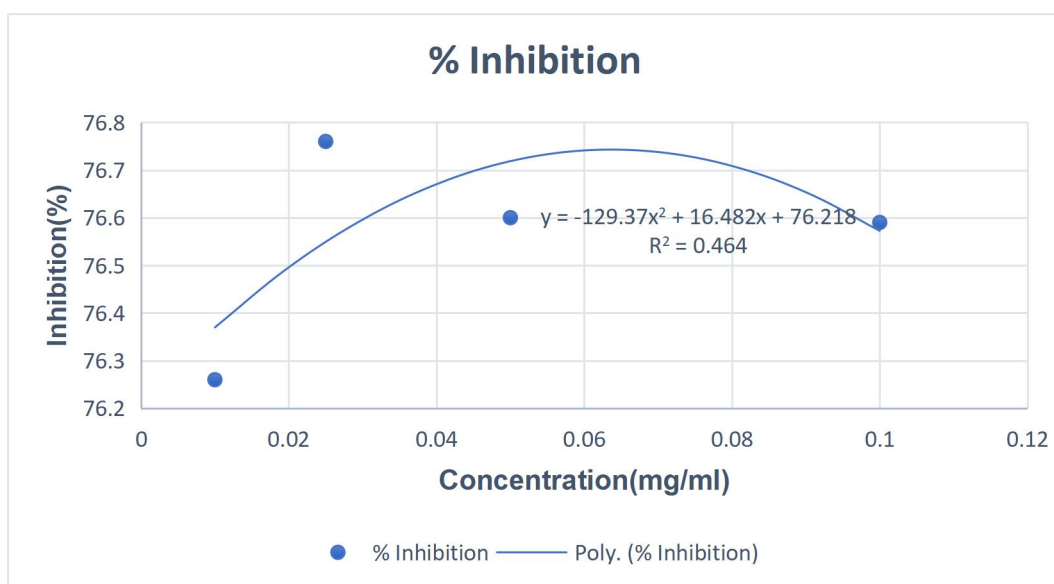


Figure 13 : % d'inhibition en fonction de la concentration de l'acide ascorbique.

RESULTATS ET DISCUSSION

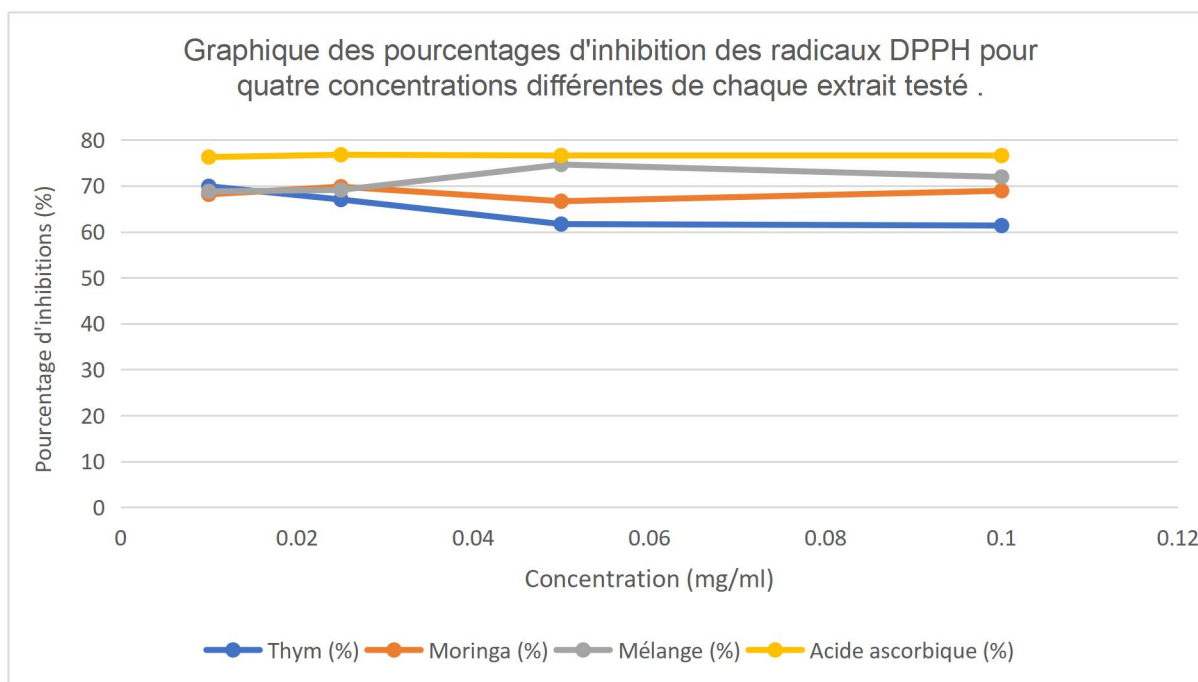


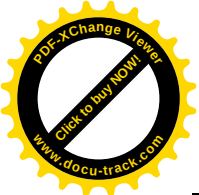
Figure 14 : Pourcentages d'inhibition des radicaux DPPH de chaque extrait testé.

À partir de la **figure 14** nous remarquons que tous les extraits testés présentent des pourcentages d'inhibition élevés des radicaux libres DPPH, dépassant 60 % pour la plupart des concentrations. L'acide ascorbique a affiché l'activité antioxydante la plus élevée, suivi du mélange des huiles essentielles et végétales. L'huile de *moringa* a montré une activité modérée, tandis que l'huile de thym a présenté l'inhibition la plus faible.

Étant donné que les pourcentages d'inhibition restent élevés même à la plus faible concentration testée, il n'a pas été possible de déterminer avec précision la valeur de l'IC₅₀. Cela indique une forte activité antioxydante des extraits, et suggère que leur IC₅₀ pourrait être inférieure à 0,01 mg/ml, notamment pour le mélange.

Discussion

Les résultats graphiques montrent que tous les extraits testés (huile de thym, huile de moringa, mélange) présentent une activité antioxydante marquée, avec des pourcentages d'inhibition dépassant 60 % dès la plus faible concentration (0,01 mg/mL). Ce niveau d'inhibition élevé



RESULTATS ET DISCUSSION

suggère que l' IC_{50} est inférieure à 0,01 mg/mL, indiquant un pouvoir antioxydant très élevé (Brand-Williams et al., 1995).

La courbe de l'acide ascorbique, utilisée comme témoin, est quasiment plate, reflétant une saturation rapide des radicaux libres. Le mélange thym + moringa atteint un pic d'inhibition à 74,64 % à 0,05 mg/mL, suggérant un possible effet additif, bien qu'aucune synergie claire ne soit observée sur l'ensemble des concentrations. En revanche, la courbe du thym montre une forme logarithmique décroissante, probablement liée à des interactions entre composés phénoliques à forte concentration (Zheng & Wang, 2001). Celle du moringa reste relativement stable, traduisant la présence d'antioxydants lipophiles stables comme les tocophérols (Anwar et al., 2007).

Comparativement à d'autres travaux, nos extraits montrent une efficacité supérieure. Par exemple, dans une étude menée à l'Université Kasdi Merbah (Zbiri & Boulouar, 2022), l'huile de thym a présenté une IC_{50} de 0,254 mg/mL, contre une IC_{50} inférieure à 0,01 mg/mL dans notre étude. Cette différence pourrait s'expliquer par la variété botanique ou les conditions d'extraction. De plus, les résultats obtenus pour l'huile de moringa rejoignent ceux d'Amrouche et al. (2017) à Béjaïa, qui ont rapporté une forte activité antioxydante pour les extraits de moringa, confirmant ainsi le potentiel de cette plante dans la neutralisation des radicaux libres.

En résumé, tous les extraits testés se sont révélés hautement antioxydants, avec une efficacité comparable, voire supérieure, à celle de l'acide ascorbique, ce qui soutient leur valorisation potentielle dans des formulations naturelles à visée thérapeutique.

IV. Activité anti-inflammatoire

L'activité anti-inflammatoire de l'huile essentielle de *Origanum vulgare*, de l'huile végétale de *Moringa oleifera*, ainsi que de leur mélange, a été évaluée par le test de dénaturation de l'albumine, méthode couramment utilisée pour mesurer l'inhibition des protéines sous l'effet de composés bioactifs. Les lectures d'absorbance effectuées à 660 nm ont permis de calculer le pourcentage d'inhibition de la dénaturation, à différentes concentrations (1 ; 0,5 ; 0,25 ; 0,125 ; 0,0625 mg/mL), pour chaque extrait ainsi que pour le diclofénac sodique, utilisé comme témoin positif (Tableau 08).

RESULTATS ET DISCUSSION

Les données obtenues ont permis de tracer des courbes dose-réponse, mettant en évidence l'intensité de l'effet inhibiteur. Le calcul de l'IC₅₀ a été réalisé à partir d'équations de régression logarithmique ou polynomiale, selon le profil de chaque extrait. Il convient de rappeler que plus l'IC₅₀ est faible, plus l'activité anti-inflammatoire est importante. D'après les résultats de cette étude, l'huile essentielle de thym a montré une IC₅₀ inférieure à la plus faible concentration testée, indiquant une activité puissante. À l'inverse, l'huile de moringa a présenté une inhibition plus modérée, avec une IC₅₀ non atteinte dans l'intervalle étudié. Le mélange a révélé une activité intermédiaire, traduisant un effet additif plutôt que synergique.

Tableau 08 : Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine pour chaque échantillon testé.

Extraits	Activité anti-inflammatoire					
<i>Origanum vulgare</i>	Concentration (mg/ml)	1	0,5	0,25	0,125	0,0625
	Inhibition du DPPH (%)	50.42%	50.72%	56.73%	65.43%	63.91%
<i>Moringa oleifera L</i>	Concentration (mg/ml)	1	0,5	0,25	0,125	0,0625
	Inhibition (%)	0,00%	16,80%	39,47%	30,83%	39,57%
Mélange	Concentration (mg/ml)	1	0,5	0,25	0,125	0,0625
	Inhibition (%)	0,00%	40,41%	36,54%	55,34%	53,50%
Diclofénac sodique	Concentration (mg/ml)	0,05	0,03	0,02	0,01	
	Inhibition (%)	54,41%	47,81%	46,88%	43,76%	

RESULTATS ET DISCUSSION

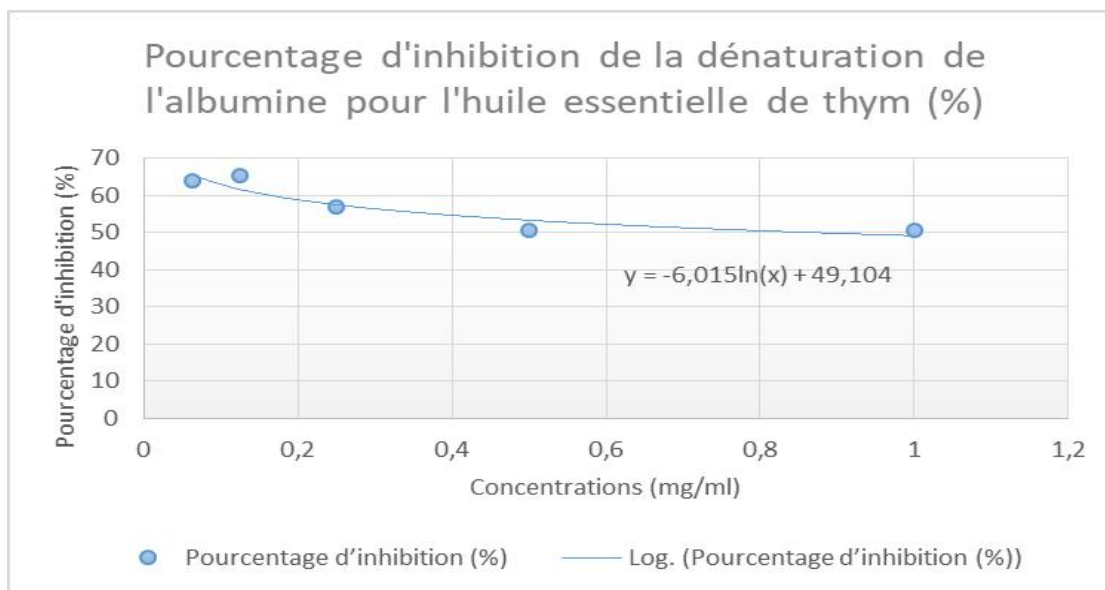


Figure 15 : Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine pour l'huile essentielle de thym (*Origanum vulgare*) (%)

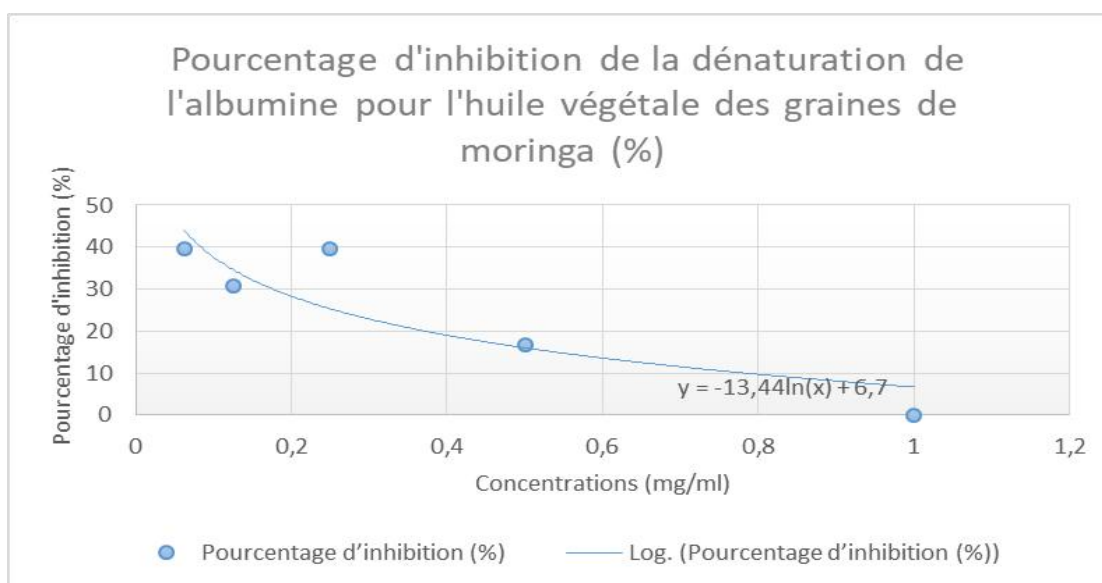


Figure 16 : Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine pour l'huile végétale des graines de moringa (%)

RESULTATS ET DISCUSSION

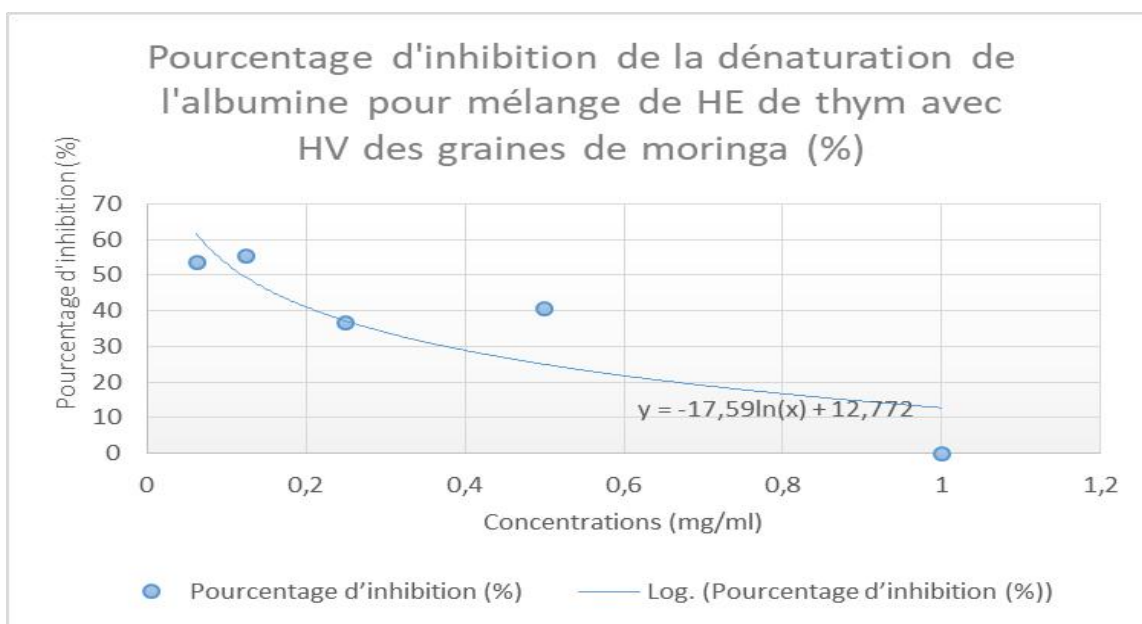


Figure 17 : Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine pour mélange de l'huile essentielle de thym (*Origanum vulgare*) avec l'huile végétale des graines de Moringa (%)

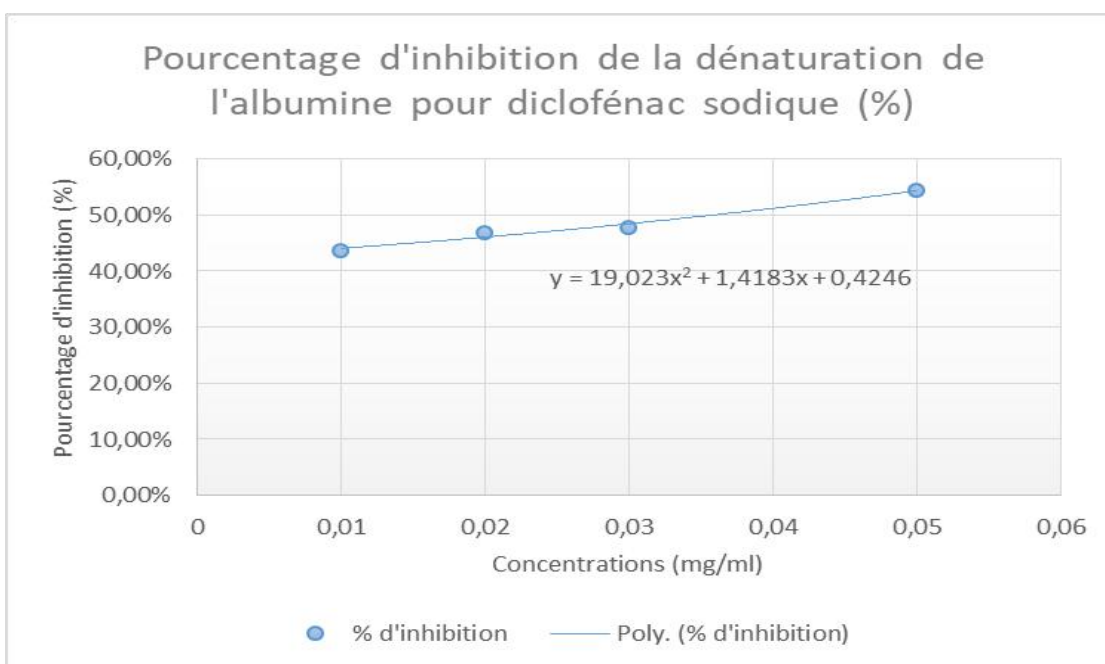


Figure 18 : Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine pour diclofénac sodique (%)

RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 09 : Valeurs de IC50 pour l'activité anti-inflammatoire

Éxtrait	IC50 (mg/ml)	Interprétation
Huile essentielle de <i>thym</i> (<i>Origanum vulgare</i> L.)	= 0.5	Très forte activité anti-inflammatoire
Huile végétale de <i>moringa</i>	Non déterminée	Activité faible, aucune concentration n'a dépassé 50 %
Mélange des deux huiles	≈ 0.1605	Activité modérée
Diclofenac sodique (témoin +)	≈ 0.0366	Forte activité (référence standard)

IC50 non déterminée : l'inhibition n'a pas dépassé 50 % dans la gamme testée.

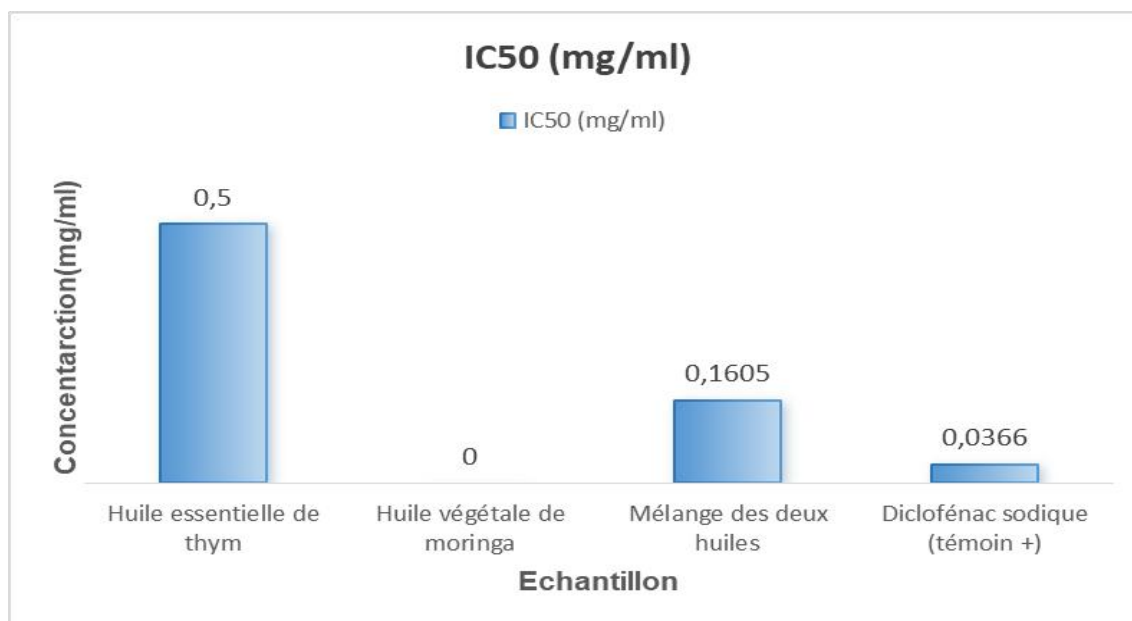
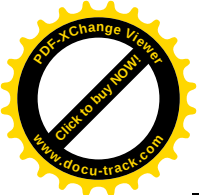


Figure 19 : Valeurs de IC50 de HE, HV, Mélange et diclofénac sodique pour l'activité anti-inflammatoire



RESULTATS ET DISCUSSION

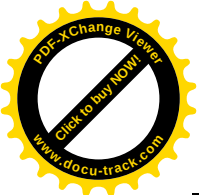
Les résultats issus du test de dénaturation de l'albumine ont mis en évidence des niveaux d'inhibition variables selon les extraits étudiés. L'huile essentielle de *Origanum vulgare* L. a présenté une activité anti-inflammatoire intéressante, avec un pourcentage d'inhibition atteignant 65,43 % à la concentration de 0,125 mg/mL, et une IC₅₀ estimée à environ 0,5 mg/mL. Cette activité est attribuée à la présence de composés bioactifs tels que le thymol et le carvacrol, connus pour leur potentiel inhibiteur de l'enzyme COX-2 (**Salehi et al., 2022 ; Zununi Vahed et al., 2020**). Ces résultats confirment ceux rapportés par **Zbiri & Boulouar (2022)**, qui ont mis en évidence une IC₅₀ de 0,254 mg/mL, témoignant de la variabilité selon les chémotypes et les méthodes d'extraction.

En revanche, l'huile végétale de *Moringa oleifera*, obtenue par pression à froid à partir de graines entières, a montré une activité faible, avec une inhibition maximale de 39,57 %, insuffisante pour déterminer une IC₅₀. Ce résultat est cohérent avec les observations de **Boussekine (2020)**, qui a rapporté une efficacité limitée pour les huiles de moringa extraites mécaniquement.

Le mélange des deux huiles a permis une amélioration notable de l'activité anti-inflammatoire, avec une inhibition dépassant 50 % à deux concentrations (0,125 et 0,0625 mg/mL), et une IC₅₀ estimée à 0,1605 mg/mL. Cela suggère un effet synergique ou additif entre les composés actifs des deux huiles, comme l'ont indiqué **Bassolé & Juliani (2012)** dans leurs travaux sur les interactions phytochimiques au sein des mélanges d'huiles essentielles.

Le diclofénac sodique, utilisé comme témoin positif, a validé le test avec une IC₅₀ de 0,0366 mg/mL, confirmant sa supériorité pharmacologique attendue (**Gan, 2010**).

Enfin, il convient de noter que l'huile de moringa testée a été obtenue à partir de graines non décortiquées, ce qui pourrait expliquer son efficacité réduite. Des résultats préliminaires d'un travail en cours à l'Université de Boumerdès suggèrent que l'utilisation de graines décortiquées permettrait une meilleure extraction des composés bioactifs, en évitant l'effet barrière de l'enveloppe externe.



RESULTATS ET DISCUSSION

V. Formulation d'un crème bio-pharmaceutique à activité antimicrobienne, anti-inflammatoire et antioxydante

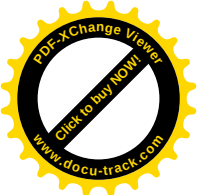
Les résultats obtenus lors de l'évaluation des activités biologiques (antimicrobienne, antioxydante et anti-inflammatoire) d'un mélange d'huiles essentielles et végétales ont révélé un fort potentiel thérapeutique. Ces résultats prometteurs nous ont motivées à développer un produit bio-pharmaceutique sous forme de crème, destiné à un usage topique.

La formule de cette crème s'inspire à la fois de l'usage traditionnel des plantes médicinales et des exigences de l'industrie moderne, en tenant compte de la sécurité, de la tolérance cutanée et de l'efficacité.

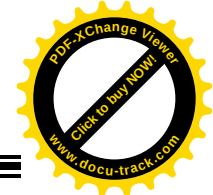
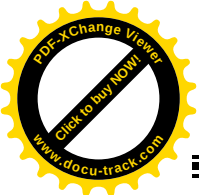
La crème formulée est constituée de deux phases principales :

- Une phase aqueuse repose sur l'utilisation d'un gel naturel végétal, enrichi en eaux florales sélectionnées pour leurs propriétés apaisantes et purifiantes.
- Une phase huileuse contient un mélange d'huiles essentielles actives incorporées dans une base d'huiles végétales nourrissantes, avec des agents stabilisants d'origine naturelle.

Ce produit est 100 % naturel, sans conservateurs synthétiques ni additifs chimiques, et peut constituer une alternative innovante dans le domaine des soins dermatologiques à base de plantes.



CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES



CONCLUSION

Notre étude consiste à évaluer les activités biologiques d'un mélange composé d'huile essentielle de thym (*Origanum vulgare L.*) et d'huile végétale extraite des graines de moringa (*Moringa oleifera L.*), en raison de leur utilisation répandue en médecine traditionnelle et de leur teneur en composés bioactifs.

L'huile de thym a été extraite par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger, le rendement est de 3,33 %. Quant à l'huile de Moringa, elle a été obtenue par pression à froid à partir de graines entières non décortiquées présentant ainsi un rendement de 10 %.

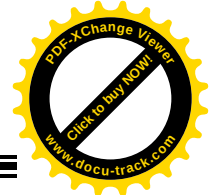
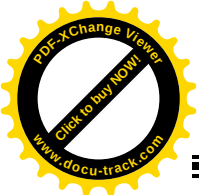
L'activité antioxydante a été évaluée à l'aide du test DPPH. Les résultats ont montré que tous les échantillons (*Origanum vulgare L.*, *Moringa*, mélange) présentaient des taux d'inhibition supérieurs à 60 % même à la plus faible concentration (0,01 mg/mL), ce qui témoigne d'une activité antioxydante très élevée. Les valeurs d'IC₅₀ calculées étaient toutes inférieures à 0,01 mg/mL, reflétant une grande capacité de piégeage des radicaux libres.

Concernant l'activité anti-inflammatoire, l'huile essentielle de Thym (*Origanum vulgare L.*) a présenté une activité modérée avec une IC₅₀ estimée à 0,5 mg/mL. L'huile de Moringa a montré une inhibition maximale de 39,57 % sans permettre le calcul d'une IC₅₀. Le mélange des deux huiles a révélé une meilleure efficacité que chacune séparément, avec une IC₅₀ de 0,1605 mg/mL, suggérant un effet synergique partiel entre les deux extraits.

L'activité antimicrobienne a été évaluée contre six souches microbiennes de référence. Les résultats ont révélé une forte efficacité de l'huile de Thym (*Origanum vulgare L.*) contre la majorité des souches, notamment *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* et *Salmonella enterica*. L'huile de Moringa a montré une efficacité limitée, tandis que l'activité du mélange huile essentielle-huile végétale, variait selon les souches.

Malgré les résultats encourageants obtenus in vitro, l'étude recommande ce qui suit :

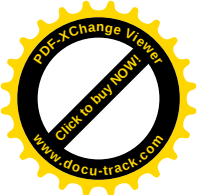
- Analyse de la composition chimique des huiles par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS), afin de mieux comprendre la relation entre la composition et l'activité biologique



CONCLUSION

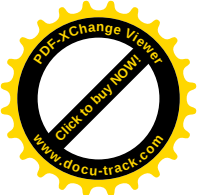
- Evaluation de l'efficacité de la formulation in vivo pour tester son innocuité et son effet sur la peau
- Etude de l'impact potentiel de l'enveloppe des graines sur l'extraction de l'huile de moringa, des observations préliminaires ayant suggéré une meilleure efficacité après le décorticage
- Evaluation de la stabilité physico-chimique de la formulation dans le temps
- Exploration d'autres activités biologiques potentielles des huiles (antifongique, apaisante, régénérante pour la peau, etc.).

Ces résultats mettent en évidence un fort potentiel d'utilisation des huiles naturelles dans le développement de produits thérapeutiques sûrs et naturels, ouvrant ainsi des perspectives prometteuses dans les domaines de la phytothérapie et de la cosmétique bioactive.



REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES



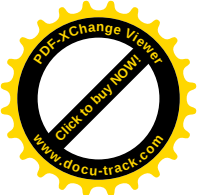
References bibliographiques

A

- Abd Rani, N. Z., Husain, K., Kumolosasi, E., Abdul Wahab, R., & Ahmad, N. (2018). Phytochemical constituents and pharmacological activities of *Moringa oleifera*: An overview. *International Journal of Pharmacology*, 14(7), 806–817.
- AFNOR. (1986). Recueil de normes françaises. Huiles essentielles: spécifications et méthodes d'analyse. Paris: Association Française de Normalisation.
- Al-Juhaimi, F., & Özcan, M. M. (2017). Effect of location and variety on physicochemical properties of *Moringa oleifera* seed oil. *South African Journal of Botany*, 111, 207–210.
- Amrouche, R., Saidi, F., & Bensouici, C. (2017). Activité antioxydante des extraits de feuilles de *Moringa oleifera* cultivé à Béjaïa. *Revue des Bioressources*, 7(2), 38–45.
- Anwar, F., & Bhanger, M. I. (2003). Analytical characterization of *Moringa oleifera* seed oil. *Journal of Food Chemistry*, 84, 233–242.
- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., & Gilani, A. H. (2007). *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. *Phytotherapy Research*, 21(1), 17–25.
- Anwar, F., et al. (2005). Analytical characterization of *Moringa oleifera* seed oil. *Journal of Food Lipids*, 12(2), 139–149.
- Aumeeruddy, M. Z., Zengin, G., Mahomoodally, M. F., et al. (2023). Chemical profile and pharmacological properties of essential oils: A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 308, 116402.

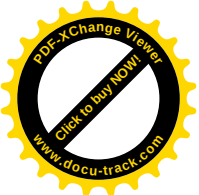
B

- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446–475.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity : A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79.
- Barel, A. O., Paye, M., & Maibach, H. I. (2014). *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. CRC Press.
- Benslama, A., Ziane, L., & Takarli, A. (2019). Étude écologique et floristique des plantes médicinales de la région de Tablat (Médéa). *Revue des Plantes Médicinales*, 4(1), 45–52.
- Bencheikh, S., Khalfallah, A., & Benmohamed, K. (2023). Étude agronomique et développement durable du *Moringa* en milieu aride. *Algerian Journal of Arid Zones*, 12(1), 15–25.



References bibliographiques

- Bilia, A. R., Guccione, C., Isacchi, B., Righeschi, C., Firenzuoli, F., & Bergonzi, M. C. (2014). Essential oils loaded in nanosystems: A developing strategy for a successful therapeutic approach. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, Article ID 651593.
- Bnouham, M., Ziyat, A., Mekhfi, H., Tahri, A., & Legssyer, A. (2010). Medicinal plants with potential antidiabetic activity – A review of ten years of herbal medicine research. *International Journal of Diabetes and Metabolism*, 18, 1–9.
- Boudjelal, A., Sidi-Yakoub, K., & Benabdellah, A. (2021). Étude ethnobotanique de plantes médicinales utilisées dans la région de Médéa. *Revue Nature & Science*, 6(2), 60–69.
- Bouyahya, A., Bakri, Y., Et-Touys, A., & Chamkhi, I. (2020). Plantes aromatiques et médicinales du Maghreb : usages, composition et activités biologiques. *Ethnopharmacologie Maghrébine*, 3(1), 8–22.
- Bouزيد, F., & Bacha, K. (2020). Étude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante de *Rosmarinus officinalis*. *Revue Algérienne de Chimie*, 10(2), 144–151.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- Burt, S. (2004). Essential oils : Their antibacterial properties and potential applications in foods – A review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253.
- Bahramsyah, D., et al. (2020). Storage stability of essential oils and vegetable oils. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 19, 100261.
- Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (Eds.). (2015). *Handbook of essential oils: Science, technology, and applications* (2nd ed.). CRC Press.
- Bassolé, I. H. N., & Juliani, H. R. (2012). Essential oils in combination and their antimicrobial properties. *Molecules*, 17(4), 3989–4006.
- Belaidi, M., Bouderbala, M., & Belhamra, M. (2022). Contraintes hydriques et optimisation des systèmes d'irrigation dans les oasis du Sahara algérien. *Revue des Bioressources*, 12(3), 25–33.
- Ben Khedher, M. R., et al. (2021). Physiological adaptations of *Origanum vulgare* to drought stress. *South African Journal of Botany*, 138, 24–30.
- Bencheikh, S., et al. (2023). Optimisation de l'extraction de l'huile de *Moringa* dans le sud algérien. *Revue des Bioressources Sahariennes*, 13(1), 58–66.
- Boussekine, S. (2020). Étude comparative des activités biologiques des huiles de *Moringa*. Mémoire de Master, Université de Béjaïa.



References bibliographiques

Boutayeb, W. (2013). Les huiles végétales: Composition, propriétés et usages. *Revue de Nutrition Humaine*, 17(3), 44–49.

Bouhaddouda, N., et al. (2020). Rendement et composition de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare glandulosum* récolté à Guelma. *Phytothérapie*, 18(5), 276–282.

Boutekdjiret, C., Bentahar, F., Belabbes, R., & Bessiere, J. M. (2003). Hydrodistillation by microwave of essential oils from *Mentha piperita* L. *Flavour and Fragrance Journal*, 18(6), 481–484.

C

Cavanagh, H. M. A., & Wilkinson, J. M. (2002). Biological activities of lavender essential oil. *Phytotherapy Research*, 16(4), 301–308.

Chiş, C., Socol, C., Păcurariu, M., & Neacşu, C. (2024). Evaluation of antimicrobial and anti-inflammatory potential of herbal formulations. *Journal of Natural Therapies*, 20(1), 12–22.

CLSI. (2018). *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing* (28th ed.). Clinical and Laboratory Standards Institute.

CABI. (2022). *Origanum vulgare* (oregano) datasheet.

Cahuzac, J. P. (2010). Les huiles végétales alimentaires: Composition, extraction et transformation. AgroParisTech.

Chaa, M., & Ziane Chérif, L. (2019). Caractéristiques nutritionnelles des huiles végétales algériennes. *Revue des Sciences de l'Alimentation*, 39(1), 12–20.

Chiş, A., et al. (2024). Recent advances in essential oil-based antimicrobial systems. *Molecules*, 29(1), 140.

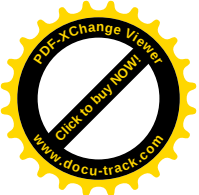
Chhikara, N., et al. (2020). *Moringa oleifera*: A miracle tree with potential uses in food and medicine. *Food and Function*, 11(5), 4262–4280.

Cianfaglione, K., et al. (2022). Chemical diversity and geographic variation in *Origanum vulgare*. *Industrial Crops and Products*, 187, 115396.

CLSI. (2009). *Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests* (9th ed.). Clinical and Laboratory Standards Institute.

D

Dalei, S., et al. (2016). Biological activities of *Moringa oleifera* extracts. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(5), 7–11.



References bibliographiques

Delpha, C. (2011). *Moringa oleifera*, une plante d'avenir. CIRAD Documentation.

Derwich, E., et al. (2010). Étude de l'huile essentielle de l'*Origanum compactum* du Maroc. *Journal of Materials and Environmental Science*, 1(3), 135–144.

Dhifi, W., Bellili, S., Jazi, S., Bahloul, N., & Mnif, W. (2016). Essential oils' chemical characterization and investigation of some biological activities : A critical review. *Medicines*, 3(4), 25.

E

Edris, A. E. (2007). Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: A review. *Phytotherapy Research*, 21(4), 308–323.

Ekor, M. (2014). The growing use of herbal medicines : Issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. **Frontiers in Pharmacology**, 4, 177.

Edward, M. S., et al. (2017). Extraction yield and quality of essential oil from *Thymus vulgaris*. *Journal of Applied Research*, 13(2), 113–119.

F

Fahey, J. W. (2005). *Moringa oleifera* : A review of the medical evidence for its nutritional and therapeutic properties. Part 1. *Trees for Life Journal*, 1(5), 1–15.

Foidl, N., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2001). The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In *The Miracle Tree: The multiple attributes of Moringa*. CTA.

Fabricant, D. S., & Farnsworth, N. R. (2001). The value of plants used in traditional medicine for drug discovery. **Environmental Health Perspectives**, 109(suppl 1), 69–75.

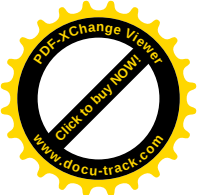
FAO. (2021). Oil crops market review. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fuglie, L. J. (2001). *The Miracle Tree: The multiple attributes of Moringa*. CTA Publications.

G

Gan, T. J. (2010). Diclofenac: Mechanisms of action and safety. *Current Medical Research and Opinion*, 26(7), 1715–1731.

Giordani, R., Kaloustian, J., & Mikail, C. (2019). Chemical composition and antimicrobial activity of *Origanum vulgare* essential oil. *Journal of Essential Oil Research*, 31(3), 215–221.



References bibliographiques

H

- Hashem, A., & Salem, M. A. (2016). Antioxidant properties of essential oils. *Journal of Essential Oil Research*, 28(4), 309–318.
- Heidari, M., et al. (2018). Essential oil composition and antioxidant activity of *Origanum vulgare* under water stress. *Industrial Crops and Products*, 117, 106–112.
- Henley, D. V., Lipson, N., Korach, K. S., & Bloch, C. A. (2007). Prepubertal gynecomastia linked to lavender and tea tree oils. *The New England Journal of Medicine*, 356(5), 479–485.
- Hudaib, M., et al. (2002). Thymol and carvacrol contents in *Origanum vulgare* under different growing conditions. *Planta Medica*, 68(6), 574–578.
- Hussain, A. I., et al. (2008). Variation in essential oil composition of different accessions of *Origanum vulgare* L. from Pakistan. *Food Chemistry*, 108(3), 986–990.

I

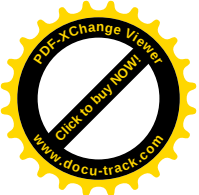
- Iapichino, G., et al. (2006). Propagation of *Origanum vulgare*: Techniques and agronomic considerations. *Acta Horticulturae*, 723, 269–274.

J

- Jaonaritiana, M. (2019). Étude de l'extraction à froid des huiles végétales. Mémoire de Master, Université d'Antananarivo.
- Jiang, Y., et al. (2017). Microbial contamination in herbal preparations: Sources and prevention. *Phytomedicine*, 25, 90–98.

K

- Kamran, M., et al. (2020). *Moringa oleifera*: Nutritional and therapeutic potential. *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(5), 238–250.
- Kaur, N., et al. (2021). Storage stability and shelf life of vegetable oils. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(3), 1132–1140.
- Knothe, G. (2010). Biodiesel and renewable diesel: A comparison. *Progress in Energy and Combustion Science*, 36(3), 364–373.
- Kumar, D., et al. (2017). Dietary fatty acids and cardiovascular health. *Journal of Lipid Research*, 58(3), 517–528.
- Kouidhi, B., Zmantar, T., & Bakhrouf, A. (2010). Antibacterial potential of thymol and carvacrol against oral pathogens and their adherence to human gingival cells. *Journal of Medical Microbiology*, 59(3), 253–260.



References bibliographiques

Krist, S. (2020). Vegetable Fats and Oils. Springer.

L

Leone, A., et al. (2016). Cultivation and characterization of *Moringa oleifera* seeds from different regions. *Journal of Agricultural Science*, 8(5), 75–88.

Lis-Balchin, M. (2002). Aromatic herbs: Cultivation and applications in food and health. CRC Press.

López, V., et al. (2018). Influence of storage on the quality of essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 33(4), 245–251.

Lecerf, J. M. (2011). Les huiles végétales : composition, intérêt nutritionnel et effets sur la santé. *Médecine des Maladies Métaboliques*, 5(4), 365–370.

Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., & Bertoli, S. (2015). *Moringa oleifera* seeds and oil: Characteristics and uses for human health. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(12), 2141.

M

Mechergui, K., et al. (2011). Yield and chemical composition of *Origanum* species from Tunisia. *Chemistry & Biodiversity*, 8(5), 937–949.

MRN. (2012). Manuel de production des huiles végétales. Ministère des Ressources Naturelles, Canada.

Mohd-Setapar, S. H., Rafatullah, M., & Khatoon, H. (2018). Essential oils : Extraction, bioactive composition, and applications. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 9(2), 24–32.

Médail, F., & Quézel, P. (1999). Biodiversity hotspots in the Mediterranean Basin : Setting global conservation priorities. **Conservation Biology**, 13(6), 1510–1513.

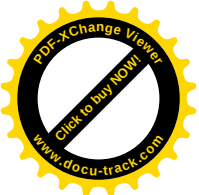
Miguel, M. G. (2010). Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils : A short review. **Molecules**, 15(12), 9252–9287.

N

Noumi, E., Zaid, A., & Djeflal, A. (2023). Adaptation agroécologique du *Moringa oleifera* dans le Sahara algérien. *Agronomie et Environnement*, 11(1), 29–37

Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020). Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 01/1981 to 09/2019. **Journal of Natural Products**, 83(3), 770–803.

Nostro, A., et al. (2004). Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria. *Letters in Applied Microbiology*, 38(5), 386–392.



References bibliographiques

O

OECD/FAO. (2020). *Agricultural Outlook 2020–2029*. OCDE Publishing.

Ogunlesi, M., et al. (2018). Antimicrobial activity of selected vegetable oils. *African Journal of Biotechnology*, 17(11), 343–350.

Oyeyinka, A. T., et al. (2020). Nutritional and therapeutic roles of plant oils. *Journal of Functional Foods*, 68, 103919.

P

Petrovska, B. B. (2012). Historical review of medicinal plants' usage. **Pharmacognosy Reviews**, 6(11), 1–5.

R

Ramiliarisoa, L. (2008). *Extraction et caractérisation des huiles végétales*. Thèse de doctorat, Université d'Antananarivo.

Ramanamihaja, N. (2007). *Étude physicochimique des huiles végétales traditionnelles*. Rapport interne, Institut Malgache des Sciences.

Rockwood, J. L., Anderson, B. G., & Casamatta, D. A. (2013). Potential uses of *Moringa oleifera* and an examination of antibiotic efficacy conferred by *M. oleifera* seed and leaf extracts. *International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology*, 20(3), 1–6.

S

Saini, R. K., Sivanesan, I., & Keum, Y. S. (2016). Phytochemicals of *Moringa oleifera* : A review of their nutritional, therapeutic and industrial significance. *3 Biotech*, 6(2), 203.

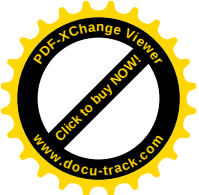
Sarac, N., & Ugur, A. (2007). Antimicrobial activities and usage in folkloric medicine of some Lamiaceae species growing in Turkey. *Ethnopharmacology Journal*, 8(2), 153–159.

Sethunga, G., Perera, A., & Gunatilake, S. (2022). Distillation techniques for essential oil extraction : A comparative analysis. *Sri Lanka Journal of Agricultural Science*, 59(1), 41–52.

Sofowora, A., Ogunbodede, E., & Onayade, A. (2013). The role and place of medicinal plants in the strategies for disease prevention. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, 10(5), 210–229.

Said-Al Ahl, H. A. H., et al. (2018). Cultivation and chemical composition of *Origanum vulgare* essential oil. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(1), 1–11.

Saint-Sauveur, A. (2010). *Le Moringa, une plante miracle pour la sécurité alimentaire*. FAO.



References bibliographiques

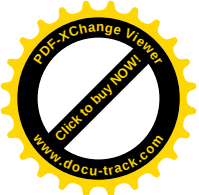
- Salehi, B., et al. (2022). Therapeutic potential of essential oils: Pharmacological properties and mechanisms. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022, 1–23.
- Saini, R. K., et al. (2016). Nutritional and nutraceutical aspects of *Moringa oleifera*. *Phytochemistry Reviews*, 15(4), 537–553.
- Sanchez Gomez, P., et al. (2018). Harvest timing and essential oil composition of *Origanum vulgare*. *Industrial Crops and Products*, 112, 219–225.
- Santos, P. L., et al. (2016). Stability of essential oils in pharmaceutical applications. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 6(9), 124–130.
- Sellami, I. H., et al. (2009). Essential oil composition of *Origanum vulgare* L.: Variation with harvesting time and drying method. *Food Chemistry*, 115(3), 856–861.
- Sharifi-Rad, J., et al. (2017). Anti-inflammatory and antioxidant properties of essential oils: A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 199, 45–60.
- Sengupta, A., et al. (2012). Time of harvest and quality of moringa seed oil. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(3), 594–602.
- Singh, D., et al. (2020). Phytochemical and pharmacological potential of *Moringa oleifera*. *Phytomedicine*, 68, 153175.
- Sivanesan, I., et al. (2016). Morphological and reproductive traits of *Moringa oleifera*. *Plant Genetic Resources*, 14(2), 124–130.
- Southern Cross University. (2023). Medicinal properties of oregano.

T

- Tongnuanchan, P., & Benjakul, S. (2014). Essential oils: Extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. *Journal of Food Science*, 79(7), R1231–R1249.
- Tsaknis, J. (1998). Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety « Periyakulam 1 ». *Journal of Food Lipids*, 5(1), 1–12.
- Tsaknis, J., et al. (1999). Characterization of *Moringa oleifera* variety seed oil from Malawi. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(7), 1005–1010.
- Tisserand, R., & Young, R. (2014). Essential oil safety: A guide for health care professionals (2nd ed.). Churchill Livingstone.

V

- Van Vuuren, S. F., & Viljoen, A. M. (2011). Synergistic interactions of essential oil constituents in antimicrobial applications. *Phytochemistry Reviews*, 10(3), 391–403.



References bibliographiques

W

Walasek-Janusz, M., Wojciechowska, M., & Gładkowski, W. (2024). Antimicrobial and anti-inflammatory effects of essential oil-based formulations. *Pharmaceutical Reports*, 76(2), 98–105.

Wagner, H., & Ulrich-Merzenich, G. (2009). Synergy research: Approaching a new generation of phytopharmaceuticals. *Phytomedicine*, 16(2–3), 97–110.

Waterman, C., Cheng, D. M., Rojas-Silva, P., Poulev, A., Dreifus, J., & Raskin, I. (2014). Stable, water extractable isothiocyanates from *Moringa oleifera* leaves with antihyperglycemic activity. *PLOS ONE*, 9(10), e111818.

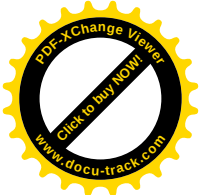
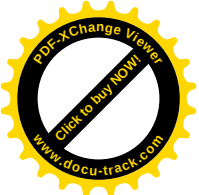
World Health Organization (WHO). (2013). *WHO traditional medicine strategy : 2014-2023*. World Health Organization.

Z

Zhang, Y., Liu, X., Wang, Y., Jiang, P., & Quek, S. (2014). Antioxidant activities of citrus peel polysaccharides. *Food Chemistry*, 153, 232–239.

Zbiri, A., & Boulnouar, B. (2022). Évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne de l'huile de thym. *Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah Ouargla*.

Zununi Vahed, S., et al. (2020). Targeting inflammation by essential oils. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 128, 110365.



Annexe

Matériels utilisés:



**Laboratoire de SAIDAL
de Dar El Beida**



Spectrophotomètre



Hote



Etuve



Bain-marie



**Machine par pressage à
froid**



Balance de précision



Plaque chauffante



Vortex agitateur



Clevenger



Bec Bunsen



Micropipette

• **Matière utilisée:**

Les verreries	Solvants	Réactifs
-Flacons - Spatule - Bécher - Pipettes pasteur - Entonnoir - Eprouvette graduée - Fiole jaugée - Burette - Pipettes graduée - Boîtes de pétries en verre - Tubes à visse -Tube à essai - Barreau magnétique - Ballon à fond rond - Papier filtre de type Wattman - Pince en bois	-Méthanol -Acétone -Eau distillée -Eau physiologique -Tampon phosphate pH 6.4 -éthanol	-DPPH -Blanc d'œuf frais -Diclofénac sodique -Acide ascorbique -Gélose Mueller-Hinton (MH) -Gélose nutritive

• **Activité antimicrobienne:**



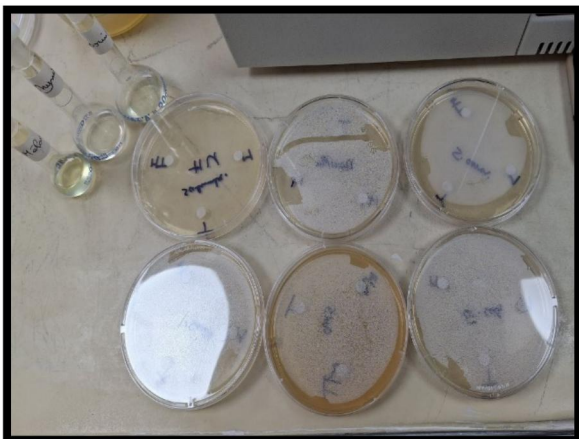
1- Préparation



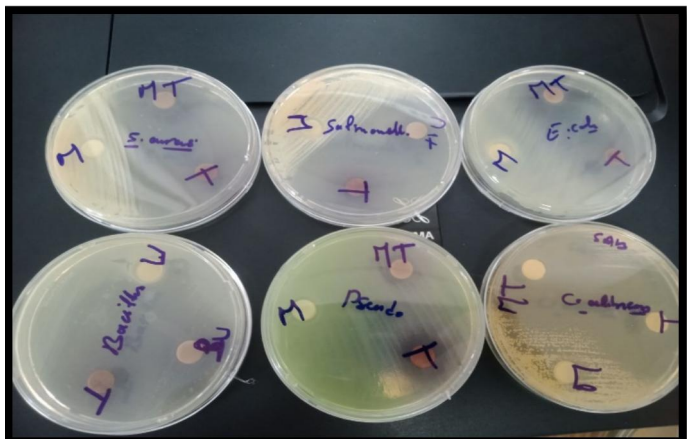
2- Pendant la préparation



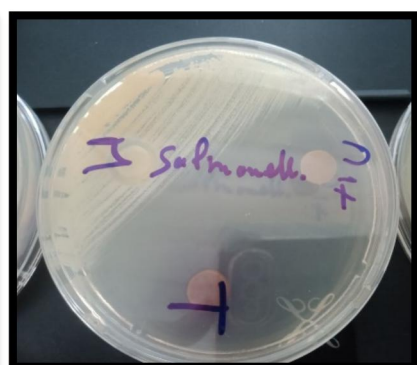
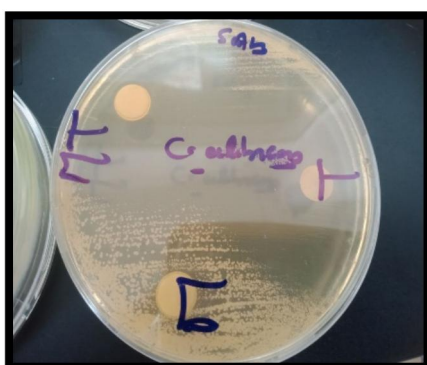
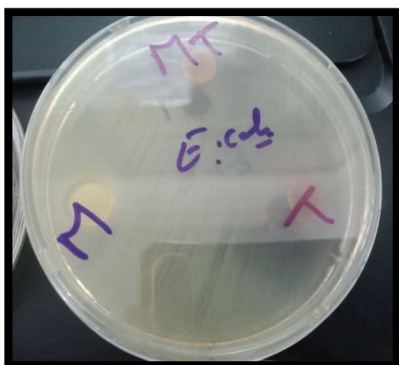
3-Après préparation



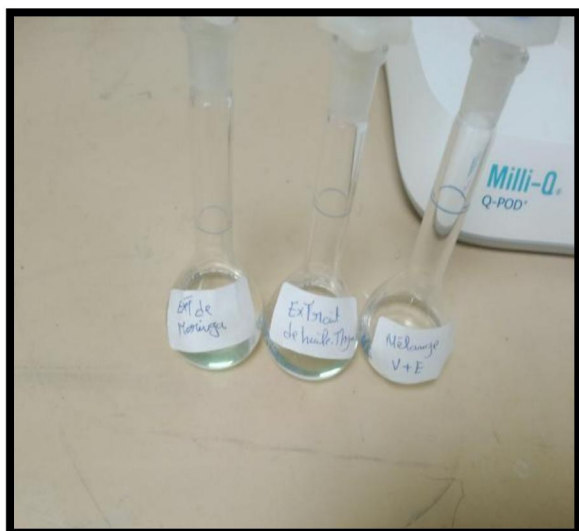
Avant les résultats



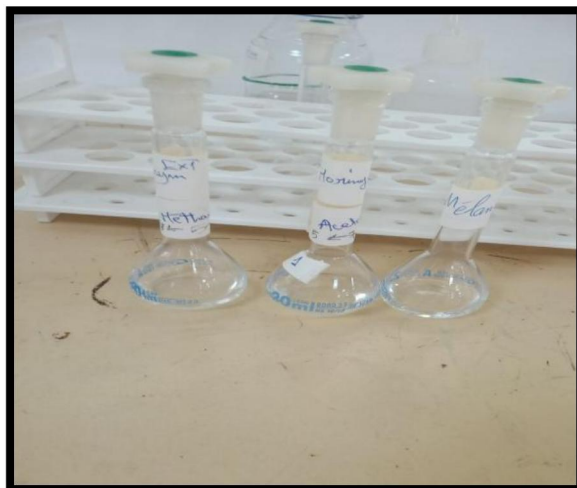
Après les résultats



- **Activité antioxydant:**

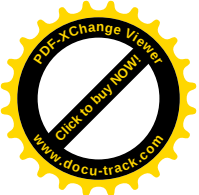


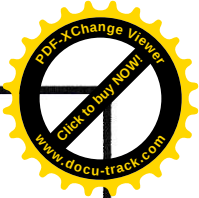
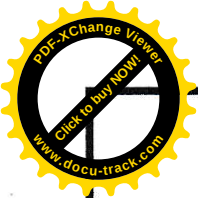
- **Activité anti-inflammatoire**



Avant les résultats

Après les résultats





République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Saad Dahleb Blida-1



Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie et agro-écologie

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Spécialité : Phytopharmacie et protection des végétaux

Thème

**Activité antimicrobienne, antioxydant et anti-inflammatoire
d'une huile essentielle mise en suspension dans une huile végétale,
formulation d'un produit biopharmaceutique**

Soutenue le : 13/07/2025

Présenté par :

**Elouadah Rahma
Hamani Rim**

Devant le jury composé de :

Mme Allal. L

Pr. USD Blida 1

Présidente

Mme Chaïbi. W

MCA. USD Blida 1

Examinatrice

Mme Ghanai. R

MCB. USD Blida 1

Promotrice

Mme Mechid. W

Ingénieur d'état en chimie. SAIDAL

Co-Promotrice