



Réf :/UAMOB/FSNVST/2023

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV **Filière** : sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie appliquée

Présenté par :

MERZOUK Letissia & CHIBANE Ouidad

Thème

**L'utilisation topique d'huile essentielle diluée obtenues à partir
des graines de coriandre comme traitement des infections
cutanées superficielles et des dermatites associées à
*streptococcus pyogènes***

Soutenu le : 04/ 07 /2023

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mr. LAMINE Salime

MCA

Univ. de Bouira

Président

Mr. LIBDIRI Farid

MAA

Univ. de Bouira

Promoteur

Mme. CHERIFI Zakia

MCA

Univ. de Bouira

Examineur

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre reconnaissance envers **Allah**, le Tout-Puissant, qui nous a accordé la santé, la force, le courage et la volonté nécessaires pour mener à bien notre mémoire de fin d'études.

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à notre encadreur, **Mr LIBDIRI Farid**, pour son accompagnement, sa disponibilité, ses conseils avisés et son soutien inconditionnel tout au long de notre travail. Nous lui exprimons notre profonde gratitude et reconnaissance, en particulier pour son encouragement précieux durant les moments difficiles.

Nous tenons également à remercier chaleureusement les membres du jury, **Mr LAMINE Salime** et **Mme CHERIFI Zakia**, pour leur présence et le temps qu'ils ont consacré à l'évaluation de notre travail. Leurs retours constructifs ont été d'une grande valeur pour notre progression.

Nos remerciements vont également à l'ensemble de nos enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie et de la terre de l'Université de Akli Mohand Oulhadj, Bouira. Leur expertise, leurs enseignements et leur dévouement ont grandement contribué à notre formation tout au long de notre parcours universitaire.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude envers tous les ingénieurs des laboratoires du département SNV, en particulier **Mme Siham**, l'ingénieur de laboratoire de Biochimie, ainsi que l'ingénieur de laboratoire en Microbiologie. Leur assistance précieuse et leurs orientations ont joué un rôle essentiel dans notre travail.

Enfin, nous tenons à adresser nos remerciements, notre respect et notre gratitude à tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont apporté leur aide tout au long de l'élaboration de ce travail. Votre soutien inestimable et votre contribution ont été des éléments essentiels à notre réussite.

Nous tenons à témoigner notre profonde reconnaissance envers chacun d'entre vous et à exprimer notre gratitude sincère pour votre aide et votre support.

Letissia & Ouidad

Dédicace

À **mes Parents** exceptionnels, dont l'amour inconditionnel et le soutien constant m'ont permis de réaliser mes rêves, je vous dédie ce travail en signe de reconnaissance éternelle.

À mes frères **Chahrazed** et **Louanes**, votre présence et vos encouragements m'ont donné la force nécessaire pour aller de l'avant.

À ma meilleure amie **Mayana**, qui a été à mes côtés à chaque étape de ce voyage académique. Ta confiance en moi et ton soutien indéfectible ont été des piliers essentiels de ma réussite.

À mes **grandes-mères**, qui m'ont transmis leur sagesse, leur amour et leur soutien inconditionnel. Votre héritage restera à jamais gravé dans mon cœur.

À mon grand-père **Jeddi Chrif**, tu as été un modèle de persévérance et d'excellence. Cette dédicace est un hommage à ton héritage et à ton influence positive dans ma vie. Et à mon grand-père paternel **Jeddi Chaalal**, bien que je n'aie pas eu la chance de te connaître personnellement, ta mémoire a traversé les générations, laissant une empreinte indélébile dans notre famille. Tu resteras à jamais gravé dans nos cœurs et ta présence se fera sentir à chaque étape de ma vie.

À mon oncle adoré **Rabah**, ta bienveillance et tes conseils éclairés ont été des sources d'inspiration. Je t'exprime ma profonde reconnaissance à travers cette dédicace.

À ma petite cousine **Eliana**, qui a apporté une joie infinie dans ma vie. Ta présence lumineuse a été une source d'inspiration constante et une motivation supplémentaire.

À **toute ma famille**, qui a toujours été là pour moi, je vous dédie ce mémoire avec une immense reconnaissance. Votre amour et votre soutien indéfectible ont été des sources d'inspiration inépuisables.

À ma binôme **Ouidad**, nous avons traversé ensemble les hauts et les bas de ce parcours académique. Cette dédicace est le reflet de notre travail d'équipe et de notre amitié solide.

Enfin, à **Moi-même**, je dédie ce mémoire comme un rappel de ma détermination, de ma résilience et de ma capacité à atteindre mes objectifs. Cette réalisation est le fruit de mon engagement et de ma persévérance.

Letissia

Dédicace

Tout d'abord, je remercie mon Dieu, le Tout-Puissant, qui m'a accordé la volonté, le courage, la santé, la patience et l'endurance pour accomplir ce travail et m'a guidé sur le droit chemin.

Je dédie cet événement marquant de ma vie

À mon très cher grand-père et à mon père bien-aimé, que Dieu les accueille dans son vaste paradis.

À mon deuxième père **Moussa** et à mon oncle **Yazid**, qui m'ont toujours aidé dans ma vie et qui n'ont cessés de m'encourager et de me soutenir tout au long de mes études.

À ma chère maman et ma grand-mère bien-aimée, deux femmes exceptionnelles qui ont façonné ma vie de manière indélébile. Votre amour inconditionnel, votre soutien constant et votre présence réconfortante ont été des piliers essentiels dans mon parcours.

À mon seul frère **Ali** et à mes sœurs **Ouardia** et **lydia**, que dieu les gardes en bonne santé.

À mes ami(e), **Dihia, Ahlem, Tiziri Meriem, Amira, Warda, Asma et Imen**, qui ont cru en moi et qui ont toujours encouragé et avec qui j'ai passée des années inoubliables.

À ma très chère binôme **Letissia**, je te remercie du fond du cœur pour ta présence, ta gentillesse et ton engagement constant. Notre amitié et notre partenariat resteront gravés dans ma mémoire.

A tout ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

Ouidad

Table des matières

| | |
|--|----|
| <i>Introduction générale</i> : | 1 |
| Chapitre 1 : Revue bibliographique sur les huiles essentielles | 2 |
| I. Généralités sur les huiles essentielles : | 2 |
| 1. Définition : | 2 |
| 2. Répartition et localisation des huiles essentielles. | 2 |
| 3. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles | 3 |
| 3.1 Les propriétés physiques..... | 3 |
| 3.2 Composants chimiques | 3 |
| 4. Domaines d'utilisation des huiles essentielles | 4 |
| 4.1. Pharmacologie et usages médicaux : | 4 |
| 4.2. Cosmétique | 5 |
| 4.3. Industries agroalimentaires : | 5 |
| 5. Méthodes d'extraction des huiles essentielles : | 5 |
| 5.1. Extraction par Hydrodistillation : | 6 |
| 5.2. Expression à froid : | 6 |
| 6. Conservation des huiles essentielles : | 7 |
| 7. Activités biologiques des huiles essentielles : | 7 |
| 7.1 Activité Antibactérienne : | 7 |
| 7.2 Activité Antioxydante : | 8 |
| 8. Mode d'action des huiles essentielles : | 8 |
| II. Généralités sur la coriandre..... | 9 |
| 1. Définition : | 9 |
| 2. Position systématique : | 10 |
| 3. Description botanique de la plante | 10 |
| 4. Propriétés thérapeutiques de la coriandre..... | 11 |
| Chapitre 2 : Les infections cutanées | 12 |

| | |
|--|----|
| I. La peau :..... | 12 |
| 1. Définition..... | 12 |
| 2. Histologie de la peau | 12 |
| 3. La flore cutanée de la peau :..... | 14 |
| 4. Moyens de défense naturels :..... | 15 |
| II. Les infections cutanées d'origine bactérienne : | 16 |
| 1. Folliculites | 16 |
| 2. Furoncles | 17 |
| 3. Anthrax | 18 |
| 4. Érysipèle | 18 |
| 5. L'acné vulgaire :..... | 19 |
| III. Description des souches étudiées qui provoque la dermatite : | 20 |
| Chapitre 3 : Matériels et méthodes : | 22 |
| I. Critères de choix de la plante <i>Coriandrum sativum</i> L :..... | 22 |
| II. Matériel :..... | 22 |
| 1. Matériel Biologique : | 22 |
| 1.1 Matériel végétal :..... | 22 |
| 1.2. Souche Bactérienne utilisée : | 23 |
| 2. Matériel non Biologique : | 23 |
| III. Méthodes :..... | 23 |
| 1. Méthodes d'extractions des huiles : | 23 |
| 1.1 Extraction à froid :..... | 23 |
| 1.2. Hydrodistillation : | 24 |
| 2. Détermination du rendement d'extraction : | 25 |
| 3. Caractérisation de l'huile essentielle et végétale de <i>Coriandrum sativum</i> L. | 25 |
| 3.1. Caractérisation organoleptique..... | 25 |
| 3.2. Caractérisation physico-chimique :..... | 25 |

| | | |
|--|---|----|
| 4. | Évaluation de l'activité antioxydante : | 29 |
| 5. | Évaluation de l'activité antimicrobienne : | 31 |
| 6. | Détermination des concentrations minimales inhibitrices CMI..... | 33 |
| 7. | Détermination des concentrations minimales bactéricides CMB | 33 |
| Chapitre 4 : Résultats et discussion | | 34 |
| 1. | Rendement d'extraction : | 34 |
| 2. | Propriétés organoleptiques : | 35 |
| 3. | Caractéristiques physico-chimiques : | 35 |
| 1.1. | Caractéristiques chimiques..... | 36 |
| 4. | Évaluation de la méthode DPPH : | 37 |
| 5. | Détermination d'IC50 : | 39 |
| 6. | Évaluation de l'activité bactérienne..... | 40 |
| 7. | Détermination de la CMI et la CMB en milieu liquide | 43 |
| <i>Conclusion</i> : | | 46 |
| Annexe | | 47 |
| Bibliographie..... | | 51 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1: Structures des terpènes (a) : terpénoïdes (b) et les phénylpropanoïdes (c) | 4 |
| Figure 2: principe schématisé de l'Hydrodistillation | 6 |
| Figure 3 : Mécanisme de la réaction d'oxydation..... | 8 |
| Figure 4 les Graines de Coriandrum sativum L. | 11 |
| Figure 5: Représentation schématique de la peau humaine et de ses principaux composants [39]..... | 12 |
| Figure 6: Couches de l'épiderme : germinative (basale), épineuse, granuleuse et couche cornée [41] | 13 |
| Figure 7: Localisation anatomique des infections de la peau | 16 |
| Figure 8: folliculite du tronc à Pseudomonas [48]..... | 16 |
| Figure 9: Image de Folliculite [49] | 17 |
| Figure 10: Image de furoncle [51] | 17 |
| Figure 11: Anthrax trouvé à l'arrière du cou [55] | 18 |
| Figure 12: Érysipèle du visage (A) Érysipèle du membre (B) [55]..... | 19 |
| Figure 13 : A : Photographie des lésions non inflammatoires fermés | 20 |
| Figure 14 : les graines de Coriandrum sativum L..... | 23 |
| Figure 15 : Machine d'extraction à pression | 24 |
| Figure 16 : Appareil de type Clevenger | 24 |
| Figure 17 : peser de la fiole..... | 26 |
| Figure 18 : Reflux du mélange..... | 28 |
| Figure 19: Méthode de DPPH pour déterminer l'activité antioxydante [64]..... | 29 |
| Figure 20 : Activité antioxydante | 31 |
| Figure 21 : Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'Huile essentielle de Coriandrum Sativum L..... | 38 |
| Figure 22 : Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'Huile Végétal de Coriandrum Sativum L. | 38 |
| Figure 23 : Activité antioxydante de l'acide gallique..... | 38 |
| Figure 24 : Effet de l'huile végétale de Coriandrum sativum L sur la croissance de | 40 |
| Figure 25: Effet de l'HE de Coriandrum sativum L sur la croissance de A : Staphylococcus aureus ; B : Pseudomonas aeruginosa | 40 |
| Figure 26 : Effet des témoins positif et négatif sur la croissance de..... | 40 |
| Figure 27 : Détermination CMI pour les souches bactériennes Staphylococcus aureus et | |

| | |
|---|----|
| Pseudomonas aeruginosa | 43 |
| Figure 28 : Photographie des CMB de l'HE de Coriandrum sativum vis-à-vis Staphylococcus aureus et P. aeruginosa | 44 |
| Figure 29: étuve utilisée..... | 47 |
| Figure 30: Spectrophotométrie UV-visible (SP-3000 nano) | 48 |
| Figure 31: appareil de type Clevenger | 48 |
| Figure 32: mesure de la densité des huiles à 20°C | 49 |
| Figure 33 Ré-isolement de la souche Pseudomonas Aeruginosa sur milieu King | 49 |
| Figure 34: Ré-isolement de la souche Staphylococcus aureus sur milieu Chapman..... | 49 |
| Figure 35:Neutralisation /virage de couleur vers le rose | 50 |

Listes des tableaux :

| | |
|---|----|
| Tableau 1: classification de la Coriandre | 10 |
| Tableau 2:Flore cutanée résidente et transitaire..... | 15 |
| Tableau 3 : les souches bactériennes provocatrices de dermatite | 21 |
| Tableau 4 : Caractéristique de la cueillette et d'achat de C. Sativum L..... | 22 |
| Tableau 5 : Souches utilisées | 23 |
| Tableau 6 : Évaluation de l'effet antibactérien selon le diamètre d'inhibition | 32 |
| Tableau 7 : Rendement des extraits de Coriandre | 34 |
| Tableau 8 : Caractéristique organoleptique de l'HE et l'huile végétale | 35 |
| Tableau 9 : Résultats des analyses physiques | 35 |
| Tableau 10 : Résultats des analyses chimiques d'huile essentielle et végétale | 36 |
| Tableau 11 : Variation de l'activité antioxydante en fonction de la concentration de HE et HV de Coriandrum sativum L. | 37 |
| Tableau 12 : Résultats du test antioxydante de IC 50% en mg/ml. | 39 |
| Tableau 13 : Résultats des zones d'inhibition de CMI..... | 41 |
| Tableau 14 : Classification des souches microbiennes testées selon leur degré de sensibilité à l'HE de Coriandrum sativum L | 41 |
| Tableau 15 : Comparaison entre les résultats de l'activité antimicrobienne de l'HE étudiée avec d'autres études | 42 |
| Tableau 16 : Concentration minimale inhibitrice de l'huile essentielle de coriandre (Coriandrum sativum L.) | 43 |
| Tableau 17 : Activité antimicrobienne (CMI, CMB) de l'huile essentielle de coriandre (Coriandrum sativum L.) contre les souches bactériennes Gram positif et Gram négatif..... | 44 |
| Tableau 18: liste du matériel utilisé pendant l'expérience | 47 |

Les abréviations :

| | |
|----------------------|--|
| <i>ADN</i> | L'acide désoxyribonucléique |
| <i>AFNOR</i> | Association française de normalisation |
| <i>ARN</i> | L'acide ribonucléique |
| <i>C</i> | Concentration |
| <i>CMB</i> | Concentration Minimale Bactéricide |
| <i>CMI</i> | Concentration Minimale Inhibitrice |
| <i>DMSO</i> | Diméthylsulfoxyde |
| <i>DPPH</i> | 2.2-diphenyl-1-picrylhydrazyl |
| <i>HCL</i> | Acide chlorhydrique |
| <i>HD</i> | Hydrodistillation |
| <i>HE/HEs</i> | Huile.s Essentielle.s |
| <i>HV</i> | Huile végétale |
| <i>I(%)</i> | Pourcentage d'inhibition |
| <i>ISO</i> | Organisation internationale de normalisation |
| <i>IT</i> | Inhibition totale |
| <i>K+</i> | Potassium |
| <i>KOH</i> | Hydroxyde de potassium |
| <i>LPS</i> | Lipopolysaccharides |
| <i>NaCl</i> | L'eau physiologique |
| <i>PAM</i> | Plantes Aromatiques et Médicinales |
| <i>R</i> | Rendement |
| <i>ZI</i> | Zone d'inhibition |

Introduction générale :

Les Plantes Aromatiques et Médicinales (PAM) sont largement utilisées dans divers domaines tels que la pharmacie, la parfumerie, la cosmétique et l'agroalimentaire en raison de leurs propriétés thérapeutiques, organoleptiques et odorantes. [1]

De nos jours, de nombreuses maladies sont traitées exclusivement par des thérapies naturelles qui font appel aux plantes aromatiques ainsi qu'à leurs huiles essentielles obtenues par hydrodistillation. Ces huiles essentielles possèdent une large gamme de propriétés physico-chimiques et présentent diverses activités biologiques, telles que des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, antivirales, etc. En raison de ces caractéristiques, les huiles essentielles suscitent un intérêt croissant parmi les chimistes, biologistes et médecins, en particulier pour leur utilisation dans le traitement de certaines maladies infectieuses et pour le traitement local des infections cutanées telles que l'anthrax, la folliculite, l'érysipèle, et bien d'autres. [2]

Parmi ces plantes médicinales la coriandre « *Coriandrum sativum L* ». Une plante herbacée annuelle de la famille des Apiaceae (Umbelliferae) cultivé du bassin méditerranéen. Cette plante a été reconnue pour son efficacité remarquable dans de nombreux domaines de la médecine, que ce soit en termes de traitement curatif ou de prévention. [3]

L'objectif principal de cette étude est de se focaliser sur l'extraction des huiles essentielles à partir des fruits de *Coriandrum sativum L*. et d'évaluer leur activité biologique.

Dans la première partie de notre étude, nous avons réalisé une synthèse bibliographique composée de deux chapitres. Le premier chapitre offre un aperçu des huiles essentielles en général ainsi que de la plante spécifique étudiée, tandis que le deuxième chapitre se concentre sur les infections cutanées d'origine bactérienne.

La deuxième partie de notre étude est consacrée à l'étude expérimentale, qui est divisée en deux chapitres distincts. Dans le troisième chapitre, nous avons détaillé les méthodes utilisées pour mener notre travail, notamment les caractérisations physico-chimique, l'évaluation de l'activité antioxydante par DPPH et l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle contre des souches bactériennes spécifiques. Le chapitre quatre présente les résultats obtenus au cours de ces expérimentations, ainsi que leur interprétation.

Enfin, notre mémoire se clôture par une conclusion résumant nos acquis de cette étude.

Introduction générale :

Les Plantes Aromatiques et Médicinales (PAM) sont largement utilisées dans divers domaines tels que la pharmacie, la parfumerie, la cosmétique et l'agroalimentaire en raison de leurs propriétés thérapeutiques, organoleptiques et odorantes. [1]

De nos jours, de nombreuses maladies sont traitées exclusivement par des thérapies naturelles qui font appel aux plantes aromatiques ainsi qu'à leurs huiles essentielles obtenues par hydrodistillation. Ces huiles essentielles possèdent une large gamme de propriétés physico-chimiques et présentent diverses activités biologiques, telles que des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, antivirales, etc. En raison de ces caractéristiques, les huiles essentielles suscitent un intérêt croissant parmi les chimistes, biologistes et médecins, en particulier pour leur utilisation dans le traitement de certaines maladies infectieuses et pour le traitement local des infections cutanées telles que l'anthrax, la folliculite, l'érysipèle, et bien d'autres. [2]

Parmi ces plantes médicinales la coriandre « *Coriandrum sativum L* ». Une plante herbacée annuelle de la famille des Apiaceae (Umbelliferae) cultivé du bassin méditerranéen. Cette plante a été reconnue pour son efficacité remarquable dans de nombreux domaines de la médecine, que ce soit en termes de traitement curatif ou de prévention. [3]

L'objectif principal de cette étude est de se focaliser sur l'extraction des huiles essentielles à partir des fruits de *Coriandrum sativum L*. et d'évaluer leur activité biologique.

Dans la première partie de notre étude, nous avons réalisé une synthèse bibliographique composée de deux chapitres. Le premier chapitre offre un aperçu des huiles essentielles en général ainsi que de la plante spécifique étudiée, tandis que le deuxième chapitre se concentre sur les infections cutanées d'origine bactérienne.

La deuxième partie de notre étude est consacrée à l'étude expérimentale, qui est divisée en deux chapitres distincts. Dans le troisième chapitre, nous avons détaillé les méthodes utilisées pour mener notre travail, notamment les caractérisations physico-chimique, l'évaluation de l'activité antioxydante par DPPH et l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle contre des souches bactériennes spécifiques. Le chapitre quatre présente les résultats obtenus au cours de ces expérimentations, ainsi que leur interprétation.

Enfin, notre mémoire se clôture par une conclusion résumant nos acquis de cette étude.

Chapitre 1 : Revue bibliographique sur les huiles essentielles

I. Généralités sur les huiles essentielles :

1. Définition :

Les huiles essentielles sont des composés complexes, d'origine naturelle et de nature volatile, qui se distinguent par leur parfum prononcé. Elles sont produites par les plantes aromatiques en tant que métabolites secondaires. En raison de leur nature volatile, ces composés peuvent être extraits par distillation à la vapeur à partir d'une seule espèce botanique de plante aromatique. [4].

Le terme "huiles" fait référence à la capacité de ces substances à se dissoudre dans les graisses, tandis que le terme "essentielles" désigne l'odeur caractéristique émanant de la plante qui les produit. [5].

Selon la Pharmacopée Européenne, les huiles essentielles sont définies comme des produits odorants, généralement composés de manière complexe, qui sont obtenus à partir d'une matière première végétale précisément définie sur le plan botanique. Cette extraction peut être réalisée soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par l'utilisation d'un procédé mécanique approprié. [6].

2. Répartition et localisation des huiles essentielles.

Les huiles essentielles sont exclusivement présentes chez les végétaux et peuvent être stockées dans différentes parties de la plante, telles que les fleurs (comme la rose), les sommités fleuries (comme la lavande), les feuilles (comme la citronnelle), les écorces (comme le cannelier), les racines (comme l'iris), les fruits (comme le vanillier), les bulbes (comme l'ail), les rhizomes (comme le gingembre) ou les graines (comme la muscade). [7] [8]

Ces plantes se distinguent par la présence de structures spécialisées dans la sécrétion des huiles essentielles, telles que les poils sécréteurs (chez les Lamiacées), les poches sécrétrices (chez les Myrtacées) et les canaux sécréteurs (chez les Apiacées). Ces structures présentent un caractère physiologique sécrétoire bien défini, qui varie en fonction de l'organe végétal concerné. Elles jouent également un rôle dans le stockage des huiles essentielles. [5]

3. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

3.1 Les propriétés physiques

Les propriétés physiques des huiles essentielles comprennent leur grande solubilité dans l'éther, l'alcool et les huiles fixes, mais leur faible solubilité dans l'eau, qui est plus dense que l'huile. Les huiles essentielles sont généralement des liquides incolores à température ambiante et sont connues pour leur odeur caractéristique. Ces liquides volatils peuvent être caractérisés en mesurant l'indice de réfraction et leur activité optique élevée. [9]

3.2 Composants chimiques

La composition des huiles essentielles est influencée par une multitude de facteurs, notamment le climat, la qualité du sol, l'état physiologique de la plante, les niveaux de pH, le moment de la récolte et les techniques utilisées pour sécher et extraire les huiles [10] [6]. Les mélanges trouvés dans ces substances sont très complexes et diversifiés, contenant une large gamme de composés bioactifs présents à des concentrations variables. Les principaux constituants de ces substances comprennent les terpènes, les terpénoïdes et les composés aromatiques. [11] [12]

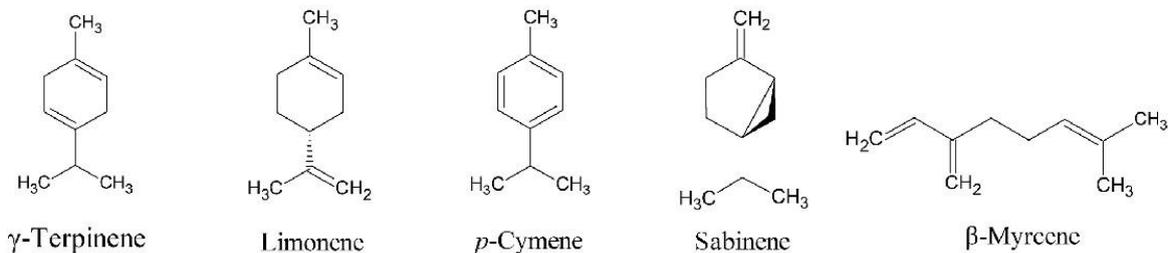
a. Groupe des terpènes et les terpénoïdes :

Les terpènes sont des composés organiques formés par la combinaison d'isoprènes, qui sont des hydrocarbures composés de cinq atomes de carbone (C₅). [11] [13]. Les terpènes sont classés en fonction du nombre d'unités qui composent la molécule. Les hémiterpènes (C₅H₈) sont constitués d'une seule unité, tandis que les monoterpènes (C₅H₈)₂ sont constitués de deux unités isoprène, qui peuvent être disposées de manière linéaire ou cyclique. Les sesquiterpènes (C₁₅H₂₄) sont formés de trois unités isoprène. Ces composés chimiques se trouvent couramment dans les huiles essentielles et contribuent à leurs arômes distinctifs. De plus, des molécules à longue chaîne telles que les diterpènes (C₂₀H₃₂), les triterpènes (C₃₀H₄₈) et les tétraterpènes (C₄₀H₆₄) existent également. Les terpénoïdes, quant à eux, sont des terpènes qui ont de l'oxygène attaché à leur structure. [14] [9] [15] [16]

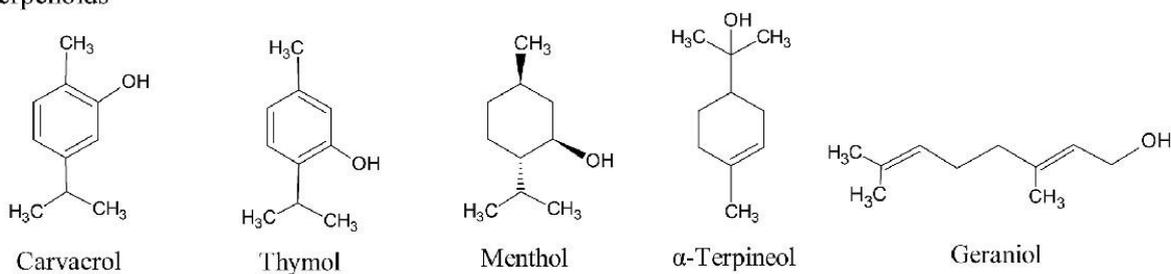
b. Groupe des composés aromatiques :

Les composés aromatiques sont moins fréquents que les terpènes [11], généralement dérivés de la voie des phénylpropanoïdes, Les polyphénols sont un collectif de divers groupes de composés organiques qui sont produits dans les plantes par la synthèse de la phénylalanine. Ces polyphénols peuvent être classés en deux groupes principaux : les phénylpropènes et les flavonoïdes, qui se distinguent par le nombre de cycles phénoliques qu'ils possèdent. [17] [16]

a. Monoterpenes



b. Terpenoids



c. Phenylpropanoids

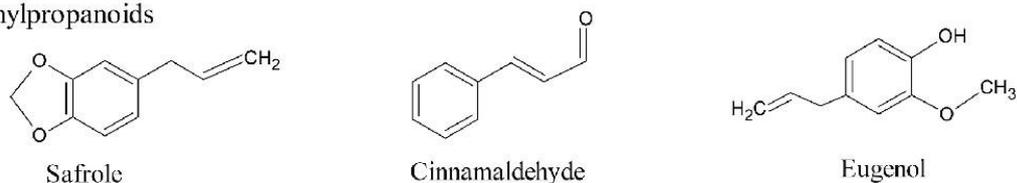


Figure 1: Structures des terpènes (a) : terpénoïdes (b) et les phénylpropanoïdes (c)

c. Composés d'origines diverses :

D'autres composés de nature totalement différente peuvent être contenus dans les huiles essentielles. Ces produits peuvent être issus de la dégradation des acides gras et des terpènes, et de la transformation de molécules non volatiles, et parfois des composés azotés ou soufrés peuvent également se rencontrer dans les huiles essentielles mais d'une manière très rare. [18] [19]

4. Domaines d'utilisation des huiles essentielles

Au cours de ces dernières années, le secteur des huiles essentielles est devenu un marché très actif. Les huiles essentielles constituent une matière première destinée à divers secteurs d'activités et leur utilisation se développe en raison de la forte demande d'ingrédients naturels purs utilisés dans différents domaines (pharmaceutique, parfumerie, cosmétique et agroalimentaire) [15] [20] [1]

4.1. Pharmacologie et usages médicaux :

Les huiles essentielles ont une place importante dans le domaine médical en raison de leurs extraordinaires propriétés médicinales. Elles peuvent être utilisées comme agent thérapeutique efficace dans différentes pathologies (digestive, infectieuse...) faisant appel à leurs propriétés : anti-infectieuse, antalgique, anti-inflammatoire, sédative, antimicrobien, et antioxydant. Ces extraits de plantes peuvent être utilisés aussi bien sous forme de préparations à base de plantes, que dans la préparation d'infusions (verveine, thym, menthe, mélisse, fleur d'oranger, etc.). Cependant, il faut noter que la majorité des composants de ces derniers sont lipophiles, et sont donc rapidement absorbés soit par les poumons, soit par la peau, soit par le tube digestif. Ils sont également utilisés pour obtenir des huiles essentielles d'intérêt médicinal (notamment dans le domaine des antiseptiques externes). [21] [22] [20]

4.2. Cosmétique

Les huiles essentielles génèrent les revenus les plus importants dans les industries cosmétiques, des parfums et des savons car elles offrent de multiples remèdes pour la santé tels que l'élasticité et la fermeté de la peau, ainsi que le traitement des cicatrices, l'acné et les vergetures. Les huiles essentielles de citron et d'orange ont également des propriétés antiseptiques et sont des ingrédients idéaux pour les soins de la peau et des cheveux. En raison de leurs propriétés odorantes, ils sont utilisés comme matières premières de base dans la fabrication de ces produits cosmétiques. [20] [23]

4.3. Industries agroalimentaires :

En raison de leurs propriétés antiseptiques et aromatisantes, les huiles essentielles sont devenues des ingrédients prisés dans de nombreux secteurs de l'agroalimentaire. Elles servent de rehausseurs de goût dans les préparations culinaires, comme l'ail, le laurier et le thym. Elles sont également largement utilisées dans l'industrie des boissons alcoolisées, notamment les boissons anisées et le kummel, ainsi que dans la confiserie pour parfumer des bonbons et du chocolat. De plus, grâce à leur pouvoir antioxydant, elles contribuent à la conservation des aliments en prévenant la croissance de moisissures. Par exemple, le thym et le romarin sont utilisés pour la conservation du smen. [24]

5. Méthodes d'extraction des huiles essentielles :

Un processus complexe et délicat est nécessaire pour l'extraction des huiles essentielles (HE). Le but ultime est de capturer avec soin les éléments les plus volatils, les plus subtils et les plus fragiles

produits par les plantes, sans nuire à leur qualité supérieure. Il existe plusieurs méthodes pour en extraire à savoir :

5.1. Extraction par Hydrodistillation :

La méthode de distillation consiste à immerger les matières premières dans un bain-marie et à les porter à ébullition. Cette opération est généralement effectuée à pression atmosphérique. La distillation peut être réalisée avec ou sans cohobage de l'eau aromatique qui se forme lors de la décantation. Cependant, cette méthode présente un inconvénient majeur dû à l'action de la vapeur ou de l'eau bouillante : certains organes végétaux, notamment les fleurs, sont trop délicats pour résister à la distillation à la vapeur ou à l'hydrodistillation (HD).

Il convient de mentionner que la confrontation des substances aromatiques avec l'eau génère des transformations qui altèrent la composition finale de la substance. Les circonstances opératoires, telles que la période de distillation, ont une influence majeure sur la production d'huile et la composition de ses propriétés. C'est pourquoi des recherches en matière de mathématisations sont actuellement en cours afin de faciliter la reproduction de ces conditions pour produire des huiles essentielles en quantités égales. [7]

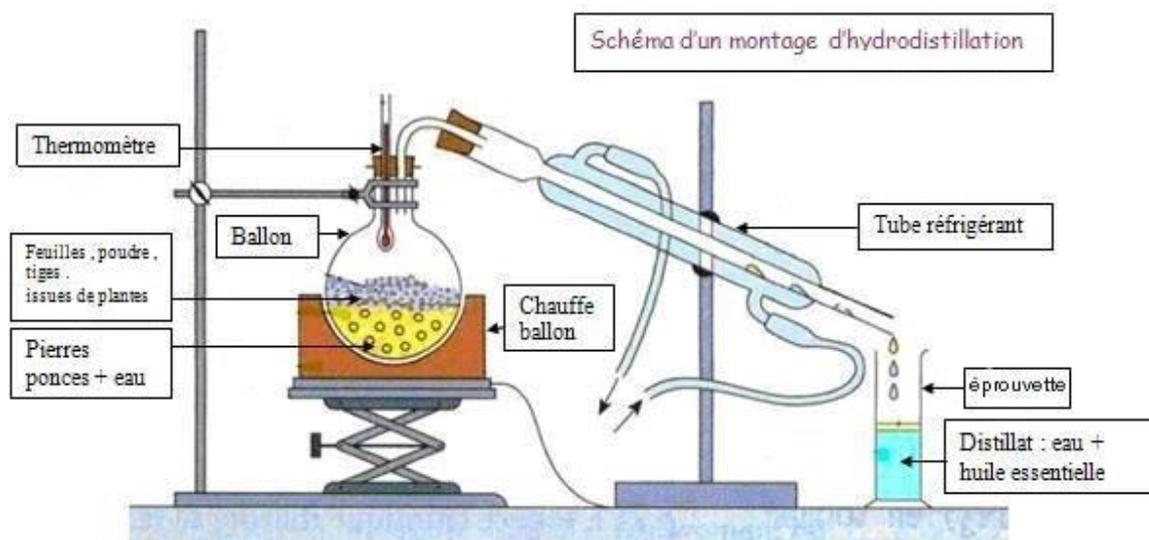


Figure 2: principe schématisé de l'Hydrodistillation

5.2. Expression à froid :

Les agrumes sont les seuls à pouvoir subir ce processus simple. Le broyage de la matière première à l'aide de presses est le procédé mécanique permettant d'extraire les molécules odorantes du zeste frais. Aucune altération chimique n'est apportée au produit, d'où son nom d'essence. Cette essence est composée de deux parties, l'une étant les molécules aromatiques volatiles, et l'autre

composée de flavonoïdes, de terpènes et d'acides gras. Les réservoirs de carburant sont détruits pendant le processus de pressage pour les extraits naturels à se procurer.

Outre sa facilité de mise en œuvre, cette technique offre l'avantage d'une oxydation minimale du produit final. [25]

6. Conservation des huiles essentielles :

L'oxydation des huiles essentielles devient plus sévère en raison de la chaleur, de l'exposition à l'air et au soleil. Pour préserver leurs qualités, il est recommandé de les conserver dans un endroit frais et sombre entre 5 et 30°C. Il est conseillé d'utiliser des bouteilles en verre de couleur foncée pour stocker les huiles essentielles. Pour protéger ces huiles de la contamination, il est préférable d'éviter de les débiller et de les stocker dans leur emballage d'origine, bien fermé et debout. Cela évite tout incident, tel que la mastication du compte-gouttes et les dommages au capuchon en plastique.

Entre 1 et 2 ans, la durée de conservation des huiles essentielles extraites des zestes d'agrumes est un peu plus courte en raison de l'oxydation rapide. Cependant, si elles sont conservées correctement, les huiles essentielles peuvent durer de 3 à 5 ans. [26]

7. Activités biologiques des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont employées depuis le plus vieil usage, car elles possèdent des propriétés antibiotiques, antiphlogistiques et curatives diverses. La diversité des substances qui les composent les rend différents en termes de propriétés et d'actions.

7.1 Activité Antibactérienne :

L'activité antibactérienne correspond à l'activité d'une molécule présente dans la plante qui, à très faible concentration, inhibe ou tue complètement la croissance des bactéries. La sensibilité des bactéries à un agent antimicrobien varie selon la nature de l'agent antimicrobien. Le cœur de la procédure se trouve dans la transmission d'un élément antibactérien dans un support solide à l'intérieur d'une cuve de Pétri. Un gradient de concentration se développe en raison de l'interaction entre le composant et le microorganisme choisi après un certain laps de temps de contact. L'efficacité du produit contre les microorganismes ciblés est décidée en considérant la taille de la zone d'inhibition et de son diamètre. Le micro-organisme est classé comme sensible, très sensible, extrêmement sensible ou résistant sur la base de cette évaluation. [27]

7.2 Activité Antioxydante :

Les antioxydants sont des composés qui prolongent la longévité des produits alimentaires en les protégeant contre la détérioration causée par l'oxydation. Cela inclut la prévention de la décoloration et de la détérioration des acides gras (comme défini dans le règlement CE/1333/2008). La fonction des antioxydants est de limiter l'apparition de réactions d'oxydation, qui est un processus à multiples facettes qui englobe une série de réactions, dont beaucoup sont des radicaux libres. [28]

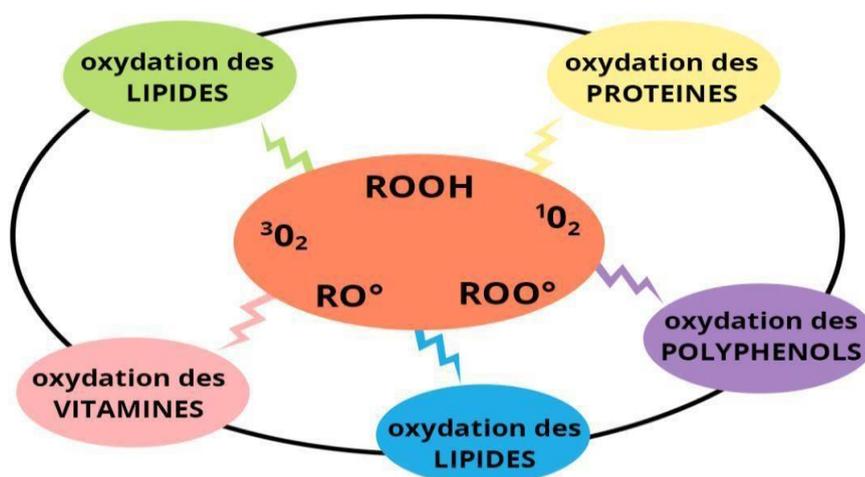


Figure 3 : Mécanisme de la réaction d'oxydation

Certaines essences douées d'activité antifongique empêchent la croissance des champignons et des moisissures en les détruisant. Ces effets sont également variables d'une huile essentielle à l'autre et d'une souche à l'autre.

De plus, de nombreuses huiles essentielles sont efficaces contre tous les types de douleurs et sont largement utilisées dans le traitement des maladies articulaires inflammatoires. Ils ont la propriété de renforcer et de relancer les défenses immunitaires de l'individu. En ce sens, les essences aromatiques pourraient être dites cytophylactiques (protectrices des cellules vivantes).

De plus, certaines huiles essentielles ont des effets anticancéreux et sont utilisées pour prévenir certains types de cancer.[24]

8. Mode d'action des huiles essentielles :

En raison de la variabilité des compositions et des quantités de composants présents dans les huiles essentielles, il est probable que leur capacité antimicrobienne ne repose pas sur un seul mécanisme, mais plutôt sur l'effet combiné de plusieurs actions au niveau cellulaire. [29] De manière générale, les huiles essentielles affectent les bactéries de différentes manières, notamment en perturbant la membrane cytoplasmique, la force motrice du proton, en entraînant une fuite d'électrons

et en coagulant le contenu protéique des cellules. [30]

Le mode d'action des huiles essentielles est principalement déterminé par la nature et les caractéristiques des principes actifs qu'elles contiennent, notamment leur hydrophobicité. Ces propriétés hydrophobes permettent aux composés actifs des huiles essentielles de traverser la double couche phospholipidique de la membrane cellulaire des bactéries. Cette interaction peut entraîner une modification de la conformation de la membrane, perturber le gradient chimio-osmotique et entraîner la fuite d'ions tels que le potassium (K⁺). [31] [29]

Certains composés phénoliques présents dans les huiles essentielles interagissent avec les protéines membranaires des micro-organismes, comme les ATPases. Ils peuvent agir directement sur les parties hydrophobes des protéines ou interférer avec la translocation des protons à travers les membranes, empêchant ainsi la phosphorylation de l'ADP. Cela conduit à une perturbation de la fonction normale de l'ATPase et à un effet inhibiteur sur le métabolisme énergétique des micro-organismes.

La décarboxylation des acides aminés par *Enterobacter aerogenes* serait inhibée sous l'action des huiles essentielles. Les huiles essentielles inhibent également la synthèse de l'ADN, de l'ARN, des protéines et des polysaccharides. L'efficacité d'une huile essentielle dépend aussi de la nature du microbe cible, qui conditionne son mode d'action. [32]

II. Généralités sur la coriandre.

1. Définition :

En raison de leur forte odeur, les feuilles de coriandre proviendraient du mot grec "Koris", signifiant insecte, ainsi que "Andros", mâle. Il convient de noter que la coriandre, un terme qui a ses racines dans la langue espagnole, et le persil chinois, sont également des noms alternatifs pour la coriandre fraîche. [33]

Coriandrum sativum L. de la famille des Ombellifères (Umbelliferae) est une plante herbacée annuelle que l'on trouve principalement autour du bassin méditerranéen et au Proche-Orient. Ses graines sont les plus précieuses et la raison de ses recherches approfondies. En plus de ses utilisations bien établies, des études ont été menées pour révéler son large potentiel dans diverses activités biologiques. En tant que remède pour une variété de conditions, telles que, les troubles gastro-intestinaux, les gaz et les douleurs articulaires, la substance agit à la fois comme un antioxydant et un

agent antidiabétique. [3]

2. Position systématique :

Selon **Quezel** et **Santa** (1963) la coriandre (*Coriandrum sativum*) est classée comme suit :

| | |
|-------------------|------------------------------|
| Règne | Plantae |
| Sous-règne | Tracheobionta |
| Division | Magnoliophyta |
| Classe | Magnoliopsida |
| Ordre | Apiales |
| Famille | Apiaceae |
| Genre | Coriandrum |
| Espèce | <i>Coriandrum sativum L.</i> |

Tableau 1: classification de la Coriandre

3. Description botanique de la plante

La coriandre (*Coriandrum sativum L.*) fait partie de la famille des Umbelliferae et du genre *Coriandrum*. [34] Il n'y a que deux genres connus de la plante : *C. sativum*. Et son relatif sauvage *C. tordylium*. La hauteur de la plante peut varier entre 20 et 40 cm, selon les conditions agro-climatiques. Il a de fines racines fusiformes, une tige dressée, Les feuilles sont ovales, légèrement lobées et les sections des feuilles supérieures sont linéaires et plus divisées. Les fleurs sont arrangées en ombelles avec des pédoncules courts et présentent une couleur blanc rosé. [35] [36]

Le fruit de la coriandre, unique dans toute la famille des Ombellifères, est un fruit sphérique très régulier, de 2 à 5 mm de diamètre et de couleur jaune à brun clair. [24]



Figure 4 les Graines de *Coriandrum sativum* L.

4. Propriétés thérapeutiques de la coriandre

De nos jours, la coriandre est utilisée en phytothérapie pour ses feuilles ainsi que pour ses graines. Elle présente un large éventail de propriétés bénéfiques, notamment des propriétés antioxydantes, anticancéreuses, neuroprotectrices, antifongiques, antibactériennes, antivirales, antalgiques, anti-inflammatoires et antidiabétiques.

De plus, la coriandre possède des effets , antispasmodiques, stomachiques, sédatifs, diurétique, carminatifs, expectorant, stimulant de l'estomac et de l'appétit, elle est largement utilisée dans les traitements de la fièvre, de la diarrhée, et des coliques et des vomissements et de l'indigestion, Les graines étaient incluses dans de nombreuses prescriptions comme le traitement topique d'infections cutanées telles que l'impétigo, les plaies chroniques ou l'herpès simplex et soulager la sensation de brûlure et la douleur dans des maladies telles que l'inflammation causée par l'érysipèle. La coriandre était utilisée en interne comme tonique. Il a également été utilisé pour la perte de mémoire (améliorant la mémoire). [2] [1] [37]

Chapitre 2 : Les infections cutanées

I. La peau

:

1. Définition

La peau, un organe essentiel, joue un rôle crucial en assurant le lien entre notre corps et l'environnement interne et externe. Son fonctionnement se concentre sur deux objectifs majeurs :

- faciliter la communication avec le monde environnant.
- Protéger notre corps des facteurs externes

La peau est aussi un organe de relation par les récepteurs qu'elle contient, responsables de la sensibilité tactile, douloureuse, thermique et à la pression. Elle est l'un des organes les plus importants chez l'homme en termes de surface et de poids, couvrant environ 2 m² et pesant environ 5 kg. Afin de traiter les infections cutanées, il est essentiel de bien connaître la peau. [38]

2. Histologie de la peau

La peau a anatomiquement 2 parties principales selon la figure 07 :

- L'épiderme est composé de sa couche superficielle externe
- L'hypoderme et le derme constituent la partie interne la plus épaisse

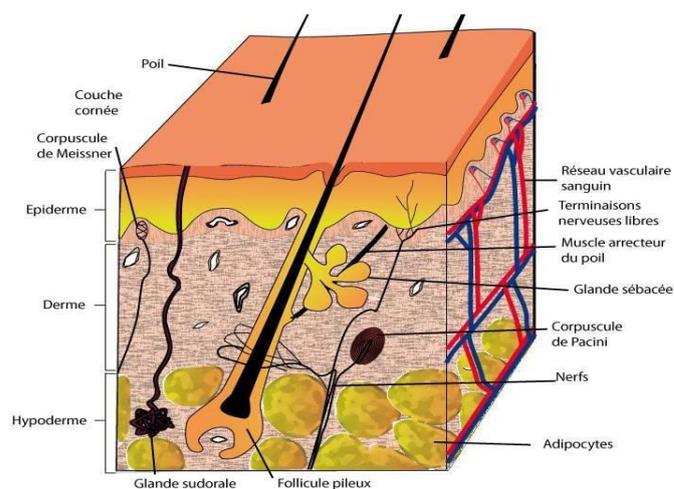


Figure 5: Représentation schématique de la peau humaine et de ses principaux composants [39]

A- L'épiderme :

L'épiderme varie en épaisseur, allant généralement de 1 à 4 millimètres selon la partie du corps.

Bien qu'il ne mesure qu'environ 0,1 millimètre au niveau des paupières, il est considérablement plus épais au niveau de la paume et de la plante des pieds, pouvant atteindre jusqu'à 1 millimètre. En revanche, le derme est environ vingt fois plus épais, atteignant jusqu'à 3 à 4 millimètres notamment sur le dos. L'épiderme est continuellement renouvelé, en tant qu'épithélium pavimenteux stratifié ortho-kératosique.

L'épiderme est composé d'une abondance de kératinocytes, comprenant 80% des cellules de la peau, et sert efficacement de première ligne de défense. En subissant des changements biochimiques, métaboliques et immunologiques lors de leur voyage de la couche basale à la desquamation. Ce processus améliore la capacité de la couche cornée à protéger la peau et en fait la principale défense. [40]

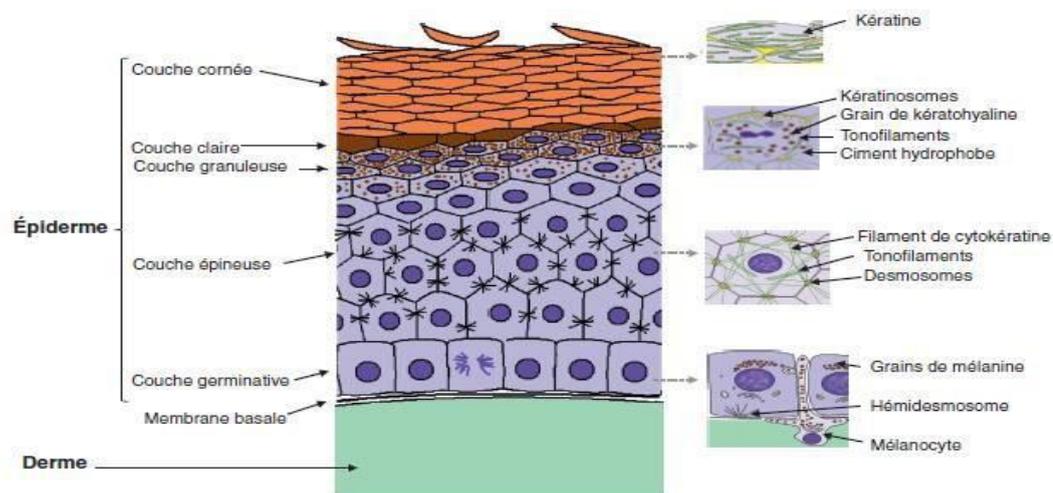


Figure 6: Couches de l'épiderme : germinative (basale), épineuse, granuleuse et couche cornée [41]

B- Le Derme :

La structure tangible de la peau est constituée à la fois de fibroblastes stationnaires et de cellules sanguines circulantes. Entrelacées avec ces cellules se trouvent des fibres élastiques, collagènes et réticulaires. La liaison de ces composants est soutenue par la substance fondamentale sous-jacente, principalement composée de mucopolysaccharides, dont l'acide hyaluronique identifié au bleu de toluidine.

Au niveau de la couche basale de l'épiderme, les vaisseaux sont logés dans le derme et s'y arrêtent. Cette couche, contrairement à la précédente, est dépourvue de toute vascularisation, ce qui souligne son importance.

C- Hypoderme :

La couche la plus profonde de la peau, connue sous le nom d'hypoderme, réside sous sa surface.

Cette couche varie en épaisseur en fonction des différences individuelles dans la répartition des graisses, séparées en lobules par des fibres ressemblant à un derme qui offrent à la fois nourriture et soutien. Son rôle consiste en grande partie à protéger le corps du froid grâce à l'isolation et à fonctionner comme un amortisseur. Dérivant des cellules graisseuses trouvées dans l'hypoderme sont des cellules souches qui ont la capacité de produire des facteurs de croissance. Ces facteurs de croissance gagnent en popularité pour leur capacité à lutter contre le vieillissement et d'autres maladies. De plus, ces cellules souches ont le pouvoir de stimuler la migration et la synthèse des fibroblastes, entraînant un effet antiradicalaire remarquable. [42]

3. La flore cutanée de la peau :

Dès la naissance, la peau est colonisée par une multitude de germes issus de l'environnement et de la flore cutanée. Ces micro-organismes établissent rapidement un écosystème sophistiqué à la surface de la peau et au sein de l'épiderme. La composition de cette flore est façonnée de manière complexe par l'équilibre délicat entre les conditions environnementales spécifiques à chaque zone de la peau et les propriétés métaboliques des microbes. Typiquement, la flore cutanéomuqueuse est caractérisée par deux populations distinctes, comme indiqué dans le tableau 2 :

Les micro-colonies forment la flore présente dans la couche cornée et l'épiderme, qui sont les couches les plus externes de la peau. Ils restent relativement constants en quantité et en répartition.

Les microbes composant la flore transitoire sont localisés sur les zones externes du corps et proviennent d'origines externes ou d'autres flores commensales, telles que le tractus gastro-intestinal.

Les micro-organismes formant la flore cutanée habitent les couches superficielles de l'épiderme et des phanères. Ainsi, les bactéries aérobies se développent sous forme de microcolonies dans les couches externes du stratum corneum, tandis que les bactéries anaérobies se trouvent principalement dans les profondeurs des follicules pileux. [43]

| | | Germe | |
|-----------------|-------------------|----------------------------|---|
| Flore résidente | Bactéries | Cocci a Gram positif | Staphylocoques a coagulas négative - S. epidermidis - S. hominis - S. haemolyticus |
| | | Germe corynébactéριοformes | Corynébatéries |
| | Propionibavtéries | | |

| | | | |
|-------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|
| | | | Microcoques |
| | | Bactéries a gram négatif | Acinetobacter |
| | parasites | Acariens | Demodex |
| | Levures | | Malassezia |
| | | | Papiollomavirus humanis |
| Flore transitaire | Bactéries | | Staphylococcus aureus |
| | | | Streptocoques |
| | | | Bacillus |
| | | | Neisseria |
| | | Bacille a Gram négatif | Pseudomonas |
| | Levures | | Candida albicans |
| | | | Candida parapsilopsis |

Tableau 2: Flore cutanée résidente et transitaire

II. Les infections cutanées d'origine bactérienne :

Les infections bactériennes de la peau sont des affections fréquentes rencontrées dans la pratique médicale quotidienne [45]. Ces infections englobent un large éventail d'affections qui affectent l'épiderme, le derme, l'hypoderme et les tissus sous-cutanés [46]. Les coupables de ces infections comprennent souvent des espèces bactériennes courantes telles que *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* [47]. Ces infections se manifestent sous diverses formes cliniques, allant d'affections plus bénignes comme les anthrax, la folliculite et les furoncles, à des affections plus graves et potentiellement mortelles comme l'érysipèle, la dermohypodermite et la fasciite nécrosante. [45]

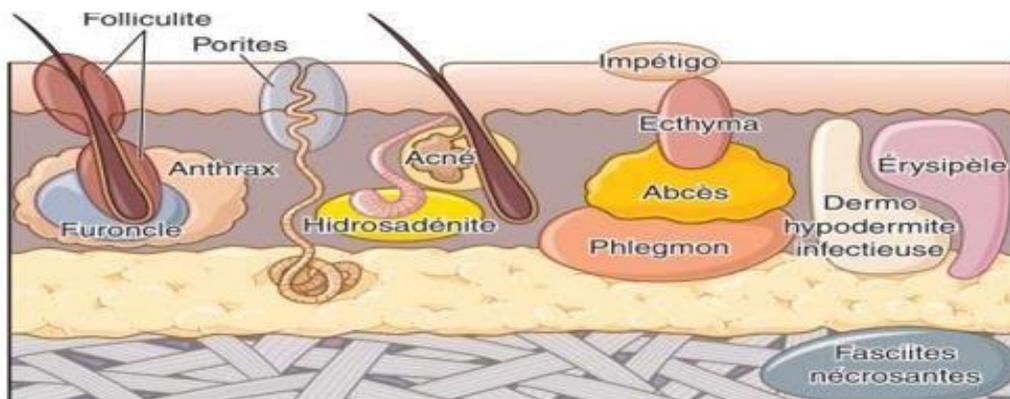


Figure 7: Localisation anatomique des infections de la peau

1. Folliculites

La folliculite est définie comme une inflammation des follicules pileux. Elle peut être causée par une infection, des produits chimiques ou une blessure physique. Les causes infectieuses sont les plus courantes et comprennent les causes bactériennes, fongiques. Les causes bactériennes sont l'étiologie infectieuse la plus courante et *S aureus* est l'agent pathogène bactérien le plus courant. Parmi les autres bactéries courantes, citons *Streptococcus* et *Pseudomonas aeruginosa*, observées après une exposition à l'eau contaminée, dite également « folliculite du bain à remous », surviennent après des baignades dans des piscines chauffées, des bains à remous, après avoir porté des tenues de plongée sous-marine qui n'ont pas été correctement nettoyées et séchées.[48] [49]



Figure 8: folliculite du tronc à *Pseudomonas* [48]

Cette affection se manifeste par une apparition soudaine de nombreux bosses uniformes, liées aux cheveux, inconfortables et des plaies remplies de pus. Ils peuvent démanger et avoir un contour rougeâtre, avec un poil en leur centre, ces affections prédominent typiquement au niveau de la partie supérieure du tronc, des plis axillaires et des hanches. [46] [50]



Figure 9: Image de Folliculite [49]

2. Furoncles

Staphylococcus aureus provoque des furoncles, qui sont des infections locales qui se forment dans les follicules pilo-sébacés et peuvent s'étendre profondément dans le tissu sous-cutané. Ils se développent rapidement, jaunissent au centre tout en se nécrosant. Cela entraîne des rougeurs, de la chaleur et de la douleur. Les furoncles peuvent varier en taille, mesurant de 0,5 à 5 cm, et peuvent survenir n'importe où avec des follicules pileux, tels que le cou, le visage, les aisselles, l'aîne et les cuisses. Ils peuvent apparaître seuls ou en multiples. . [51] [46]



Figure 10: Image de furoncle [51]

3. Anthrax

L'anthrax est une tuméfaction inflammatoire profonde et cratériforme, secondaire à la coalescence de plusieurs furoncles, prenant l'aspect un placard inflammatoire suppurant à la peau par les ostiums folliculaires. Indurés et douloureux à la palpation.

Le pus peut s'écouler par différentes racines de cheveux. Les localisations habituelles sont la nuque, les cuisses et le dos. Parfois des signes généraux sont associés à des fusées purulentes sous-jacentes et de fièvre. [46]



Figure 11: Anthrax trouvé à l'arrière du cou [55]

4. Érysipèle

L'érysipèle, également connu sous le nom de dermo-hypodermite, est une infection bactérienne d'apparition rapide qui affecte les couches superficielles de la peau, y compris le derme et l'hypoderme. Cette infection s'étend également aux vaisseaux lymphatiques.

Les zones qu'il cible principalement sont les membres inférieurs, bien qu'il ait le potentiel d'affecter n'importe quelle région du corps, en particulier le visage. Sa présence est indiquée par un gonflement localisé, de la chaleur, une éruption rouge brillante, une inflammation et une gêne causée par une sensation d'oppression dans la peau. [52] [53] [54].

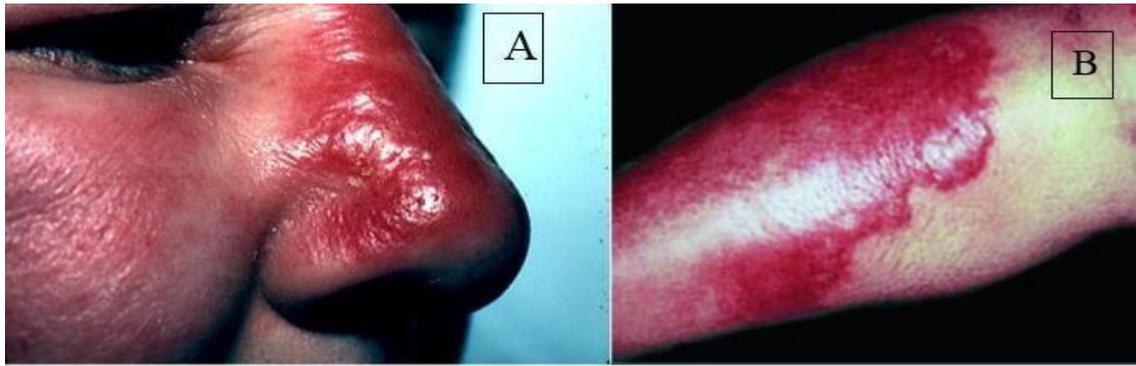


Figure 12: Érysipèle du visage (A) Érysipèle du membre (B) [55]

L'érysipèle, une infection cutanée, est principalement causée par les *Streptococcus pyogenes* ou SGA, avec un taux de prévalence de 58 à 73 %. Cependant, il est important de noter que d'autres groupes de streptocoques, tels que les groupes C et B (10 %) et le groupe G (14 à 25 %), peuvent également être impliqués dans cette affection. Dans certains cas, des bactéries supplémentaires comme *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et des entérocoques, peuvent être présentes à côté de ces infections streptococciques. [54]

5. L'acné vulgaire :

L'acné est une affection inflammatoire persistante de l'unité pilo-sébacée, caractérisée par l'accumulation de sébum et de cellules mortes de la peau dans les follicules sébacés, entraînant une présence microbienne élevée. Cette perturbation compromet l'intégrité de la paroi folliculaire, entraînant une inflammation et la colonisation de bactéries dans les follicules situés sur le visage, le cou, la poitrine et le dos. Les symptômes de l'acné comprennent la séborrhée, qui fait référence à une production excessive d'huile, ainsi que la présence de taches non inflammatoires comme les comédons ouverts ou fermés, les taches inflammatoires comme les papules et les pustules, et divers degrés de cicatrisation. [56]

La sécrétion de sébum et les fluctuations hormonales sont des facteurs internes impliqués dans le développement de l'acné, tandis que les altérations de la microflore cutanée jouent un rôle majeur dans sa pathogenèse. Parmi la flore microbienne isolée chez les patients atteints d'acné, plusieurs espèces sont considérées comme susceptibles de contribuer à la formation de l'acné, notamment *Propionibacterium acnes*, *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* et *Staphylococcus epidermidis*. [57]



Figure 13 : A : Photographie des lésions non inflammatoires fermés

B : lésions inflammatoires (Pustule). [58]

III. Description des souches étudiées qui provoque la dermatite :

| La souche | <i>Streptococcus pyogènes</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
|----------------|--|---|---|
| Espèce | <i>Streptococcus pyogènes</i> (Streptocoque β -hémolytique du groupe A). | <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| Habitat | Bactérie strictement humaine à réservoir essentiellement pharyngé ou d'infections cutanées | Le principal réservoir c'est l'homme, dans les fosses nasales, l'intestin, de la peau et ses annexes glandulaires, présent dans l'air et l'eau ainsi que les aliments contaminés. | Les bactéries peuvent être trouvées partout, y compris dans l'eau (douce et salée), ainsi que dans les environnements humides et les aliments. Ces bactéries sont responsables d'infections nosocomiales, qui peuvent provenir de sources externes telles que le contact des mains ou des matériaux implantés, ainsi que de sources internes telles que la peau ou la flore digestive |

| | | | |
|--------------------------|--|--|--|
| Caractéristique | Cocci à Gram (+) disposée en chaînettes ou en diplocoque, aérobies, immobiles, dépourvus de spores et rarement capsulés. Bactéries exigeantes et possèdent l'antigène de la paroi du groupe A. | Bactérie Cocci à Gram positif (+), immobiles, des germes peu exigeants, Aero anaérobie facultatifs. | Des Bacille à Gram négatif (-) à extrémité effilée ou arrondie, très mobile par ciliature polaire. Bactérie non exigeante, aérobie stricte, certaines de ces bactéries élaborent des pigments. |
| Pouvoir pathogène | Les Infections suppurées peuvent être invasives ou non-invasives : angines érythémateuses ou érythémato-pultacées (otites, pharyngites). Infections cutanées impétigo, érysipèle, surinfection de plaies), cellulite extensive ou fasciite nécrosante. | Infections suppuratives superficielles ou profondes (peau, tissu mou, os...), toxi infection, infection graves (pneumonie nécrosante, ostéomyélite). | Infections communautaires (oculaires, ORL, cutanées...), infections associées aux soins (pneumopathies, infections urinaires, post-opératoires, méningées.) |

Tableau 3 : les souches bactériennes provocatrices de dermatite

Chapitre 3 : Matériels et méthodes :

La section suivante décrira la procédure expérimentale utilisée pour extraire et évaluer les propriétés antimicrobiennes et antioxydantes des huiles essentielles dérivées des graines de coriandre. Cette recherche a été menée au sein du laboratoire de Biochimie et Microbiologie du Département de Biologie, Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie et des Sciences de la Terre de l'Université de Bouira. Par ailleurs, le laboratoire de Microbiologie de l'Hôpital Mohamed Boudiaf Bouira.

I. Critères de choix de la plante *Coriandrum sativum* L :

Dans notre étude, les critères de sélection sont basés sur plusieurs facteurs :

- La disponibilité des plantes utilisées.
- L'utilisation de ces substances dans les pratiques médicales conventionnelles pour traiter les maladies d'origine microbienne.
- Des rendements satisfaisants sont obtenus grâce à la présence de substances aromatiques, notamment les huiles essentielles et les huiles végétales.

II. Matériel :

1. Matériel Biologique :

1.1 Matériel végétal :

Dans cette étude, le matériel végétal utilisé était des graines de coriandre (*Coriandrum sativum* L.). Ces graines ont été acquises auprès d'une source d'aromathérapie sous leur forme séchée, puis pulvérisées en une poudre fine et homogène à l'aide d'un mélangeur. (**Tableau 4**)

| | |
|------------------------------|-----------------------------|
| Lieu de récolte de la plante | Ras-Bouira Wilaya de Bouira |
| Date d'achat | 15/02/2023 |
| Quantité | 7 Kg |
| Lieu d'achat | Ras-Bouira Wilaya de Bouira |
| Partie acheté | Fruits |

Tableau 4 : Caractéristique de la cueillette et d'achat de *C. Sativum* L.

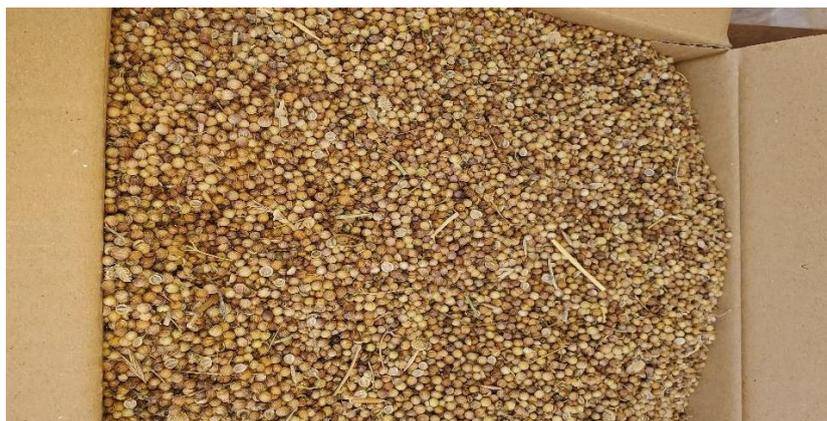


Figure 14 : les graines de *Coriandrum sativum L*

1.2. Souche Bactérienne utilisée :

Dans cette étude, les microorganismes testés ont été fournis par les enseignants de l'Université de Bouira, identifiés avec un numéro ATCC (*American Type Culture Collection*), et présentés dans le **Tableau 5**.

| Souches utilisées | | ATCC |
|---------------------|-------------------------------|----------|
| Bactérie a Gram (-) | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | ATCC6633 |
| Bactérie a Gram (+) | <i>Staphylococcus Aureus</i> | ATCC6538 |

Tableau 5 : Souches utilisées

2. Matériel non Biologique :

L'appareillage, les réactifs et produits chimiques, en plus la verrerie et accessoires sont mentionnés en **Annexe**.

III Méthodes :

1. Méthodes d'extractions des huiles :

1.1 Extraction à froid :

L'extraction traditionnelle des huiles végétales à partir des graines de *Coriandrum sativum L.* est réalisée par pression à froid. Après un processus de triage, 150 g de graines sont mécaniquement pressés à froid, sans aucun traitement chimique, à une température inférieure à 40°C.

L'extraction est effectuée dans des conditions stériles, et l'huile obtenue est collectée dans des

flacons en verre stériles soigneusement scellés, puis conservée jusqu'à son utilisation.



Figure 15 : Machine d'extraction à pression

1.2. Hydrodistillation :

Pour extraire l'huile essentielle des graines de *Coriandrum sativum L.*, une méthode basée sur l'appareil de type Clevenger a été utilisée. Ce procédé exploite la volatilité des composés présents dans les huiles essentielles. Pour ce faire, un mélange de 150 g de poudre végétale et de 850 ml d'eau distillée a été placé dans un ballon de 1 L. Le ballon a ensuite été porté à ébullition pendant une durée de 3 heures à l'aide d'un chauffe-ballon. Pour récupérer l'huile essentielle, la vapeur produite a été condensée au contact d'un réfrigérant, permettant ainsi de séparer les deux phases non miscibles : la phase aqueuse et la phase organique contenant l'huile essentielle. Une ampoule à décanter a été utilisée pour cette séparation. Par la suite, pour éliminer toute trace d'eau, l'huile essentielle a été traitée avec du sulfate de sodium anhydre. Pour assurer sa conservation, l'huile essentielle obtenue a été stockée dans des flacons en verre enveloppés de papier aluminium, puis conservée à une température de 4°C dans un réfrigérateur, en vue d'une utilisation ultérieure. [1]



Figure 16 : Appareil de type Clevenger

2. Détermination du rendement d'extraction :

Afin d'évaluer la productivité des extraits, l'évaluation est divisée en deux catégories : la quantité d'huile extraite et le volume de matériel végétal qui a été traité.

$$\text{RHE (\%)} = \text{MHE} / \text{MS} \cdot 100$$

RHE : Le rendement fixe en extrait en grammes pour 100 grammes de matière sèche.

MHE : Mesure de la substance extraite récupérée, exprimée en grammes.

MS : la quantité de matière végétale utilisée pour l'extraction, mesurée en grammes. [59]

3. Caractérisation de l'huile essentielle et végétale de *Coriandrum sativum L.*

3.1. Caractérisation organoleptique

L'accent de cette caractérisation tournait autour de trois aspects clés.

- L'aspect
- La notion de couleur
- L'odeur

3.2. Caractérisation physico-chimique :

3.2.1. Caractères physiques :

➤ Densité relative :

Principe

Pour déterminer la densité d'une huile essentielle à une température de 20°C, sa densité est mesurée par rapport à la densité de l'eau à la même température. [60]

Conformément aux conclusions de Kachetel (2017), l'AFNOR suggère d'utiliser un pycnomètre d'une capacité de 5 ml pour cette approche particulière. Dans le cas où un pycnomètre de cette taille n'est pas accessible, une fiole jaugée de 10 ml peut être utilisée en remplacement. Le processus consiste à peser le flacon vide, puis à peser le flacon rempli d'eau distillée et enfin à peser le flacon rempli d'huile essentielle (HE). Ces mesures ont été réalisées à l'aide d'une balance analytique et à une température de 20°C. [59]

Une opération avec l'huile végétale des grains de *Coriandrum sativum L* a été réalisée en utilisant des paramètres identiques à ceux utilisés précédemment.

La densité relative est donnée par la formule ci-dessous :

$$d = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)$$

m_0 : La masse du flacon de 10 ml lorsqu'il est vide, mesurée en grammes.

m_1 : La masse du flacon, lorsqu'il est rempli d'eau purifiée, est mesurée en grammes.

m_2 : La masse du flacon, une fois rempli d'HE et de *Coriandrum sativum L*. végétal. [59]

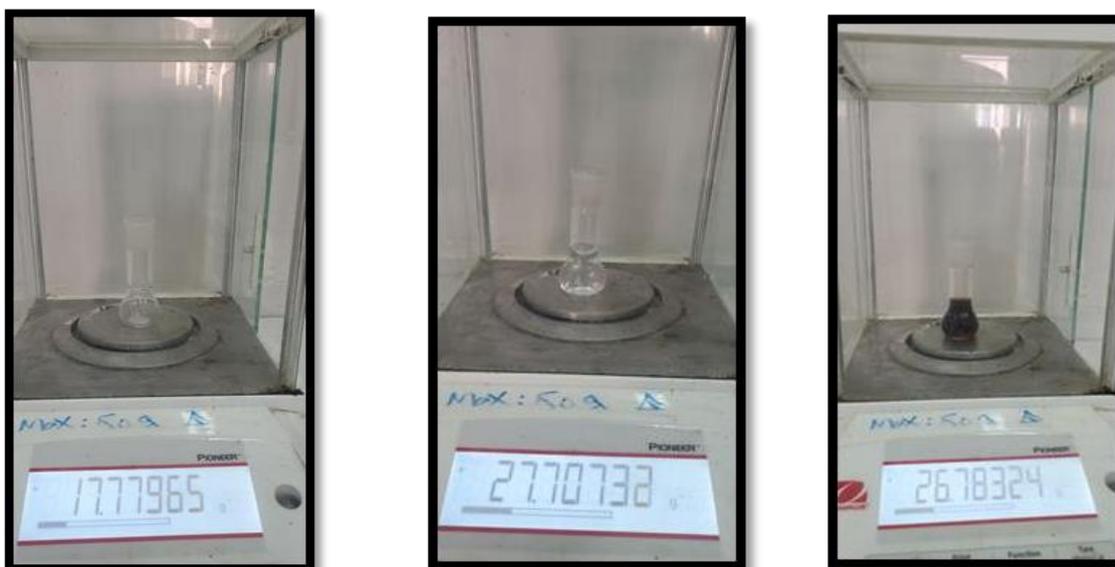


Figure 17 : peser de la fiole

3.2.2. Caractères chimiques :

➤ Indice d'acide

Principe :

L'indice d'acidité fait référence à la quantité, mesurée en Mg, d'hydroxyde de potassium nécessaire pour contrebalancer la présence d'acides libres dans 1 gramme de matière grasse, qu'il s'agisse d'huile essentielle ou d'huile végétale. Pour réaliser cette neutralisation, une solution d'hydroxyde de potassium est employée et titrée dans l'éthanol. Cette méthodologie particulière respecte les lignes directrices énoncées dans la norme ISO 1999). [61]

Mode opératoire :

Conformément aux directives décrites dans la norme ISO 1999, le processus commence par combiner 1 gramme d'huile essentielle dérivée de *Coriandrum sativum* L avec 5 ml d'éthanol à 96° dans un flacon Erlenmeyer. Pour servir d'indicateur, environ 5 gouttes de phénolphthaléine sont introduites. Ensuite, le mélange est titré à l'aide d'une solution 0,1 N (0,1 mol/L) d'hydroxyde de potassium (KOH) jusqu'à ce qu'un changement de couleur devienne apparent. La solution se transforme en une nuance de rose-violet, qui reste pendant quelques minutes avant de revenir à sa teinte d'origine. Le volume de KOH requis pour la neutralisation est alors directement observé et enregistré à partir de la burette.

Une opération avec l'huile végétale des grains de *Coriandrum sativum* L a été réalisée en utilisant des paramètres identiques à ceux utilisés précédemment

Pour déterminer l'indice d'acide (IA) à partir des paramètres donnés, on utilise la relation suivante :

$$I_A = (56,10 * C * V) / m$$

V : Le volume en ml de la chute de burette correspond au volume de la solution alcoolique de KOH à 0,1 N.

C : Représente la concentration de la solution de KOH, qui est égale à 0,1 mol/l.

m : La masse en gramme de la prise d'essai. [61]

➤ **Indice de saponification**

Principe :

L'indice de saponification représente la quantité en milligrammes de potasse (KOH) requise pour neutraliser les acides libres et saponifier les esters présents dans 1 gramme du produit examiné. [62]

Mode opératoire :

1g d'huile essentielle de *Coriandrum sativum* L est introduite dans un ballon en verre de 100

ml avec 25 ml d'une solution alcoolique d'hydroxyde de potassium (KOH) 0,5 M à l'aide d'une burette. L'ensemble est porté au reflux pendant 1h.

Après chauffage et une fois la température diminuée, ajouter 5 gouttes de phénolphtaléine et 20 ml d'eau distillée. La solution est dosée avec l'acide chlorhydrique 0,5N jusqu'à ce que la couleur rose disparaisse. [59]

Une opération avec l'huile végétale des grains de *Coriandrum sativum L* a été réalisée en utilisant des paramètres identiques à ceux utilisés précédemment.



Figure 18 : Reflux du mélange

En parallèle dans les mêmes conditions on a effectué un essai à blanc mais sans le corps gras. La formule d'obtention de l'indice de saponification est la suivante :

$$I_s = [28,05 * (V_0 - V_1) / m]$$

V₀ : le volume en ml de la solution d'HCl mesuré dans l'essai sans le corps gras.

V₁ : le volume en ml de la solution d'HCl mesuré pour le calcul de l'IS.

m : la masse en gramme de la prise d'essai. [59]

➤ **Indice d'ester**

C'est Le nombre de KOH en Mg nécessaire pour la neutralisation des acides dégagés par l'hydrolyse des esters présents dans 1 g d'huile essentielle. L'hydrolyse des esters effectuée par chauffage, dans des règlements spécifiques, en présence d'une solution d'éthanolate de potassium (EtOH) titrée par le KOH. [63]

Pour déterminer l'indice d'ester (IE) on utilise la relation suivante :

$$I_E = I_S - I_A$$

I_S : Indice de saponification.

I_A : Indice d'acide.

4. Évaluation de l'activité antioxydante :

Principe :

Blois (1958) a présenté une méthode basée sur le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) pour évaluer la capacité antioxydante des huiles essentielles. Cette méthode implique la transformation d'une solution alcoolique du radical fixe DPPH en présence d'un antioxydant, entraînant la formation de la forme non-radicalaire DPPH. Cette réduction se traduit par un changement de couleur, passant du violet au jaune. [64]

L'efficacité des huiles essentielles à fournir des électrons a été démontrée par spectrophotométrie en observant la disparition de la couleur violette dans des solutions éthanoliques contenant le radical libre DPPH. L'intensité de la couleur est évaluée à l'aide de mesures colorimétriques effectuées à une longueur d'onde de 517 nm. [24]

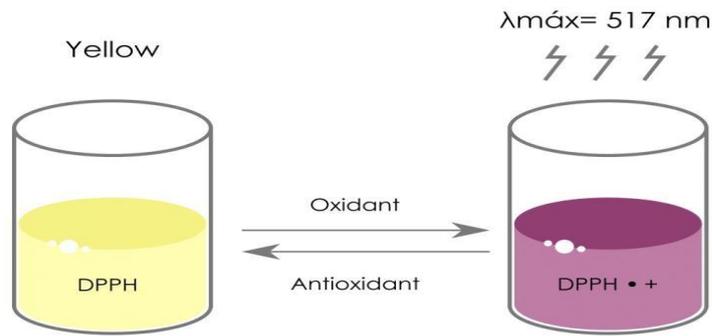


Figure 19: Méthode de DPPH pour déterminer l'activité antioxydante [64]

Mode opératoire :

Préparation de la solution DPPH :

Le DPPH, est dissous dans 100 ml de solution à (70/30 v/v) d'éthanol avec 2,7 mg de DPPH sous agitation pendant une demi-heure à température ambiante.

Nous avons mesuré l'absorbance initiale de cette solution Abs_0 à 517 nm.

Préparation de la solution mère :

Nous avons préparé les solutions mères pour nos extraits en mélangeant 50 μ l de notre huile essentielle (HE) et d'huile végétale (HV) avec 1 ml d'éthanol.

Préparation des solutions filles :

Le test de DPPH a été exécuté en respectant la méthode décrite par Cuendet et al (1997), Burits et Bucar (2000).

Nous avons préparé différentes dilutions des extraits à différentes concentrations, en utilisant la solution mère comme point de départ. Pour l'huile végétale, les concentrations étaient de 10, 20, 30, 50, 80, 100 et 150 μ l, tandis que pour l'huile essentielle, les concentrations étaient de 10, 70, 100, 300, 350, 400 et 850 μ l. Chaque dilution a été ajustée à 1 ml avec de l'éthanol, puis 1 ml de la solution de DPPH a été ajouté. Après un vigoureux mélange, les substances ont été protégées de la lumière à température ambiante pendant une demi-heure. Ensuite, la mesure de l'absorbance de chaque solution a été effectuée à une longueur d'onde de 517 nm.

Dans cette étude, l'acide gallique a été utilisé comme antioxydant de référence synthétique, servant de témoin positif dans l'expérience. Les lectures pour l'acide gallique ont été prises à différentes concentrations et dans des règlements similaires à celles utilisées à l'échantillon testé.

Pour déterminer la pourcentage d'inhibition (I%) on utilise l'équation suivante :

$$\% \text{ d'Inhibition} : [(Abs_{\text{blanc}} - Abs_{\text{éch}}) / Abs_{\text{blanc}}] \cdot 100$$

I% : le pourcentage d'inhibition

Abs_{blanc} : Représente l'absorbance de la réaction de contrôle contenant tous les réactifs sauf l'huile (T= 0 min).

Abs_{éch} : Représente l'absorbance de l'échantillon contenant une dose d'huile testé (T= 30min). [32]



Figure 20 : Activité antioxydante

- **Estimation d'IC₅₀** : La mesure de l'IC₅₀ correspond à la concentration de l'échantillon en cours d'examen qui est nécessaire pour réduire de 50 % le radical DPPH•, également connu sous le nom d'EC₅₀ (concentration équivalente à une réduction de 50 % du DPPH). Pour déterminer les IC₅₀, les taux d'inhibition sont représentés graphiquement en fonction des différentes concentrations testées. puis ils sont analysés graphiquement à l'aide de régressions linéaires.

5. Évaluation de l'activité antimicrobienne :

Dans notre étude, nous avons examiné l'effet antibactérien de l'huile essentielle et l'huile végétale extraites des grains de *Coriandrum sativum L* à différentes concentrations contre *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. Pour cela, nous avons réalisé la méthode de

diffusion sur agar, plus spécifiquement la méthode des puits. Cette méthode implique de déterminer l'existence ou l'absence d'inhibition de la croissance bactérienne en présence d'une certaine quantité de l'huile testée visualisée par l'existence d'une zone d'inhibition (ZI). [1]

Mode opératoire :

Ré-isolement des souches microbiennes :

Pour obtenir une culture bactérienne jeune et des colonies isolées, nous avons effectué des ré-isolements réguliers en utilisant la technique des stries sur milieu King pour *Pseudomonas aeruginosa* et sur milieu Chapman pour *Staphylococcus aureus*. Les boîtes ont été placées en incubation à une température de 37°C pendant 24 heures.

Préparation de l'inoculum bactérien

Des suspensions de précultures bactérienne ont été déposées dans des tube contenant de l'eau physiologique (0.9 % Na Cl) a une concentration de 10^6 à 10^7 UFC/ml (Unités Formant des Colonies /ml) par ajustement de l'absorbance à une valeur de 0,5 Mac Ferland de chaque suspension en utilisant un spectrophotomètre. [59]

L'ensemencement :

Des échantillons ont été prélevés à l'aide d'un écouvillon et déposés en surface dans des boîtes contenant 20ml d'agar Mueller Hinton, en réalisant des stries serrées, avec une concentration de 10⁷ UFC/ml. [65] Après que les boîtes ont séché, la gélose a été perforée aux emplacements prévus en utilisant la partie supérieure d'une pipette Pasteur stérile. Ensuite, 20 µL d'huiles pures à 100 % à tester ont été ajoutés dans certains emplacements, tandis que dans d'autres emplacements, 20 µL d'huiles diluées à 90 %, 80 % et 70 % dans le d'éluant DMSO ont été ajoutés. Les boîtes ont été placées à 4°C pendant 1 heure afin de faciliter la diffusion des huiles. [1]

Contrôle positif : Des tests d'antibiogramme ont été effectués en utilisant des disques d'antibiotiques tels que la tobramycine et la pipéracilline pour *Pseudomonas aeruginosa*, ainsi que l'acide fusidique pour *Staphylococcus aureus*, qui ont été utilisés comme témoins positifs. Également, des antibiogrammes sont réalisés avec des disques d'antibiotique (témoin positif) Tobramycine, Pipéracilline pour *Pseudomonas aeruginosa* et L'acide fusidique pour *Staphylococcus aureus*.

Contrôle négatif : Des puits contient seulement le DMSO.

Incubation :

Les boîtes ont été placées en incubation à une température de 37°C pendant 24 heures.

Lecture des résultats :

La manifestation de l'effet inhibiteur se traduit par la présence d'une zone translucide autour des puits, et on mesure ensuite le diamètre de cette zone en millimètres. La sensibilité des germes a été évaluée en classant les diamètres des zones d'inhibition. [24]

| Observation | Signe | Diamètres d'inhibitions |
|----------------------|-------|-------------------------|
| Non sensible | (-) | >8mm |
| Sensible | (+) | 8 à 14 mm |
| Très sensible | (++) | 15 à 20 mm |
| Extrêmement sensible | (+++) | <20mm |

Tableau 6 : L'effet antibactérien selon le diamètre de la zone d'inhibition

6. Détermination des concentrations minimales inhibitrices CMI

Cette méthode implique l'inoculation d'une série de concentrations décroissantes d'huiles essentielles avec un inoculum standardisé. La quantité minimale d'huile essentielle requise pour inhiber complètement la croissance visible à l'œil nu de la souche bactérienne spécifique ciblée est appelée Concentration Minimale Inhibitrice (CMI). [2]

Dans une microplaque contenant 100 µL de bouillon Mueller-Hinton, une dilution en série des huiles essentielles à tester est réalisée. Dans le premier puits, 80 µL d'huile essentielle diluée dans 20 µL de DMSO sont ajoutés, puis 100 µL de cette solution sont transférés successivement dans les puits suivants en suivant un ordre décroissant de dilution (1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 1/256, 1/512). Ensuite, 50 µL d'une suspension bactérienne à une concentration de 10⁶ UFC/ml sont ajoutés à chaque puits. Le 11^{ème} puits sert de contrôle positif (sans extrait) et le 12^{ème} puits contenant uniquement du DMSO et du bouillon Mueller-Hinton non inoculés est utilisé comme contrôle négatif. Après avoir couvert la microplaque, elle est incubée à 37°C pendant 24 heures. La CMI est déterminée en identifiant la première concentration qui ne présente aucun trouble visible. [66]

7. Détermination des concentrations minimales bactéricides CMB

La concentration minimale bactéricide CMB représente la plus basse concentration d'huile essentielle requise pour éliminer 99,9 % des bactéries inoculées dans le test. Cela permet de déterminer la capacité d'une huile essentielle de tuer les bactéries

Après avoir identifié les puits où aucune croissance bactérienne n'était observée, une quantité de dix microlitres de la suspension bactérienne a été transférée dans des tubes contenant 10 ml de bouillon nutritif. Par la suite les tubes ont été placés en incubation à une température de 37°C pendant 24 heures, l'observation de la croissance bactérienne a été réalisée à l'œil nu. La première concentration d'huile essentielle où aucun signe de trouble visible n'est observé correspond à la CMB (La concentration minimale bactéricide). [66] .

Chapitre 4 : Résultats et discussion

1. Rendement d'extraction :

Pour obtenir une quantité adéquate d'huiles nécessaires à des analyses physico-chimiques et à l'évaluation de leurs propriétés antioxydantes et antimicrobiennes, plusieurs extractions d'huile essentielle et végétale de *C. sativum* L. ont été effectuées.

Le rendement est déterminé en utilisant la formule suivante :

$$\text{RHE (\%)} = (\text{MHE} / \text{MS}) \cdot 100$$

R = 0,442% pour HE

R = 4,240% pour HV

Les résultats de deux extractions distinctes sont enregistrés dans le **tableau 7**.

| Matière végétale | Masse de la plante(g) | Masse d'Huile (g) | Rendement (%) |
|-------------------|-----------------------|-------------------|---------------|
| Huile essentielle | 150 | 0,663 | 0,442 |
| Huile végétal | 150 | 6,360 | 4,240 |

Tableau 7 : Rendement des extraits de Coriandre

Selon les résultats illustrés dans le tableau 7, il est possible de conclure que le taux de rendement de la plante étudiée en huile végétale, qui s'élève à 4,24%, est supérieur à celui obtenu pour l'huile essentielle, qui atteint 0,442%.

Selon M. Quang Hung Nguyen (2015), la teneur en huile végétal des fruits de la coriandre est la plus élevée. [68]

D'après les normes de L'AFNOR, la productivité en huile essentielle obtenu par hydrodistillation des graines de coriandre se situe généralement entre 0.44% et 0.70%. Dans les recherches effectuées par Zhelgazkov et al. (2018), il a été rapporté que ce rendement peut atteindre jusqu'à 0,82%. Dans notre cas, le rendement d'extraction que nous avons obtenu s'élève à 0,442%, ce qui est conforme aux normes requises. [69] [70]

2. Propriétés organoleptiques :

Les caractéristiques sensorielles de l'huile essentielle et végétale de coriandre présentent des différences distinctes (tableau 8). Elles sont de nature liquide, mais de couleur différente, avec une odeur très caractéristique.

| Les propriétés | Aspect | Couleur | Odeur |
|-------------------|----------------------|------------|--|
| Huile essentielle | Liquide huileux | Incolore | Caractéristique de la coriandre |
| Huile végétale | Liquide peu visqueux | Vert foncé | Caractéristique semblable à celle de <i>Coriandrum sativum</i> |

Tableau 8 : Caractéristique organoleptique de l'HE et l'huile végétale

Les propriétés sensorielles de notre huile essentielle sont en accord avec les normes AFNOR/ISO dont l'aspect liquide mobile allant d'incolore à jaune pâle et dégage une odeur caractéristique une odeur Caractéristique et similaire à celle de la plante *Coriandrum sativum* (coriandre). Notre huile végétale peut visqueux, liquide et d'une couleur vert foncé. Elle dégage une forte odeur agréable, très aromatique ressemblant à l'odeur du *Coriandrum sativum*. [70]

3. Caractéristiques physico-chimiques :

| Les propriétés physiques | Huile essentielle | Huile végétale |
|--------------------------|-------------------|----------------|
| Densité relative | 0.869 | 0.907 |

Tableau 9 : Résultats des analyses physiques

➤ Densité relative

La détermination de la densité est un paramètre essentiel pour évaluer la pureté de l'huile. Elle dépend de la structure chimique de l'huile ainsi que les conditions climatiques. Dans notre travail, on a mesuré le poids de l'huile à une intensité de chaleur de 20 °C. La valeur de la masse obtenue pour l'huile essentielle était d'environ 0,869, ce qui se situe dans les valeurs requises par la norme AFNOR/ISO NF 3516, qui prévoit une plage de densité comprise entre 0,862 et 0,878. En revanche, la valeur de densité obtenue pour l'huile végétale était d'environ 0,907 est dans la plage typique des densités des huiles végétales qui varient généralement entre 0,906 et 0,919 à 20 °C, De plus, cette valeur est également proche de la densité de l'huile d'olive qui se situe entre 0,910 et 0,916.

1.1. Caractéristiques chimiques

| Les propriétés chimiques | Huile essentielle | Huile végétale |
|--------------------------|-------------------|----------------|
| Indice d'acide | 5.61 | 4.48 |
| Indice de saponification | 16.67 | 22.23 |
| Indice d'ester | 11.06 | 17.75 |

Tableau 10 : Résultats des analyses chimiques d'huile essentielle et végétale

➤ **Indice d'acide**

Nos résultats révèlent que l'indice d'acide de l'huile essentielle est supérieur à la limite spécifiée dans la norme AFNOR/ISO NF 3516, qui doit être inférieur ou égal à 3,0. Cette observation peut s'expliquer par une éventuelle décomposition de l'huile essentielle, notamment par l'hydrolyse des esters, au cours de sa préservation. [63]

La teneur en indice d'acide de l'huile végétale dans notre étude est en accord avec les spécifications du Journal Officiel de la République Algérienne, N° 64, qui prévoit un intervalle d'indice d'acidité compris entre 4 et 15.

La teneur en acide d'une huile est un paramètre utilisé pour estimer la présence et la quantité d'acides libres dans l'huile. Il peut également fournir des indications sur la propension de l'huile à subir des modifications, telles que l'altération par l'oxygène. [71]

➤ **Indice de saponification**

L'indice de saponification est un paramètre qui permet de

Déterminer la masse moléculaire et la taille moyenne des chaînes de la matière grasse présentes dans une huile. Il est varié de manière inverse à la longueur des chaînes d'acide lipidique [72]. Dans notre étude, l'huile essentielle a présenté un indice de saponification de 16,67, ce qui est proche de la valeur de 16,75 obtenue par Kachetel et Sahmi (2017), [59] mais inférieur à la valeur de 168 obtenue par Ouis (2015). [24] En revanche, l'huile végétale a montré un indice de saponification de 22,23, ce qui est supérieur à la valeur obtenue pour l'huile essentielle. Ces résultats indiquent que l'huile essentielle et l'huile végétale diffèrent en termes de longueur moyenne des chaînes de la matière grasse. L'huile essentielle présente des chaînes de matière grasse plus courtes, ce qui se reflète dans son indice de saponification plus faible. Cependant, l'huile végétale présente des chaînes d'acides gras plus longues, ce qui se traduit par un indice de saponification plus élevé.

La valeur de l'indice de saponification dépend de l'origine de l'huile de la source de l'huile et de ses propriétés spécifiques. Les résultats de notre travail sont en accord avec les données rapportées dans divers recherches, ce qui renforce la fiabilité de nos résultats.

➤ L'indice d'ester

Dans notre étude nous avons évalué l'indice d'ester pour l'huile essentielle et l'huile végétale, ce paramètre permettant d'estimer la proportion d'ester dans chaque type d'huile. Les résultats ont révélé un indice d'ester de 11,06 pour l'huile essentielle, qui est inférieur à l'indice d'ester obtenu pour l'huile végétale de (17,75). Cette différence suggère les ester présent dans l'huile essentielle pourraient subir une hydrolyse lorsqu'elle est soumise à un chauffage dans des conditions spécifiques.

4. Évaluation de la méthode DPPH :

Pour mesurer l'absorbance, nous avons utilisé la spectrophotométrie à une longueur d'onde de 517 nm. Par la suite, les données obtenues ont été utilisées pour déterminer les taux d'inhibition. En exploitant les valeurs recueillies, des graphiques ont été créés qui affichent les changements de pourcentage d'inhibition correspondant aux concentrations de HV et HE de coriandre et d'acide gallique.

| Huile végétal | | Huile essentielle | |
|---------------|-------|-------------------|-------|
| C(mg/ml) | I (%) | C(mg/ml) | I (%) |
| 0,25 | 23 | 0,25 | 21 |
| 0,5 | 31,97 | 1,75 | 30 |
| 0,75 | 55,06 | 2,5 | 33 |
| 1,25 | 58,97 | 7,5 | 44 |
| 2 | 64,5 | 8,75 | 50 |
| 2,5 | 68,5 | 10 | 54 |
| 3,75 | 69,09 | 21,25 | 55 |

Tableau 11 : Evolution de l'activité antioxydant en fonction de la concentration d'HE et HV de *Coriandrum sativum* L.

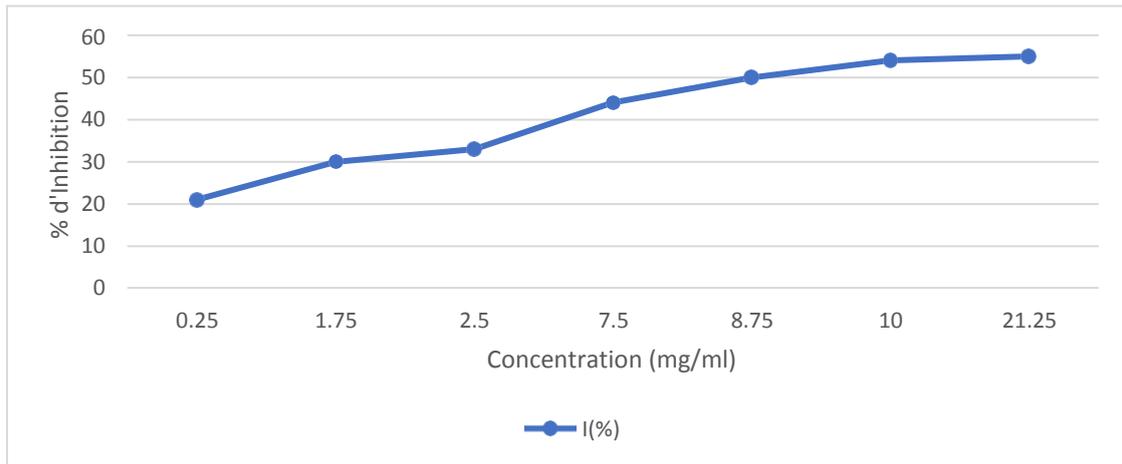


Figure 21 : Variation de pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'huile essentielle de *Coriandrum Sativum L*

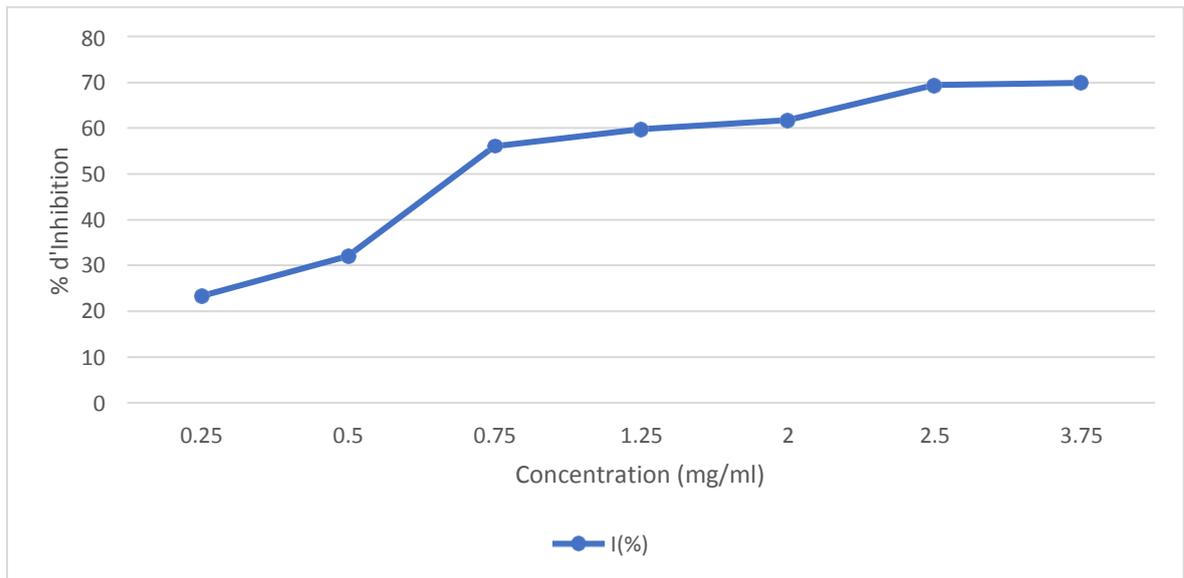
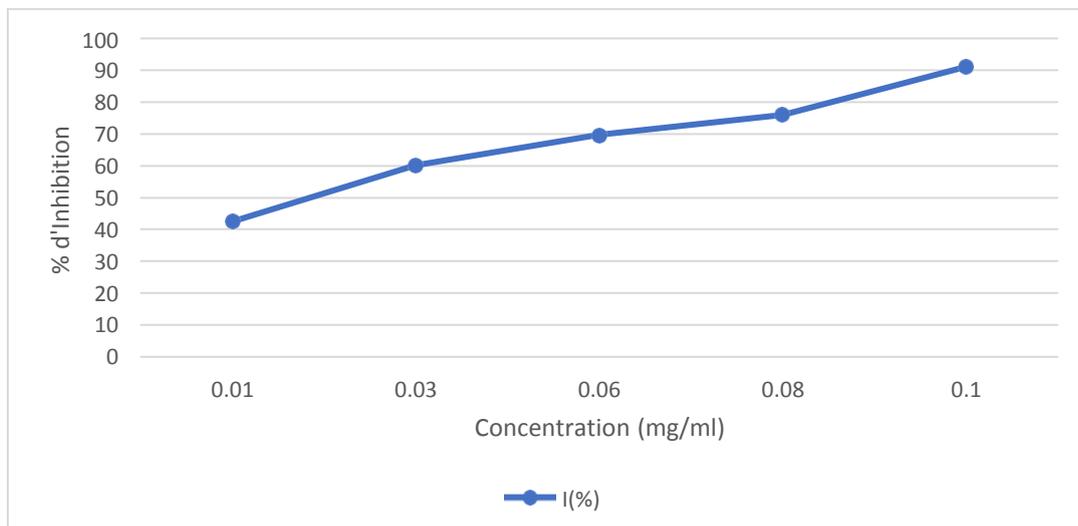


Figure 22 : Variation de pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'huile végétale de *Coriandrum Sativum L*.



Lorsqu'on examine l'activité anti-radicalaire, on observe que le pourcentage d'inhibition augmente en parallèle avec la concentration, qu'il s'agisse de l'acide gallique, l'huile volatil (HE) ou l'huile végétale (HV) de *Coriandrum sativum L.*

Les figures (23, 24, 25) mettent en évidence la variation de l'activité de capture des radicaux libre DPPH entre les différents composés. L'huile essentielle de coriandre, montre une activité de 55% à une concentration de 21,25 mg/ml. En ce qui concerne l'huile végétale, un pourcentage d'activité de 69,89% est obtenu à une concentration 3,75 mg/ml.

Il est pertinent de souligner que les antioxydants de référence démontrent une efficacité a des concentrations comprises entre 0,01et 0,1 mg/ml, et un taux de neutralisation du DPPH de 91,063.

En conclusion, la différence d'activité anti-radicalaire observée entre l'acide gallique, l'huile volatile (HE) et l'huile végétale (HV) de *Coriandrum sativum L.* peut être attribuée à divers éléments tels que la structure chimique spécifique de chaque composé, la présence de différents composés bioactifs, leurs structures moléculaires, leur polarité et leur affinité pour les radicaux libres.

5. Détermination d'IC50 :

Le paramètre d'IC50 constitue un marquer de la capacité d'un composé à neutraliser les radicaux libre, étant donné que cela indique la dose nécessaire de ce composé pour réduire la concentration du radical libre de 50%. Une IC50 inférieure indique une capacité antioxydante plus élevée. Les données des calculs d'IC'50 sont présentées dans le tableau 12

| Les extraits | Valeur de IC'50 |
|-------------------|-----------------|
| Huile essentielle | 5,50 ± 1,05 |
| Huile végétal | 3,60 ± 0,89 |
| Acide gallique | 0,019 ± 1,56 |

Tableau 12 : Résultats du test antioxydante de IC 50% en mg/ml.

Ces résultats révèlent des différences dans les concentrations requises pour l'activité antioxydante des différents échantillons testés, ce qui peut être attribué à leur composition chimique spécifique et à leurs propriétés antioxydantes intrinsèques.

| Zone D'inhibition en mm | Huile essentielle | | | | Huile végétale | | | |
|-------------------------------|-------------------|----|----|----|----------------|----|----|----|
| | 100 | 90 | 80 | 70 | 100 | 90 | 80 | 70 |
| Souches Bactériennes | | | 8 | | | | | |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | IT | IT | IT | IT | - | - | - | - |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 12 | 10 | 8 | 8 | - | - | - | - |

Tableau 13 : Résultats des zones d'inhibitions de CMI

(-) : Absence de zone d'inhibition.

(IT) : Inhibition totale

La lecture des résultats obtenus à partir de la méthode des puits ont révélé que l'huile volatile de la coriandre a présenté un effet significatif vis-à-vis des germes testés, avec des degrés d'inhibition variables. D'autre part, lors de l'analyse de l'effet antibactérienne de l'huile végétale de *Coriandrum sativum* et de ses différentes dilutions, aucune effet d'inhibition remarqué dans les environs des puits vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*.

| Souches Bactériennes | Gram | Zone d'inhibition obtenue | Zone d'inhibition (mm) des témoins + | Évaluation |
|-------------------------------|------|---------------------------------|--|-------------------------------|
| <i>Staphylococcus aureus</i> | + | IT | 20 mm | Extrêmement sensible (+++) |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | - | 12 mm | 21 mm | Sensible (++) |

Tableau 14 : Classement des souches microbiennes testées en fonction de leur niveau de sensibilité à l'HE de *Coriandrum sativum* L

(IT) : Inhibition totale

L'efficacité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Coriandrum sativum* L varie selon le micro-organisme testé. Dans notre étude, cette huile essentielle a montré une inhibition totale sur *Staphylococcus aureus*, tandis que *Pseudomonas aeruginosa* a montré une sensibilité modérée, révélant un effet d'inhibition de 12 mm

De plus, nous avons identifié d'autres recherches qui ont examiné l'effet antibactérien des huiles volatiles de *Coriandrum sativum* L. vis à vis des mêmes germes utilisés dans notre étude. Les résultats de ces études diffèrent les uns des autres, et ils sont présentés de manière comparative dans le tableau suivant :

| Étude (diamètre de zone d'inhibition) | Ouis (2015) | Kachetel et Sahmi (2017) | Saada & al (2021) |
|---------------------------------------|-------------|--------------------------|-------------------|
| Souches Bactériennes | | | |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 22.1 | 34 | 18 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 13 | 06 | 22 |

Tableau 15 : Analyse comparative des effets antimicrobiens de l'huile essentielle étudiée par rapport à d'autres recherches

Dans notre travail, l'effet d'inhibition observée pour *Staphylococcus aureus* est supérieur à celui rapporté par Ouis, Saada, Kachetel et Sahmi (2017).

L'activité inhibitrice observée pour *Pseudomonas aeruginosa* testé est similaire avec celle rapportée par Ouis (2015) et est inférieure à celle rapportée par Saada (2021), Cependant, il est supérieur à celui trouvé par Kachetel et Sahmi (2017) pour la même souche bactérienne.

Il existe divers facteurs pouvant expliquer les variations observées entre les résultats :

- Les souches bactériennes peuvent présenter des profils de sensibilité différents, ainsi que des variations dans les méthodes utilisées pour évaluer leur sensibilité
- Variations de la concentration utilisée et les propriétés spécifiques des souches bactériennes testées.
- Les Différences dans la structure chimique de l'huile essentielle de *Coriandrum sativum*, peuvent entraîner des variations dans son activité antimicrobienne. [59] [24]

D'après les résultats de notre recherche il a été observé que l'huile essentielle avait une action extrêmement sensible sur *Staphylococcus aureus*, une bactérie à Gram positif, par rapport à *Pseudomonas aeruginosa*, une bactérie à Gram négatif. Cette préférence pour les bactéries Gram positives vis à vis des bactéries Gram négatif face à l'huile essentielle a également été documentée dans diverses recherches.

De manière générale, les bactéries à Gram négatif présentent une plus grande résistance que les

bactéries a gram positif en raison de la composition de leur membrane externe. Cette structure est composée de lipopolysaccharides (LPS) qui lui confèrent une plus grande hydrophilie. Cette caractéristique rend plus difficile l'action des agents antimicrobiens, tels que les huiles volatiles, en limitant leur pénétration dans l'unité bactérienne. En revanche, les bactéries à gram positif ont une structure membranaire moins complexe, les rendant ainsi plus sensibles aux agents antimicrobiens. [73]

7. Détermination de la CMI et la CMB en milieu liquide

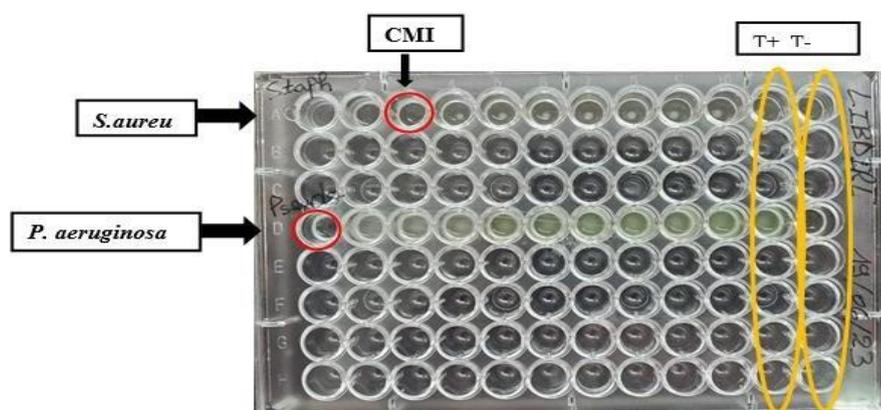


Figure 27 : Détermination CMI pour les souches bactériennes *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*

Les données issues de la microplaque utilisées dans notre étude sont présentées dans le tableau 15.

| Les puits | Les puits | | | | | | | | | | | T+ | T- |
|-------------------------------|-----------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|-------|-------|---|----|----|
| | 1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 | 1/64 | 1/128 | 1/256 | 1/512 | | | |
| Les Souches Sensibles | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | - | - | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - |

Tableau 16 : Concentration minimale inhibitrice de l'huile essentielle de coriandre (*Coriandrum sativum* L.)

(-) : Absence de croissance (pas de trouble)

(+) : présence de croissance (trouble)

Selon les résultats obtenus de la CMI, il est observé que la concentration minimale inhibitrice (CMI) varie en fonction du type de microorganismes. Pour la souche à Gram positifs *Staphylococcus aureus*, l'huile essentielle présente une CMI allant de (1/4 à 1 v/v), tandis que *Pseudomonas aeruginosa* montre une plus grande résistance à l'action inhibitrice de l'huile essentielle sur sa croissance, montrant ainsi la CMI la plus élevée (1 v/v).

Selon l'évaluation basée sur le rapport CMB/CMI, antibactérien de l'huile essentielle a été classé comme bactéricide ou bactériostatique. Un rapport CMB/CMI compris entre 1 et 2 indique un effet bactéricide. D'autre part, si le rapport est compris entre 4 et 16, cela indique un effet bactériostatique. [73]

Les données issues de la CMB sont illustrées dans la figure et le tableau :

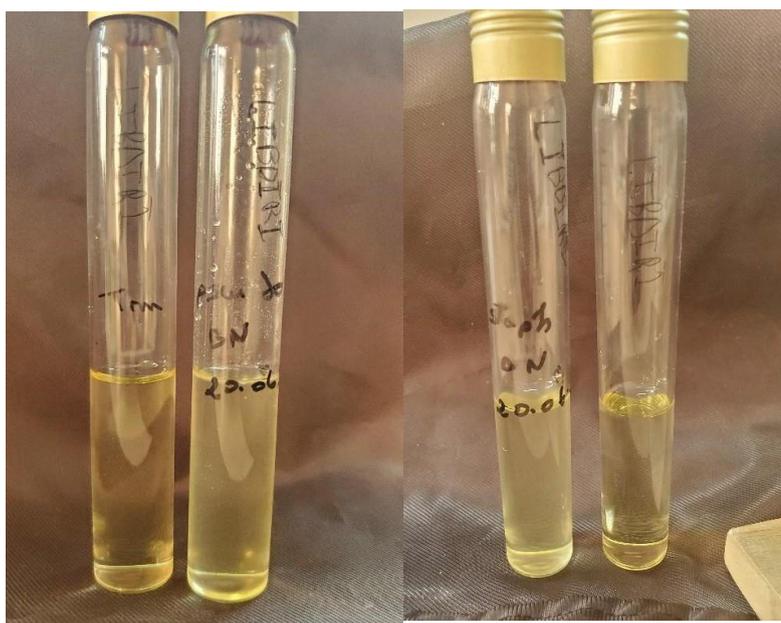


Figure 28 : Photographie des CMB de l'HE de *Coriandrum sativum* vis-à-vis *Staphylococcus aureus* et *P. aeruginosa*

| Germes testés sensibles | Gram | CMI (v/v) | CMB (v/v) | CMB/CMI | Évaluation de l'activité |
|-------------------------|------|-----------|-----------|---------|--------------------------|
| <i>S. aureus</i> | + | 1/4 | 1 | 4 | Bactériostatique |
| <i>P. aeruginosa</i> | - | 1 | >1 | >2 | Bactériostatique |

Tableau 17 : Activité antimicrobienne (CMI, CMB) de l'huile essentielle de coriandre (*Coriandrum sativum* L.) vis à vis les souches microbiens Gram positif et Gram négatif.

Les résultats de notre évaluation des rapports CMB/CMI indiquent que l'huile essentielle de *Coriandrum sativum* a démontré une inhibition de la croissance uniquement sur *S. aureus* et *P. aeruginosa*. Ces résultats mettent en évidence l'efficacité remarquable de l'HE de *Coriandrum sativum* vis à vis les germes microbiennes testées. Cette efficacité a été confirmée par plusieurs études, dont celle menée par Silva (2011), qui a démontré les propriétés bactéricides de l'HE contre la souche *P. aeruginosa*. De plus, l'étude réalisée par Kachetel et Sahmi (2017) a également mis en évidence l'effet bactériostatique de l'HE sur *Staphylococcus aureus*. En conclusion, ces résultats confirment l'efficacité de l'huile essentielle de *Coriandrum sativum* contre les souches bactériennes testées, en cohérence avec les données rapportées dans d'autres recherches, notamment celles mentionnées précédemment.

Conclusion :

Pendant d'innombrables années, les propriétés thérapeutiques des graines de coriandre (*Coriandrum sativum* L) les ont rendues précieuses dans la médecine traditionnelle. Ces produits naturels sont dérivés des graines et sont communément appelés huiles essentielles et végétales.

Le processus d'hydrodistillation est utilisé pour extraire l'huile essentielle de coriandre de ses graines, tandis que l'huile végétale est extraite par une méthode d'extraction à froid. Ces deux catégories d'huiles possèdent des attributs physiques et chimiques uniques, ainsi que des composés bioactifs distincts qui contribuent à leurs bienfaits potentiels pour la santé. L'objectif de cette enquête était d'examiner en profondeur les propriétés de l'huile essentielle de coriandre et de l'huile végétale, en particulier leur efficacité dans le traitement des infections cutanées bactériennes et des dermatites.

Les résultats de notre étude ont démontré que l'huile essentielle produisait 0,442 %, tandis que l'huile végétale en produisait 4,240 %. Ces deux huiles présentaient des différences notables dans leurs attributs physiques et chimiques, notamment la densité, l'indice d'acide, l'indice de saponification et l'indice d'ester. Ces propriétés physicochimiques distinctes servent de caractéristiques distinctives entre les deux huiles et pourraient potentiellement avoir un impact sur leurs effets thérapeutiques.

La méthode DPPH a été utilisée pour évaluer l'activité antioxydante, illustrant les différences dans la capacité à piéger les radicaux libres entre les deux composés. A une concentration de 21,25 mg/ml, l'huile essentielle de coriandre présente une activité piégeant de 55%, alors que l'huile végétale présente un pourcentage de 69,89% à une concentration de 3,75 mg/ml. Les antioxydants comparatifs ont démontré une plus grande activité avec des concentrations réduites.

En ce qui concerne ses propriétés antibactériennes, l'huile essentielle de coriandre s'est avérée inhiber complètement la croissance de *Staphylococcus aureus*. Dans le cas de *Pseudomonas aeruginosa*, il existe une sensibilité modérée avec une zone d'inhibition de 12 mm. En outre, les conclusions des rapports CMB/CMI ont fourni des preuves de l'efficacité de l'huile pour inhiber la croissance de diverses souches bactériennes, ce qui renforce encore son potentiel en tant que traitement des infections cutanées. Ces résultats s'alignent sur les études précédentes et renforcent l'idée que l'huile essentielle de coriandre est prometteuse en tant qu'agent thérapeutique.

Nos recherches en microbiologie appliquée bénéficient grandement des apports de notre mémoire. Il offre des informations précieuses concernant les propriétés physicochimiques, l'activité antioxydante et l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de coriandre, en particulier dans le

contexte des infections cutanées. Les résultats de cette recherche jettent les bases de futures investigations axées sur le développement de remèdes améliorés et sûrs pour les infections cutanées bactériennes. Ces études cherchent à exploiter les attributs avantageux des plantes médicinales pour atteindre cet objectif.

Annexe

Matériel utilisé :

| Appareillage | Verrerie et petit matériel | Solvants et réactifs |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Spectrophotométrie UV-Visible - Étuve - Balance analytique - Agitateur - Réfrigérateur - Bec bunsen - Chauffe ballon - Appareil de type Clevenger - Machine de presse à froid - Bain marie | <ul style="list-style-type: none"> - Flacons - Béchers - Fiole de jauges - Erlenmeyers - Entonnoirs - Boites de pétrie - Spatule - Éprouvette - Écouvillon stérile - Tube à essai - Ballon à bouillir - Burette graduée avec support - Ampoule à déanter - Micropipette - Microplaque - Pipette pasteur stérile | <ul style="list-style-type: none"> - Éthanol comme solvant - Hydroxyde de potassium - <i>Phénolphtaléine</i> - Acide chlorhydrique - éthanoate de potassium - DPPH (2.2-diphényl-1--Picrylhydrazyl) - Eau physiologique - Eau distillée - Acide gallique - Mueller Hinton (Gélose) et (Bouillon) - DMSO (diméthylsulfoxyde) - Milieu Chapman (Gélose) - Milieu King (Gélose) - Bouillon nutritif |

Tableau 18: liste du matériel utilisé pendant l'expérimentation



Figure 29: étuve utilisée



Figure 30: Spectrophotométrie UV-visible (SP-3000 nano)

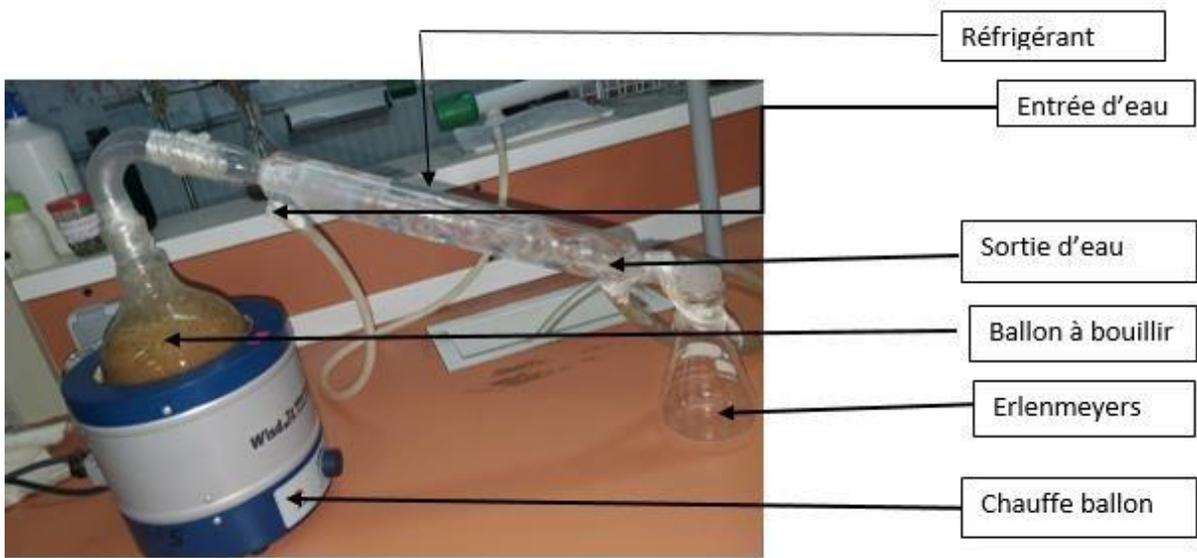


Figure 31: appareil de type Clevenger



Figure 32: mesure de la densité des huiles à 20°C



Figure 33 Ré-isolément de la souche *Pseudomonas Aeruginosa* sur milieu King



Figure 34: Ré-isolément de la souche *Staphylococcus aureus* sur milieu Chapman



Figure 35: Neutralisation /virage de couleur vers le rose

Bibliographie

- [1] B. J. A. E. M. Saada. M, *Effet de la provenance sur la composition chimique et l'activité antibactérienne des huiles essentielles des grains de la coriandre (Coriandrum sativum L.)*, 2021.
- [2] B. S. B. K. A. M. S. C. M. a. F. U. Casetti. F, *Antimicrobial Activity Against Bacteria with Dermatological Relevance and Skin Tolerance of the Essential Oil from Coriandrum sativum L. Fruits. Phytother. Res.*, 2012, p. 26: 420–424.
- [3] Z. Zeković, B. Pavlić et A. & S. Cvetanović, *Supercritical fluid extraction of coriander seeds: Process optimization, chemical profile and antioxidant activity of lipid extracts. Industrial crops and products*, 2016, pp. 94, 353-362..
- [4] J.-L. Rios, *Essential Oils: What they are and how the terms are used and defined*, Elsevier Inc, 2016.
- [5] a. Bouyahya A et, «Les huiles essentielles comme agents anticancéreux : actualité sur le mode d'action.» *Phytothérapie*, pp. 254-267, 2018.
- [6] e. a. Haro-González, «Haro-González, J. N Clove essential oil (Syzygium aromaticum L. Myrtaceae): Extraction, chemical composition, food applications, and essential bioactivity for human health.» *Molecules*, p. 6387, 2021.
- [7] F. A. K. A. Boukhatem M.N, *Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles*, Vols. %1 sur %2vol. 3, no 4,, 2019, pp. p. 1653-1659.
- [8] A. D. Bekhechi C., *Les huiles essentielles.*, Place centrale- Ben-Aknoun-ALGER, 2010, p. 55p..
- [9] S. B. S. J. A. J. S. Sharma, « Essential Oils as Additives in Emballage alimentaire actif, Chimie alimentaire,» p. 46.7, 2020.
- [10] I. & D. A. Atailia, *Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de géranium rosat (Pelargonium graveolens L'Hér.) cultivé en Algérie. Phytothérapie*, 2015, p. 13(3).
- [11] A. S. A. D. I. M. Bakkali F., *Biological effects of essential oils.*, 2008, p. 46:446–475.
- [12] A. K. S. V. K. K. A. D. S. & D. N. K. Chaudhari, *Essential oils and their bioactive compounds as eco-friendly novel green pesticides for management of storage insect pests: prospects and retrospects.*, 2021, pp. 28(15), 18918-18940.
- [13] S. H. T. S. & N. S. Sharma, « Terpénoïdes as anti-colon cancer agents—A comprehensive review

on its mechanistic perspectives.,» *European journal of pharmacology*, pp. 795, 169-178., 2017.

- [14] M. A. G. M. J. C. S.-G. J. Alonso-Gato, «Essential Oils as Antimicrobials in Crop Protection. »,» *Antibiotics 2021*, pp. 10, 34., 2021.
- [15] J. T. S. B. C. N. T. R. C. K. D. L. Y. & K. K. S. Ramsey, «Focus: Plant-based medicine and pharmacology: Essential oils and health.,» *The Yale journal of biology and medicine*, , pp. 93(2), 291., 2020.
- [16] M. S. S. H. K. B. C. A. & Q. S. Y. Angane, *Essential Oils and Their Major Components: An Updated Review on Antimicrobial Activities, Mechanism of Action and Their Potential Application in the Food Industry.*, 2022, pp. 11(3), 464..
- [17] B. D. B. P. C. P. P. F. F. E. & R. C. D. Da Silva, «Chemical composition, extraction sources and action mechanisms of essential oils: Natural preservative and limitations of use in meat products.,» *Meat Science.*, pp. 176, 108463., 2021.
- [18] D. .R, *Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en Aromathérapie.*, Université d'Aix-Marseille. Faculté de pharmacie., 2017, p. 172p..
- [19] Z. .W., *Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de Daucus aureus (Desf) et de Reutera lutea (Desf.) Maire, et leur application comme agents antimicrobiens dans le polyéthylène basse densité (PEBD).*, Université Ferhat Abbas Setif, 2016, p. 1.119p.
- [20] R. & B. E. H. Bessah, «La filière des huiles essentielles Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques.,» *Journal of Renewable Energies*, pp. 18(3), 513-528., 2015.
- [21] G. L., *Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de la région de Tlemcen.*, Université Abou Bekr Belkaid. Faculté de médecine de Tlemcen, 2019, p. p109.
- [22] H. M. A. N. S. K. G. S. M. Z. Z. M., *Essential Oils. In Malik. S. (ed). Essential Oil Research, Trends in Biosynthesis, Analytics, Industrial Applications and Biotechnological Production.*, 2019, pp. p 3-17.
- [23] J. Sharmeen, F. Mahomoodally, G. Zengin et F. Maggi, *Essential Oils as Natural Sources of Fragrance Compounds for Cosmetics and Cosmeceuticals.*, 2021, pp. 26, 666..
- [24] N. Ouis, *Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, des fenouils et de persil. Diss.*, Université Ahmed Ben Bella-Oran, Alger., 2015.
- [25] A. Pierre, *L'aromathérapie adaptée aux pathologies dermatologiques de comptoir.*, hal-01732967, Éd., Sciences pharmaceutiques, université de Lorraine, 2016.

- [26] Pauline ROMBAUX-GILLERON, *Phytothérapie et aromathérapie chez le nourrisson et l'enfant : Application aux troubles cutanés*, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques université de Lille 2, 2016-2017.
- [27] I. Saidi, *Caractérisation et valorisation d'une plante de la famille des fabaceae : Gleditsia triacanthos de la région de Sidi Bel Abbès : Extraction des substances bioactives.*, Thèse Doctorat : Sciences Biologiques. Sidi Bel Abbès: Université Djillali Liabès, 2019, p. p 152.
- [28] Géraldine., « Activité antioxydante des huiles essentielles.,» 2020. [En ligne]. Available: <http://chimactiv.agroparistech.fr/fr/aliments/antioxydant-dpph>. [Accès le 10 06 2023].
- [29] M. B. & R. T. Carson C.F., *Mechanism of action of Melaleuca alternifolia (tea tree) oil on Staphylococcus aureus determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy.*, 2002, p. 46 :1914–1920..
- [30] Davidson P.M., *Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds*. In: M. P. Doyle, L. R. Beuchat and T. J. Montville (eds.) ASM, Washington., 1997, pp. 520-556 p..
- [31] M. C. M. J. B. H. G. J. E. W. J. R. & W. S. Cox S.D., «The mode of antimicrobial action of the essential oil of Melaleuca alternifolia (tea tree oil).,» *Journal of Applied Microbiology*, pp. 88: 170-175., 2000.
- [32] T. Daouda, *ETUDES CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES HUILES ESSENTIELLES DE QUATRE PLANTES AROMATIQUES MEDICINALES DE CÔTE D'IVOIRE*, THESE DE DOCTORAT- UNIVERSITE FELIX HOUPHOUËT-BOIGNY, 2015.
- [33] M. G. F. Avry, "épices, aromates et condiments", 2003, pp. 12-13.
- [34] A. A. M. O. Adda. M, *Comportement d'une population Algérienne de Corandre (Coriandrum Sativum L.) Pour le rendement et la composition chimique des huiles essentielles des fruits mûrs.*, 2020, pp. 10(1): 1797- 04..
- [35] N. Sahib, F. Anwar, GilaniAH, A. Hamid, N. Saari et K. Alkharfy, *Coriander (Coriandrum sativum L.):A potential source of high-value components for functionalfoods and nutraceuticals- A Review.*, 2013, pp. 27 1439-1456..
- [36] C. I. G. Burdock. G. A, *Safety assessment of coriander (Coriandrum sativum L.) essential oil as a food ingredient.* , 2009, pp. 47, 22–34.
- [37] J. R. P. D. Franchomme P, *L'aromathérapie exactement : Encyclopédie de l'utilisation des extraits aromatiques.*, Paris: Éditions Roger Jollois, 2001.
- [38] L. Rémy, *Les huiles essentielles et la peau.*, France, Sciences pharmaceutiques, Université

Grenoble Alpes, , 1991.

- [39] 12 04 2023. [En ligne]. Available: <https://biologiedelapeau.fr/spip.php?article9> .
- [40] U. S. F. M. H. T. Dainichi T, «By the grace of peeling: the brace function of the stratum corneum in the protection from photo-induced keratinocyte carcinogenesis.,» *Arch Dermatol Res* , pp. 300 Suppl 1:S31-38., 2008.
- [41] B. S. C. A.-M. S. D. T. L. Tachdjian G, «Chapitre 6 - Peau et annexes cutanées. Embryologie et Histologie Humaines.,» *Elsevier Masson*, p. p. 121–42., 2016.
- [42] B.-S. P. J.-H. S. Won-Serk K, «Protective role of adipose-derived stem cells and their soluble factors in photoaging.,» *Arch Dermatol*, pp. 301(5):329-36., 2009.
- [43] A. S. Mokni M, «Flore cutanée, microbiote et microbiome. In: Mokni M, Dupin N, del Giudice P, editors. Dermatologie infectieuse.,» *Elsevier Masson*, p. p. 1–4. , 2014.
- [44] M.-S. D. N. K. L. M. L. M. D. P.-A. A. P. F. P. J. R. P. S. e. a. Sébastien Barbarot, *Infections cutanéomuqueuses bactériennes*, vol. Volume 3751, 2012, pp. p 1-246.
- [45] R. Gauzit, «Infections cutanées graves : définitions, caractéristiques cliniques et microbiologiques. In Annales françaises d'anesthésie et de réanimation.,» *Elsevier Masson*, pp. Vol. 25, No. 9, pp. 967-970, 2006.
- [46] L. M. P. G. Piérard-Franchimont C., «Deux bactéries et une kyrielle d'infections cutanée commune.,» *Rev Med Liège*, pp. 67 : 10 : 513-519., 2012.
- [47] R. E. B. E. Y. J. Sweeney, «Mie scatter spectra-based device for instant, contact-free, and specific diagnosis of bacterial skin infection.,» *Sci Rep.* , p. 6;7(1):4801., 2017.
- [48] A. a. M. J. J. Morand, «Pseudomonas aeruginosa en dermatologie. In Annales de Dermatologie et de Vénérologie.,» *Elsevier Masson*, pp. Vol. 144, No. 11, pp. 666-675, 2017.
- [49] M. M. A. Clebak K T., «Skin Infections.,» *Prim Care*, pp. 45(3):433-454., 2018.
- [50] C. W. W. M. A. I. F. L. & L. A. N. Wu D. C., «Pseudomonas skin infection.,» *American journal of clinical dermatology*, pp. 12(3), 157-169., 2011.
- [51] A.-G. M. E. A. J. Arnaíz-García A M., «Furuncle, furunculosis and anthrax: Management and treatment.,» *Med Clin (Barc)* , pp. 20;144(8):376-8., 2015.
- [52] R. M. L. A. Inghammar M., «Recurrent erysipelas - risk factors and clinical presentation BMC Infect Dis.,» p. 18;14:270., 2014.
- [53] B. E. C. P.-L. S. D. S. F. A. B. R. G. Y. G. E. M. F. Q. B. C. R. B. S. Lorrot M., *Infections superficielles de la peau et dermo-hypodermes bactériennes*, 2014, pp. , 21(8) : 906-912. .

- [54] S.-S. D. Dezoteux F., «Prise en charge de la dermo-hypodermite aiguë non bactérienne de l'adulte nécrosante.,» *La Revue de Médecine Interne*, pp. 42(3) :186-192., 2020.
- [55] Rehmus W E., *Revue générale des infections cutanées bactériennes. University of British Columbia.*, 2021.
- [56] H. C. D. R. P. & G. S. Williams, « Acne vulgaris.,» *The Lancet*, pp. 379(9813), 361-372, 2012.
- [57] B. P. R. M. P. B. J. D. S. K. & G. H. K. Kumar, «New insights into acne pathogenesis Exploring the role of acne-associated microbial populations.,» *Dermatologica sinica.*, pp. 34(2), 67-73., 2016.
- [58] «Académie Européenne de Dermatologie et de Vénérologie, Livret d'information pour les patients, Acné: Apparition, évolution et diagnostic.,» 2019. [En ligne]. Available: https://www.therapeutique-dermatologique.org/IMG/pdf/9635-eadv_acne_1_production_evaluation_and_diagnosis-fr.pdf..
- [59] S. A. KACHETEL Lydia, *ÉTUDE DE L'ACTIVITÉ ANTIMICROBIENNE DE L'HUILE ESSENTIELLE EXTRAITE DES FRUITS DE Coriandrum sativum L.*, TIZI-OUZOU, Université Mouloud MAMMERI FACULTÉ DE MÉDECINE- Département de Pharmacie, 2017.
- [60] B. O. Y. K. Arab K., *Etude physico-chimique et évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la Sarriette des montagnes vis-à-vis des bactéries isolées des infections urinaires.*, 2014, pp. 07, 12 – 19..
- [61] I. -. O. i. d. normalisation, «Huiles essentielles — Détermination de l'indice d'acide.,» p. 1242:1999, 1999.
- [62] O. i. d. normalisation, «Corps gras d'origines animale et végétale, Détermination de l'indice de saponification.,» p. 3657:2020, 2020.
- [63] M. N. H. M. S. S. F. & H. Y. Boukhatem, *Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (Pelargonium graveolens L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie).*, 2010, pp. 37-45.
- [64] B. H. A. H. S. Maataoui, «Activités anti-radicalaires d'extraits de jus de fruits du figuier de barbarie (Opuntia ficus indica).,» *Lebanese Science Journal*, , p. 7(1): 3, 2006.
- [65] CA-SFM, «European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing du Comité de l'antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (CA-SFM).,» *Recommandations* , Mai 2022.
- [66] A. M. Z. R.-F. F. F. M. & E.-D. A. Chebaibi, *Évaluation du pouvoir antimicrobien des huiles*

essentielles de sept plantes médicinales récoltées au Maroc., vol. 14(6), 2016, pp. 355-362.

- [67] F. F. S. Q. J. A. & D. F. C. Silva, «Coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil : its antibacterial activity and mode of action evaluated by flow cytometry.,» *Journal of medical microbiology*, 60(10), pp. 1479-1486, 2011.
- [68] M. Quang Hung Nguyen, *Etude De La Bioaccumulation Et Du Bioraffinage Des Huiles Vegetale Et Huiles Essentielle De Coriandre (Coriandrum Sativum L.)*, L'UNIVERSITÉ De TOULOUSE , 2015.
- [69] P. I. Zhelyazkov, «Interactions and Interests: Collaboration Outcomes, Competitive Concerns, and the Limits to Triadic Closure,» *journalsPermissions.nav*, 2018.
- [70] AFNOR, «HUILE ESSENTIELLE DE FRUITS DE CORIANDRE (*Coriandrum Sativum* L.),» 1997.
- [71] N. 6. 2. Journal officiel de la République algérienne, «Méthodes officielles d'analyses physico-chimiques relatives aux corps gras d'origine animales et végétales.,» novembre 2011.
- [72] D. Aici, *Contribution ā l'étude phytochimique et biologique de deux plantes médicinales Thapsia garganica L. et Prunus persica L.*, Université Abou- bekr belkaid Tlemcen., 2022, p. 124 p..
- [73] J. E. K. H. A. L. I. D. Z. T. B. H. A. Y. A. T. E. C. S. A. ĩ. D. & A. T. I. El Amri, «Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium capitatum* L et l'extrait de *Silene vulgaris* sur différentes souches testées,» *Journal of Applied Biosciences*, , pp. 82, 7481-7492., 2014.

Résumé

Le présent travail a pour objectif d'étudier l'effet de deux activités biologiques, à savoir l'antioxydante et l'antimicrobienne de l'huile des grains de coriandre, Dans ce contexte, l'hydrodistillation des graines de coriandre a permis l'obtention de l'huile essentielle avec un rendement de 0,442%, tandis que l'huile végétale extraite par pressage à froid a montré un rendement de 4,204%. Les propriétés physico-chimiques ont été déterminées pour évaluer la pureté et la stabilité des huiles, La méthode de la réduction du radical DPPH révélant un effet antioxydant significatif pour l'HE et l'huile végétale. L'effet antibactérien par la méthode des puits a montré que *Staphylococcus aureus* était extrêmement sensible, tandis que *Pseudomonas aeruginosa* était moins sensible à l'HE. L'huile végétale n'a montré aucune activité antibactérienne. Le rapport CMB/CMI a démontré que l'huile essentielle de *Coriandrum sativum* inhibait uniquement la croissance de *S. aureus* et *P. aeruginosa*. Ces résultats mettent en évidence l'efficacité remarquable de l'huile essentielle de *Coriandrum sativum* contre les souches testées.

Mots clés : *Coriandrum sativum*, huile essentielle, activité antimicrobienne, activité antioxydant. CMI/CMB, hydro-distillation, pressage à froid.

Abstract

The aim of this study is to investigate the antioxidant and antimicrobial activities of coriander seed oil. Coriander seed oil was obtained through hydrodistillation with a yield of 0.442%, while the vegetable oil extracted by cold pressing showed a yield of 4.204%. Physicochemical properties were determined to assess the purity and stability of the oils. The DPPH radical scavenging method revealed a significant antioxidant effect for both the essential oil and vegetable oil. The antibacterial effect was evaluated using the well method, showing that *Staphylococcus aureus* was highly sensitive, while *Pseudomonas aeruginosa* was less sensitive to the essential oil. The vegetable oil showed no antibacterial activity. The CMB/CMI ratio demonstrated that *Coriandrum sativum* essential oil inhibited the growth of *S. aureus* and *P. aeruginosa*. These results highlight the remarkable efficacy of *Coriandrum sativum* essential oil against the tested strains.

Key words : *Coriandrum sativum*, essential oil, antimicrobial activity, antioxydante activity, CMI/CMB, hydro distillation, cold-pressed.

ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة تأثير نشاطين بيولوجيين هما مضادات الأكسدة ومضادات الميكروبات لزيت بنور الكزبرة، وني هذا السياق، أتاح التقطير الهوائي لبذور الكزبرة الحصول على الزيت العطري بعائد 0.442%، بينما أظهر الزيت الزباني المسخرج بالضغط على البارد عائد 4.204%. تم تحديد الخواص الفيزيائية والكيميائية لتقييم نقاوة واستقرار الزيوت، حيث كشفت طريقة الاختزال الجذري DPPH عن تأثير مضاد للأكسدة معزوي لـ EO والزيوت الزبانية. أظهر التأثير المضاد للبكتيريا بطريقة البئر أن *Staphylococcus aureus* كانت شديدة الحساسية، بينما كانت *Pseudomonas aeruginosa* أقل حساسية تجاه EO. لم يظن الزيت الزباني أي نشاط مضاد للجراثيم. أظهرت نسبة CMB / CMI أن الزيت العطري من *Coriandrum sativum* يثبط نمو *S. aureus* و *P. aeruginosa*. تسلط هذه النتائج الضوء على الفعالية الملحوظة لزيت *Coriandrum sativum* الأساسي ضد السالالت التي تم اختبارها.

الكلمات المفتاحية: *Coriandrum sativum* مضاد البكتيريا، مضاد الأكسدة CMI/CMB، التقطير الهوائي، عصر بارد.