

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCE BIOLOGIQUE ET SCIENCE AGRONOMIQUE
DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE ET MICROBIOLOGIE



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

DOMAINE : BIOLOGIE

SPECIALITE : BIOTECHNOLOGIE VEGETALE ET VALORISATION DES
PLANTES

THEME

Extraction des huiles essentielles des feuilles de *Moringa oleifera* et étude de leurs activités antimicrobiennes

Présenté par : KHELIFI Ryma

Soutenu publiquement, le : 27 / 09 / 2023, devant le Jury composé de :

<i>Président</i>	<i>Mr YAZID H.</i>	<i>Maitre de conférence A</i>	<i>UMMTO</i>
<i>Examinatrice</i>	<i>Mme AFIF CHAUCHE Th.</i>	<i>Maitre de conférence A</i>	<i>UMMTO</i>
<i>Promotrice</i>	<i>Mme BENZAOUZ Kinza.</i>	<i>Maitre de conférence B</i>	<i>UMMTO</i>

Remerciement

Au début mes remerciements vont en particulier à Dieu, le tout puissant, qui m`a

A donné la force et le courage pour poursuivre mes études.

Je tiens a exprimé toute mes reconnaissances et mon gratitude à ma promotrice

BENAZZOUZ Kinza (MCA) d`avoir accepté de diriger ce

Travail, sans ses orientations et ses précieux conseils, ce mémoire n`aurait jamais

Vu le jour.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury Mr

(M.R.C) pour l`intérêt qu`ils ont porté à ma recherche en acceptant

D`examiner mon travail et de l`enrichir par leurs propositions.

Je tiens aussi à remercier Mr... (MCB) de m` avoir fait

L`honneur de présider le jury de ce mémoire.

J`adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants

Et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs

Critiques ont guidé ma réflexion jusqu`à l`obtention du diplôme de master.

Enfin, il est particulièrement agréable d`exprimer ma gratitude et mes

Remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l`élaboration de

Ce mémoire.

Dédicaces

**En premier lieu je remercie Allah le tout puissant de m'avoir
Donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail.**

Je dédie ce travail :

Â mes chers parents

Mon cher Papa Hocine

**Signe de fierté et d'honneur, ce travail est le vôtre, Inchallah tu
Trouveras ici toute mon affection et ma profonde gratitude pour**

Toutes ces années de sacrifice pour moi.

Ma chère Maman Houria,

Nul mot ne parviendra jamais à exprimer l'amour que je te porte.

Ton amour, ta patience, ton encouragement et tes prières ont été

Pour moi le gage de la réussite. J'espère que ce travail soit à tes yeux

Le fruit de tes efforts et le témoignage de ma profonde affection.

A mon grand frère Jugurtha Et ma tante BOUZEMBREK Louisa.

Â mes chères collègues et particulièrement,

Amina, Salim et Mouloud

Et à ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

A vous tous merci.

LA TABLE DES MATIÈRES

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale1

Première partie : Recherche bibliographique

Chapitre 1 les plantes Médicinales

1.1. Définition.....2

1.2. Origine et distribution de *Moringa oleifera*2

1.3. Systématique et nomenclature2

1.3.1. Position systématique de *Moringa oleifera*2

1.4. Différentes espèces de *Moringa oleifera*3

1.4.1. Dénomination3

1.5. Description botanique de *Moringa oleifera*3

1.5.1. Racines, tiges4

1.5.2. Feuilles4

1.5.3. Fleurs5

1.5.4. Fruits et grains6

1.6. Ecologie de *Moringa oleifera*6

1.7. Composition chimique et valeurs nutritionnelles des feuilles de *Moringa Oleifera*6

1.8. Utilisation de *Moringa oleifera*.....7

Chapitre 2 : Huiles essentielles

2.1. Définition10

2.2. Historique	10
2.3. Localisation des huiles essentielles	11
2.4. Propriétés physiques ou chimiques des huiles essentielles	11
2.5. Toxicité des huiles essentielles	11
2.6. Composition chimique des huiles essentielles	12
2.6.1. Composés terpéniques des huiles essentielles	12
2.6.1.1. Monoterpènes	12
2.6.1.2. Sesquiterpènes	12
2.6.2. Composés aromatiques	13
2.6.3. Composés d'origine diverse	13
2.7. Paramètres influençant la composition quantitative et qualitative des huiles essentielles	13
2.7.1. Les facteurs intrinsèques	13
2.7.2. Facteurs extrinsèques	13
2.8. Méthodes d'extraction des huiles essentielles	14
2.9. Les propriétés biologiques des huiles essentielles	16
2.9.1. Activités antibactériennes des huiles essentielles	16
2.9.2. Activité antifongique	16
2.9.3. Activité antivirale	16
2.9.4. Activités antiparasitaires	17
2.9.5. Activité antioxydantes	17
Deuxième partie Etude expérimentale	
1. Objectif d'étude	20
2. Cadre d'étude	20

3. Matériel utilise	20
3.1 Matériel végétal	20
3.2. Matériel biologique	20
4. Méthodes	20
4.1. L'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation	20
4.2 Activité antimicrobienne	22
4.2.1. Repiquage et vérification de la pureté des souches bactériennes	22
4.2.2. Evaluation du pouvoir antibactérien	23
4.2.3. Test de l'activité antifongique	24
Résultats et discussion	
1. Résultats de l'activité antimicrobienne	27
2. Activité antifongique	27
Conclusion	29
Références bibliographiques	31
Annexes	
Résume	

LA LISTES DES ABRVIATIONS

HE : Huile essentielle.

DMSO : diméthylsulfoxyde.

MH: Mueller Hinton.

NA₂SO₄: Sulfate de sodium.

GN : Gélose nutritive.

Mm : millimètre.

K⁺: ion de Calcium.

H⁺ : l'ion d'hydrogène.

LA LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Arbre, tronc	5
Figure 2 : Feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	6
Figure 3 : Fleurs de <i>Moringa oleifera</i>	6
Figure 4 : Gousse mures et graines de <i>Moringa oleifera</i>	7
Figure 5 : Modes d'extraction des huiles essentielles	18
Figure 6 : Feuilles sèches de <i>Moringa oleifera</i>	24
Figure 7: Separation de l'huile essentielles de l'ether	23

LA LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Systématique du *Moringa oleifera*

Tableau II : Quelques noms vernaculaires de *Moringa oleifera*

Tableau III. Résultats du test d`activité antibactérienne



Introduction

Ces dernières années, les HE qui sont des métabolites secondaires des plantes, ont attirés une attention croissante dans les domaines de sante en raison de leurs propriétés antioxydantes et antimicrobiennes (Bakkali *et al.*, 2008). La demande croissante d'ingrédients naturels stimule le marché des huiles essentielles incitant les industries pharmaceutiques, agroalimentaires et cosmétiques de les ajouter à leurs produits, l'utilisation des huiles essentielles à la place des produits synthétiques permet de la valeur (Kerdudo *et al.*, 2014).

Les plantes aromatiques et médicinales sont une source précieuse de remèdes traditionnelles grâce aux nombreux composés actifs qu'elles contiennent tels que les alcaloïdes et flavonoïdes, saponines, Quinones, Vitamines, ainsi que les huiles essentielles (Lafon *et al.*, 1991).

Les plantes médicinales sont largement connues à travers le monde entier et sont utilisées depuis l'antiquité à nos jours sont encore utilisés pour leur propriétés antimicrobiennes et anti-insecticides, antivirales, antiparasitaires, antioxydantes, anticancéreuses, analgésiques, anti-inflammatoires (Bakkali *et al.*, 2008).

La science continue de confirmer l'importance des plantes aromatiques et de leurs huiles essentielles et leurs extraits brutes, qui sont largement utilisées dans industries alimentaires comme additifs, ainsi que dans les cosmétiques, les parfumeries, l'industries de savon et de détergents à grande échelle. Elles sont aussi utilisées dans la composition de nombreux médicaments sous forme d'une crème, gélule, les suppositoires.

Dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et médicinales, une étude a été menée sur l'espèce de *Moringa oleifera*. Ce choix est justifié par le fait que cette plante est riche en principes actifs tels que les huiles essentielles, et qu'elle présente diverses et importantes activités biologiques.

Le présent travail est divisé en trois chapitres

Le premier chapitre est relatif à l'étude bibliographique :

- Des plantes aromatiques et médicinales de genre *Moringa oleifera*.
- Les huiles essentielles.

Le deuxième représente la partie matériel et méthodes et la troisième partie regroupe les résultats, suivi par une discussion et enfin une conclusion et perspectives.

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both with rounded ends and a slight shadow effect.

Partie 1

Synthèse bibliographique

A decorative border resembling a scroll, with a light beige background and a dark blue outline. The border has rounded corners and small scroll-like details at the top and bottom edges.

Chapitre 1

Les plantes médicinales

1.1. Définition

L'arbre de vie, connu scientifiquement sous le nom de *Moringa oleifera* et appartenant à la famille des moringaceae, est largement utilisés en médecine traditionnelle. Cet arbuste est originaire du sud d'Asie, Afrique et des îles de caraïbes (Alhakmani *et al.*, 2013). Grâce à ses nombreuses propriétés valorisables, cette plante constitue un sujet d'étude très intéressant. Elle est très prometteuse en fonction de sa teneur en nutriment, activité antioxydante, composés phytochimiques, facilité de culture et de transformation (Laleye *et al.*, 2015).

1.2. Origine et distribution de *Moringa oleifera*

Lamarck est un arbre originaire des régions d'Agra et d'Oudh, au nord-est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagne de l'Himalaya, mais il est cultivé aujourd'hui dans toutes les régions tropicales et subtropicales du monde (Rajangam *et al.*, 2001). Elle peut se trouver dans des zones très arides comme le Sahara, mais elle préfère les climats semi-tropicaux humides (Olson, 2001).

1.3. Systématique et nomenclature

1.3.1. Position systématique de *Moringa oleifera*

Moringa oleifera appartient à la famille monogénétique des arbustes et arbres des Moringaceae qui comprend environ 13 espèces, dont la plus connue et répandue est l'espèce *Moringa oleifera* (Chukwuebuka, 2015).

Tableau I : Systématique du *Moringa oleifera* (Imohiosen *et al.*, 2014).

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Super division	Spermatophyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Dilleniidae
Ordre	Capparales
Famille	Moringaceae
Genre	<i>Moringa</i>
Espèce	<i>oleifera</i>

1.4. Différentes espèces de *Moringa oleifera* Lamarck

Dans la nature, il existe environ 33 espèces de Famille des Moringaceae, parmi celles-ci seulement treize espèces sont bien connues et présentes dans le monde entier (Tableau II) (Anwar, 2007).

1.4.1 Dénomination

- Nom scientifique : *Moringa oleifera* Lamarck (Agroconsult, 2016).
- Nom vernaculaire : « *Moringa* » vient de *moringa* en malayalam une langue indienne (Fuglie, 2001).

Tableau II : Quelques noms de *Moringa oleifera* lam (Owolabi *et al.* 2007).

Les différentes espèces du genre <i>Moringa</i>
<i>Moringa oleifera</i>
<i>Moringa arborea</i>
<i>Moringa borziana</i>
<i>Moringa concanensis</i>
<i>Moringa drouhardii</i>
<i>Moringa hildebrandtii</i>
<i>Moringa longituba</i>
<i>Moringa ovalifolia</i>
<i>Moringa peregrina</i>
<i>Moringa pygmaea</i>
<i>Moringa arivae</i>
<i>Moringa ruspolian</i>
<i>Moringa stenoprtala</i>

1.5. Description botanique de *Moringa oleifera* Lamarck

Moringa oleifera également connu sous le nom de l'arbre de miracle est une plante à croissance rapide à maturité il peut attendre une hauteur de 10 à 15 mètres, et un diamètre de 3 mètres cette espèces à une particularité de nécessite très peu d'énergie et peut survivre jusqu'à 6 mois sans précipitations (Neto *et al.*, 2017).

Le tronc de l'arbre est de couleur gris violacé, il est généralement droit, mais peut se ramifier, atteindre parfois 3 mètres, Les branches poussent de manière désorganisée et la canopée est en forme de parasol (Figure 1) (Foidl *et al.*, 2001).



Figure 1 ; Arbre, tronc (Roloff *et al.*, 2009).

1.5.1. Racines, tiges

Le système racinaire de *Moringa oleifera* est de structure tubulaire, il est formé d'un pivot central qui peut s'enfoncer dans le sol jusqu'à une profondeur de 1,30 m lui offrant ainsi une grande résistance à la sécheresse. Des racines secondaires se ramifient ensuite à partir du pivot central formant ensuite une chevelure dense (Rosa, 1993).

La tige à une écorce de couleur brun-pâle et lisse, parfois tachetée de marron son bois tendre et mou ne lui permet pas de résister aux vents agressifs (Rosa, 1993).

1.5.2. Feuilles

Les feuilles de *Moringa oleifera* sont disposées de manière alternée, elles sont tripennées à la base c'est à dire que et bipennées au sommet (Panchal *et al.*, 2011), se développent principalement dans la partie terminale des branches, 3 à 6 cm long avec 2 à 6 paires de pinnules.

Chacun des pinnules a 3 à 5 feuillettes elliptiques qui sont de 1 à 2 cm de long et de 0.3 à 0.6 cm de large. Le feuillet terminal est ovale et souvent légèrement plus grand (Figure 2) (Olson, 2010).



Figure 2 : Feuilles de *Moringa oleifera* (Harimalala et Razanamparay, 2015).

1.5.3. Fleurs

Après 8 à 12 mois, l'arbre commence à produire des fleurs de façon régulière tout au long de l'année. Ses fleurs mesurent environ 2,5 cm de large se développent en grappes suspendues de 10 à 25 cm de long. Elles sont parfumées, de couleur blanche ou crèmeuse, avec des points jaunes à la base, chaque fleur se compose de 5 sépales symétriques et en forme de lance, 5 pétales inégaux, sont minces et spatulés, symétriques à l'exception du pétale inférieur, et entourent, 5 étamines et 5 staminodes (Figure 3) (Hêdji *et al.*, 2014 ; Agroconsult, 2016).



Figure 3 : Fleurs de *Moringa oleifera* (Roloff *et al.*, 2009).

1.5.4. Fruits et grains

Les fruits et les graines de *Moringa oleifera* se présentent sous la forme de gousses à trois lobes, au départ elles sont de couleur vert clair, mince et tendre, mesurant de 20 à 60 cm de long et de 2 cm de diamètre. A maturité, Elles deviennent finalement marron et fermes, renfermant de nombreuses graines (Muhl *et al.*, 2011), Lorsque les fruits sont secs, ils s'ouvrent en trois parties, en libérant 12 à 35 graines de forme ronde, à triangulaires, elles mesurant environ 10 à 12 mm de diamètres, ces graines possèdent une coque semi-perméable et brunâtre, avec trois ailes blanches s'étendent de la base au sommet, espacées à 120 degrés les unes des autres (Figure 4) (Foidl *et al.*, 2001 ; Olson, 2001).



Figure 4 : Gousse mures et graines de *Moringa oleifera*

1.6. Ecologie de *Moringa oleifera*

Moringa oleifera possède une grande capacité d'adaptation à des milieux très diversifiés, Cependant, Certaines conditions du milieu favorisent son épanouissement (Saint sauveur et Broin, 2010).

1.7. Composition chimique et valeurs nutritionnelles des feuilles de *Moringa Oleifera*

Plusieurs études ont démontré les remarquables qualités nutritionnelles exceptionnelles des feuilles de *M. oleifera* qui sont utilisées dans l'alimentation en raison de leur richesse en protéines, vitamines (A, B, C, E), certains minéraux (en particulier le fer), ainsi que des acides aminés et des acides gras essentiels (Nouman *et al.*, 2012 ; Osman *et al.*, 2012).

Les minéraux occupent une part importante de la matière sèche des feuilles de moringa oleifera avec des teneurs de 0,6 à 11,42 de matière sèche. Quant à la matière grasse contenue dans les feuilles de *M. oleifera*, elle varie de 2,3 à 10% de matière sèche (Bello, 2010).

Les feuilles de *Moringa oleifera* sont une excellente source de protéines dont les teneurs moyennes varient entre 19-35 % de matière sèche (Bello, 2010).

Elles contiennent aussi des alcaloïdes, flavonoïdes et des composés phénoliques entre 0,67% et 3,4 % des phénols totaux et de 0,5% à 1,4% en tanins, les tanins condensés sont absents ou sous forme de traces.

Les teneurs en saponines varient entre 5 et 6,4 %, ce qui affirme le potentiel antioxydant de cette plante (Makkar et Becker, 1996 ; Richter *et al.*, 2003).

1.8. Utilisation de *Moringa oleifera*

Moringa oleifera est considérée comme un arbre polyvalent ; il a de nombreuses applications agricoles, médicinales, et surtout industrielles y compris l'alimentation animale et la fabrication des compléments alimentaires (Denton *et al.*, 2004).

Toutes les parties sont utilisées à des fins comestibles et autres :

Les feuilles sont une excellente source de légumes verts. Elles représentent la partie la plus nutritive de la plante très bénéfique aux mères qui allaitent, aux femmes enceintes et aux jeunes enfants car elles contiennent des quantités appréciables de minéraux, de vitamine A, de vitamine B et de vitamine C, notant bien que la poudre de ces feuilles aide à rétablir la malnutrition des nourrissons.

Elles sont considérées comme une source riche de zéatine une hormone végétale importante appartenant aux cytokinines qui stimule la croissance naturelle des plantes. En outre, l'extrait des feuilles présente une activité biopesticide considérable et s'est révélé efficace contre les larves de *Trogoderma granarium*, entraînant une réduction significative des infections fongiques (Ashfaq *et al.*, 2012).

Les fleurs sont utilisées pour faire du thé ou ajoutées dans des sauces pour faire des pâtes (Yu *et al.*, 2005). Elles sont utilisées pour produire une aphrodisiaque utile substance pour le traitement de la rate élargie, les tumeurs, de l'hystérie, les maladies musculaires et les inflammations grave (Yabesh *et al.*, 2014).

Les racines sont légèrement toxiques par nature mais elles sont utilisées quand même comme alternative au raifort (Yu *et al.*, 2005).

Elles agissent comme des composants anti paralytiques et anthelminthiques potentiels ce qu'il les permet de traiter de nombreuses maladies (Anwar *et al.*, 2007).

Les gousses se divisent en deux types ; les jeunes gousses et les gousses âgées. Les jeunes gousses sont utilisées à des fins comestibles et ont un goût d'asperge, tandis que les gousses plus âgées sont ajoutées dans les currys (épice) et les sauces pour renforcer l'amertume (Yu *et al.*, 2005).

Les graines il y en a les gousses immatures qui sont cuites de différentes manières et les graines matures qui sont rôties et consommées comme des cacahuètes (Yu *et al.*, 2005). La poudre des graines de *Moringa* est utilisée dans la purification de l'eau par le remplacement des produits chimiques dangereux et explosifs comme le sulfate d'aluminium (Popoola *et Obembe*, 2013).

Les graines constituent près de 30 % à 40 % de "l'huile de ben" comestible qui peut être utilisée pour l'assaisonnement des salades et la cuisson à la place de l'huile d'olive, car elle est très résistante au rancissement et fournit des quantités importantes de tocophérol, de stérols et d'acide oléique (Yu *et al.*, 2005).

L'huile de *Moringa oleifera* est utilisée

Dans la fabrication des parfums et de fragrances, de lubrifiants, et la préparation des peintures (Denton *et al.*, 2004).

L'écorce est utilisée pour traiter des graves maux d'estomac, des ulcérations, des douleurs d'estomac, de l'hypertension, de l'anémie, du diabète et des douleurs articulaires et une mauvaise vue (Abe and Ohtani, 2013). Elle traite ainsi les troubles utérins, les hémorroïdes et les maux de dents (Yabesh *et al.*, 2014).

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both with rounded ends and small circular details at the corners.

Chapitre 2

Les huiles essentielles

2.1. Définition

Les huiles essentielles également appelées essences végétales sont des substances huileuses volatils odorantes transparentes ou légèrement colorées. Elles sont obtenues à partir du matériel végétal par distillation à la vapeur d'eau, par pressage, par incision ou par enfleurage (Budavari, 1993).

Ce type de composés végétales est répandu dans tout le règne végétal et n'est présent que chez les plantes supérieures, on peut en trouver en quantité considérable chez environ 2000 espèces appartenant à 60 familles botaniques différentes (Richter, 1993).

Les essences et les huiles grasses sont différenciées par leurs propriétés physiques et leurs compositions. Les essences sont volatiles à la chaleur et leurs taches sur le papier sont temporaires, contrairement aux huiles grasses. Les essences sont caractérisées par leurs propriétés organoleptiques notamment leur odeur, leur couleur et leur goût. Elles sont généralement liquides à températures ambiante et leur densité est souvent inférieure à celle de l'eau. Elles sont généralement jaune pâles, sauf dans quelques exceptions comme les huiles essentielles de cannelle (orange), d'absinthe (vert) ou de camomille (bleu) (Salle, 1991).

2.2. Historique

Les huiles essentielles ont une longue histoire remontant à environ 3000 avant J-C, comme en témoignent les premières preuves de leurs fabrications et de leur utilisation (Baser et Buchbauer, 2010).

Ces plantes aromatiques ont été utilisées à diverses fins pendant des millénaires et ont toujours été hautement appréciées par les thérapeutes du monde entier (Kabera nzemami ,2004).

Initialement, les gens utilisent des plantes entières sous forme de cataplasmes d'infusions, de macérations ou de décoction pour apporter du soulagement et du bien-être puis ils ont cherché à extraire le principe aromatique des plantes (Lardy et haberkorn ,2007). On dit que l'Inde, la chine et l'Egypte ont été à l'origine de ces recherches (Lucchesi, 2005). Par la suite, l'accent a été mis sur la commercialisation et la vente des épices et des aromates, contribuant ainsi à l'essor des huiles essentielles et à leur réputation positive (Lucchesi, 2005).

Au fil du temps, les huiles essentielles ont bénéficié des avancées scientifiques dans des techniques d'extraction et dans l'analyses de leurs compositions chimiques. En parallèle, leur utilisation a également bénéficié du développement de l'aromathérapie (Bouguerra, 2012).

2.3. Localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont présentes dans différents organes des plantes tels que les fleurs, les écorces, les bois, les racines, les rhizomes et les fruits. Les organes d'une même espèce végétale puissent contenir des huiles essentielles, leur composition peut varier en fonction de la localisation spécifique (Bruneton, 1999).

Les huiles essentielles sont stockées et synthétisées dans des cavités, des alvéoles, des poches ou des canaux sécréteurs parfois, ces sites de stockage se trouvent à la surface des organes végétaux (Garnero, 1999).

2.4. Propriétés physiques ou chimiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont caractérisées par leur volatilité leur odeur et leur inflammabilité. En général leur densité est inférieure à 1, mais il existe trois huiles essentielles officinales, à savoir la cannelle et le girofle et le saffran qui ont une densité supérieure à celle de l'eau. A température ambiante, les huiles essentielles sont généralement incolores ou légèrement jaune sous forme liquide. Elles sont solubles dans les alcools, et la plupart des solvants organiques

Les point d'ébullition des composés tels que la caryophylline, le géraniol, le citral et le pinène, varie entre 156 °C et 260°C. Ces valeurs ont été rapportées par Valent en 1984. Ces composés présentent un indice de fraction élevé et la plupart ont la capacité de dévier la lumière polarisée, ce qui les rend optiquement actifs (Bruneton, 1999 ; Rhayour, 2002).

Bien qu'ils puissent avoir une sensation grasse ou huileuse au toucher, ils ne sont pas des corps gras. En raison de leur volatilité, ils peuvent s'évaporer complètement sans laisser de traces, contrairement aux huiles fixes tel que l'huile d'olive et l'huile de tournesol qui ne sont pas volatiles et laissent des traces grasses persistantes sur le papier (Bernadet, 2000).

2.5. Toxicité des huiles essentielles

Il est difficile d'établir la toxicité des huiles essentielles. En effet bien que les effets biologiques et /ou pharmacologiques d'un monoterpène ou d'un sesquiterpène pur puissent être étudiés et décrits, il est difficile, voire impossible de parler sur la pharmacologie, pharmacocinétique ou métabolisme pour les huiles essentielles, qui est un mélange complexe de nombreux composés (Bruneton, 1993).

L'action d'huiles essentielles est souvent assimilée à celle de l'un de ce composant principal ou de quelques-unes de ses composants, ainsi qu'à certains métabolites produits par la biotransformation de ces composés.

2.6. Les Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont constituées de deux groupes distincts de composés odorants. Ces groupes sont les terpènes, mono et sesquiterpènes, qui sont prédominants dans la plupart des essences (Zaibet, 2016).

2.6.1. Les composés terpéniques des huiles essentielles

Sont des hydrocarbures naturels, de structure cylindre ou de chaîne ouverte. Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'unité isoprénique de 5 atomes de carbone (C_5H_8). Ils sont subdivisés selon le nombre d'unités isoprène en ; monoterpènes, sesquiterpènes, diterpènes, tetraterpènes et les polyterpènes (Hernandez Ochoa., 2005).

2.6.1.1. Les monoterpènes

Les monoterpènes sont composés de deux unités isoprènes (C_5H_8). Ils sont volatils et se vaporisent facilement avec de la vapeur d'eau. Ils ont souvent une odeur agréable et constituent la majorité des composés de l'huile essentielle parfois jusqu'à 90. Ils peuvent être acycliques (comme le Mycène et l'ocymène), monocycliques (comme le terpène) ou bicycliques (comme le pinène et le sabinène). Les terpènes sont associés à plusieurs produits naturels ayant des fonctions chimiques spéciales, tels que les alcools (comme le géraniol et le menthol), les aldéhydes (comme le géraniol et le citronellal), les cétones comme la carvone et la menthone) et les esters comme l'acétate de géranyl et l'acétate de linalyle) (Zaibet, 2016).

2.6.1.2. Sesquiterpènes

Les sesquiterpènes constituent la classe la plus diversifiée des terpènes, comprenant plus de 3000 molécules différentes.

Parmi celle-ci, on trouve le β -caryophylline, le β -bisabolène, l' α -humulène, l' α -bisabolol et le farnésol (Bruneton, 1999).

2.6.2. Composés aromatiques

Contrairement aux composés terpéniques ; les composés aromatiques sont moins fréquents dans les huiles essentielles. Ces composés aromatiques constituent un ensemble car ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des huiles essentielles. L'eugénol qui est responsable de l'odeur du clou de girofle (Kunle et Okogum 2003).

2.6.3. Composés d'origine diverse

Les huiles essentielles contiennent également des composés provenant de différentes sources, mais en quantités réduites. Il s'agit de produits issus de la dégradation d'acides gras et des terpènes. On peut également rencontrer des composés azotés et soufrés dans des huiles essentielles, bien que cela soit très rare (Bruneton 1999 ; Svoboda et Hampton, 1999).

Les huiles essentielles d'une même espèce peuvent avoir une composition chimique différente, ce qui est appelé chimotypes ou race chimique. Il s'agit d'une variation chimique au sein d'une espèce, indépendante de son caryotype (Gamerio 1985).

2.7. Paramètres influençant la composition quantitative et qualitative des huiles essentielles

Les huiles essentielles présentent une grande variabilité en termes de composition et de rendements, en raison de facteurs intrinsèques et extrinsèques

2.7.1. Les facteurs intrinsèques ; sont liés aux bagages génétiques de la plante et comprennent des aspects tels que l'identification précise du matériel végétal d'origines afin d'éviter toute confusion (Bouguerra, 2012). Au sein de la même espèce la composition chimique des huiles essentielles peut varier d'un organe à un autre (Figueredo, 2007).

Les facteurs intrinsèques tels que les mutations génétiques, les polymorphismes chimiques (chimiotypes ou de formes physiologiques) sont les principaux facteurs qui influencent la composition et le rendement des huiles essentielles (Bouguerra, 2012).

2.7.2. Facteurs extrinsèques, tels que l'environnement et les pratiques culturales, la température, l'humidité relative et la durée d'insolation et le régime des vents ont une influence directe sur les structures histologiques superficielles des plantes et leur capacité de stockage (Bruneton, 1999). L'altitude joue également un rôle dans la culture des plantes aromatiques avec

une plage idéale généralement situées entre 800 et 1300 mètres. La qualité des huiles essentielles est également influencée par les conditions météorologiques au moment de la récolte, l'heure de la récolte, et le stade de développement de la plante (Laouar, 2001).

Les conditions opératoires lors d'hydrodistillation tels que le broyage, la dilacération, la dégradation chimique ou enzymatique, la pression et l'agitation, contribuent à la variation du rendement et de la qualité des huiles essentielles (Hameurlaine, 2009). Le stockage des matières premières avant la distillation peut également influencer la composition et le rendement des huiles essentielles, de même le temps de stockage des huiles essentielles après leurs extractions a tendance à modifier leur composition. Elles sont généralement conservées pendant 12 à 18 mois après l'obtention, car leurs propriétés ont tendance à diminuer avec le temps (Besombres, 2008).

2.8. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

Il existe plusieurs méthodes d'extraction des huiles essentielles, classées en deux groupes ; les méthodes conventionnelles et les méthodes avancées.

La Distillation est l'une des techniques d'extraction les plus couramment utilisées. Elle repose sur les principes de la séparation des composés volatils des plantes par la vapeur d'eau. Les plantes sont placées dans un appareil de distillation où la vapeur d'eau emporte les composés aromatiques. Ensuite la vapeur est refroidie et condensée, ce qui permet de récupérer l'huile

Essentielle qui se sépare de l'eau.

L'hydrodistillation est la méthode la plus ancienne et la plus simple. Elle a été découverte entre les années 980 et 1037 et utilise un système d'alambic. Cette méthode consiste à immerger le matériel végétal dans l'eau portée à ébullition. La vapeur d'eau qui en résulte emporte les gouttelettes d'huiles essentielles. Grâce à un système de refroidissement, l'eau aromatisée et les huiles essentielles sont séparées par simple décantation.

L'hydrodistillation par systèmes de clevenger est une optimisation de cette méthode. En effet, ce système permet de recycler de l'eau automatiquement, évitant ainsi le compactage et l'agglutination du matériel végétal lors de l'extraction.

D'autres méthodes peuvent être utilisées notamment en combinant une extraction plus traditionnelle comme l'hydrodistillation ou l'entraînement par vapeur d'eau avec l'action des ultrasons. Cette combinaison favorise la libération des gouttelettes d'huiles essentielles grâce à l'agitation mécanique réduisant ainsi l'impact thermique et le temps d'extraction.

Offrants plusieurs possibles telles que la distillation par micro-ondes à air comprimées, Malgré les nombreux avantages de ces nouvelles méthodes d'extraction, leur cout élevé et les exigences en matière de maintenance des équipements constitue un obstacle important pour leur utilisation généralisées (Asbahani *et al.*,2015 ; Cook et lanaras, 2016).

L'extraction des est une autre méthode largement utilisées en particulier dans les plantes dont les composés aromatiques ne peuvent pas être obtenus par distillation

Il existe plusieurs techniques d'extraction, tels que l'extraction par solvants, l'extraction par pression à froid et l'extraction par enfleurage (Figure 5)

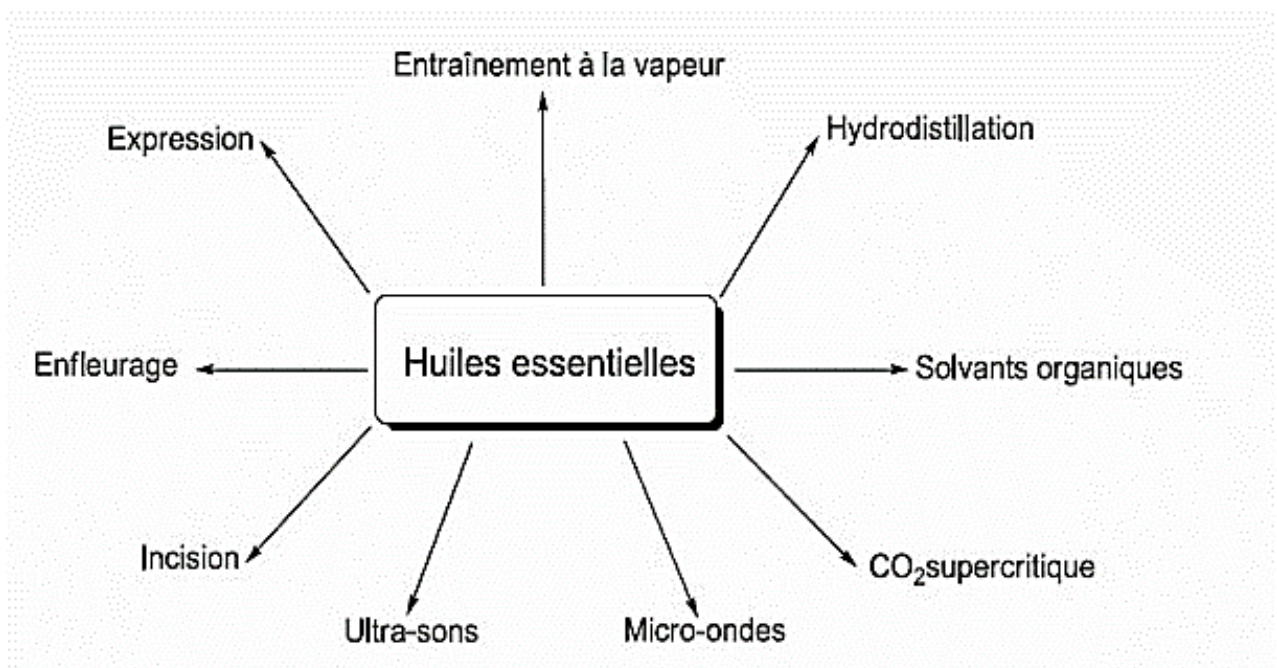


Figure 5: Modes d'extraction des huiles essentielles (Ouis, 2015).

2.9. Les propriétés biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont réputées pour leurs propriétés antiseptiques et antimicrobiennes. De nombreuses huiles essentielles présentent également des propriétés antitoxiques antivénéneuses, antivirales anti oxydantes et antiparasitaires. Des propriétés anticancéreuses ont également été reconnues chez certaines huiles essentielles (Valent, 2005).

L'activité biologiques des huiles essentielles est à mètres en relation avec sa composition chimique et les possibles effets synergiques entre ses composants (Lahlou, 2004).

2.9.1. Activités antibactériennes des huiles essentielles

Les phénols sont les molécules aromatiques ayant le plus fort coefficient antibactérien, suivis des aldéhydes et des cétones dans certain cas, leur efficacité est supérieure à celle des antibiotiques classiques (Girard, 2010). Au fil des années, de nombreuses études ont été menées pour évaluer le pouvoir antiseptique des huiles essentielles. En 1881, Kocha teste l'action bactéricide de l'essence de terebenthine sur les spores du charbon ensuite, Chamberland (1887) a étudié l'activité des essences d'origan de cannelle et de clou de girofle sur *Bacillus anthracis*. En 1919, Bonnaure a étudié le pouvoir antiseptique des lavandes et en 1935, Bose a mis en évidence les liens entre la formule chimique et le pouvoir antiseptique (Belaiche, 1979).

2.9.2. Activité antifongique

Dans les domaines de la protection des plantes et de l'agroalimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs peuvent être également utilisés comme agents de protection contre les champignons phytopathogène et les microorganismes qui envahissent les denrées alimentaires (Lis -Balchin, 2002).

Les huiles essentielles les plus utilisés pour ces propriétés antifongiques sont principalement issue de la famille des labiées, telles que le thym, l'origan, la lavande, le romarin, la sauge, etc (Laib, 2010).

2.9.3 Activité antivirale

Les huiles essentielles contenant des phénols et des monoterpènes présentent une efficacité notable envers les virus, plusieurs huiles essentielles aux nombres des dizaines possèdent des propriétés antivirales (Girard, 2010 ; Mayer ,2012).

2.9.4. Activité Antiparasitaires

Les groupes des phénols présentent une action puissante contre les parasites, tandis que les cétones et les lactones démontrent une certaine toxicité (Girard, 2010).

2.9.5. Activité antioxydantes

En ce qui concerne l'activité antioxydante, certaines études récentes ont indiqués que certaines huiles essentielles plus efficaces que certains antioxydants synthétiques. Les effets antioxydants des huiles essentielles et des extraits de plantes sont contribuant à la présence de groupes hydroxyles dans leurs structures chimiques (Hussain, 2009).



Deuxième partie
Etude Expérimentale

A decorative horizontal scroll border with a black outline and rounded ends, containing the text.

Matériel et méthodes

1. Objectif d`étude

Le but de cette étude est l`extraction des huiles essentielles des feuilles sèches de *Moringa oleifera* et l`évaluation de leur activité antimicrobienne vis-à-vis des souches de *Staphylococcus aureus* et *Aspergillus niger*.

2. Cadre d`étude

L`extraction des huiles essentielles est effectuée au sein de laboratoire de chimie pharmaceutiques de la Faculté des Sciences et les tests de l`activité antimicrobienne sont réalisés au niveau du laboratoire de microbiologie du département biochimie microbiologie, Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l`université de Mouloud Mammeri de Tizi- Ouzou (UMMTO).

3. Matériel utilise

3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal choisi pour la réalisation de cette étude est les feuilles de la plante de *Moringa oleifera*. Les échantillons ont été achetés auprès d`un herboriste situe au centre commercial Amyoude de la wilaya de Tizi -Ouzou.

A. Matériels du laboratoire :

Appareillage et réactif

Le matériel de laboratoire utilise dans notre travail expérimental (solvant, réactif chimique, milieu de culture et appareillages) sont cites au annexes N°2

3.2. Matériel biologique

Le test de l`activité antimicrobienne a été effectué sur une espèce bactériennes *Staphylococcus aureus* MU 50 et une espèce fongique *Aspergillus niger*, provenant du Laboratoire de microbiologie Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

4. Méthodes

4.1. Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation

*Principe

L`hydrodistillation est la méthode la plus couramment employée pour l`extraction des huiles essentielles. Dans son principe, elle consiste à immerger la matière végétale dans un bain d`eau, l`ensemble est ensuite porte à l`ébullition. Sous l`action de la chaleur les molécules

odorantes des plantes sont libérées et entraînées par la vapeur d'eau qui est ensuite condensées, bien que la plupart des constituants à des températures d'ébullition refroidissements par condensation conduit à la séparation du mélange eau- huile essentielles par décantation. Puis les deux phases, les phases aqueuse (hydrolat) et la phase organique surnageants (huile essentielles) sont séparés par leur différences de densité, l'HE est ensuite sèches par du sulfate de sodium puis récupère et conservées à 4°C (Venturini, 2012 ; Herzi, 2013).

*Mode opératoire

Introduire 250g de feuille de *Moringa oleifera* et une quantité suffisante d'eau dans un ballon en verre de 2 L (Figure 6) puis porte le mélange à l'ébullition à l'aide d'un chauffe ballon.



Figure 6 : Feuilles sèches de *Moringa oleifera*

Le distillat est récupéré dans des bouteilles en verre et conservé à l'abri de la lumière. Pour la séparation de la phase aqueuse et la phase organique.

Verser le mélange dans une ampoule à décanter, ajouter quelques millilitres d'éther agiter l'ensemble puis dégazer, agiter plusieurs fois jusqu'à disparition du gaz. Puis fixer l'ampoule sur le statut et laisser le mélange se reposer pendant 20 à 30 minutes jusqu'à la séparation de l'huile essentielle de l'éther. Ensuite l'eau est évacuée et récupérée dans la phase organique **Figure 7**(huiles essentielles).



Figure7: Separation de l'huile essentielles de l'éther

La quantité d'eau restante dans la phase organique est desséchée en faisant passer la solution dans du sulfate de sodium (Na_2SO_4) qui a pour rôle d'absorber l'eau (les gouttes d'eau) on laisse agir quelques minutes avec le mélange à l'abri de la lumière puis on met la solution huile essentielle et l'éther dans des petites ampoules spécifiques fixes sur un évaporateur rotatif. L'opération s'effectue à une vitesse déterminée, cet appareil a pour le but d'évaporer toute la quantité d'éther, à la fin on récupère une huile essentielle pure. En fin, la conservation de l'huile essentielle se fait dans des bouteilles en verre à l'abri de la lumière.

4.2. Activité antimicrobienne

4.2.1. Repiquage et vérification de la pureté des souches bactériennes

Repiquage des souches bactériennes

Dans des boîtes de pétri contenant de la gélose nutritive (GN), un repiquage a été effectuée pour la souche *Staphylococcus aureus* en faisant recours à la méthode des stries séres puis à 37⁰ pendant 24 h.

Vérification de la pureté des souches bactériennes

La pureté des souches *Staphylococcus aureus*, est vérifiée par la coloration de Gram.

Coloration de Gram

La coloration de Gram est une coloration différentielle microbiologique, elle est établie par Hans Christian Gram en 1884. Elle permet de distinguer le type de gram des bactéries, la forme ainsi que leurs modes de regroupements

Principe

La coloration de Gram est une méthode qui permet de classer les bactéries selon la composition de la structure de leurs parois. Les cellules bactériennes réagissent de deux façons différentes ;

Bactéries à Gram négatifs se décolorent rapidement ; leur paroi est pauvre en peptidoglycanes et riches en lipides, elle devient poreuse suite à la dissociation des lipides, ce qui entraîne la décoloration du cytoplasme. Les bactéries à Gram positifs gardent leur coloration violette car la composition de la paroi est en majorité protéiniques (couches épaisses de peptidoglycanes) ce qui empêche l'action de l'alcool.

Mode Opérateur

En suivant la méthode décrites par Delarras (2007), ce test s'effectue ainsi

- 1-Préparation du frottis ; déposer sur une lame une goutte d'eau sur laquelle on dépose un prélèvement provenant d'une culture jeune. Bien étaler en une couche mince homogène. Par la suite, une fixation s'effectuer par passage de frottis dans la flamme 4 à 5 fois
- 2-Recouvrir le frottis avec le colorant primaire (violet de Gentiane) et laisser agir pendant une minute. Le colorant est rejeté sans rinçage.
- 3-verser le Lugol et laisser agir 1 minute, puis rincer à l'eau distillée.
- 4-Decolorer à l'alcool entre 15 et 30 secondes, rincer à l'eau.
- 5- Recouvrir avec de la fuchsine pendant 1 minute.
- 6- laver à l'eau courante.
- 7-Secher la lame et observer à l'immersion sous microscope optique au grossissement 1000

4.2.2. Evaluation du pouvoir antibactérien

Le test de l'activité antibactérienne d'huile essentielle de la plante de *Moringa oleifera* a été réalisé sur une souche bactérienne (*S. aureus*) provenant de laboratoire pédagogique de microbiologie

Préparation de suspension bactérienne

3 à 5 colonies identiques et isolées, sont prélevées d'une culture jeune de 18 heures puis émulsionnées dans 9 ml d'eau physiologique stérile, bien homogénéiser la suspension bactérienne. Pour la standardisation de la suspension, l'absorbance (DO) est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 620 nm. On admet uniquement une valeur comprise entre 0,08 et 0,1 qui est équivalent d'une charge bactérienne de 10^7 UFC/ml.

Méthode de L`antibiogramme

La détermination du pouvoir antibactérien des huiles essentielles des feuilles de *Moringa oleifera* est réalisée sur une gélose Mueller -Hinton (MH). Pour ce test nous avons fait appel à la méthode de diffusion sur milieu solide (Perez et *al.*, 1990 ; Nair et Chanda, 2005).

Les disques de papier wattman sont imprégnés de 20 µl de l'huile essentielle

La gélose (MH) est coulée aseptiquement dans des boîtes de pétri de 90 mm de diamètres à une épaisseur de 4 mm puis laisser refroidir. Un ensemencement bactérien a été effectué par écouvillonnage en faisant tourner trois fois la boîte de pétri d'environ 60 °, afin de maintenir une distribution homogène des souches bactériennes. Les disques de papier wattman sont déposés sur la gélose et imprégnés de 20 µl d'huiles essentielles.

Un disque de gentamicine qui correspond au témoin positif a été également déposé et un témoin négatif, qui consiste à un disque de papier wattman imbibé du DMSO. Les boîtes sont ensuite laissées à température ambiante pendant 15 à 20 minutes afin de permettre la diffusion d'huile essentielle puis incubées à 37 °C pendant 24 h

La lecture des résultats a été effectuée par la mesure des diamètres de la zone d'inhibition qui entoure chaque disque à l'aide d'une règle.

4.2.3. Test de l'activité antifongique

→Préparation de l'inoculum

La souche *Aspergillus niger* isolée au laboratoire de microbiologie a été ensemencée sur milieu Sabouraud et incubée à 25 °C pendant 5 à 7 jours.

Mise en évidence de l'activité antifongique

A l'aide d'une pipette pasteur, des disques d'*Aspergillus niger* issus d'une culture jeune de 5 à 7 jours sont découpés et déposés au centre des boîtes de pétri préalablement coulées par le milieu Sabouraud.

Des disques de papiers wattman sont ensuite déposée et imprégnées de 10 µl d`huile à tester. Un témoin négatif sans extrait a été également réalise par la suite les boites sont incubées à 25°C pendant 5 à 6 jours.

L`évaluation de la croissance mycélienne est effectuées en utilisant la formule suivante:

$$I\% = [D_i - D] / D_i \times 100$$

D ; Diamètres de la croissance mycéliennes sans molécules (extraits)

D_i ; Diamètre des croissances mycéliennes en présences de molécules (extraits)

I% ; La croissance mycélienne

A decorative horizontal border with a scroll-like appearance, featuring a vertical bar on the left and a small circular flourish on the right.

Résultats et discussion

Résultats Et Discussion

1. Résultats de l'activité antimicrobienne

D'après les résultats obtenus, on observe qu'il y a une zone d'inhibition autour de disque imbibé d'huiles essentielles de *Moringa oleifera* absence de croissance bactériennes.

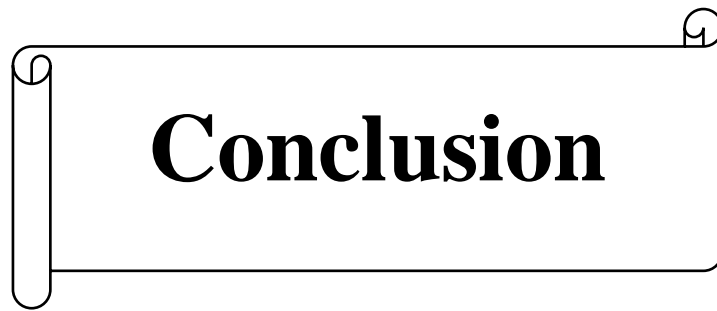
Tableau VI. Résultats du test d'activité antibactérienne

Souche	Diamètre de zone d'inhibition (mm)
<i>Staphylococcus aureus</i>	08
Antibiotiques de gentamicine	26

D'après les résultats du tableau VI on remarque que l'huile essentielle des feuilles de *Moringa oleifera* a donné une zone d'inhibition très faible (08mm) ce qui nous explique que l'huile essentielle de *Moringa oleifera* un effet antibactérien très faible sur la souche de *Staphylococcus aureus*. Par contre des travaux menés par kaidi et al., (2023) ont démontré que l'huile essentielle de *Moringa oleifera* a aucun effet antibactérien sur la souche de *Staphylococcus aureus*. L'antibiotique gentamicine, à exhiber un effet antibactérien très fort, avec une zone d'inhibition de 26 mm.

2. Activité antifongique

L'huile essentielle testée n'a montré aucun effet sur *Aspergillus niger*, tandis que les travaux de kaidi et al., (2023) ont démontré que l'huile essentielle de *Moringa oleifera* a une faible activité antifongique sur l'espèce d'*Aspergillus niger* avec une zone d'inhibition de 10 mm.



Conclusion

Conclusion

L'objectif de notre travail consiste à l'extraction de l'huile essentielles des feuilles sèches de *Moringa oleifera* et d'évaluer son effet antimicrobien.

L'hydrodistillation des feuilles de *Moringa oleifera* nous a permis d'obtenir une huile essentielle liquide avec une couleur jaune pâle et une forte odeur caractéristique.

L'effet antibactérien de l'huile essentielle de *Moringa oleifera* était faible vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* tandis, aucun effet n'a été déceler sur l'espèce *Aspergillus niger*

Les huiles essentielles des feuilles sèches de *Moringa oleifera* pourrait être une source efficace d'agents antimicrobiens naturels polyvalents avec des applications potentielles,

Dans ce contexte il est souhaitable de poursuivre ce travail par :

D'autres essais pour vérifier l'effet antimicrobien sur l'espèce *Staphylococcus aureus* et sur d'autres espèces microbiennes.

Etudier l'effet insecticide sur des insectes ravageurs des cultures céréalières.

Etudier l'effets antivirale, antioxydant et anti-inflammatoire de la plante.

Etudier les huiles essentielles des graines de *Moringa oleifera*.

Références Bibliographiques

- Alhakmani F., Kumar S., Okindra A., et Khan A.** 2013. Estimation of totale phenolic content, in vitro antioxydant and anti-inflammatoire activité of Flower of *Moringa oleifera*. Asian Pacific Journal of tropical biomedicin, 3(8), 623-627.
- Anwar F., Latif S., Ashraf M., Gilani A.** 2007. Moringa oleifera : a Food plant with multiple bio-chemical and médicinal uses. Phytother Res, 21, 17-25.
- Ashfaq M., Basra S.M., Ashfaq, U.** 2012. Moringa : a miracle plant for agro-forestry. Journal of Agriculture and Social Sciences 8.
- Bakkali F., Av erbeck S., Averbek D., Idaomar M.** 2008. Biological effets of essential oils. Food chimalical Toxicology.2, 022-028.
- Bello H.** 2010. Essai d'incorporation de la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans l'alimentation chez les poulets ingrediènes du Sénégal : Effets sur les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et les résultats économique, thèse pour obtenir le grade de docteur. Université de Dakar.14.
- Besombre C.** 2008. Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermomecanique d'herbres aromatiques. Application généralisée. Thèses de doctorats, université de la Rochelle.P289.
- Bouguerrra A.** 2012. Etude des activités biologiques d'huiles essentielles extrait des graines de *Foeniculum vulgare* Mill. En vue de son utilisation comme conservateur alimentaire Université Mentouri, Constantine. P: 68.
- Budavari S., O'neil, M., J. Smith A., Hechelman P.E., Kinneary J.F.** The Merk Index-Twelfth edition, Whitehouse Station: Merk And Co, INC, 1996, 2350.
- Bruneton J.** 1993. Pharmacognosie, photochimie, plante médicinales, 3émé édn. Lavoisier, Technique & documentation, Paris.
- Bruneton J.** 1999. Pharmagonisie, photochimie, plante médicinales 4émé édn. Lavoisier Technique & documentation, Paris.
- Cook C.M., lanaras T.** 2016.Essentiels Oils: Isolation, Production and Uses, in : Encyclopedia of food and Health, Elsevier, pp.552-557. [Http://doig.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00261-0](http://doig.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00261-0).

- Delarras C.**, 2007. Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Tec & Doc. Lavoisier, Paris.
- Foidl N., Makkar H., & Becker K.** 2010. Potentiel de moringa oleifera en agriculture et dans l'industrie. Potentiel de développement des produits de moringa. Dar es-Salaam Tanzanie, du 29 octobre u 2 Novembre 2001.1-20p.
- Girard G.**2010. les propriétés des huiles essentielles dans les soins bucco-Dentaire d'hier et aujourd'hui thèse de Doctorat. Université Kasdi Marbah Ouargla. P61.
- Harrimalala-Andriambelo N, Lafrage C, Saurel R, et Razanamparany L.J.**2015. Analyse du profil de texture (tpa) et caractérisation physicochimique des pâtes de tamarin enrichies en feuille de *Moringa oleifera*. Afrique science 12:66-75.
- Hêdji CC., Gangabazo DK., Houinato MR., & Fiogbe ED.** 2014. Valorisation de Azoula ssp, *Moringa oleifera* son de riz, et de co- produits de volaille de poisson en alimentation animale synthèse bibliographique. Journal of Applied Biosciences 81: 7277-7289.
- Herzi N.**2013Extraction et purification de substances naturelles : comparaison de l'extraction au CO₂-supercritique et des technique conventionnelles, thèse Doctorat, Institut Naturel Polytechnique de Toulouse de France.
- Hussain A., I.** 2009. Characterization and biological activités of essential oils of some species of lamiacée. Doctorante thésis, Pakistan: 275p.
- Imohiosen O., Gurama H., H., & Lamidi T., B.** 2014. Phytochemical and antimicrobien studies on *Moringa oleifera* leaves extracts. Journal of environmental science, Toxicology and Food technology 8(1), 39-45.
- Kamel Kaidi., Ahmed Boula., Abdelkader Meknassi.** 2023. 2023 L'effet antibactérien et antifongique d'huile essentielle des feuilles de *Moringa oleifera*.
- Lahlou M.** 2004. Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. Phytotherapy Research 18: pp.435-448.
- Laïb I.** 2011, Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielles des fleurs sèches de Lavandula officinalis sur les moisissures des légumes secs, Mémoire de Magister, Université Mentouri Constantine.
- Laleye OAF., Ahisson H., Olounlade AP., Azando EVB., & Laleye A.** 2015. Etude bibliographique de trois plantes Antidiabétiques de la flore béninoise: Khaya senegalensis

Dasr A. Juss (Meliaceae), Momordica charantia Linn Cucurbitaceae et *Moringa oleifera* Lam Moringaceae. International Journal of biological and chemical Sciences 9: 2682-2700.

Lis- Balchin M. 2002. Lavender: the genus Lavandula. Taylor and Francis, London 37, 40, 50, 155-200.

Lucchesi M., E. 2005. Extraction sans solvant Assistée par micro-ondes conception et Application à l'extraction des huiles essentielles, thèse de doctorat, Université de la Réunion. P146.

Makkar H., Bakker K. 1996. Nutrition value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves animal feed Science and technology, 63, 211-228.

Muhl QE. 2010. Seed germination, tree growth and flowering responses of *Moringa oleifera* lam. Horseradish tree to temperature.

Neto JX., Pereira ML., Oliveira JT., Rocha -Bezerra LC., Lopes TD., Costa HP., & Monteiro ACO. 2017. Chitin-binding protein purified from *Moringa oleifera* seeds presents anticandidal activity by increasing cell membrane permeability and reactive oxygen species production. Frontiers in Microbiology 8: 980-985.

Olson M. 2001. Stem and root anatomy of *oleifera Moringa* (Moringaceae). Haseltonia 8: 56-96

Ouis N. 2015. étude chimique et biologique des huiles essentielles de

Coriandre, de fenouil et de persil, UNIV, Oran, P07-18-19-20.

Owolabi M., Coker H., Jaya S. 2007. Flavonoid métabolite in urine after oral administration of the aqueous extract of *Persea Americana* to rats. J. Nat. med, 61, 200-204.

Popoola J.O., Obembe, O., O. (2013). Local knowledge, use pattern and geographical distribution of *Moringa oleifera* Lam. Moringacea in Nigeria. Journal of Ethnopharmacology, 150, 682-691.

Rajangam J., Azahakia M., R., S., Thangaraj T., Vijayakumar A. et Muthukrishan N. 2001. Production et utilisation de *Moringa oleifera* en Inde : la situation actuelle, 9p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>.

Rhayour. 2002. Etude du mécanisme d'action bactéricides des huiles essentielles sur *Escherichia Coli*, *Bacillus subtilis* et sur *Mycobacterium phlei* et *Mycobacterium fortuitum*. Thèse de Doctorats. Université sidi Mouhamed Ben Abdellah. Fès, Maroc, 170p.

- Richter G.** 1993. « Métabolisme des végétaux », Physiologie et Biochimie. Presses Polytechniques et universitaires, Romandes, 292.
- Rosa D.** 1993, *Moringa oleifera* est un arbre parfait pour le jardin à la maison. Forest services. Dept. Of Agriculture, U.S.A. Cite-le 12 /11/2023 sur www.winrok.org.
- Saint sauveur A., Broin M.** 2010. Produire et transformer les feuilles de *Moringa oleifera*. Imprimerie Horizon à Gemenos, 69p.
- Salle J., L.** 1991. « Les huiles essentielles ; Synthèse d'aromathérapie et Introduction à la sympathicothérapie », Edition Frison – Roche, Paris, 1991, 21.
- Sikkema J., D., E., bout J., A., M., Poolman, B.** 1995. Mechanisms, of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiological Reviews*.59:201-222.
- Valent M.**2005. Antibacterial Activity of 11 essential oils against *Bacillus cereus* in tyndallized carrot broth International Journal of Microbiology 41:pp.1070-1078.
- Yabesh J., M. Prabhu S., Vijyakumar S.**2014. An ethnobotanical study of medicinal plants used by traditional healers in silent Valley of Kerala, India.Journal of Ethnopharmacology.
- Yu L., Parry J., Zhou K.** 2005.Oils from herbs, spices and fruit seeds Bailey`s Industrial Oil and Fat products.
- Zaibet.** 2016. Composition chimique et activite biologique des huiles essentielles de *Daucus aureus* (Desf) et de *reutera lutea* (Desf) Maire, et leur application comme agents antimicrobiens dans le polyéthylène basse densite PEBD.

Annexes

Annexe I:

I. Matériels et produits chimiques Utilises

I.1 Matériel utilise pour l'analyse microbiologique

➤ Appareillage

- Balance
- Autoclave
- Bain-Marie
- Etuve règle différentes température (37°C).
- Bec bunsen.
- Microscope optique.
- Réfrigérateur à 4°C.

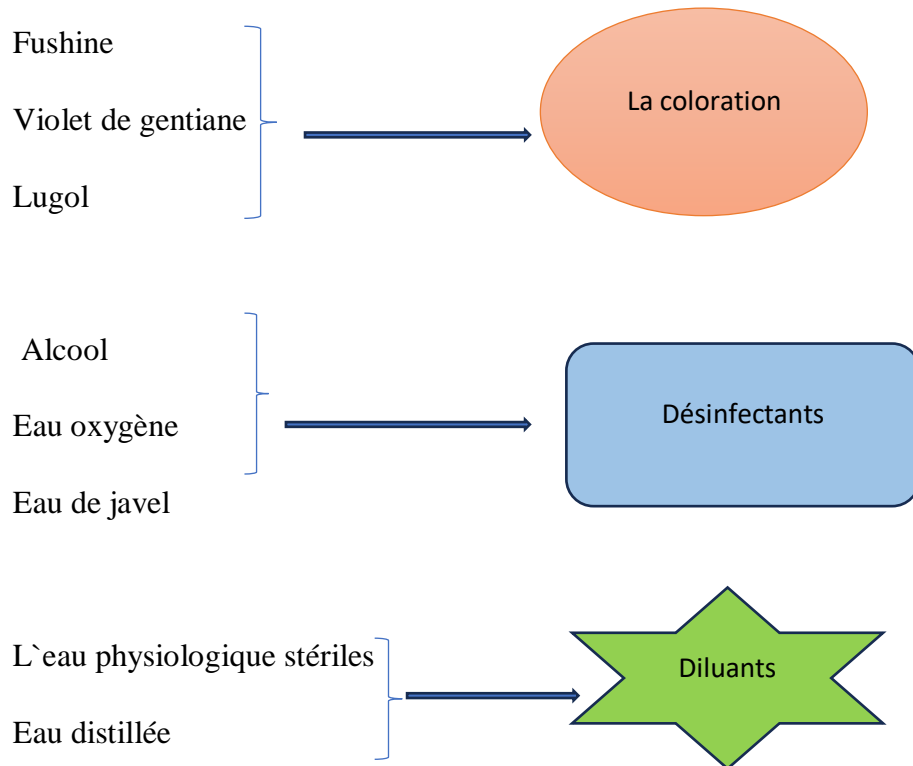
➤ Verreries

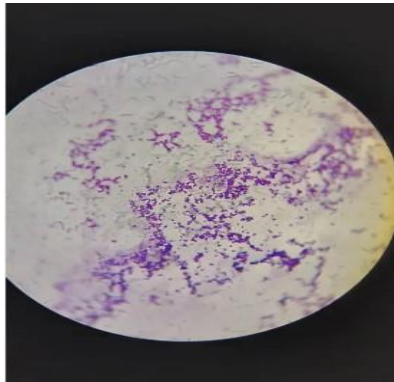
- Lames
- Tube à essai stériles
- Boites de pétri
- Ecouvillon
- Cuves
- Embouts stériles
- Lames et lamelles
- Pipettes graduées et pipettes pasteur Stériles
- Portoirs
- Micropipettes automatiques de 10uL -100uL-1000ul

➤ Milieux de culture

- Gélose nutritive (GN)
- Milieu Sabouraud
- Gélose Mueller Hinton (MH)

I.4. Produits et les réactifs





Staphylococcus aureus sous microscope photonique x100



Repiquage du champignon *Aspergillus niger* dans le milieu Sabouraud



Résultats des effets antibactériennes des huiles essentielle de *Moringa oleifera* et Antibiotique gentamicine. (Antibiogramme).

Résumé

L'homme utilise des plantes médicinales et aromatiques depuis antiquité pour soulager ses douleurs, ses malades et essaie de les soulager en utilisant des plantes qui l'entourent. Il existe de nombreuses substances biologiques actives extraites de plantes médicinales se développant naturellement et une autre source qui est la synthèse de produits chimiques fabriqués dans des laboratoires et les sociétés pharmaceutiques avec le temps et en raison de l'utilisation continue de médicaments industriels, certaines maladies mortelles qui n'étaient pas connues auparavant sont apparues, telles que l'apparition de cancers malins et de nombreuses autres maladies résultant d'effets secondaires négatifs. Nous avons abordé dans ce travail l'étude des plantes médicinales dont les quelles on a choisi La plante de *Moringa oleifera*. L'extraction de ces huiles essentielles a été réalisée par la méthode d'hydrodistillation et l'évaluation de leur activité antibactérienne sur la souche de *Staphylococcus aureus* et une activité antifongique.

Des diamètres des zones d'inhibition de ces huiles essentielles sur *Staphylococcus aureus* ont été déterminés par la méthode de diffusion des disques sur la gélose Mueller-Hinton.

L'HE des feuilles de *Moringa oleifera* avait un faible effet antibactérien avec une zone d'inhibition de 08mm

Par contre si on parle de l'effet antifongique il ya aucun effet sur l'espèce *Aspergillus niger*

Les mots clés: huile essentielle, *Moringa oleifera*, hydrodistillation, activité antibactérienne, activité antifongique.