

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

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA



FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT
DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

DOMAINE : SCINCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE
FILIERE : SCIENCES BIOLOGIQUES
OPTION : BIOCHIMIE APPLIQUEE

N°:

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique**

Par : AMROUNE Cheyma

BAKHTAOUI Ikram

BAKOUR Chahinez

Intitulé

**Etude ethnobotanique de l'espèce
*Moringa oleifera. L***

Soutenu devant le jury composé de :

Dr HARAR Abdencaer	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr BISSET Seghira	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Promotrice
Dr KHERBACHE Abdallah	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur

Année universitaire : 2024 /2025

Remerciements

Au début nos remerciements vont en particulier à ALLAH, le tout puissant, qui nous a donné la force et le courage pour poursuivre nos études.

*On tient à exprimé toute notre reconnaissance et notre gratitude à notre encadreur de recherche **Dr. BISSET Seghira** d'avoir accepté de diriger ce travail, sans ses orientations et ses précieux conseils, ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury **Dr. HARAR Abdenacer** et **Dr. KHERBACHE Abdallah**, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions*

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions jusqu'à l'obtention du diplôme de master.

Enfin, il est particulièrement agréable d'exprimer notre gratitude et nos 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 : À mes chers parents Mon cher Papa Djamel

, 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 Nacira ,

A mes chères frères Abdou , soufiane ,hicham , yassine et mes chers soeures fatima , imen pour votre tendresse et vos conseils toujours bienveillants, qui m'ont permis de garder la tête haute dans les moments difficiles. Vous avez toujours été là pour me rappeler mes forces et mes rêves, et chaque mot d'encouragement a résonné dans mon cœur comme un véritable soutien.

A mes collègues de travail «ikram » et «chahinez » Et leurs familles

À l'inconnu qui m'a inspiré par un simple sourire ou un mot de soutien. Vous ne savez pas l'impact que vous avez eu sur mon parcours.

Cheyma

Dédicaces

À ma chère mère "qui a combattu le cancer"

et à mon cher père "qui a souffert pour moi " Vous êtes ma force, mon refuge et ma plus grande source d'inspiration. Votre amour inconditionnel, vos sacrifices et votre soutien constant m'ont guidée à chaque étape de mon parcours. Sans vous, rien de tout cela n'aurait été possible. Que Dieu prolonge vos jours et vous garde pour moi."

À mes frères Mohamed, Abdelkader et Fouaz et mes sœurs Rima, Ikhlass et Zohra Vous êtes ma joie et ma motivation. Votre présence dans ma vie est une bénédiction, et je vous suis reconnaissante pour tous les moments partagés, les rires et le soutien inébranlable.

"À vous, les précieux trésors de notre famille, que votre innocence et votre joie illuminent toujours nos cœurs." Leyla, Mohamed, Iline, Nourhane, Ranim, Chahd, Miral et Sidra "Vous êtes ceux qui avez illuminé ma vie et l'avez colorée de vos rires."

"À toute ma famille, mes proches et tous ceux qui m'ont soutenue dans mes moments difficiles, que Dieu vous préserve pour moi et qu'Il perpétue notre union et nos joies."

À mon grand-père, qui nous a quittés, Ton souvenir reste gravé à jamais dans mon cœur. Tu as laissé une empreinte indélébile dans ma vie, et je dédie cet accomplissement à ta mémoire, en espérant te rendre fier.

Avec tout mon amour et ma gratitude.

Ikram

Dédicaces

Je dédie ce travail

A mon père, Allah Yarhmou , et à ma mère, qui m'a soutenu et encouragé durant ces années scolaires.

J'espère qu'ils trouveront ici un témoignage de ma profonde gratitude.

À mes frères, à ma meilleure amie Assia et à tous ceux qui ont partagé tous les moments émotionnels lors de la réalisation de cette œuvre. Ils m'ont soutenu et encouragé chaleureusement tout au long de mon parcours.

À ma famille, à mes proches et à tous ceux qui me donnent de l'amour et de la vitalité.

A tous ceux qui m'ont toujours encouragé, je leur souhaite encore plus de succès.

Chahinez

علم النبات العرقي هو دراسة العلاقات بين البشر والنباتات، وخاصة كيفية استخدام الثقافات المختلفة للنباتات وإدراكها وإدارتها في بيئتها. يستكشف هذا المجال الاستخدامات الطبية والغذائية للنباتات، مع تسليط الضوء على المعرفة التقليدية التي تنتقل من جيل إلى جيل. تساهم النباتات الطبية في معالجة العديد من الاضطرابات الفيزيولوجية. وقد شكلت النباتات أساساً للطب التقليدي، وأسهمت في تطوير الأدوية. وقد ركز العمل البحثي على نبات المورينجا أوليفيرا، وهو نبات طبي ذو فضائل متعددة، والذي يجمع بين تطبيقات علم النبات العرقي والعلاجي والبيولوجي. تم أيضاً ذكر الوصف التفصيلي للتركيب الفيزيولوجي والكيميائي لنبات المورينجا وهو غني نظراً لقيمتها الغذائية العالية. وقد تمت دراسة الاستخدامات التقليدية والحديثة، مع ملاحظة التطبيقات الطبية الأساسية لعدد من الأنشطة البيولوجية: مضادات الأكسدة، وأمراض القلب والأوعية الدموية، ومضادات السكري، ومضادات الميكروبات، ومضادات السرطان، ومضادات الالتهابات وخافضة لضغط الدم.

الكلمات المفتاحية: المورينجا، أوليفيرا، النباتات الطبية، الإثنوبوتانيك، الخصائص البيولوجية، مضادات الأكسدة، مضادات الالتهاب، الطب البديل، العلاج بالنباتات

Résumé

L'ethnobotanique est l'étude des relations entre l'homme et les plantes, en particulier la manière dont les différentes cultures utilisent, perçoivent et gèrent les plantes dans leur environnement. Ce domaine explore les utilisations médicinales et nutritionnelles des plantes, en mettant en évidence les connaissances traditionnelles transmises de génération en génération. Les plantes médicinales contribuent au traitement de nombreux troubles physiologiques. Les plantes sont à la base de la médecine traditionnelle et ont contribué au développement des médicaments. Le travail de recherche a porté sur *Moringa oleifera*, une plante médicinale aux vertus multiples, qui combine les applications de l'ethnobotanique, de la botanique thérapeutique et de la botanique biologique. La description détaillée de la composition physiologique et chimique du *Moringa oleifera*, qui est riche en raison de sa haute valeur nutritionnelle, a également été décrite. Les utilisations traditionnelles et modernes ont été étudiées, en notant les applications médicinales de base d'un certain nombre d'activités biologiques : Antioxydant, cardiovasculaire, antidiabétique, antimicrobien, anticancéreux, anti-inflammatoire et antihypertenseur.

Mots clés : *Moringa oleifera*, Plantes médicinales, Ethnobotanique, Propriétés biologiques, Antioxydants, Anti-inflammatoires, Phytothérapie

Abstract

Ethnobotany is the study of the relationship between humans and plants, particularly how different cultures use, perceive, and manage plants in their environment. This field explores the medicinal and nutritional uses of plants, highlighting traditional knowledge passed down from generation to generation. Medicinal plants contribute to the treatment of many physiological disorders. Plants have formed the basis of traditional medicine and have contributed to the development of modern pharmaceuticals. This research focused on *Moringa oleifera*, a medicinal plant with multiple virtues that combines ethnobotanical, therapeutic, and biological applications. The detailed description of the physiological and chemical composition of *Moringa oleifera*, which is rich due to its high nutritional value, has also been described. Traditional and modern uses have been studied, noting the basic medicinal applications of a number of biological activities: Antioxidant, cardiovascular, antidiabetic, antidiabetic, antimicrobial, anticancer, anti-inflammatory and antihypertensive.

Keywords: Moringa oleifera, Medicinal plants, Ethnobotanical, Proprietary biological agents, Antioxidants, Anti-inflammatory, Phototherapy

Sommaire

Remerciements	i
Dédicaces	ii
ملخص	v
Résumé	vi
Abstract	viii
Sommaire	ix
Liste des abréviations	xi
Liste des figures	xii
Liste des tableaux	xiii
Introduction	1
Chapitre I : Ethnobotanique	2
I.1. Définition	2
I.2. Historique	2
I.3. Objectifs	2
I.4. Importance de l'ethnobotanique	3
I.5. Méthodologie de recherche ethnobotanique	4
I.6. Enquête ethnobotanique	5
I.7. Etudes ethnobotanique en Algérie	5
Chapitre II : Plantes médicinales et phytothérapie	7
II.1. Définition de plante médicinale	7
II.2. Principes actifs des plantes et leur extraction	7
II.3. Usage traditionnel des plantes médicinales	8
II.4. Applications modernes et intégration dans les systèmes de santé	9
II.5. Médecine traditionnelle	10
II.6. Phytothérapie	10
II.7. Histoire et évolution de la phytothérapie	10

II.8. Différents types de la phytothérapie.....	11
II.9. Phytothérapie en Algérie	12
II.10. Avantages de la phytothérapie	14
II.11. Inconvénients de la phytothérapie.....	14
Chapitre III : Étude ethnobotanique de <i>Moringa Oleifera</i>.....	16
III.1. Généralités	16
III.2. Classification botanique et taxonomie	16
III.3. Morphologie et description botanique	17
III.4. Répartition géographique et habitat	19
III.5. Cycle de vie de <i>Moringa oleifera</i>	20
III.6. Mode de reproduction de <i>Moringa oleifera</i>	20
III.7. Importance socio-économique du moringa.....	21
III.8. Commercialisation du <i>moringa</i>	21
III.9. Usages traditionnels dans les communautés locales	22
III.10. Composition chimique et valeurs nutritionnelles	23
III.11. Domaines d'utilisation des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	23
III.12. Principes actifs de la plante.....	24
III.13. Activités biologiques	24
III.13.1. Activité antioxydante	25
III.13.2. Activité cardiovasculaire	26
III.13.3. Activité antidiabétique	27
III.13.4. Activité antimicrobienne.....	28
III.13.5. Activité anticancéreuse	28
III.13.6. Activité Anti-inflammatoire.....	29
III.13.7. Autres Activités	29
Conclusion.....	33
Références Bibliographiques.....	34

Liste des abréviations

C ° : Celsius

Ca : calcium

COX-2 : cyclooxygénases

CRP : protéine C-réactive

G6Pase : glucose-6-phosphatase

M. oleifera : *Moringa Oleifera*

MPO : l'hémoprotéine myéloperoxydase

PEM : malnutrition protéino-énergétique

PEPCK : Phosphoénolpyruvate carboxykinase

ROS : espèces réactives de l'oxygène

Liste des figures

Figure 1: La richesse aréale des secteurs phytogéographiques de l'Algérie.	13
Figure 2: Différentes parties du <i>Moringa oleifera</i>	18
Figure 3 : Les bienfaits des feuilles de <i>Moringa oleifera</i> sur la santé grâce à leurs propriétés intrinsèques	25

Liste des tableaux

Tableau 1: Richesse aréale et surface des secteurs phytogéographiques de l'Algérie .	14
Tableau 2: Classification de <i>Moringa oleifera</i>	17
Tableau 3: Espèces de moringa et origine	19

Introduction

Introduction

Les plantes se distinguent par leur apparence, leur vogue et leur énigme. L'homme a cherché des moyens de satisfaire sa faim, en découvrant des aliments et des remèdes bénéfiques à partir des plantes. Les preuves de l'utilisation de plantes médicinales par les anciens hommes dans les civilisations anciennes sont documentées.

L'ethnobotanique est une discipline d'interprétation et de connexion qui étudie, exploite, relie et analyse les interactions entre les sociétés humaines et les plantes afin de comprendre et d'élucider l'émergence et l'évolution des civilisations, depuis leurs origines végétales jusqu'à l'usage et la transformation des végétaux au sein des sociétés primitives ou avancées (Roland, 1961).

La phytothérapie, dérivée des mots grecs « phuton » signifiant « plante » et « therapeia » signifiant « traitement », est une spécialité allopathique utilisée pour prévenir et traiter divers problèmes fonctionnels ou pathologiques à l'aide de plantes, de segments de plantes ou de concoctions à base de plantes (Wichtl, 2003). Actuellement, la phytothérapie s'appuie sur les progrès scientifiques et les études sur les composés végétaux, qui sont normalisés et utilisés par les phytomédicaments, nécessitant une autorisation de mise sur le marché conformément à la législation en vigueur (Monnier, 2002).

Le *Moringa oleifera*, également connu sous le nom d'« arbre vivant » (Fugle, 2001). C'est une plante à croissance rapide, originaire de la région Nord-Ouest de l'Inde et du Sud des montagnes de l'Himalaya, mais qui croît bien sous les climats tropicaux (Makkar *et al.*, 1996). Elle supporte assez bien les températures et la précipitation élevées et tolère une grande variété des sols (Fuglie *et al.*, 2001).

Ainsi, l'objectif de ce mémoire est d'examiner les connaissances traditionnelles liées à *Moringa oleifera*. Ce travail s'articule sur trois chapitres principaux :

Chapitre I : Ethnobotanique, ce chapitre présente l'ethnobotanique, une science interdisciplinaire qui se penche sur les interactions entre les sociétés humaines et le monde végétal.

Chapitre II : Plantes médicinales et phytothérapie, ce chapitre explore les plantes médicinales et leur utilisation dans le cadre de la phytothérapie.

Chapitre III : Étude ethnobotanique de *Moringa Oleifera*, ce chapitre présente une étude sur *Moringa oleifera*, plante connue pour ses nombreuses vertus nutritionnelles et médicinales. Il en décrit les caractéristiques botaniques, les usages traditionnels.

Chapitre I :

Ethnobotanique

Chapitre I : Ethnobotanique

I.1. Définition

L'ethnobotanique est une discipline scientifique relevant de l'ethnologie, qui s'intéresse aux interactions entre les sociétés humaines et le monde végétal, aussi bien dans le passé qu'à l'époque contemporaine, et ce, à travers toutes les cultures et territoires (Belakhdar, 2008).

I.2. Historique

Le terme ethnobotany a été introduit pour la première fois en 1895 par le botaniste américain John William Harshberger, afin de désigner l'étude des usages des plantes par les peuples autochtones (Harshberger, 1895).

Au cours du XXe siècle, cette discipline s'est institutionnalisée, notamment grâce à des figures majeures comme Richard Evans Schultes, considéré comme le fondateur de l'ethnobotanique moderne. Ses recherches en Amazonie sur les plantes hallucinogènes utilisées par les populations locales ont grandement contribué à la reconnaissance de cette science.

Aujourd'hui, l'ethnobotanique dépasse la simple sauvegarde des savoirs traditionnels. Elle s'inscrit également dans une dynamique de réponse aux défis environnementaux contemporains, notamment en matière de préservation de la biodiversité et de gestion durable des ressources naturelles (Belakhdar, 2008).

I.3. Objectifs

L'ethnobotanique est un domaine d'étude qui se concentre sur les interactions entre l'homme et les végétaux. Elle englobe de nombreux champs, allant de la nutrition et la santé à l'art, la spiritualité et les usages symboliques ou techniques des plantes. Parmi ses objectifs primordiaux figurent l'examen des techniques de collecte et de préparation des plantes, l'investigation de leur domestication et de leurs déplacements, ainsi que l'appropriation des fonctions qu'elles remplissent dans les paysages et les modes de vie.

L'ethnobotanique porte également son attention sur les mouvements humains en lien avec les ressources végétales et l'historique de l'agriculture. Elle offre un éclairage sur la compréhension des sociétés humaines à travers leur interaction avec le monde végétal, en soulignant les connaissances anciennes et leurs utilisations modernes, à l'intersection de disciplines telles que l'ethnologie, la botanique ou l'agronomie (Junius et Peabody, 1914 ; Paul et Evans, 1939).

I.4. Importance de l'ethnobotanique

L'importance de l'ethnobotanique est multiforme et s'étend à des domaines cruciaux pour notre avenir :

- **Essentielle à la survie humaine**

Depuis toujours, les êtres humains ont dépendu des plantes pour leurs besoins fondamentaux comme la nourriture, le logement, la chaleur et les soins médicaux.

- **Transmission des savoirs entre cultures**

Les connaissances sur les plantes ont été échangées entre tribus et peuples à travers les âges, ce qui a permis leur diffusion et leur enrichissement à l'échelle mondiale.

- **Étude de la relation entre l'homme et les plantes**

L'ethnobotanique explore comment les humains utilisent, gèrent et perçoivent les plantes dans divers domaines : Alimentation, médecine, rituels religieux, artisanat et textiles, construction, musique et vie sociale

- **Rôle écologique vital**

Les plantes jouent un rôle fondamental dans l'équilibre écologique, notamment en régulant les gaz de l'atmosphère et en transformant la lumière du soleil en énergie alimentaire pour tous les êtres vivants.

- **Source précieuse pour la médecine moderne**

Les peuples autochtones détiennent un savoir approfondi sur les plantes médicinales, ce qui représente une ressource inestimable pour la recherche pharmaceutique.

- **Amélioration des conditions de vie**

L'ethnobotanique moderne inclut des projets appliqués visant à :

- réduire la pauvreté
- permettre aux communautés locales de mieux décider de leur avenir
- valoriser et respecter leurs savoirs et leur environnement
- assurer un échange équitable et une reconnaissance de leur contribution (Ashok *et al.*, 2017).

I.5. Méthodologie de recherche ethnobotanique

Les recherches en ethnobotanique emploient différentes techniques pour collecter et examiner les informations ,Ces techniques résident dans :

➤ **Questions clés de recherche en ethnobotanique**

La question de recherche constitue le fondement de toute étude scientifique, Les questions de recherche les plus courantes actuellement en ethnobotanique ont été compilées et classées en trois catégories.

- **Les recherches ethnobotaniques descriptives** : qui comprennent des études compilant les divers usages de plantes ou la compréhension d'une plante pour une culture spécifique

- **Les recherches ethnobotaniques causales** : qui portent sur des travaux déterminant les éléments susceptibles d'expliquer les fluctuations des usages ou des savoirs liés aux plantes

- **Les recherches ethnobotaniques diagnostiques** : qui examinent l'efficacité ou la pertinence de certaines techniques ou méthodes employées dans le domaine de l'ethnobotanique (Houehanou *et al.*,2016).

➤ **Méthodes d'échantillonnage en ethnobotanique quantitative**

L'échantillonnage est la démarche qui permet de faire des inférences sur une unité complète à partir d'une portion de cette dernière. En ethnobotanique, on distingue généralement deux types de méthodes d'échantillonnage : l'échantillonnage aléatoire ou probabiliste et l'échantillonnage non aléatoire ou non probabiliste. Dans le domaine de l'ethnobotanique, les méthodes d'échantillonnage non aléatoires les plus couramment employées sont l'échantillonnage par convenance, l'échantillonnage par quota et l'échantillonnage en chaîne (Cochran, 1977). Le choix des sujets par commodité implique l'utilisation de tout sujet accessible lors de l'étude (Houehanou *et al.*,2016).

➤ **Techniques de collecte de données en ethnobotanique**

L'ethnobotanique, en tant que discipline relevant des sciences sociales, s'appuie sur les méthodes propres à ce domaine pour la collecte des données. Les recherches en ethnobiologie font majoritairement appel aux techniques d'entretien pour recueillir les informations. Les méthodes de collecte comme le free listing, la visite guidée, l'observation participante ou encore la discussion de groupe sont souvent utilisées en complément des entretiens. Cela permet de vérifier et confirmer les informations recueillies lors des recherches ethnobotaniques (Houehanou *et al.*, 2016).

➤ Méthodes quantitatives d'analyse des données : utilisation des indices en ethnobotanique quantitative

Les indices les plus couramment utilisés en ethnobotanique intègrent souvent, dans leur mode de calcul, d'autres indices considérés comme des paramètres quantitatifs de base. Parmi ces indices fondamentaux, on retrouve la fréquence de citation (FC), la fréquence relative de citation (FR), le nombre d'usages (NU) d'une espèce, ainsi que le nombre total d'usages rapportés pour cette espèce (UR) Houehanou *et al.*,2016).

I.6. Enquête ethnobotanique

Une enquête ethnobotanique est une démarche de terrain visant à recueillir, analyser et préserver les savoirs locaux et traditionnels concernant l'utilisation des plantes. Elle combine des approches ethnographiques telles que les entretiens, l'observation et la participation avec des méthodes botaniques, comme l'identification des espèces et la création d'herbiers. L'objectif est de mieux comprendre les relations entre les communautés humaines et leur environnement végétal.

Les enquêtes ethnobotaniques consistent à rassembler des informations sur les connaissances, les usages et les perceptions que les sociétés locales développent à l'égard des plantes, en adoptant une approche à la fois participative, descriptive et analytique (Alexiades, 1996).

I.7. Etudes ethnobotanique en Algérie

Des recherches en ethnobotanique en Algérie, principalement dans l'Est, ont révélé une richesse notable de plantes médicinales. Une enquête récente à Batna a recensé plus de 200 espèces, dont le romarin et le thym. Le groupe SAIDAL a aussi mené des études dans des régions comme Bordj Bou Arreridj. De plus, des mémoires universitaires et des thèses soulignent l'importance de cette flore médicinale, en collaboration avec l'UICN en Afrique du Nord (Aribi, 2013). Parmi ces études et articles, on retrouve :

- L'inventaire et l'étude ethnobotanique de la flore médicinale du massif forestier d'Oum Ali (commune de Zitouna, wilaya d'El Tarf) par Boutabia *et al.*, (2010) : L'étude a recensé 122 espèces végétales, dont 59 médicinales ou alimentaires. Malgré cette richesse, seules 8 espèces sont connues localement pour leurs vertus médicinales. Certaines plantes citées par les habitants, comme le Laurier rose, n'ont pas été observées sur le terrain

- Diversité et utilisation des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien dans la pharmacopée saharienne. Cas de la région du Souf par Bouallala et ses collaborateurs (2013)

: Ce travail met en évidence l'usage des plantes spontanées dans la pharmacopée traditionnelle de la région d'El Oued, à travers 70 enquêtes. Il a permis d'identifier 22 espèces médicinales, majoritairement issues des Asteraceae, utilisées surtout contre les troubles digestifs, le diabète et les douleurs. La décoction est le mode de préparation le plus courant.

•Études floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la région de M'Sila (Algérie) par Rebbas *et al.*, (2014) : La région de M'Sila abrite une végétation naturelle riche, incluant des formations à *Cedrus atlantica*, *Pinus halepensis* et *Artemisia herba-alba*. Un inventaire floristique et des enquêtes ethnobotaniques ont permis d'identifier 77 espèces médicinales réparties en 60 genres et 31 familles. Certaines espèces rares et endémiques ont également été recensées.

Chapitre II :
Plantes médicinales et
phytothérapie

chapitre II : Plantes médicinales et phytothérapie

II.1. Définition de plante médicinale

Une plante médicinale est une plante qui, dans l'un de ses composants ou plusieurs, renferme des substances exploitables à des fins de traitement ou qui sont des précurseurs pour la fabrication de médicaments bénéfiques. Cette description aide à différencier les plantes médicinales dont les vertus thérapeutiques et les composants ont été scientifiquement prouvés, de celles qui sont jugées médicinales mais qui n'ont pas encore bénéficié d'une recherche scientifique approfondie (Sofowora, 2013).

II.2. Principes actifs des plantes et leur extraction

II.2.1. Principes actifs

Les principes actifs sont des composés chimiques naturels présents dans les plantes, qui leur confèrent leurs effets thérapeutiques. Ces substances se répartissent en plusieurs grandes catégories :

- **Alcaloïdes** : molécules azotées puissantes, aux propriétés analgésiques, narcotiques ou stimulantes.
- **Flavonoïdes** : antioxydants naturels connus pour leurs effets anti-inflammatoires et protecteurs du système vasculaire.
- **Saponines** : substances aux actions expectorantes, immunostimulantes et parfois hémolytiques.
- **Huiles essentielles** : composés volatils dotés de propriétés antimicrobiennes, apaisantes ou anti-inflammatoires.
- **Tanins** : polyphénols aux effets astringents, antiseptiques et antidiarrhéiques.
- **Glycosides** : composés souvent utilisés pour leurs effets sur le cœur ou leur action laxative (Bruneton, 2009).

II.2.2. Méthodes d'extraction des principes actifs

L'extraction des principes actifs est une étape essentielle pour isoler les composés bioactifs des plantes. Plusieurs techniques sont utilisées, selon la nature des substances et des parties végétales :

- **Macération** : immersion prolongée de la plante dans un solvant à température ambiante.

- **Infusion** : versement d'eau bouillante sur les parties tendres (feuilles, fleurs).
- **Décoction** : ébullition des parties dures (racines, écorces) dans l'eau.
- **Extraction par solvants organiques** : utilisation de liquides comme l'éthanol ou le méthanol pour obtenir des extraits concentrés.
- **Distillation à la vapeur** : méthode adaptée à l'extraction des huiles essentielles.
- **Extraction supercritique au CO₂** : procédé moderne, efficace et respectueux des composés sensibles.
- **Techniques assistées (ultrasons, micro-ondes)** : méthodes innovantes qui accélèrent l'extraction et améliorent les rendements (Chemat et Vian, 2014).

II.3. Usage traditionnel des plantes médicinales

Depuis les temps anciens, les plantes thérapeutiques jouent un rôle primordial dans les systèmes de soins traditionnels à l'échelle mondiale.

- Utilisation interne

- **Infusion de plantes** : C'est une boisson préparée par le biais de l'infusion, la décoction ou la macération de plantes aux propriétés médicinales. Chaque technique permet l'extraction des principes actifs en fonction de la caractéristique de la plante.
- **Fumigation** : Cette technique repose sur l'utilisation des émanations de plantes pour profiter de leurs vertus.

On identifie deux sortes de fumigation :

- ❖ **Fumigation humide (ou inhalation)** : Les végétaux sont immergés dans de l'eau à ébullition. Le patient respire la vapeur, généralement avec la tête couverte d'une serviette pour accentuer les effets (par exemple : feuilles d'eucalyptus).
- ❖ **Fumigation à sec** : Cela implique de faire brûler graduellement des plantes (comme les baies de genévrier) sur du charbon. On respire directement la fumée dégagée (Fort, 1976).

- Utilisation externe

Sur la peau :

- **Compresse** : On pose un tissu propre (habituellement de la gaze) imbibé d'une infusion, décoction ou macération de plantes, directement sur la zone à soigner.

- **Cataplasme** : Pâte à base de plantes pilées ou coupées, posée directement sur la peau. Elle sert à calmer les douleurs musculaires, à atténuer les entorses ou à contribuer à l'élimination du pus présent dans des plaies infectées.

- **Lotion** : Élaboration liquide à partir de plantes (infusion, décoction ou teinture diluée) étalée sur la peau afin d'apaiser les irritations ou inflammations.

- **Bain** : Il peut être intégral ou local. On incorpore une infusion, une décoction ou une macération de plantes médicinales afin de bénéficier de leurs effets par le biais de l'absorption cutanée.

Sur les muqueuses :

- **Gargarisme** : il s'agit d'un rinçage de la gorge à l'aide d'une infusion ou décoction tiède. Ce remède naturel désinfecte ou apaise, mais ne doit jamais être avalé.

- **Bain de bouche** : utilisé pour soigner les affections buccales (comme les aphtes), ce bain se fait à base d'infusion, de décoction ou de macération de plantes.

- **Bain oculaire** : réalisé avec une œillère remplie d'une solution bien filtrée (infusion ou décoction). Il est essentiel de filtrer soigneusement le liquide avant usage pour éviter toute irritation de l'œil (Fort, 1976).

II.4. Applications modernes et intégration dans les systèmes de santé

Depuis des milliers d'années, l'homme cherche dans la nature des solutions à différents troubles et dysfonctionnements de santé. Les systèmes de médecine traditionnelle dans diverses cultures à travers le monde ont toujours intégré les plantes médicinales comme un élément essentiel. Malgré les progrès de la pharmacie moderne, les plantes médicinales gardent une position significative dans le domaine des soins santé et de la recherche.

II.4.1. Importance des plantes médicinales dans la médecine moderne

De nos jours, à la faveur des avancées en science et technologie, une multitude de composés actifs issus des plantes médicinales ont été extraits et produits pour donner naissance à des médicaments pharmaceutiques. Il convient de souligner qu'une part significative des médicaments prescrits et disponibles sans ordonnance provient de composés d'origine végétale (Farnsworth *et al.*, 1985). Par exemple, l'écorce de saule est la source de l'aspirine, alors que la quinine, utilisée pour traiter le paludisme, a été obtenue à partir de l'écorce du quinquina. Les plantes médicinales demeurent un apport crucial pour le développement de nouveaux médicaments et comme source d'inspiration pour les recherches médicales. Les chercheurs analysent les traitements traditionnels

et le savoir autochtone dans le but de découvrir des composés bioactifs susceptibles de mener à l'élaboration de nouvelles thérapeutiques pour différentes affections, y compris le cancer, les maladies infectieuses et les pathologies chroniques (Gurib-Fakim, 2006).

II.5. Médecine traditionnelle

La médecine traditionnelle regroupe l'ensemble des savoirs, aptitudes et pratiques, fondés sur les croyances, les expériences et les théories culturelles propres à chaque société, qui sont utilisés pour préserver la santé, prévenir les maladies, poser des diagnostics, soulager ou traiter les troubles physiques et mentaux (OMS, 2013).

II.6. Phytothérapie

Selon l'étymologie, le mot « phytothérapie » peut être divisé en deux parties distinctes, « phuton » et « therapeia », qui correspondent respectivement à « plante » et à « traitement » de leur origine grecque. La phytothérapie est donc une méthode thérapeutique qui se propose de soigner certains dysfonctionnements et conditions pathologiques en utilisant des plantes, des sections de plantes et des préparations à base de végétaux. C'est une thérapie tirée de la médecine traditionnelle, fondée sur des savoirs empiriques qui se sont enrichis au fil des générations. On désigne souvent cela comme la « phytothérapie traditionnelle », qui demeure couramment pratiquée dans certains pays perpétuant les coutumes de leurs prédécesseurs (Gruffat, 2024).

II.7. Histoire et évolution de la phytothérapie

Depuis 3000 à 4000 ans, les civilisations chinoise, égyptienne et mésopotamienne avaient déjà développé un savoir médical. Leurs premiers textes témoignent de l'utilisation de remèdes issus de minéraux, d'animaux, mais surtout de plantes. Les Égyptiens, par exemple, connaissaient les effets apaisants du pavot, tandis que les Assyriens utilisaient la belladone pour traiter les spasmes.

Avec les traditions grecque, romaine et arabe, héritières de ces premières civilisations, la connaissance des plantes médicinales ne cesse de progresser. Ainsi, au Ier siècle après J.-C., Dioscoride recense plus de 500 espèces végétales dans son ouvrage majeur, *De Materia Medica*, qui restera pendant plus de 1500 ans une référence incontournable en matière de médecine et de botanique.

Au Moyen Âge, la phytothérapie peine à se différencier de la magie et de la sorcellerie, souvent sollicitées face aux épidémies meurtrières. Certaines plantes, comme la jusquiame noire, la belladone ou la mandragore, étaient alors perçues comme maléfiques.

La Renaissance marque une période de renouveau : les textes antiques sont redécouverts et enrichis. Le XVI^e siècle voit la parution d'importants traités médico-botaniques rédigés par des médecins comme Leonhart Fuchs et Jean Ruel, qui serviront de référence jusqu'à la fin du XVIII^e siècle. À la même époque, Olivier de Serres, dans son Théâtre d'agriculture (1600), décrit l'utilisation spécifique des eaux distillées de bourgeons, aux propriétés parfois distinctes de celles de la plante adulte.

Au XVIII^e siècle, la botanique progresse rapidement grâce aux travaux de classification de Linné (1735) et de Jussieu. C'est aussi la période où Samuel Hahnemann fonde l'homéopathie, une approche thérapeutique inspirée de la tradition hippocratique. Dans son Organon de l'art de guérir (1810), il établit les bases de cette méthode qui utilise plantes, substances animales et minérales.

Au XIX^e siècle, la phytothérapie connaît une révolution avec l'isolement des principes actifs des plantes, comme les alcaloïdes et les hétérosides, grâce aux avancées de la chimie et de la biologie. Cette période marque véritablement la naissance de la médecine scientifique moderne.

Aujourd'hui, la chimie et la pharmacologie approfondissent encore la compréhension des plantes médicinales : leurs principes actifs, leurs effets thérapeutiques, et leurs mécanismes d'action biochimique sont mieux étudiés, confirmant l'intérêt persistant de la phytothérapie dans le monde contemporain (Alina, 2013).

II.8. Différents types de la phytothérapie

Selon Strang 2006 Il existe diverses formes de phytothérapie :

Aromathérapie : Il s'agit d'une thérapie qui emploie les substances aromatiques (essences) produites par une multitude de plantes. Ces huiles sont des produits sophistiqués et sont fréquemment appliqués sur la peau.

Gemmothérapie : Elle est basée sur l'emploi d'extraits alcooliques de tissus juvéniles de plantes comme les bourgeons et radicelles.

Herboristerie : Il s'agit du traitement le plus traditionnel et ancien. L'herboristerie utilise des plantes fraîches ou séchées. Elle fait appel à la plante dans son intégralité ou à une de ses parties, comme l'écorce, les fruits ou les fleurs. La préparation s'effectue généralement par des techniques simples, principalement à base d'eau : décoction, infusion, macération. Ces préparations sont également disponibles sous une forme plus contemporaine, à savoir en gélule de poudre de plante sèche.

Homéopathie : Elle fait largement appel aux plantes, sans que cela soit toutefois exclusif. Trois quarts du principe actif proviennent de sources végétales, tandis que le reste est dérivé de sources animales et minérales.

Phytothérapie pharmaceutique : Elle emploie des produits d'origine végétale extraits et dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités adéquates pour agir de manière rapide et continue. Ils sont disponibles en sirop, gouttes, gélules et lyophilisats (Strang, 2006).

II.9. Phytothérapie en Algérie

En Algérie, la phytothérapie ou l'utilisation thérapeutique des plantes occupe une place importante, notamment dans les zones rurales où les connaissances traditionnelles sont toujours vivantes. Cette pratique repose sur l'emploi de plantes médicinales pour soigner ou prévenir différentes affections, selon des savoirs transmis oralement de génération en génération (Bellakhdar, 1997).

La richesse en plantes médicinales varie selon les régions phytogéographiques du pays. La figure 1 illustre la répartition aréale des secteurs phytogéographiques de l'Algérie, mettant en évidence les zones les plus riches en biodiversité végétale. Le secteur kabyle et numidien (K), avec 30,40 %, représente la région la plus riche, suivi du secteur algérois (A) avec 22,74 %, et du secteur oranais (O) avec 22,71 %. Ces régions du nord, au climat méditerranéen favorable, sont ainsi des foyers importants de la phytodiversité, et donc de la phytothérapie traditionnelle. En revanche, les régions arides comme le secteur du Sahara septentrional (SS) n'en représentent que 0,04 %, soulignant leur faible potentiel en ressources végétales médicinales. Cela montre que les pratiques de phytothérapie sont fortement influencées par la richesse floristique locale, elle-même dépendante des conditions écologiques (Figure 1) (Bouzenoune, 2002).

Ainsi, la répartition spatiale des plantes médicinales en Algérie, telle qu'illustrée par les secteurs phytogéographiques, explique en grande partie la prévalence de la phytothérapie dans certaines régions, en particulier le nord du pays (Bouzenoune, 2002).

secteurs phytogéographiques de l'Algérie

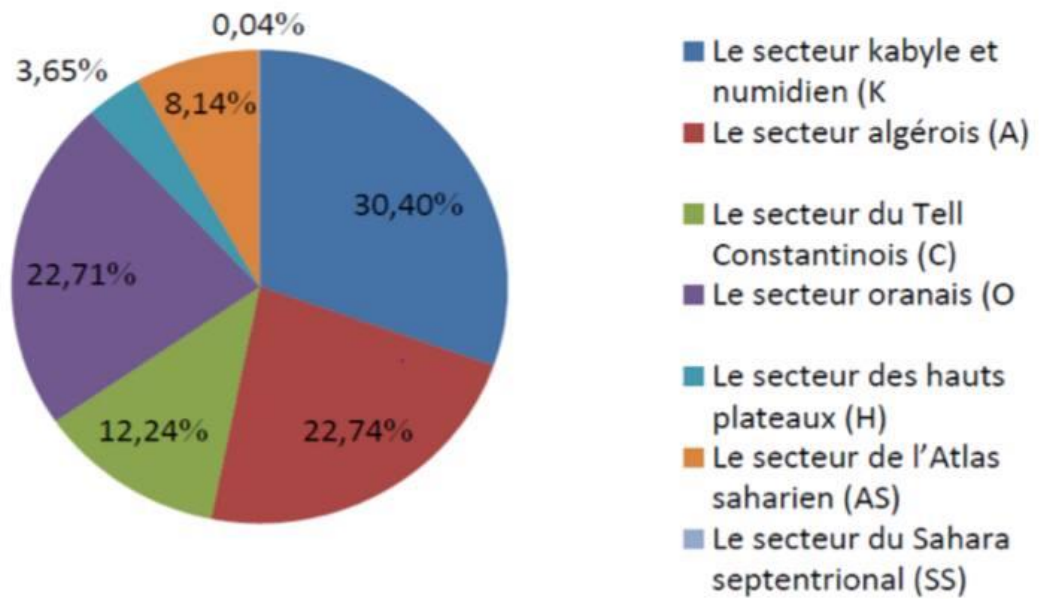


Figure 1: La richesse aréale des secteurs phytogéographiques de l'Algérie. (Bouzenoune, 2002)

Des recherches ethnobotaniques réalisées dans des régions telles que Tlemcen et Béjaïa ont permis de recenser et de valoriser les usages médicinaux traditionnels des plantes locales. Ces études contribuent à préserver ce patrimoine culturel et ouvrent la voie à l'élaboration de traitements à base de produits naturels (Tableau 01) (Zidane *et al.*, 2013).

En Algérie, la phytothérapie, ou l'utilisation thérapeutique des plantes, occupe une place importante, notamment dans les zones rurales où les connaissances traditionnelles restent vivaces. Cette pratique repose sur l'emploi de plantes médicinales pour soigner ou prévenir différentes affections, selon des savoirs transmis oralement de génération en génération (Bellakhdar, 1997).

Tableau 1: Richesse aréale et surface des secteurs phytogéographiques de l'Algérie (Bouzenoune, 2002)

Secteur phytogéographique	Surfaces en hectares	Richesse aréale (espèces/ha)
Le secteur kabyle et numidien (K)	1 800 000	158,32
Le secteur algérois (A)	1 700 000	118,4
Le secteur du Tell Constantinois (C)	1 200 000	63,77
Le secteur oranais (O)	4 100 000	118,27
Le secteur des hauts plateaux (H)	10 900 000	19,26
Le secteur de l'Atlas saharien (AS)	10 900 000	42,39
Le secteur du Sahara septentrional (SS)	180 990 000	0,23

II.10. Avantages de la phytothérapie

Malgré les progrès remarquables de la médecine moderne, la phytothérapie continue d'offrir de nombreux avantages, l'homme utilisant principalement les plantes pour traiter des affections mineures telles que la rhume et la toux, plutôt que des affections plus graves.

La phytothérapie, en proposant des solutions naturelles bien tolérées par l'organisme, est de plus en plus souvent associée aux traitements médicaux conventionnels. Ce retour aux soins végétaux est particulièrement visible dans la prise en charge des maladies chroniques telles que l'asthme ou l'arthrite. Par ailleurs, l'inquiétude face aux effets secondaires parfois lourds des médicaments chimiques pousse de nombreux patients vers des thérapies plus douces. Il est d'ailleurs estimé que 10 à 20 % des hospitalisations sont provoquées par les effets indésirables de médicaments classiques (Botrel, 2001).

II.11. Inconvénients de la phytothérapie

L'absence de connaissance concernant la présence de certaines substances dans la plante, en plus du composé responsable de l'effet souhaité, peut engendrer un impact défavorable. Quelques plantes peuvent être périlleuses : une dose élevée peut nuire à la santé,

voire entraîner la mort. Certaines molécules sont continuellement biosynthétisées, d'autres à une phase spécifique du cycle végétatif ; des molécules qui sont principalement présentes dans une section de la plante et pas dans une autre, ou même une biosynthèse sporadique de certaines substances, qu'elles soient bénéfiques ou toxiques, en réaction à un stress ou un facteur externe : Toutes ces variations ont le potentiel de provoquer l'absence de reproductibilité d'un effet recherché ou l'émergence d'une toxicité (Hallée et Lieutaghi, 2008).

Chapitre III :
Étude ethnobotanique de
Moringa Oleifera

chapitre III : Étude ethnobotanique de *Moringa Oleifera*

III.1. Généralités

Le *Moringa Oleifera* est une plante multi-nutriments qui est principalement cultivée dans les régions tropicales et subtropicales du monde et qui appartient à la famille des Moringaceae. Elle est également connue sous le nom de pilon et d'arbre à merveilles. Elle est un trésor de nutriments dont la nature a fait don à l'homme. Le *Moringa Oleifera* a le potentiel de vaincre la malnutrition. Chacune de ses parties est riche en nutriments. Ses feuilles, ses graines, ses gousses, ses fleurs et ses racines sont une source de protéines, de vitamines (vitamine A, vitamine B-complexe, vitamine C et vitamine E) et de minéraux (calcium, fer, potassium, zinc). Cette plante possède des propriétés nutritionnelles et thérapeutiques pour les personnes de tous âges.

Le *Moringa Oleifera* fournit plus de nutriments que les fruits et légumes. Les feuilles de *Moringa Oleifera* sont utilisées pour traiter la malnutrition protéino-énergétique (PEM). Ces feuilles ont été utilisées pour enrichir des biscuits et d'autres produits alimentaires afin d'améliorer leur contenu nutritionnel et de prévenir la malnutrition.

La consommation de lait en poudre *Moringa Oleifera* entraîne une prise de poids chez les enfants. La supplémentation, par exemple avec la plante *Moringa Oleifera*, est une stratégie pour surmonter les carences en micronutriments. Le *Moringa Oleifera* est un super aliment et un outil rentable pour lutter contre la malnutrition dans les pays en développement. Il s'agit d'un nouvel aliment qui présente des avantages nutritionnels. Il est utilisé comme substitut des suppléments de fer dans le traitement de l'anémie, en particulier l'anémie associée au cycle menstruel, et améliore le statut en fer (Faran Khan *et al.*, 2022).

III.2. Classification botanique et taxonomie

Le *moringa* figure parmi les plantes les plus prisées à l'échelle mondiale. Le *Moringa oleifera* appartient à la famille monogénérique des Moringaceae (Tableau 2), qui regroupe des arbustes et des arbres. Il a été recensé environ 33 espèces au sein de la famille des Moringacées. Parmi celles-ci, treize espèces, à savoir *M. arborea*, *M. borziana*, *M. concanensis*, *M. drouhardi*, *M. hildebrandtii*, *M. longituba*, *M. oleifera*, *M. ovalifolia*, *M. peregrina*, *M. pygmaea*, *M. rivae*, *M. ruspoliana* et *M. stenopetala*, sont bien connues et répandues à travers le monde (Mallenakuppe *et al.* 2015).

Tableau 2: classification de *Moringa oleifera* (Carla Trigo *et al.*,2020)

Classe	Eudicotyledoneae
Sous-classe	Magnoliidae Clado Malvidae
Ordre	Brassicales
Famille	Moringaceae
Genre	<i>Moringa</i>
Espèces	<i>Moringa oleifera Lam</i>

III.3. Morphologie et description botanique

Le *moringa* est un arbre à croissance rapide et de nature pérenne, pouvant atteindre une hauteur de 7 à 12 mètres et un diamètre de 20 à 40 cm au niveau de la poitrine.

Le tronc est généralement droit, bien qu'il puisse parfois présenter des irrégularités. Il pousse initialement de manière verticale sur une hauteur de 1,5 à 2 mètres avant de commencer à se ramifier, mais il peut atteindre jusqu'à 3 mètres (Figure 2 ; a).

Les branches du *moringa* s'étendent de façon désordonnée, formant une canopée caractéristique en forme de parapluie.

Les feuilles, alternes et composées, peuvent être bipennées ou tripennées, et se développent principalement à l'extrémité des branches. Elles mesurent entre 20 et 70 cm de long et sont couvertes d'un léger duvet grisâtre lorsqu'elles sont jeunes. Chaque feuille possède un long pétiole portant entre 8 et 10 paires de pennes. Chaque penne est composée de deux paires de folioles opposées, de forme elliptique ou obovale, avec une foliole terminale. Ces folioles mesurent entre 1 et 2 cm de long. Des glandes sont présentes à la base des pétioles et des pennes (Figure 2 ; d) (Morton, 1991).

Les fleurs du *moringa* sont parfumées et mesurent environ 2,5 cm de diamètre. Elles poussent en abondance sous forme de panicules pendantes de 10 à 25 cm de long, situées au niveau des aisselles des feuilles. Leur couleur varie entre le blanc et le crème, avec une base ponctuée de jaune. Chaque fleur est composée de cinq sépales linéaires-lancéolés réfléchis et de cinq pétales spatulés et fins, qui entourent cinq étamines et cinq staminodes. Tous ces éléments sont réfléchis, à l'exception du pétale inférieur (Figure 2 ; c) (Morton, 1991)

Les fruits du *moringa* se présentent sous forme de longues gousses trilobées, pendantes, mesurant entre 20 et 60 cm de long. À maturité, ces gousses s'ouvrent en trois parties et libèrent les graines qu'elles contiennent, dont le nombre varie entre 12 et 35 par gousse.

Les graines du moringa sont de forme ronde et possèdent une coque semi-perméable de couleur brunâtre. Cette coque est munie de trois ailes blanches, disposées à 120 degrés les unes des autres. Un seul arbre peut produire entre 15 000 et 25 000 graines par an. Chaque graine pèse en moyenne 0,3 g, avec un rapport amande/coque de 75 :25 (Figure 2 ; b) (Makkar et Becker, 1997).

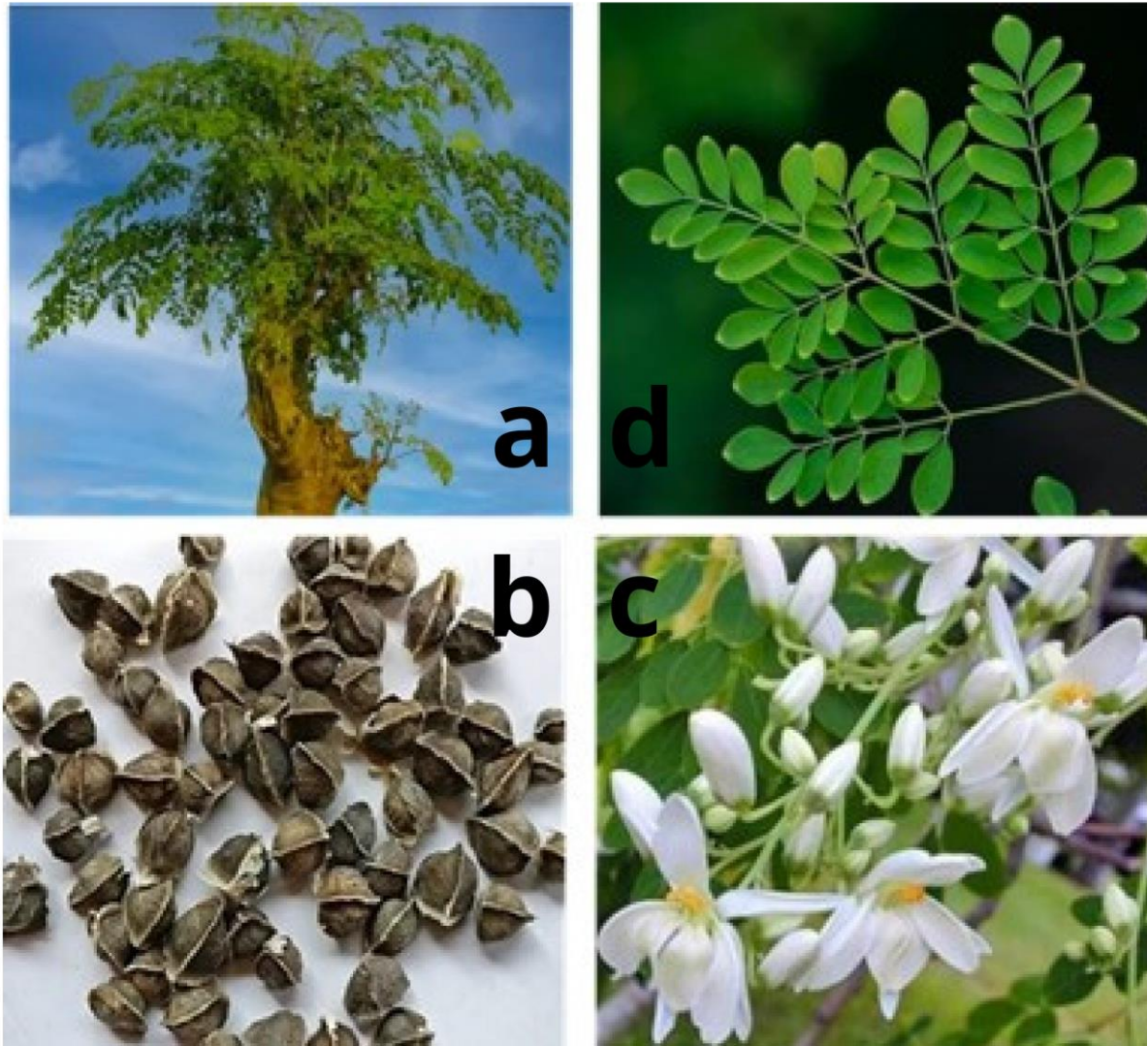


Figure 2: différentes parties du *Moringa oleifera*, **a** : Écorce de l'arbre de *Moringa* **b** : graines de *Moringa* **c** : Fleurs de *Moringa*, **d** : Feuilles de *Moringa* (Anzano,2021)

III.4. Répartition géographique et habitat

Le *Moringa oleifera* est l'espèce la plus largement cultivée d'une famille monogénique, les Moringaceae, qui est originaire des régions sub-himalayennes de l'Inde, du Pakistan, du Bangladesh et de l'Afghanistan. Cet arbre à croissance rapide (également appelé raifort, pilon, benzolive, kelor, marango, mlonge, moonga, mulangay, nébéday, saijhan, sajna ou Ben oil tree) était utilisé par les Romains, les Grecs et les Égyptiens de l'Antiquité. Il est aujourd'hui largement cultivé et s'est naturalisé dans de nombreuses régions tropicales (Tableau 3) (Fahey, 2005).

La production mondiale de *moringa* a été estimée à 46 000 000 tonnes en 2017, contre 32 000 000 t l'année précédente, soit une augmentation de 43,75 % (Nils-Gerrit, 2020). L'Inde est le premier producteur mondial de moringa avec une production annuelle de 1,1 à 1,3 million de tonnes de fruits tendres sur une superficie de 38 000 hectares (Rachana et al., 2020).

Le *Moringa* tolère un large éventail de conditions environnementales. Il pousse mieux entre 25C° et 35C°, mais tolère des températures autour de 48 C°. Il produit rapidement de nouvelles pousses à partir du tronc après une coupe. C'est un arbre résistant à la sécheresse et à croissance rapide. Il pousse bien dans les zones recevant des précipitations annuelles de 250 à 1500 mm avec une altitude moyenne comprise entre 0 m et 600 m. Mais il peut s'adapter à des altitudes allant jusqu'à 1200 m sous les tropiques, voire plus. En effet a rapporté qu'au Zimbabwe, un peuplement naturalisé à 2000 m d'altitude s'est bien adapté aux conditions environnementales. *Moringa oleifera* s'adapte à une large gamme de sols (argile bien drainée à argile limoneuse). Il préfère les sols à pH neutre ou légèrement acide cependant, elle tolère un pH de 5 à 9 (Bibata et al., 2023).

Tableau 3: Espèces de moringa et origine (Outani et al.,2023)

Espèce	Zone d'origine
<i>Moringa arborea</i> Verdc	Kenya
<i>Moringa Rivae</i> Chiov.	Kenya et Éthiopie
<i>Moringa stenopetala</i> Cufod.	Kenya et Éthiopie
<i>Moringa borziana</i> Mettei	Kenya et Somalie
<i>Moringa longituba</i> Engl.	Kenya et Somalie
<i>Moringa pygmaea</i> Verdc.	Somalie
<i>Moringa ruspoliana</i> Engl.	Kenya, Éthiopie et Somalie
<i>Moringa ovalifolia</i> Dinter et A. Berger	Namibie et Angola
<i>Moringa drouhardii</i> Jum.	Madagascar

<i>Moringa hildebrandtii</i> Engl.	Madagascar
<i>Moringa peregrina</i> Forssk.	Arabie Saoudite, Mer Rouge et Mer Morte
<i>Moringa concanensis</i> Dalzel et A. Gibson	Régions sub-himalayennes du sous-continent indien
<i>Moringa oleifera</i> Lam	Régions sub-himalayennes du sous-continent indien

III.5. Cycle de vie de *Moringa oleifera*

Le *Moringa oleifera* est un arbre à croissance rapide, originaire d'Inde et largement cultivé dans les zones tropicales et subtropicales. Son cycle de vie se compose de plusieurs étapes.

➤ **Germination et croissance initiale**

Les graines de *Moringa oleifera* germent habituellement en 5 à 12 jours dans des conditions idéales (température entre 25 °C et 35 °C, sol bien drainé). La croissance est rapide : en seulement un an, l'arbre peut atteindre une hauteur de 3 à 5 mètres (Palada et Chang, 2003).

➤ **Phase végétative**

Au cours des premiers mois, la plante établit un tronc principal ainsi que des branches secondaires et des feuilles composées. Grâce à son système racinaire profond, l'arbre est capable de supporter la sécheresse (Price, 2007).

➤ **Phase de floraison et de fructification**

Moringa oleifera commence sa floraison entre 6 mois et un an après la plantation, selon les conditions climatiques. Les fleurs, de couleur blanche ou crème, sont pollinisées par des insectes, en particulier les abeilles. Suite à la pollinisation, des gousses longues et pendantes allant de 20 à 45 cm se forment, contenant des graines ailées (Fuglie, 2001).

➤ **Sénescence et régénération**

Un arbre peut vivre plusieurs décennies, cependant, il est souvent taillé pour optimiser la production de feuilles et de fruits. Il se renouvelle naturellement grâce au semis ou à la régénération des racines (Price, 2007).

III.6. Mode de reproduction de *Moringa oleifera*

Moringa oleifera se reproduit par deux méthodes principales :

1. Reproduction sexuée (par graines)

Les graines mûres tombent au sol et germent naturellement, ou elles peuvent être récoltées pour la culture. Elles sont dispersées par le vent et l'eau, ce qui favorise la colonisation de nouveaux espaces. La germination est rapide et peut être optimisée en trempant les graines dans l'eau pendant 24 heures avant la plantation (Palada et Chang, 2003).

2. Reproduction asexuée (par bouturage) :

Des rameaux de 1 à 2 mètres de long peuvent être directement plantés dans un sol humide et bien drainé. Cette méthode favorise une croissance rapide ainsi qu'une production précoce de feuilles et de fruits. Le bouturage est fréquemment utilisé pour préserver les caractéristiques génétiques d'un arbre mère performant (Fuglie, 2001).

III.7. Importance socio-économique du *moringa*

Le *moringa* est l'un des arbres tropicaux les plus polyvalents et bénéfiques. Sa propagation, qu'elle soit sexuée ou asexuée, est relativement simple, ce qui facilite sa culture. De plus, il s'adapte aisément aux sols pauvres en nutriments et nécessite peu d'eau après sa plantation, ce qui en fait une espèce facile à gérer et à exploiter. Son introduction dans une exploitation agricole au sein d'un environnement biodiversifié présente un double avantage : elle profite à la fois à l'agriculteur et contribue à l'équilibre écologique de la région (Foidl *et al.*, 2001).

III.8. Commercialisation du *moringa*

À l'échelle mondiale, le *moringa* est commercialisé principalement sous deux formes : la poudre de feuilles et l'huile issue des graines.

La poudre de feuilles est employée comme supplément nutritionnel et figure parmi les produits botaniques considérés comme super-aliment vert. Les États-Unis, l'Europe occidentale et le Japon représentent les marchés primordiaux pour les compléments alimentaires. L'huile de *moringa* est employée dans le domaine cosmétique en association avec diverses autres huiles. L'Union européenne est le premier importateur de cette huile, toutefois les volumes spécifiques ne sont pas accessibles, car ils sont engloutis dans les exportations totales de toutes les huiles végétales cosmétiques. L'augmentation de la demande de cosmétiques naturels et de produits de santé biologiques aux États-Unis et au Canada devrait favoriser la croissance du marché des produits dérivés du *moringa*. On estime que le marché international de ces articles s'élevait à 5,5 milliards de dollars américains en 2018. On prévoit qu'il augmentera d'environ 9 % d'ici à l'horizon 2025. Aussi dans les nations en développement, l'appétit pour ces articles croît, comme le témoignent des pays tels que l'Inde, la Chine et le Brésil (Outani *et al.*, 2023).

III.9. Usages traditionnels dans les communautés locales

L'utilisation du *Moringa oleifera* dans l'alimentation et la médecine remonte à l'époque des Égyptiens, Romains et Grecs anciens. Actuellement, il est intégré à l'alimentation traditionnelle dans plusieurs pays d'Asie du Sud-Est (Senthilkumar *et al.*, 2018). Dans plusieurs pays, les feuilles, les fleurs, les fruits et les racines sont consommés comme légumes (Morton, 1991 ; Hanaa et Gamal, 2013 ; Kumssa *et al.*, 2017).

Les feuilles, riches en vitamine C et en minéraux, sont employées pour alimenter le bétail. Les femmes philippines ajoutent des feuilles de moringa à leurs soupes de poulet ou de fruits de mer pour en rehausser la saveur.

Selon Hanaa et Gamal (2013), en Égypte, l'huile dérivée des graines de moringa est utilisée comme huile alimentaire dans la région de la mer Rouge. *Moringa oleifera* est considéré comme un aliment crucial qui a suscité beaucoup d'intérêt en tant que nourriture naturelle pour les enfants vivant sous les tropiques (Anwar *et al.*, 2007).

L'écorce bouillie est un remède contre les pierres dans les reins. Elle est employée pour soigner les affections oculaires, les patients atteints de délire et pour prévenir l'augmentation du volume de la rate ainsi que l'apparition des glandes tuberculeuses dans le cou. Elle sert à éliminer les tumeurs et à soigner les ulcères. L'écorce de la racine apaise les douleurs aux oreilles et aux dents. Elle est employée comme antidouleur et a une action antituberculeuse (Siddhuraju et Becker., 2003).

Les douleurs crâniennes, les fièvres, les troubles intestinaux, la dysenterie, l'asthme ainsi que parfois la syphilis et les rhumatismes (Fuglie, 2001). Depuis des siècles, le *Moringa* est reconnu pour les propriétés antiseptiques de sa sève lorsqu'elle est appliquée en externe (Milla *et al.*, 2021). Les fleurs et les graines servent d'excitants, d'aphrodisiaques, d'agents abortifs et de cholagogues. Elles s'occupent des inflammations, des pathologies musculaires, de l'hystérie, des tumeurs et de l'hypertrophie splénique. L'usage de ceux-ci diminue le taux de cholestérol, les phospholipides et les triglycérides, réduisant ainsi le profil lipidique du foie et du cœur tout en augmentant la concentration de cholestérol dans les selles (Lalas et Tsaknis, 2002 ; Siddhuraju et Becker, 2003). Selon (Adouko *et al.*, 2021 ; Chen, 2022) le *Moringa oleifera* pourrait servir de remplacement dans l'alimentation des poules pondeuses pour optimiser la qualité des œufs et le rythme de ponte. En phytoprotection, les extraits de moringa stimulent la croissance des végétaux, consolidant et augmentant leur résistance face aux nuisibles et aux pathologies (Hussain *et al.*, 2013 ; Outani, *et al.*, 2023).

III.10. Composition chimique et valeurs nutritionnelles

Les feuilles de *moringa* renferment une large gamme de composés bioactifs aux effets bénéfiques pour la santé, Parmi ces éléments, on retrouve :

Flavanols : tels que la quercétine, le kaempférol, l'isoquercétine et la ramnétine.

Acides phénoliques : notamment l'acide mélilotique et l'acide vanillique.

Vitamines : dont la provitamine A (bêta-carotène), les vitamines B1, B2, B3, ainsi que les vitamines C et E.

Minéraux : comme le calcium, le fer, le potassium, le magnésium, le phosphore, le zinc, le cuivre et le manganèse.

Acides aminés essentiels : notamment la lysine, la méthionine, la cystéine, la leucine, l'isoleucine, la valine, la thréonine, la phénylalanine, le tryptophane et l'histidine (Fuglie, 1999).

La poudre de feuilles séchées de *Moringa oleifera* Pour 100 grammes, elle contient entre 20 et 28 g de protéines, 34 à 40 g de glucides, et 7 à 8 g de lipides. La teneur en fibres est également remarquable, variant de 9 à 35 g. Sur le plan minéral, elle offre des quantités élevées de calcium (1600 à 2200 mg), de fer (18 à 28 mg), de potassium (800 à 1800 mg), de magnésium (260 à 405 mg), de phosphore (200 à 600 mg) et de zinc (1,5 à 3 mg). En plus de ces éléments, la poudre de moringa est une source notable de vitamines, notamment la vitamine A (4000 à 8000 µg), la vitamine C (15 à 100 mg) et la vitamine E (80 à 150 mg) (Fuglie, 1999).

III.11. Domaines d'utilisation des feuilles de *Moringa oleifera*

Les feuilles de *Moringa oleifera* sont connues pour leurs bienfaits nutritionnels et médicinaux. Elles sont utilisées dans plusieurs domaines :

• Usage alimentaire :

Source de protéines, vitamines (C, A), calcium, potassium, antioxydants.

• Usage médicinal :

- Purgatif (laxatif doux)

- Cataplasmes pour les plaies

- Frottées sur les tempes pour les maux de tête

- Traitement des hémorroïdes, fièvres, maux de gorge, bronchite, infections des yeux et des oreilles

- Contre le scorbut et le catarrhe

• **Régulation de la glycémie :**

Le jus de feuilles aide à contrôler la glycémie (diabète).

• **Réduction du gonflement des glandes :**

Application externe du jus (Anwar *et al.*, 2007).

III.12. Principes actifs de la plante

La résistance médicamenteuse croissante incite les chercheurs à explorer des alternatives bioactives, notamment dans les plantes médicinales. *Le Moringa*, robuste et polyvalent, est utilisé dans la fabrication de médicaments, d'aliments nutritifs, de biodiesel, et le traitement de l'eau grâce à ses composés bioactifs variés (Pop *et al.*, 2022).

Les feuilles de *Moringa* contiennent plusieurs composés bénéfiques, notamment des flavonoïdes comme la quercétine et des lignanes tels que le secoisolariciresinol, accompagnés d'acides phénolcarboxyliques et leurs dérivés, qui contribuent à la santé (Pop *et al.*, 2022).

Les caroténoïdes, pigments présents dans les végétaux, protègent les cellules en tant qu'antioxydants. Parmi eux, six caroténoïdes majeurs sont identifiés, tels que le β -carotène. Les feuilles de *Moringa oleifera* contiennent aussi divers métabolites secondaires, y compris des isothiocyanates, qui se forment par l'action de la myrosinase lorsque la plante est blessée ou mastiquée (Saini, 2014).

Les feuilles de *Moringa oleifera* contiennent des métabolites secondaires tels que des alcaloïdes et des glucosinolates. Lorsqu'elles sont endommagées, l'enzyme myrosinase est activée, produisant des isothiocyanates et d'autres composés qui apportent un goût et un arôme piquants (Ishida, 2014 ; Bischoff , 2016)

III.13. Activités biologiques

Le Moringa est couramment employé dans la médecine traditionnelle (Alhakmani *et al.*, 2013). Elle possède une multitude d'applications médicales, riche en valeur nutritive et reconnue pour son potentiel thérapeutique colossal, étant capable de soigner plus de 300 affections. (Nadeem *et al.*, 2020). Plusieurs recherches scientifiques ont mentionné ses attributs antimicrobiens, anti-inflammatoires, antioxydants, antiulcéreux, antidiabétiques et anticancéreux (Al-Asmari *et al.*, 2015 ; Anthanont *et al.*, 2016) (Figure 3).

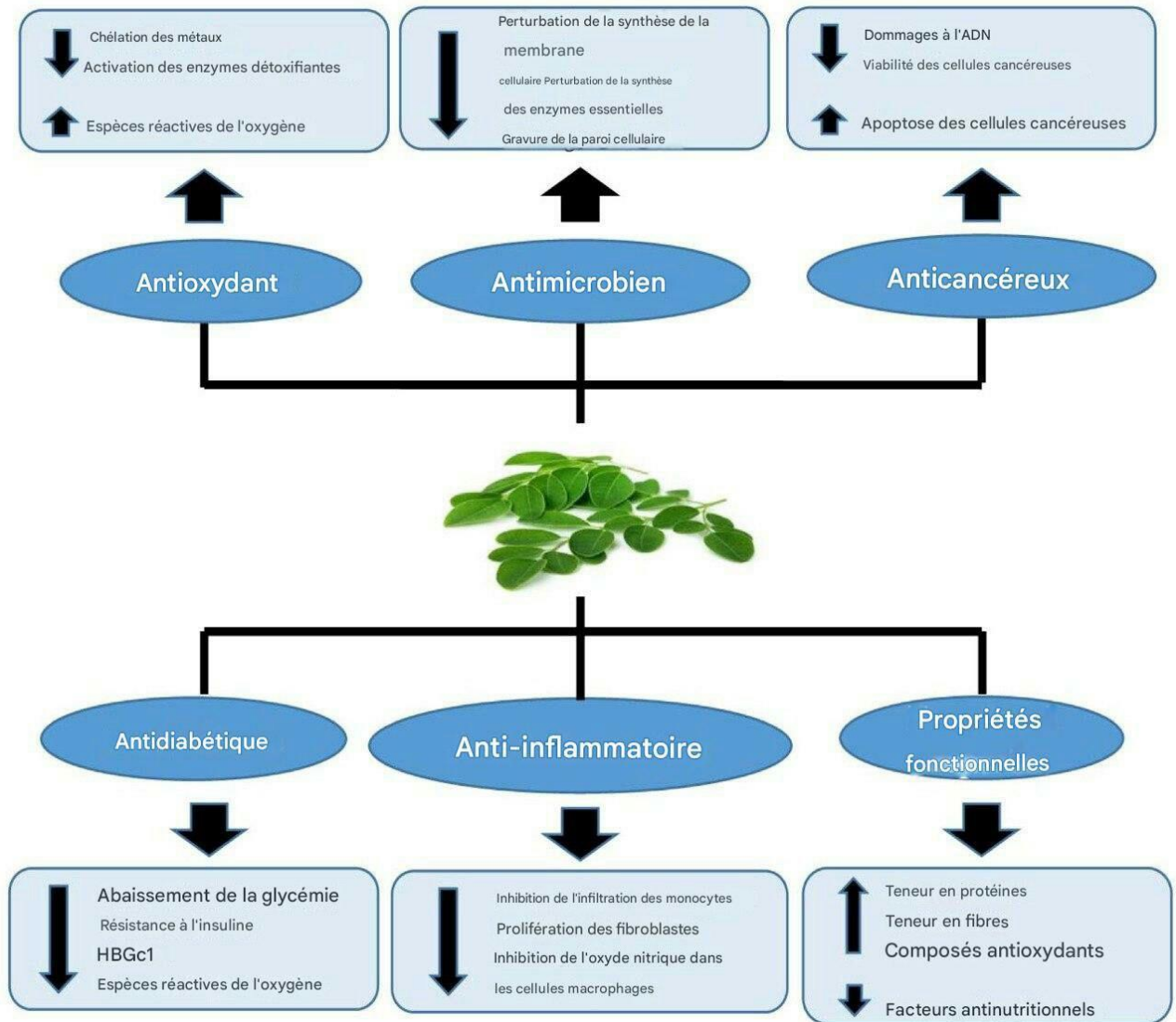


Figure 3 : Les bienfaits des feuilles de *Moringa oleifera* sur la santé grâce à leurs propriétés intrinsèques (Kashyap *et al.*, 2022)

III.13.1. Activité antioxydante

Le stress oxydatif désigne l'incapacité de l'organisme à contrer efficacement les dommages provoqués par les radicaux libres oxygénés (Koechiin, 2006), résultant d'un déséquilibre entre les systèmes pro-oxydants et antioxydants en faveur des premiers (Davies, 2000), soit par réduction des défenses antioxydantes, soit par surproduction de radicaux libres (Favier, 2003).

Les radicaux libres sont des molécules instables, dépourvues d'un électron dans leur couche externe, ce qui les rend très réactives ; ils cherchent à se stabiliser en interagissant avec d'autres molécules (Dacosta, 2003), et appartiennent au groupe plus large des espèces réactives de l'oxygène ou de l'azote (Halliwell, 2001). L'activité antioxydante se réfère à la capacité d'une substance à inhiber ou prévenir l'oxydation des composés biologiques, les antioxydants

jouant ce rôle en neutralisant les radicaux libres (Karou *et al.*, 2005). Ceux-ci peuvent être d'origine endogène, comme certaines enzymes produites naturellement par l'organisme (Mates, 2000), ou exogène.

Les composés phénoliques se distinguent par leur efficacité antioxydante, grâce à leur aptitude à piéger les radicaux libres, à fournir des électrons ou des atomes d'hydrogène, et à chélater les cations métalliques, une activité étroitement liée à leur structure chimique (Balasundram *et al.*, 2006). Dans le cas des flavonoïdes, la relation entre leur structure et leur activité antioxydante est encore plus complexe que pour les acides phénoliques, en raison de la sophistication de leur structure moléculaire (Bors *et al.*, 1997).

Les feuilles de *Moringa oleifera* sont riches en antioxydants grâce à la présence d'une multitude de composés bioactifs naturels, incluant les composés phénoliques, les vitamines A, E et l'acide ascorbique, sans oublier les flavonoïdes. Les infusions aqueuses, méthanoliques et éthanoliques dérivées des feuilles et des racines ont exhibé d'impressionnantes propriétés antioxydantes *in vitro*, mettant en évidence leur richesse en antioxydants et leur potentiel dans le traitement des maladies associées au stress oxydatif chez les modèles animaux. L'administration d'extraits de feuilles de *Moringa oleifera* a montré une aptitude manifeste à atténuer les dommages oxydatifs provoqués par un régime alimentaire riche en graisses. Il est particulièrement remarquable de noter l'augmentation significative de l'activité des principales enzymes antioxydantes, comme la superoxyde dismutase, la catalase et la glutathion S-transférase, induite par les extraits aqueux de feuilles, ainsi que la diminution des niveaux de peroxydation lipidique observée tant chez les rongeurs normoglycémiques que diabétiques.

Une multitude de preuves indique que l'extrait, riche en phénols et en flavonoïdes, pourrait offrir une protection contre les dommages oxydatifs. Cela serait bénéfique tant pour les individus avec une glycémie normale que pour ceux atteints de diabète (Sarode, 2023). De plus, une recherche menée sur un échantillon de 60 femmes ménopausées a révélé qu'une supplémentation en poudre de feuilles de *Moringa oleifera* pendant trois mois menait à une réduction significative des niveaux sériques de malondialdéhyde, un marqueur de la peroxydation lipidique, associé à une élévation des niveaux d'acide ascorbique, de superoxyde dismutase et de glutathion peroxydase. Ceci met en évidence la remarquable capacité antioxydante de cette plante botanique (Erçan, 2021).

III.13.2. Activité cardiovasculaire

Le lyophilisat aqueux et alcoolisé de *M. oleifera* a démontré un effet cardioprotecteur sur les animaux ayant été exposés à un infarctus du myocarde induit par l'isoprotérénol. La consommation régulière de *M. oleifera* a montré son efficacité sur l'hémodynamique provoquée

par l'isoprotérénol et a contribué à l'amélioration des taux d'enzymes tels que la SOD, la catalase, la lactate déshydrogénase, la glutathion peroxydase et la créatine kinase.

L'extrait de butanol s'est révélé être une source importante d'antioxydants chez les rats souffrant de nécrose cardiaque provoquée par l'isoprotérénol. De plus, il a été démontré qu'il diminuait considérablement les niveaux inflammatoires et la nécrose myocardique grâce à la présence du composé N- α -rhamnopyranosyl vincosamide. Les feuilles de *Moringa* ont considérablement abaissé les taux de cholestérol en démontrant une action protectrice sur les rats souffrant d'hypertension. On a identifié la niazirmine A, la niazirmine B et la niazimincine comme étant les composants actifs attribués à cette activité (Pareek *et al.*, 2023).

III.13.3. Activité antidiabétique

Les graines de *Moringa*, lorsqu'elles sont consommées par voie orale, renferment des protéines similaires à l'insuline possédant des épitopes antigéniques semblables à ceux de l'insuline et démontrent une activité antihyperglycémique (Al-maliki, 2015).

1- Activation des voies métaboliques (PI3K/Akt et AMPK) :

Les composés bioactifs de *Moringa oleifera*, tels que les flavonoïdes et les polyphénols, activent la voie PI3K/Akt, qui est essentielle pour la signalisation de l'insuline. Cette activation favorise :

- Une meilleure absorption du glucose par les cellules via le transporteur GLUT-4.
- Une réduction de la résistance à l'insuline. De plus, *Moringa* stimule la voie AMPK, un régulateur clé du métabolisme énergétique, qui favorise l'utilisation du glucose dans les muscles et inhibe la production de glucose hépatique, réduisant ainsi la néoglucogenèse (Dludla *et al.*, 2022).

2- Inhibition des enzymes digestives (α -amylase et α -glucosidase) :

Les extraits de *Moringa oleifera* ralentissent la digestion des glucides complexes en inhibant l'activité de deux enzymes intestinales principales : α -amylase et α -glucosidase. Cela contribue à diminuer l'absorption rapide du glucose et réduire les pics de glycémie postprandiale (Oyedepo *et al.*, 2021).

3- Inhibition de la néoglucogenèse hépatique :

Le foie joue un rôle essentiel dans la régulation de la glycémie, notamment à jeun. En cas de diabète, une production excessive de glucose par le foie peut aggraver l'hyperglycémie. *Moringa oleifera* inhibe cette production excessive en réduisant l'activité d'enzymes clés comme : Glucose-6-phosphatase (G6Pase), Phosphoénolpyruvate carboxykinase (PEPCK). Ces enzymes sont directement impliquées dans la production de glucose à partir de sources non

glucidiques. En inhibant leur activité, *Moringa* réduit la synthèse endogène de glucose (Dludla *et al.*, 2022).

III.13.4. Activité antimicrobienne

Les graines de *Moringa* possèdent également des propriétés antimicrobiennes (Olsen, 1987 ; Madsen *et al.*, 1987).

Broin et ses collaborateurs (2002) ont rapporté qu'une protéine recombinante présente dans les graines est capable de flocculer les cellules bactériennes Gram-positives et Gram-négatives. Dans ce cas, les micro-organismes peuvent être éliminés par sédimentation, de la même manière que les colloïdes dans une eau correctement coagulée et flocculée (Casey, 1997).

D'autre part, les graines peuvent également agir directement sur les micro-organismes et entraîner l'inhibition de leur croissance. Les peptides antimicrobiens sont supposés agir en perturbant la membrane cellulaire ou en inhibant des enzymes essentielles (Silvestro *et al.*, 2000 ; Suarez *et al.*, 2003).

Sutherland et ses collaborateurs (1990) ont signalé que les graines de *Moringa* peuvent inhiber la réplication des bactériophages.

Les effets antimicrobiens des graines sont attribués au composé 4(α -L-rhamnosyloxy) benzyl isothiocyanate (Eilert *et al.*, 1981).

III.13.5. Activité anticancéreuse

Il y a une connexion directe entre les espèces réactives de l'oxygène (ROS) et la mort des cellules. Une production excessive de ROS due à différents stress environnementaux entraîne des lésions oxydatives progressives et, ultimement, la mort cellulaire. On attribue aux glucosinolates, à la niazimicine et à l'isothiocyanate de benzyle les propriétés anticancéreuses présentes dans les feuilles « La niazimicine, un élément bioactif présent dans les feuilles de *Moringa*, a démontré une possible action anticancéreuse » (Islam, 2021).

L'extrait éthanolique des graines de *Moringa* a permis d'isoler le β -sitostérol, le β -sitostérol-3-O- β -D-glucopyranoside, la niazirine, le β -sitostérol et le glycérol-1-(9-octadécnoate). Il a été prouvé que l'isothiocyanate de benzyle est associé au cancer. Des études ont démontré que le BITC (benzyl isothiocyanate) induit des espèces réactives de l'oxygène à l'intérieur des cellules, conduisant à leur mort. Ceci pourrait être l'une des raisons expliquant pourquoi le *Moringa* est un bon agent anticancéreux.

Le *Moringa* renferme un élément anti-âge nommé Zeatin, une cytokinine naturelle dotée de propriétés antitumorales, efficace contre les cancers de la peau et de la prostate, et qui agit

comme un puissant antioxydant. Les feuilles de *Moringa* ont aussi démontré une action cytotoxique notable sur les lignées cellulaires du myélome humain (Islam, 2021).

III.13.6. Activité Anti-inflammatoire

1-Inhibition des cytokines pro-inflammatoires : Les extraits de *Moringa oleifera* inhibent la production de cytokines inflammatoires comme TNF- α , IL-1 β , et IL-6, qui sont impliquées dans diverses pathologies inflammatoires et auto-immunes chroniques. (Ghosh *et al.*, 2007)

2-Inhibition de la voie NF- κ B : *Moringa oleifera* bloque la voie NF- κ B, réduisant ainsi l'expression des gènes inflammatoires et la production de médiateurs comme les prostaglandines et les leucotriènes (Kumar *et al.*, 2014).

3-Modulation des enzymes pro-inflammatoires : L'extrait de *Moringa* diminue l'activité des, cyclooxygénases COX et l'hémoprotéine myéloperoxydase MPO des enzymes clés dans la production de médiateurs inflammatoires (Saravanan *et al.*, 2010).

4-Effet sur les marqueurs inflammatoires dans des modèles expérimentaux : Des études animales ont montré que *Moringa* réduit significativement les niveaux de protéine C-réactive (CRP) et d'autres marqueurs inflammatoires, validant ses effets dans le contrôle de l'inflammation systémique (Gupta *et al.*, 2014).

III.13.7. Autres Activités

➤ **Effets antispasmodiques et antiulcéreux**

Grâce à ses propriétés spasmolytiques, le *Moringa* est couramment employé pour soigner les problèmes de motilité gastro-intestinale. On rapporte aussi que les extraits de méthanol de cette plante offrent une protection contre les lésions gastriques (Gilani ,1999).

➤ **Activité hépato protectrice**

Les extraits de feuilles de *Moringa* montrent des propriétés protectrices contre les atteintes au foie et participent aussi à la diminution de la fibrose hépatique (Pariand ,2002).

➤ **Activité antipyrétique**

Ont été évalué l'effet antipyrétique du *Moringa* sur des rats en employant divers extraits (comme l'éthanol, l'éther de pétrole et l'acétate d'éthyle, entre autres), et les extraits de graines (éthanol et éthyle) ont démontré une activité notable (Hukkeri ,2006).

➤ **Activité analgésique**

Chapitre III : Étude ethnobotanique de *Moringa Oleifera*

Différentes parties du *Moringa*, comme les feuilles, les gousses et les racines, ont démontré une action anti-douleur. L'analyse de l'extrait d'alcool des feuilles de *Moringa* a révélé une propriété antalgique similaire à celle obtenue par la technique d'immersion de la queue. Une autre recherche a expérimenté l'extrait méthanolique de *M. oleifera* sur des grenouilles et des cobayes, révélant que la plante (écorce de racine) a engendré une activité anesthésiante locale notable chez ces deux espèces animales (Hukkeri .,2006 ; Sutar, 2008).

Conclusion

Conclusion

L'analyse ethnobotanique réalisée sur le *Moringa oleifera* a révélé l'importance culturelle, thérapeutique et économique de cette plante pour les communautés locales. *Moringa oleifera*, souvent surnommé « arbre miracle », tient une position privilégiée dans les traditions en raison de ses diverses applications : alimentaire, médicinal, cosmétique et agricole.

En résumé, la culture du *M. oleifera* pourrait offrir une solution dans les régions où le changement climatique entrave l'expansion des cultures habituelles. De plus, toutes les parties du *M. oleifera* (feuilles, racines, fleurs, gousses et graines) sont comestibles et peuvent être intégrées dans divers aliments. Cela permet d'améliorer leur valeur nutritive grâce à la richesse en protéines, en fibres, en vitamines et en antioxydants qu'elles apportent. Elle détient aussi des qualités thérapeutiques considérables, y compris anti-inflammatoires, antiasthmatiques, hypocholestérolémiques, antibactériennes et antalgiques, entre autres.

Sa concentration notable en oméga 3 peut contribuer à la formulation de produits présentant un équilibre entre oméga-6 et oméga-3. En outre, *M. oleifera* présente de multiples opportunités d'application dans les secteurs des cosmétiques, de la purification de l'eau, de la nutrition animale, de l'extraction de fibres pour les matériaux de construction et du traitement des coques pour produire des biocarburants.

Enfin, étant donné que cette plante est peu familière dans les pays développés, il est nécessaire de partager plus d'informations pour promouvoir cette culture et garantir que divers secteurs industriels exploitent toutes ses composantes, contribuant ainsi à une économie circulaire plus pérenne.

Références

Bibliographiques

Références Bibliographiques

Alexiades, M. N. (1996). Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual. New York Botanical Garden.

Al-Maliki, A., & El Rabey, H. A. (2015). The antidiabetic effect of low doses of *Moringa oleifera* Lam. seeds on streptozotocin-induced diabetes and diabetic nephropathy in male rats. *BioMed Research International*, 2015,

Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., & Gilani, A. H. (2007). *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. *Phytotherapy Research*, 21, 17–25.

Anzano, A., Ammar, M., Papaianni, M., Grauso, L., Sabbah, M., Capparelli, R., & Lanzotti, V. (2021). *Moringa oleifera* Lam.: A Phytochemical and Pharmacological Overview. *Horticulturae*, 7(10), 409.

Aribi, I. (2013). Étude ethnobotanique de plantes médicinales de la région du Jijel : étude anatomique, phytochimique, et recherche d'activités biologiques de deux espèces (Mémoire de magistère, Université Houari Boumediene [USTHB], Algérie).

Atakpama, W., Kponor, E., Kanda, M., Dourma, M., Nare, M. T., Batawila, K., & Akpagana, K. (2014). *Moringa oleifera* Lamarck (Moringaceae) : Une ressource phytogénétique à usage multiple. *Revue du CAMES – Série Sciences de la vie, de la terre et agronomie.*, 2, 6–14.

Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1), 191–203

Belakhdar, J. (2008). La pharmacopée marocaine traditionnelle : médecine arabe ancienne et savoirs populaires Ibis Press.

Bhargava, A., Pandey, I., Nama, K. S., & Pandey, M. (2015). *Moringa oleifera* Lam.—Sanjana (Horseradish Tree)—A miracle food plant with multipurpose uses in Rajasthan-India—An overview. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 3(6), 237–248.

Bischoff, K. L. (2016). Glucosinolates. In R. C. Gupta (Ed.), *Nutraceuticals* (Chap. 40). Academic Press.

Botrel, A. (2001). *Larousse des plantes médicinales* : Identification, préparation, soins. Larousse.

- Bouzenoune, A. (2002). Étude phytoécologique de la région de Bouira (Thèse de magistère, Université de Tizi-Ouzou, Algérie).
- Broin, M., Santaella, C., Cuine, S., Kokou, K., Peltier, G., & Joët, T. (2002). Flocculent activity of a recombinant protein from *Moringa oleifera* Lam. seeds. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60, 114
- Bruneton, J. (2009). Pharmacognosie : Phytochimie, plantes médicinales (4e éd.). Tec & Doc Lavoisier.
- Cantau, A. (2013, avril 6). Département Sciences et techniques.
- Casey, T. J. (1997). Unit treatment processes in water and wastewater engineering. John Wiley & Sons.
- Chemat, F., & Vian, M. A. (2014). Alternative solvents for natural products extraction. Springer.
- Dacosta, Y. (2003). *Les phytonutriments bioactifs*. Yves Dacosta Éditions.
- Davies, W. (2000). Understanding strategy. *Strategy and Leadership*, 28, 25–30.
- Divya, S., Pandey, V. K., Dixit, R., Rustagi, S., Suthar, T., Atuahene, D., Nagy, V., Ungai, D., Ahmed, A. E. M., Kovács, B., & Shaikh, A. M. (2024). Exploring the Phytochemical, Pharmacological and Nutritional Properties of *Moringa oleifera*: A Comprehensive Review. *Nutrients*, 16(19), 3423.
- Dludla, P. V., Nkambule, B. B., Jack, B., et al. (2022). A review on the antidiabetic properties of *Moringa oleifera* extracts. *Frontiers in Pharmacology*.
- Eilert, U., Wolters, B., & Nadrtdt, A. (1981). The antibiotic principle of seeds of *Moringa oleifera* and *Moringa stenopetala*. *Planta Medica*, 42, 55–61.
- Ercan, K., Gecesefa, O. F., Taysi, M. E., Ali Ali, O. A., & Taysi, S. (2021). *Moringa oleifera*: A review of its occurrence, pharmacological importance and oxidative stress. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 21(4), 380–396
- Favier, A. (2003). Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, (novembre), 108–115.
- Foidl, N., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2001). The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In L. J. Fuglie (Ed.), *The miracle tree: The multiple attributes of Moringa* (pp. 45–76). CTA.

- Fort, R. (1976). *Plantes médicinales et soins de santé en Afrique*. Paris: Payot.
- Fuglie, L. J. (1999). *The miracle tree: Moringa oleifera: Natural nutrition for the tropics* (1st ed.). *Church World Service*.
- Fuglie, L. J. (2001). *The miracle tree: Moringa oleifera: Natural nutrition for the tropics* (2nd ed.). *Church World Service*.
- Gruffat X. Définition de la phytothérapie [Internet]. 2017.
- Harborne, J. B. (1973). *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis*. Chapman and Hall.
- Heber, D. (2004). Vegetables, fruits and phytoestrogens in the prevention of diseases. *Journal of Postgraduate Medicine*, 50(2), 145–149.
- Ibrahim, S. R. M., El-Halawany, A. M., Saleh, D. O., Abd-Ellatif, R. N., Alshali, K. Z., & El Dine, R. S. (2022). Moringa oleifera: A phytochemical and pharmacological overview. *Pharmaceuticals*, 15(4), 426.
- Ishida M., Hara M., Fukino N., Kakizaki T., Morimitsu Y. Glucosinolate metabolism, functionality and breeding for the improvement of Brassicaceae vegetables. *Breeding Science* 2014;64:48–59.
- Ishida, M., Hara, M., Fukino, N., Kakizaki, T., & Morimitsu, Y. (2014). Glucosinolate metabolism, functionality and breeding for the improvement of Brassicaceae vegetables. *Breeding Science*, 64(1), 48–59
- Jaiswal, D., Rai, P. K., Mehta, S., Chatterji, S., Shukla, S., & Watal, G. (2009). Role of Moringa oleifera in regulation of diabetes-induced oxidative stress. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 2(6), 426–429.
- Kar, A., Choudhary, B. K., & Bandyopadhyay, N. G. (2003). Comparative evaluation of hypoglycemic activity of some Indian medicinal plants in alloxan diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 84(1), 105–108.
- Karou, D., Tchacondo, T., Tchibozo, M. A., Abdoul-Rahaman, S., Anani, K., Koudouvo, K., Simpore, J. (2011). Ethnopharmacological study of medicinal plants used in the management of diabetes mellitus and hypertension in the Central Region of Togo. *Pharmacognosy Research*, 3(1), 24–32.
- Kasolo, J. N., Bimenya, G. S., Ojok, L., Ochieng, J., & Ogwal-Okeng, J. W. (2010). Phytochemicals and uses of Moringa oleifera leaves in Ugandan rural communities. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(9), 753–757.

- Kouakou, K., Méité, S., Benoît, K. G., Djaman, A. J., & N'Guessan, J. D. (2011). Évaluation de l'activité antibactérienne d'un extrait aqueux de *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 80, 785–799.
- Kumar, P. S., Mishra, D., Ghosh, G., & Panda, C. S. (2010). Medicinal uses and pharmacological properties of *Moringa oleifera*. *International Journal of Phytomedicine*, 2, 210–216.
- Lacaille-Dubois, M. A., & Wagner, H. (1996). A review of the biological and pharmacological activities of saponins. *Phytomedicine*, 2(4), 363–386.
- Lagnika, L., Gbenou, J., Akomian, F., Assogba, G., Chabi, N., & Ahissou, H. (2016). Activité antibactérienne de *Moringa oleifera* (Lam.) sur des souches de *Salmonella typhi* et *Salmonella typhimurium* résistantes aux antibiotiques. *Journal of Applied Biosciences*, 98, 9250–9259.
- Le Berre, M. (2004). Les plantes médicinales au Maghreb : un patrimoine à préserver. CNRS Éditions.
- Lhoste, P., Girard, P., Olivier de Sardan, J.-P., & Mathieu, B. (1993). Méthodologie des enquêtes en sciences sociales. GRET/Karthala.
- Liliu, J. (2003). L'ethnobotanique : Connaissance, analyse et valorisation des savoirs populaires sur les plantes. *IEPF*.
- Loupe, D., Oteng-Amoako, A. A., & Brink, M. (2008). Prota 7(1): Timbers/Bois d'œuvre 1. *PROTA Foundation, Backhuys Publishers/CTA*.
- Mahfoudhi, A. (2016). Effet de l'extrait de *Moringa oleifera* sur le diabète expérimental chez le rat (Thèse de doctorat, Université de Sfax, Tunisie).
- Makkar, H. P. S., & Becker, K. (1996). Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Animal Feed Science and Technology*, 63(1–4), 211–228.
- Makkar, H. P. S., Becker, K., Sporer, F., & Wink, M. (1997). Studies on nutritive potential and toxic constituents of different provenances of *Moringa oleifera* leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(8), 3152–3157.
- Makonnen, E., Hunde, A., & Damecha, G. (1997). Hypoglycaemic effect of *Moringa stenopetala* aqueous extract in rabbits. *Phytotherapy Research*, 11(2), 147–148.
- Mccullough, M. L., & Giovannucci, E. L. (2004). Diet and cancer prevention. *Oncogene*, 23(38), 6349–6364.

Miean, K. H., & Mohamed, S. (2001). Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(6), 3106–3112.

Ministry of Health Malaysia. (2006). Malaysian food composition database: *Moringa oleifera* leaves.

Morton, J. F. (1991). The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae)—A boon to arid lands *Economic Botany*, 45(3), 318–333.

N'Doye, M., Gueye, M., & Diop, M. (2013). Étude ethnobotanique de *Moringa oleifera* Lam. au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(1), 136–144.

Nadro, M. S., & Akanji, M. A. (2005). Toxicological studies on ethanolic extracts of *Moringa oleifera* leaves in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 97(2), 243–249.

Nambiar, V. S., & Seshadri, S. (2001). Bioavailability of micronutrients from commonly consumed green leafy vegetables in Indian women. *Indian Journal of Medical Research*, 114, 63–71.

Nambiar, V. S., Guin, P., Parnami, S., & Daniel, M. (2005). Impact of antioxidant-rich snack on nutritional, clinical and antioxidant status of radiotherapy subjects. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55(5), 391–398.

Nambiar, V. S., Mehta, R., Daniel, M., & Seshadri, S. (2003). Efficiency of carotene rich foods in improving vitamin A status of children. *Indian Pediatrics*, 40(6), 558–562.

National Research Council. (2006). *Lost crops of Africa: Volume II: Vegetables*. National Academies Press.

Noumi, E., & Yomi, A. (2001). Medicinal plants used in intestinal diseases in Mbalmayo region, Central Province, Cameroon. *Fitoterapia*, 72(3), 246–254.

Nwosu, J. N., & Okafor, D. C. (2010). Antimicrobial activity of *Moringa oleifera* and *Bridelia ferruginea* leaf extracts on selected enteropathogenic bacteria. *African Journal of Biotechnology*, 9(48), 8207–8212.

Oduro, I., Ellis, W. O., & Owusu, D. (2008). Nutritional potential of two leafy vegetables: *Moringa oleifera* and *Ipomoea batatas* leaves. *Scientific Research and Essays*, 3(2), 57–60.

Okuda, T., & Ito, H. (2011). Tannins of constant structure in medicinal and food plants—Hydrolyzable tannins and polyphenols related to tannins. *Molecules*, 16(3), 2191–2217.

- Olson, M. E. (2002). Combining data from DNA sequences and morphology for a phylogeny of Moringaceae (Brassicales). *Systematic Botany*, 27(1), 55–73.
- Palada, M. C., & Chang, L. C. (2003). Suggested cultural practices for Moringa. AVRDC International Cooperators' Guide. *Asian Vegetable Research and Development Center*.
- Panda, S., & Kar, A. (1999). Evaluation of the antithyroid, antioxidative and antihyperglycemic activity of selected plant extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 68(1–3), 35–41.
- Parrotta, J. A. P. (2009). *Moringa oleifera* Lam., 1785. In A. Roloff, H. Weisgerber, U. Lang, & B. Stimm (Eds.), *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie* (8 p.). WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Price, M. L. (2000). The Moringa tree. *ECHO Technical Note*.
- Radek, M., & Savage, G. P. (2008). The effect of thermal and microwave processing on the antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(9), 1581–1586. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3243>
- Rahman, M. M., Sheikh, M. M., Sharmin, S. A., Islam, M. S., Rahman, M. A., Rahman, M. S., & Alam, M. F. (2009). Antibacterial activity of leaf juice and extracts of *Moringa oleifera* Lam. against some human pathogenic bacteria. *CMU Journal of Natural Sciences*, 8(2), 219–227.
- Ramachandran, C., Peter, K. V., & Gopalakrishnan, P. K. (1980). Drumstick (*Moringa oleifera*): A multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*, 34(3), 276–283.
- Rockwood, J. L., Anderson, B. G., & Casamatta, D. A. (2013). Potential uses of *Moringa oleifera* and an examination of antibiotic efficacy conferred by *M. oleifera* seed and leaf extracts using crude extraction techniques available to underserved indigenous populations. *International Journal of Phytotherapy Research*, 3(2), 61–71.
- Saini, R. K., Sivanesan, I., & Keum, Y.-S. (2016). Phytochemicals of *Moringa oleifera*: A review of their nutritional, therapeutic and industrial significance. *3 Biotech*, 6, Article 203.
- Sarode, S. A., Sonawane, Y. N., Suralkar, R. K., Kumbhar, D. D., Warade, P. P., & Patil, P. R. (2023). *Moringa oleifera*: Phytochemistry, pharmacology. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 24, 41–55.

Seshadri, S., & Nambiar, V. S. (2003). Kanjee – A rice-based traditional weaning food modified with *Moringa oleifera* and carotene-rich foods. *Indian Journal of Pediatrics*, 70(8), 659–661.

Shahidi, F., & Naczk, M. (2004). Phenolics in food and nutraceuticals. *CRC Press*.

Sharma, V., & Paliwal, R. (2012). Anti-oxidant and phytochemical studies of *Moringa oleifera* Lam. and *Azadirachta indica* A. Juss. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(Suppl 3), 498–501.

Siddhuraju, P., & Becker, K. (2003). Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(8), 2144–2155.

Sofowora, A., Ogunbodede, E., & Onayade, A. (2013). The role and place of medicinal plants in the strategies for disease prevention. *African journal of traditional complementary, and alternative medicines : AJTCAM*, 10(5), 210–229.

Sreelatha, S., & Padma, P. R. (2009). Antioxidant activity and total phenolic content of *Moringa oleifera* leaves in two stages of maturity. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64, 303–311.

Steyn, N. P., Wolmarans, P., Nel, J. H., & Bourne, L. T. (2001). Dietary intake of adult women in South Africa with different socio-economic status. *South African Journal of Clinical Nutrition*, 14(4), 150–158.

STRANG C., 2006 - Larousse médical. Ed. Larousse, Paris, 1219 p

Teixeira, É. M., Carvalho, M. R. B., Neves, V. A., Silva, M. A., & Arantes-Pereira, L. (2014). Chemical characteristics and fractionated antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaves. *Food Science and Technology*, 34(3), 485–492.

Tsaknis, J., Lalas, S., Gergis, V., Dourtoglou, V., & Spiliotis, V. (1999). Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety “Periyakulam 1”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 4495–4499.

Walter, A., & Sam, C. (2002). Nauséa, vomissements et plantes médicinales dans les soins de santé primaires. *Centre de recherches sur la médecine traditionnelle*.

WHO. (2003). Traditional medicine: Growing needs and potential. *World Health Organization*.

ملخص

علم النبات العرقي هو دراسة العلاقات بين البشر والنباتات، وخاصة كيفية استخدام الثقافات المختلفة للنباتات وإدراكها وإدارتها في بيئتها. يستكشف هذا المجال الاستخدامات الطبية والغذائية للنباتات، مع تسليط الضوء على المعرفة التقليدية التي تنتقل من جيل إلى جيل. تساهم النباتات الطبية في معالجة العديد من الاضطرابات الفيزيولوجية. وقد شكلت النباتات أساسًا للطب التقليدي، وأسهمت في تطوير الأدوية. وقد ركز العمل البحثي على نبات المورينجا أوليفيرا، وهو نبات طبي ذو فضائل متعددة، والذي يجمع بين تطبيقات علم النبات العرقي والعلاجي والبيولوجي. تم أيضا ذكر الوصف التفصيلي للتركيب الفيزيولوجي والكيميائي لنبات المورينجا وهو غني نظرًا لقيمتها الغذائية العالية. وقد تمت دراسة الاستخدامات التقليدية والحديثة، مع ملاحظة التطبيقات الطبية الأساسية لعدد من الأنشطة البيولوجية: مضادات الأكسدة، وأمراض القلب والأوعية الدموية، ومضادات السكري، ومضادات الميكروبات، ومضادات السرطان، ومضادات الالتهابات وخافضة لضغط الدم.

الكلمات المفتاحية: المورينجا، أوليفيرا، النباتات الطبية، الإثنوبوتانيك، الخصائص البيولوجية، مضادات الأكسدة، مضادات الالتهاب،

الطب البديل، العلاج بالنباتات

Résumé

L'ethnobotanique est l'étude des relations entre l'homme et les plantes, en particulier la manière dont les différentes cultures utilisent, perçoivent et gèrent les plantes dans leur environnement. Ce domaine explore les utilisations médicinales et nutritionnelles des plantes, en mettant en évidence les connaissances traditionnelles transmises de génération en génération. Les plantes médicinales contribuent au traitement de nombreux troubles physiologiques. Les plantes sont à la base de la médecine traditionnelle et ont contribué au développement des médicaments. Le travail de recherche a porté sur *Moringa oleifera*, une plante médicinale aux vertus multiples, qui combine les applications de l'ethnobotanique, de la botanique thérapeutique et de la botanique biologique. La description détaillée de la composition physiologique et chimique du *Moringa oleifera*, qui est riche en raison de sa haute valeur nutritionnelle, a également été décrite. Les utilisations traditionnelles et modernes ont été étudiées, en notant les applications médicinales de base d'un certain nombre d'activités biologiques : Antioxydant, cardiovasculaire, antidiabétique, antimicrobien, anticancéreux, anti-inflammatoire et antihypertenseur.

Mots clés : *Moringa oleifera*, Plantes médicinales, Ethnobotanique, Propriétés biologiques, Antioxydants, Anti-inflammatoires, Phytothérapie

Abstract

Ethnobotany is the study of the relationship between humans and plants, particularly how different cultures use, perceive, and manage plants in their environment. This field explores the medicinal and nutritional uses of plants, highlighting traditional knowledge passed down from generation to generation. Medicinal plants contribute to the treatment of many physiological disorders. Plants have formed the basis of traditional medicine and have contributed to the development of modern pharmaceuticals. This research focused on *Moringa oleifera*, a medicinal plant with multiple virtues that combines ethnobotanical, therapeutic, and biological applications. The detailed description of the physiological and chemical composition of *Moringa oleifera*, which is rich due to its high nutritional value, has also been described. Traditional and modern uses have been studied, noting the basic medicinal applications of a number of biological activities: Antioxidant, cardiovascular, antidiabetic, antidiabetic, antimicrobial, anticancer, anti-inflammatory and antihypertensive.

Keywords: *Moringa oleifera*, Medicinal plants, Ethnobotanical, Proprietary biological agents, Antioxidants, Anti-inflammatory, Phototherapy