République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère de l'Enseignement Superieur et de la Recherche Scientifique

Université Dr. Yahia Farés de Médéa

Faculté des Sciences

Mémoire de Master

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Phytopathologie

Par

M elle KOUADRI Zineb

M elle MESSAOUDI Fatma

CONTRIBUTION A L'ETUDE ET DE LAVALORISATION D'UNE PLANTE A INTERET MEDICINALE CAS DE LA *MORINGA OLEIFER*

Soutenu à distance en juin 2022 Devant le jury composé de :

Mme : **BENDOUMIA Houda.**	MCB	U. Médéa	prèsidente
Mme : **OUTTAR Fahima.**	MCB	U. Médéa	Exminatrice
Mme : **BOUKHALFOUN Leila**	MCB	U. Médéa	Encadrant
Dr. **KIROUANI Abderrezak**	MCA	U. Médéa	Co-Encadrant

Année universitaire 2021/2022

Remerciement

Au nom de Dieu, le Très Miséricordieux, le Très Miséricordieux, et que la prière et la paix soient sur le Sceau des Prophètes et Messagers, Muhammad, que la prière et la pai deDieu soient sur lui Et après : Louanges et remerciements au Seigneur, béni et exalté soit-Il, qui nous a permis ce travail, en espérant qu'Il en profitera à nous et à d'autres.

Nous exprimons notre profonde gratitude et notre respect au président du comité de discussion et aux autres membres du comité pour leur acceptation de participer à l'enrichissement de notre recherche.

Avec des conseils et des conseils précieux qui amélioreront notre travail en dehors de celui-ci Et dans la meilleure forme possible.

Nous ne pouvons que reconnaître la grâce de sa famille, nous exprimons donc nos sincères remerciements au superviseur, le professeur « BOUKHALFOUN Leila » et à l'assistante

Le superviseur, M. Kirouani A, pour ses efforts, ses précieuses recommandations et ses conseils avisés tout au long de ce travail.

Nous espérons que Dieu leur accordera une santé et un bien-être continus, alors Dieu les a récompensés en notre nom et en a fait un atout et une fierté pour chaque élève science et apprentissage.

Nous remercions les laborantins universitaires pour qu'est-ce qu'ils nous ont fourni une aide pour terminer les travaux pratiques.

Enfin, nous remercions nos honorables professeurs qui ont encadré notre formation durant notre parcours universitaire, sans oublier les étudiants de notre promotion 2022 et tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir ce travail du début à la fin.

Dédicace

Que Dieu les préserve et prolonge leur vie, et que Dieu les récompense en notre nom.

A mes frères et sœurs, Boumediene, Abdel Fattah et Meriem, et à tous les membres dela famille Messaoudi, des plus âgés aux plus jeunes.

Je dédie mon travail à ceux qui ont partagé ce chemin avec moi, et je me suis réjoui de mon succès et j'étais content de mon diplôme

Mon amie : Akila Bouzar, dont les mots ne suffisent pas

Respect et gratitude à tous mes professeurs de l'école primaire à l'université.

A tous ceux que j'ai aimés et qui m'ont aimé et qui ne m'ont pas aidé à me souvenir

A tous ceux qui m'ont soutenu dans la vie et m'ont encouragé.

Et à la fin, je demande à Dieu de faire en sorte que ce travail profite à tous les étudiants qui sont sur le point d'obtenir leur diplôme.

MESSAOUDI Fatma

Dédicace

Je Dédie ce travail à celle qui m'a élevé, illuminé mon chemin et m'a aidé avec des supplications, à la personne la plus précieuse de cette existence, ma mère guidoume nassria bien-aimée.

Et à ceux qui ont travaillé dur pour mon succès et mon bonheur et m'ont appris le sens de la lutte et m'ont amené là où je suis maintenant, mon cher père djillali.

Que Dieu les préserve et prolonge leur vie, et que Dieu les récompense en notre nom.

A mes frères et sœurs, soumai, Abdel raoufe et aymane et amine et imane et boucheraet oumayma , et à tous les membres de la famille kouadri, des plus âgés aux plus jeunes.

Je dédie mon travail à ceux qui ont partagé ce chemin avec moi, et je me suis réjoui de mon succès et j'étais content de mon diplôme

Mon amie : khadidja, dont les mots ne suffisent pas

Respect et gratitude à tous mes professeurs de l'école primaire à l'université.

A tous ceux que j'ai aimés et qui m'ont aimé et qui ne m'ont pas aidé à me souvenir

KOUADRI ZINEB

Liste des abréviations

Acét : acétate d'éthyle

Alcl3 : Chlorure d'aluminium

DPPH : Activité de piégeage des radicaux

Éthe : Éther de pétrolé

Étha : Éthanol

Fecl3 : Chlorure ferrique

H2SO4 : Acide sulfurique

Hcl : acide chlorhydrique

I2 : diode

IC50 : concentration d'inhibition

J : Jour

Kl : iodure de potassium

M : Moringa

Mg : Milligramme

Méth : Méthanol

M O : Moringa oleifera.

MS : Matière sèche.

Nacl : chlorure de soduim

NH4OH : ammoniaque

Nm : nano mettre

µg : micro gramme

µl : micro litre

Liste des tableaux

Tableaux 1.1 : Composition chimique de Moringa pour 100 mg de feuilles.....**10**

Tableaux 1.2 : rendements des extraits végétaux des feuilles feuilles..... **14**

Tableaux 3.1 : rendements des extraits végétaux des feuilles.....**33**

Tableaux 3.2 : Résultats du screening phytochimique des extraits de *M.*.....**34**

Tableaux 3.3 : Résultats du screening phytochimique de la poudre des feuilles et graines de *M.oleifera* **36**

Tableaux 3.4 : Pourcentage d'inhibition des différents extraits utilisés de *M.oleifera* **40**

Liste des figures

figure 1 .1 : Feuilles de *Moringa oleiferal* ..... *08.*
figure 1.2 : Les fleurs de *Moringa oleifera* ***09***
figure 1.3 : Principales classes des composés phénoliques **15**
figure 1.4 : Squelette de base des flavono **16**
figure 2.1 : Différentes classes de flavonoïdes **22**
figure 2.2: Localisation géographique du site de récolte **23**
figure 2.3 : Les parties aériennes utilisées (feuilles et graines) de *Moringa oleifera* ***23***
figure 2.4 :La poudre des graines et feuilles de *Moringa oleifera* ***25***
figure 2.5 : Mélanges de solutions sous agitation **25**
figure 2.6 : Les extraits organiques des feuilles de *Moringa oleifera* **38**
figure 3.1 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique **39**
figure 3.2 : Teneur en polyphénols totaux des extraits étudies **40**
figure 3.4 : Les différentes concentrations utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante **43**

Table des matières

Remerciement 2

Dédicace 3

Liste des abréviations 5

Liste des tableaux 7

Liste des figures 8

Introduction 1

Chapitre I : étude bibliographique 3

Les plantes médicinale 3

1.1.1. Historique 3

Définition des plantes médicinales 4

L'importance des plantes médicinales 4

Présentation de la plante étudiée 6

Histoire et origine de la plante *Moringa Oléifèra* 6

Description botanique 7

Composition chimique 10

Domaines d'utilisation de *Moringa oleifera* Lam 11

1.2.5.1. Alimentation 11

1.2.5.2. Industrie 11

Domaine thérapeutique 12

Autres utilisations 12

Récolte et rendement 12

Répartition géographique 13

1.3.1. Les polyphénols 14

Principales classes des polyphénols 14

Les flavonoïdes 15

Les tanins 16

a) Classification des tanins 17

Les coumarines 18

Les quinones 18

Extraction des composés phénoliques 18

Propriétés biologiques des polyphénols 19

1.3.2. Les hétérosides ou glycosides 19

1.3.2. 1. Les saponines 19
1.3.2. 2. Les alcaloïdes 20
1.3.2. 3. Les stérols 20
Chapitre II : matériel et métode 22
Présentation de la région d'étude 22
Matériel végétal 22
Méthodes utilisées 23
Préparation des extraits organiques 23
Mode opératoire 24
Calcul du rendement 26
Screening phytochimique des extraits des feuilles 26
Détection des tanins 27
Détection des saponines 27
Détection des coumarines 27
Détection des protéines 27
Détection des alcaloïdes 28
Détection des sucres réducteurs 28
Détection des quinones libres 28
Screening phytochimique de la poudre des feuilles et graines 28
La recherche des saponines 28
Recherche des tannins 28
Recherche des anthocyanes 29
Recherche des leucoanthocyane 29
La recherche des flavonoïdes 29
La recherche des alcaloïdes 29
Dosage des poly phénols 29
Principe 29
Mode opératoire 30
Expression des résultats 30
Etude des activités biologiques 30
Activité antioxydante 30
Principe 30
Mode opératoire 30
Expression des résultats 31

Chapitre III : résultats et discussion 33
Rendements en extraits bruts 33
Screening phytochimique des résidus 34
Dosage des polyphénols totaux 37
Evaluation de l'activité antioxydante 39
Conclusion 46
référence **47**

Résumé

Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés à l'étude d'une plante *Moringa oleifera*, appartenant à la famille des Moringacées. . Le but de la présente étude est déterminer la composition chimique des extraits et poudre des feuilles et d'évaluer leur activité antioxydante (méthanolique, éthanolique, éther de pétrole et acétate d'éthyle). La préparation des extraits a été réalisée à partir des feuilles récoltées dans la région de Merrikh à Ain Saleh.

L'extrait méthanolique obtenu a donné un bon rendement de l'ordre de 10.76% par rapport aux autres extraits éthanolique, éther de pétrole et acétate d'éthyle. Le screening phytochimique permis de révéler la présence des principaux métabolites secondaire dans la poudre des feuilles de cette plante à savoir, les polyphénols, les alcaloïdes et les saponines, tanins et flavonoides. L'activité antioxydante des extraits étudiés a montré un excellent pouvoir de l'extrait méthanolique dans la neutralisation du radical libre (DPPH) à une concentration de 500µg/ml atteignant l'acide ascorbique (83.73% et 84.60% respectivement)

Cette étude nécessite d'être complétée par une étude biologique notamment insecticide et antifongique des différents extraits utilisés des feuilles et graines de cette plante.

Mots clés : *Moringa oleifera* Lam., Activité antioxydante, Extraits, Screening phytochimique.

Abstract

In the present work, we are interested in the study of a Moringa oleifera plant, belonging to the Moringaceae family. The aim of the present study is to determine the chemical composition of the extracts and powder of the leaves and to evaluate their antioxidant activity (methanolic, ethanolic, petroleum ether and ethyl acetate). The preparation of the extracts was carried out from the leaves harvested in the region of Merrikh in Ain Saleh.

The methanolic extract obtained gave a good yield of around 10.76% compared to the other ethanolic extracts, petroleum ether and ethyl acetate. Phytochemical screening revealed the presence of the main secondary metabolites in the leaf powder of this plant, namely polyphenols, alkaloids and saponins, tannins and flavonoids. The antioxidant activity of the extracts studied showed an excellent power of the methanolic extract in the neutralization of the free radical (DPPH) at a concentration of 500µg/ml reaching ascorbic acid (83.73% and 84.60% respectively)

This study needs to be completed by a biological study, in particular insecticide and antifungal, of the different extracts used from the leaves and seeds of this plant.

Keywords: *Moringa oleifera* Lam., Antioxidant activity, Extracts, Phytochemical screening.

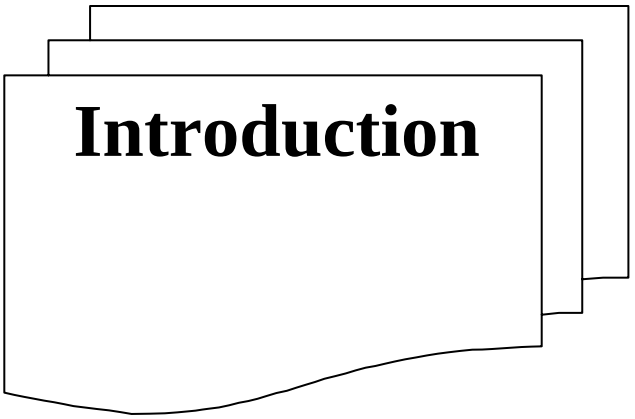
ملخص

في العمل الحالي ، نحن مهتمون بدراسة نبات المورينجا أوليفيرا ، الذي ينتمي إلى عائلة Moringaceae. . الهدف من هذه الدراسة هو تحديد التركيب الكيميائي لمستخلصات الأوراق ومسحوقها وتقييم نشاطها المضاد للأكسدة (الميثانول والإيثانول والإيثر البترولي وخلات الإيثيل). تم تحضير المستخلصات من الأوراق المحصودة في منطقة المريخ في عين صالح.

أعطى المستخلص الميثانولي عائد جيد بلغ حوالي 10.76٪ مقارنة بالمستخلصات الإيثانولية الأخرى ، الإيثر البترولي وخلات الإيثيل. كشف الفحص الكيميائي النباتي عن وجود المستقلبات الثانوية الرئيسية في مسحوق الأوراق لهذا النبات ، وهي البوليفينول والقلويدات والصابونين والعفص والفلافونويد. أظهر النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات المدروسة قوة ممتازة للمستخلص الميثانولي في معادلة الجذور الحرة (DPPH) بتركيز 500 ميكروغرام / مل وصولاً إلى حمض الأسكوربيك (83.73٪ و 84.60٪ على التوالي)

يجب استكمال هذه الدراسة بدراسة بيولوجية ، خاصة مبيدات الحشرات ومضادات الفطريات ، للمستخلصات المختلفة المستخدمة من أوراق وبذور هذا النبات.

الكلمات المفتاحية: المورينجا أوليفيرا لام ، نشاط مضادات الأكسدة ، المستخلصات ، الفحص الكيميائي النباتي



Introduction

Introduction

L'homme, dans son environnement, a accordé un intérêt croissant pour l'étude des plantes médicinales et leur utilisation traditionnelle dans différentes régions du monde **(Muthu *et al.*, 2006)**. Cet intérêt a conduit aux enquêtes ethnobotaniques qui se sont avérées être l'une des approches la plus fiable pour la découverte de nouveaux médicaments (Koné, 2009).

L'OMS (2002) a estimé qu'environ 80% de la population en voie de développement ont recourt toujours à la médecine traditionnelle pour laquelle la majeure partie des thérapies implique l'exploitation des principes actifs des plantes médicinales. Par ailleurs beaucoup de plantes sont très connues pour leurs grandes potentialités métaboliques de substances dites secondaires qui sont assez complexes du point de vue structure et composition chimique **(Hogan et Kolter ., 2002).**

Le *Moringa oleifera* est une espèce de la famille des Moringacées qui a des valeurs médicinales et nutritionnelles. Il est riche en nombre de nutriments importants et de composés actifs, y compris les protéines digestibles, les acides aminés, les acides gras insaturés, en particulier les acides linoléique, oléique et palmitique, les vitamines A, le complexe B (B1, B3, B6 et B7), C, D, E et K, calcium, fer, glucosinolates, isothiocyanates, polyphénols et antioxydants **.**

Il est utilisé par les habitants des oasis du Sud-ouest Algérien. Bien que la littérature a montré l'immense valeur nutritive de ses feuilles, néanmoins très peu d'études se sont intéressées aux attributsbiologiques de ses feuilles dans la région.

Beaucoup de travaux ont été réalisés sur *Moringa oleifera* qui ont porté sur l'analyse de la composition chimique et les activités biologiques décrites par plusieurs chercheurs **(Mensah *et al.*, 2012 ; Millogo-Koné, 2012)**, cependant, peu d'essais en Algérie sur cette plante ont été entrepris.

C'est dans ce contexte que notre travail s'est consacré à l'étude de la composition chimique de *Moringa oleifera* et à l'évaluation du potentiel antioxdant des différents extraits végétaux utilisés à savoir l'extrait méthanolique , éthanolique, acétate d'éthyle et éther de pétrole.

Chapitre I :

Etude bibliographique

Chapitre I : étude bibliographique

Les plantes médicinale

1.1.1. Historique

Depuis l'Antiquité, l'homme a connu de nombreuses plantes et herbes médicinales qui poussent à l'état sauvage dans son environnement tentaculaire, où il a trouvé beaucoup d'entre elles utiles dans l'alimentation et peu d'entre elles convenant à la médecine. Il était possible d'exploiter ces herbes dans le processus de la médecine populaire pour traiter les maladies et éliminer les maux **(Al-Shahat., 1992).**

La première constitution de la phytothérapie a été établie en Chine, qui comprend environ 365 plantes médicinales appelées (Ben Cao), c'est-à-dire un groupe d'herbes, et les Arabes ont joué un grand rôle dans le développement des sciences médicales, car beaucoup d'entre eux s'intéressaient à les propriétés des herbes et les façons de les traiter, ils ont donc bénéficié des connaissances et des informations atteintes par les Grecs et les Indiens et les Chinois excellaient à les traduire, à les transcrire et à les rendre faciles et accessibles **(Abu Al-Qasim *et al.*, 2016).**

Alors que La civilisation pharaonique se distinguait des autres civilisations par la connaissance de ses scientifiques des secrets des plantes médicinales, dont la plus importante était le papyrus Ebers, qui contenait une description de nombreuses maladies et de leurs symptômes et comment les traiter à l'aide de médicaments végétaux **(Shams El-Din., 2000).**

Les plantes médicinales en Algérie

Le pays algérien est très riche en ses diverses herbes naturelles en raison de ses vastes étendues et de ses nombreux climats : marin, continental, désertique, et en raison de sa chaleur et de sa luminosité solaire, de son beau temps et de son sol diversifié et très fertile dans la plupart de celui-ci. Il ne fait aucun doute que ces climats et ces sols ont un impact significatif non seulement sur l'intensité de la diversité végétale, mais aussi sur la composition des plantes et leur confèrent des caractéristiques particulières.

Des expériences ont montré que les plantes des régions tempérées sont plus efficaces et plus riches en éléments bénéfiques que les plantes des régions froides. De nombreuses études ont également prouvé que l'Algérie compte moins de 3 500 espèces de plantes, dont certaines appartiennent aux climats chauds, et d'autres aux

climats tempérés. De ce nombre, environ 1900 espèces peuvent être trouvées en Espagne, environ 1 500 espèces en Italie, d'autres que l'on ne trouve que dans les pays désertiques, et d'autres qui sont indigènes, que l'on ne trouve que dans les pays d'Afrique du Nord, mais il existe des formes végétales qui n'apparaissent que dans quelques endroits ou des endroits limités Beaucoup en Algérie, et qu'il y a des espèces encore cachées dans la nature qui n'ont pas encore été découvertes, malgré les milliers d'herbes algériennes et que parmi cette richesse botanique, pas moins de cinq cents herbes circulent parmi les gens en médecine et bien connues de la population, comme une centaine d'entre elles sont des herbes médicinales, on les trouve vendues aux herboristes sur les marchés, surtout l'hebdomadaire marchés à la campagne ou chez les herboristes des villes **(Halimi Abdelkade *et al.*, 1997).**

Définition des plantes médicinales

Une plante médicinale est définie comme une plante qui contient dans un ou plusieurs de ses différents organes ou ses modifications une ou plusieurs substances chimiques en concentration faible ou élevée et a la capacité physiologique de traiter une maladie spécifique ou au moins de réduire les symptômes d'une infection par cette maladie si elle est administrée au patient soit sous sa forme pure après l'avoir extraite de la matière végétale, soit utilisée pendant qu'elle est encore dans son processus d'origine sous forme d'herbe végétale fraîche, séchée ou partiellement extraite. Le scientifique Dragendroff a défini la plante médicinale comme tout ce qui est d'origine végétale et utilisé en médecine, c'est une plante médicinale **(Heikal et Omar., 1988).**

Les plantes médicinales sont utilisées pour leurs propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine. En effet, elles sont utilisées de différentes manières, décoction, macération et infusion, une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisées, racine, feuille, fleur **(Dutertre., 2011).** Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle (MTR) dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents **(Sanago., 2006).**

L'importance des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont les sources naturelles les plus importantes d'antioxydants, tels que les composés phénoliques et les flavonoïdes, qui surpassent largement les vitamines C et

E et les caroténoïdes **(Dai et Mumper., 2010)**, pour les médicaments de synthèse car elles constituent des ressources naturelles de composés pharmaceutiques et nutritionnels pour prévenir et traiter les maladies **(Sohaimy *et al.* 2015)**. Les plantes médicinales occupent à l'heure actuelle une grande place dans la production agricole et industrielle, car elles sont la principale source de médicaments végétaux ou la source de substances actives qui entrent dans la préparation de médicaments, surtout après que l'Organisation mondiale de la santé a annoncé la nécessité de revenir au traitement naturel à base de plantes ou de réduire la consommation de médicaments fabriqués Chimiquement en raison de ses effets secondaires négatifs **(Mohamed,2012).**

Depuis l'antiquité, les molécules chimiques végétales sont connues pour leur effet Bio-insecticides. D'après Rana Singh, (2000), environ 2121 espèces végétales possédant des propriétés de la lutte anti parasitaire, parmi 1005 espèces de plantes présentant des propriétés insecticides, 384 avec des propriétés anti-appétant, 297 ayant des propriétés répulsives, 27 avec des propriétés attractives et 31 identifiées comme stimulateurs de croissance. Ses molécules appartiennent majoritairement aux grandes familles chimiques : les substances phénoliques, les terpénoïdes, les stéroïdes et les alcaloïdes. Les plantes médicinales peuvent se présenter sous différentes formes, certaines sous la forme de grands arbres, d'arbustes ou de plantes vivaces et annuelles, y compris les arbres *Moringa oleifera*.

Les bio-pesticides et engrais issus des plantes ont des avantages multiples surtout pour les paysans agriculteurs, de par leur accessibilité et leur moindre cout sans oublier leur faible toxicité et résistance. Selon **(Foidl et al., (2001),** l'extrait à l'éthanol 80 % obtenu à partir des feuilles de *Moringa* contient des facteurs de croissance. Son aspersion après dilution dans l'eau produit des effets significatifs : croissance plus Vigoureuse sur un cycle de vie plus long; racines, tiges et feuilles plus robustes, teneur plus élevée en sucres. L'utilisation de cet extrait permet d'augmenter globalement les rendements de 20 à 35% **(Foidl *et al*., 2001).**

De nombreuses études ont également prouvé que les produits chimiques pharmaceutiques industriels ont souvent des effets nocifs en plus de l'effet thérapeutique de base pour lequel ils sont utilisés, et peuvent ne pas conduire au même effet fonctionnel que les substances actives des plantes médicinales d'où l'importance des plantes médicinales dans le traitement. L'importance des plantes médicinales réside dans le fait qu'ils contiennent des produits chimiques utiles, leur impact physiologique et de leur activité pharmacologique sur les organes du corps humain et animal **(Al-Abed. 2009)**. Les plantes médicinales sont

également utilisées comme épice et assaisonnement pour les aliments, ce qui leur donne un goût et une saveur distinctifs **(Al-Attiyat., 1995).**

Présentation de la plante étudiée

Histoire et origine de la plante *Moringa Oléifèra*

L'utilisation de la plante *Moringa oleifera* remonte à 2000 ans avant J.C, au Nord de l'Inde où elle fut d'abord décrite comme une herbe médicinale. Selon la médecine Ayurvédique, la plante de Moringa peut empêcher jusqu'à 300 différentes maladies. L'utilisation du Moringa en tant qu'huile fut constatée en premier dans l'Egypte ancienne, où elle était utilisée en tant que protection contre la chaleur intense venant du climat désertique. L'utilisation de la plante de Moringa par les grecques fut également observée et ils l'ont ainsi transmis aux Romains qui l'ont utilisée pour nourrir leurs armées. Depuis, la plante de Moringa a été propagée autour du monde due à sa capacité de développer de profonde racine dans tout type de terre dans lequel elle est placée, ce qui lui a donné l'opportunité de traverser le globe de l'Egypte à la Méditerranée. Le *Moringa oleifera*, plante à fleurs de la famille des Moringacées originaire de l'inde, est une plante à miracle, véritable boite à pharmacie. Toutes ses parties sont utilisées différemment dans la médecine douce et dans la pharmacopée Africaine, Sud-Américaine et Asiatique. Ses feuilles, ses fleurs, ses écorces et ses racines soignent de nombreuses maladies. Elle est efficacement utilisée pour lutter contre la malnutrition et ses effets néfastes **(http:// moringa.alismiri.com).** Le *Moringa Oléifèra* est une plante facile à entretenir, car elle n'a pas d'exigences spécifiques. Il supporte une large gamme de type de sols et de conditions pluviométriques. Il se caractérise par une rusticité remarquable et une croissance initiale très rapide; il fleurit dès la première année de plantation, il a une croissance rapide et résiste bien à la sécheresse.

Systématique et nomenclature

Selon Laleye *et al*., 2015, la classification de ***Moringa oleifera*** est comme suit :

Règne: Plantae

Sous-règne: Tracheobionta

Classe: Magnoliopsida

Ordre: Capparales

Famille: *Moringaceae*

Division: Magnoliopyte

Genre: *Moringa*

Espèce: *Moringa oleifera*

Moringa appartient à une famille monogénérique dont on connaît 14 espèces. Neuf d'entre elles sont africaines, deux malgaches, deux indiennes et une en Arabie. Les espèces les plus courantes sont: *Moringa oleifera, M. stenopetala, M. conxanensis, M. Drouhardii, M. Longituba* et *M. Peregrina.* « *Moringa* » vient de *muringa* en malayalam une langue indienne. *Moringa oleifera* est un arbre qui est connu sous diverses appellations. En Afrique Francophone, le nom le plus général est nébéday, nom vraisemblablement dérivé de l'anglais *"never die"* (immortel), en référence à sa capacité de résistance à la sécheresse, à son aptitude à se propager rapidement à partir de semis ou de boutures et à se régénérer même après des coupes très sévères **(Fuglie, 2001).**

Description botanique

Moringa oleifera est une plante qui a l'aspect d'un arbuste dont la hauteur peut atteindre 4 à 5 m. Le diamètre du tronc varie entre 20 et 40 cm. Le tronc est généralement droit, mais il est parfois très peu développé. En général, il se ramifie lorsque la hauteur atteint 1,5 à 2 m. Les branches poussent de manière désorganisée et la canopée est en forme de parasol **(Foi dl et *al.*, 2001***).***Son bois est doux et son écorce est entourée par une épaisse couche de liège.

a) racine

Le système racinaire est de structure tubulaire, il est formé d'un pivot central qui peut s'enfoncer dans le sol jusqu'à 1,30 m de profondeur lui offrant ainsi une grande résistance à la sécheresse. Des racines secondaires issues du pivot central se ramifient ensuite latéralement jusqu'à constituer une chevelure dense.

b) Tige

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

c) Feuilles

Les feuilles sont alternes, tripennées à la base et bipennées au sommet, se développent principalement dans la partie terminale des branches. Elles mesurent 20 à 70 cm de long avec un long pétiole et 8 à 10 paires de pennes composées chacune de deux paires de folioles opposées, plus une terminale; les folioles sont ovales et longues de 1 à 2 cm (Figure1.1) **(Morton, 1991).**



Figure 1.1 : Feuilles de *Moringa oleifera L.*

https://www.pinterest.fr/pin/193162271506031035/

d) Fleur

Les fleurs de 2,5 cm de large se développent en panicules axillaires et tombantes de 10 à 25 cm. Elles sont généralement abondantes et dégagent une odeur agréable, de *couleur* blanche ou crémeuse, avec des points jaunes à la base. Les sépales, au nombre de cinq, sont symétriques et lancéolés. Les cinq pétales sont minces et spatulés, symétriques à l'exception du pétale inférieur, et entourent cinq étamines (Figure 1.2) **(Foidl *et al.*, 2001).**



Figure 1.2 : Les fleurs de *Moringa oleifera*
https://fleurs-fruits-feuilles-de.com/moringa_oleifera.php

e) Fruit

Les fruits forment des gousses à trois lobes, mesurant 20 à 60 cm de long, qui pendent des branches. Lorsqu'ils sont secs, ils s'ouvrent en trois parties. Chaque gousse contient entre 12 et 35 graines **(Foidl *et al.*, 2001).**

f) Graine

Les graines sont rondes, avec une coque marron semi-perméable. La coque présente trois ailes blanches qui s'étendent de la base au sommet à 120 degrés d'intervalle. Un arbre peut produire 15000 à 25000 grains par an. Le poids moyen d'une graine est de 0,3g dont 25% sont représentés par la coque.

Composition chimique

Les fleurs, les feuilles fraiches, les gousses et la poudre des feuilles sèches de Moringa contiennent des glucides, lipides et presque toutes les vitamines (À, B, B1, B2, B3, C, E, etc), les minéraux, les métaux et les métalloïdes (Fe, Zn, Cu, S, Mn), les fibres, les oligoéléments et beaucoup des principes actifs. **(Laleye *et al*., 2015)**. Les graines sont oléagineuses, révélant un profil d'acide gras très élevé 13 % d'acides gras saturés et 82 % d'acides gras insaturés. Par rapport aux huiles végétales classiques qui contiennent généralement de l'acide oléique connu sous le nom d'Omega 9 de l'ordre de 40 %, l'huile de Moringa, quant à elle, en contient 70 % une huile qui se rapproche d'huile nutritive comme celle d'olive (Anwar, 2005). *M .oleifera* est une source de plusieurs nutriments comme tous les autres végétaux, ses feuilles sont un aliment de bonne qualité nutritionnelle et font partie d'un des meilleurs légumes tropicaux (Tableau 1.1).

Tableau 1.1 : Composition chimique de Moringa pour 100 mg de feuilles

http://moringa.alismiri.com/Content/Pages/ValeurNutritive.html

Elément	Feuilles Fraîches	Poudre des Feuilles
Calories	92	205
Protéines(g)	6.7	27.1
Lipides(g)	1.7	2.3
Glucides(g)	13.4	38.2
Fibre(g)	0.9	19.2
Ca Calcium (mg)	440	2.003
Cu Cuivre (mg)	1.1	0.57
Fe Fer (mg)	7	28.2
K potassium (mg)	259	1.324
Mg Magnésium (mg)	24	368
S Soufre (mg)	137	870
Se Sélénium (mg)	-	0.09
Zn Zinc (mg)	-	3.29
Acide Oxalique (mg)	101	1.600
Vitamine A (mg)	6.8	18.9
Vitamine B (mg)	423	-
Vitamine B1 (mg)	0.21	2.64
Vitamine B2 (mg)	0.05	20.5
Vitamine B3 (mg)	0.8	8.2
Vitamine C (mg)	220	17.3

Elément	Feuilles Fraîches	Poudre des Feuilles
Vitamine E (mg)	-	113
Arginine (mg)	402	1.325
Histidine (mg)	141	613
Isoleucine (mg)	422	825
Leucine (mg)	623	1.950
Lysine (mg)	288	1.325
Méthionine (mg)	134	350
Phénylalanine (mg)	429	1.388
Thréonine (mg)	328	1.188
Tryptophane (mg)	127	425

Cependant, malgré cette richesse en éléments nutritifs, les feuilles de *Moringa oleifera* possèdent des facteurs antinutritionnels qui pourraient agir sur l'assimilation des nutriments. En effet, elles renferment une faible proportion de tanins (12 g / kg de matières sèches), d'acide phytique (21 g / kg), des saponines et des alcaloïdes; ainsi que la présence de certains métaux lourds. **(Asiedu-Gyekye *et al.*, 2014).**

Domaines d'utilisation de *Moringa oleifera* Lam

Alimentation

Les différentes parties de Moringa sont consommables et se consomment partout dans le monde entier. Les feuilles fraiches peuvent se consommer et même en poudre (Broin, 2005) ou associées aux épices comme le piment. Elles peuvent également être préparées en soupe ou en salade **(Foidl *et al.*, (2001).** Les jeunes gousses vertes peuvent être consommées bouillies comme des haricots. Les graines sèches peuvent être réduites en poudre et utilisées pour assaisonner les sauces **(Foidl *et al.*, 2001)**. Selon Foidl et **al., (2001)**, les fleurs peuvent également être utilisées comme ingrédient d'une salade.

Industrie

Les graines de *Moringa* contiennent 42% d'huile et le profil de l'acide gras de l'huile démontre qu'elles contiennent 70% d'acide oléique. La teneur en acides gras saturés est de 13% et celle en acides gras insaturés est de 82% **(Foidl *et al.*, 2001)**. L'huile de *Moringa* est donc équivalente à une huile de qualité supérieure telle que l'huile d'olive et présente les mêmes avantages que celle-ci pour la santé **(Creighton, 2001).** Elle est utilisée comme huile

végétale comestible et huile de cuisson, comme huile de qualité dans l'industrie cosmétique et de parfums **(Foidl *et al.*. 2001).**

Domaine thérapeutique

Les feuilles, les fruits, les graines, les racines, l'écorce mais aussi les fleurs possèdent des vertus médicinales particulières. Les différentes parties de *Moringa* sont utilisées dans le traitement contre l'anémie, la perte d'appétit, les douleurs gastriques, l'ulcère à l'estomac, la diarrhée, la dysenterie, la colique, la régulation du diabète et de la tension artérielle **(Pousset, 1999**).

Autres utilisations

Selon **Foidl *et al.* (2001)**, la poudre des graines de *M. oleifera* constitue un floculant naturel qui peut clarifier les eaux troubles, dissipant de ce fait 99% des matières colloïdales. Il a démontré que ce mélange de graines constitue un coagulant de premier ordre pour le traitement de l'eau des rivières possédant un haut niveau de matériel solide en suspension.

En outre, un extrait de feuilles de *M. oleifera* préparé avec de l'éthanol à 80% contient des facteurs de croissance comme les phytohormones du type cytokinine **(Foidl *et al.*, 2001).** Ces hormones augmentent la robustesse des plantes et leur résistance aux maladies.

Récolte et rendement

La récolte peut être manuelle avec un sécateur, une faucille, un couteau ou mécanique avec une faucheuse. La récolte peut se faire en coupant les branches feuillées à une hauteur de 30 cm à 1 m au-dessus du sol, ou en prélevant directement les feuilles sur l'arbre (De Saint Sauveur et Broin, 2010).

Les fruits doivent être récoltés lorsqu'ils deviennent bruns et secs. Les graines sont extraites, mises en sacs et stockées dans un endroit sec. Les branches de Moringa étant fragiles, il est déconseillé de grimper dans l'arbre pour récolter des fruits (De Saint Sauveur et Broin, 2010).

Le rendement est fortement influencé par la densité de semis, l'irrigation, la fertilisation, le traitement phytosanitaire et l'entretien de la culture. Foidl *et al.* (2001) a obtenu le maximum de feuilles vertes avec une densité d'un million de plants à l'hectare. L'irrigation goutte à goutte permet de doubler les rendements des variétés annuelles et un apport de 4 litres/jour permet d'augmenter les rendements de 57% par rapport aux plantations pluviales **(Rajangam *et al.*, 2001).**

Répartition géographique

Moringa (*Moringa oleifera Lam*.) est originaire de la région d'Agra et d'Oud dans le nord-est Inde, au sud de l'Himalaya, il est largement cultivé dans d'autres parties des tropiques de l'ancien et du nouveau monde, notamment l'Asie, l'Afrique et l'Amérique du Sud et Centrale **(Ravindra *et al.*, 2016).** On le retrouve sur trois continents et dans plus de cinquante pays tropicaux et subtropicaux à saison sèche marquée, voire en zone aride (Afrique, Arabie, Sud-est asiatique, Iles du pacifique, Amérique du sud). Dans ces pays, il est utilisé comme plante médicinale et alimentaire (Malo, 2014). Le *M. Oleifera* s'adapte à la pluie de 250 à 300 mm et supporte un large éventail de conditions du sol (pH 5,0-9,0), généralement préféré Légèrement neutre à pH (6,3-7,0) et les sols sableux ou limoneux sont bien drainés. Généralement la meilleure plage de température [25-35°C], mais l'arbre peut supporter jusqu'à 48°C à l'ombre et peut résister au gel.

Les métabolites secondaires

Le terme Métabolite général (d'où métabolisme général) signifie un intermédiaire ou produit métabolique, présent dans la plupart des systèmes vivants, essentiel à la croissance et la vie, il est biosynthétisé par un nombre limité de voies biochimiques. Le métabolite secondaire (d'où métabolisme secondaire) est un métabolique intermédiaire, trouvé comme produit de différenciation dans des groupes taxonomiques, non essentiels à la croissance et à la vie des producteurs et bio synthétisé à partir d'un ou plusieurs métabolites généraux par une plus grande variété de voies que celle disponible dans le métabolisme général.

Le terme «métabolite secondaire», a été introduit par Albrecht Kossel en 1891, il est utilisé pour décrire une vaste gamme des molécules organiques complexes synthétisées à partir de métabolites primaires (glucides, lipides et protéines) et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes. Ces métabolites secondaires, ne sont pas toujours nécessaires à la survie de la plante par opposition aux métabolites primaires qui alimentent les grandes voies du métabolisme basal .Les métabolites secondaires font l'objet de nombreuses recherches pour leur intérêt multiple, ils sont mis à profit aussi bien dans l'industrie alimentaire, cosmétique que

pharmaceutique. Ils sont largement utilisés en thérapie comme vasculo-protecteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants et anti-radicalaires. Nous citerons ci-aprés quelques importants groupes phytochimiques, source de molécules biologiquement actives.

Les polyphénols

Les composés phénoliques forment un groupe de molécules organiques spécifiques du règne végétal. Ce sont des métabolites secondaires présents chez toutes les plantes vasculaires et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques **(Boizot et Charpentier, 2006).** L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction, éther, ester, hétéroside. **(Bruneton *et al.*, 1987).**

Principales classes des polyphénols

Les composés phénoliques sont classés selon le nombre d'atome de carbone dans le squelette de base, ces structures peuvent être sous forme libres ou liées à l'ester ou hétérosides (Bruneton, 1999). Les différentes classes de ces composés phénoliques et les plantes qui les renferment sont représentées dans le tableau 1.2.

Tableau 1.2 : Principales classes des composés phénoliques (Bruneton, 1999).

Nombre d'atome de Carbone	Squelette de base	Classe	Exemples	Plantes
6	C6	Phénols simples	Cathécol, hydroquinone	Busserole
7	C6-C1	Acides phénols Benzoiques	Ac.gallique, Ac. salysalique, vanilline	Artichaut Saule
8	C6-C2	Acétophénones	3-acétyl6-méthoxybenzaldehyde	Saule
9	C6-C3	Acides phénols Cinnamiques	Ac.coumarique, Ac.caféique	Romarin Marronnierd'inde
10	C6-C4	Naphtoquinones	Shikonine	Drosera spp.
13	C6-C1-C6	Xanthones	Bellidifoline, mangoctine	Racine de gentiane, Centaurée
14	C6-C2-C6	Stiblènes	Hydrangénol, Pinosylvine	Raisin, pin
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes Isoflavonoïdes	Quercétine, Roténoide	Ginkgo Thym Camomille
18	(C6-C3)2	Lignanes	Matairésinol	Chardon
30	(C6-C3-C6)2	Bi flavonoïdes	Amentoflavone, Hinokiflavone	Carcinia Hypericum
N	(C6-C3-C6)n	Tanins condensés (proanthocyanidols)	Aesculitanins	Marronnier d'inde, vigne

Les flavonoïdes

Les flavonoïdes (du latin flavus, jaune) sont des substances généralement colorées répandues chez les végétaux ; ils se trouvent dissous dans la vacuole à l'état d'hétérosides ou comme constituants de plastes particuliers, le chromo plastes. Selon les espèces, ils se concentrent dans l'épiderme des feuilles ou se répartissent entre l'épiderme et le mésophile. Dans le cas des fleurs, ils sont concentrés dans les cellules épidermiques.

a) Structure des flavonoïdes

Les flavonoïdes ont tous la même structure chimique de base, ils possèdent un squelette carboné de quinze atomes de carbones constitué de deux cycles aromatiques

(A) et (B) qui sont reliés entre eux par une chaîne en C3 en formant ainsi l'hétérocycle (C).

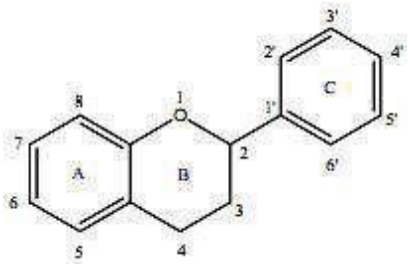


Figure 1.3 : Squelette de base des flavonoides **(Girotti-Chanu, 2006).**

La famille des flavonoïdes se divise en différentes classes qui diffèrent par leurs structures chimiques: flavanols, flavones, flavonols, flavanones, isoflavones et anthocyanes.

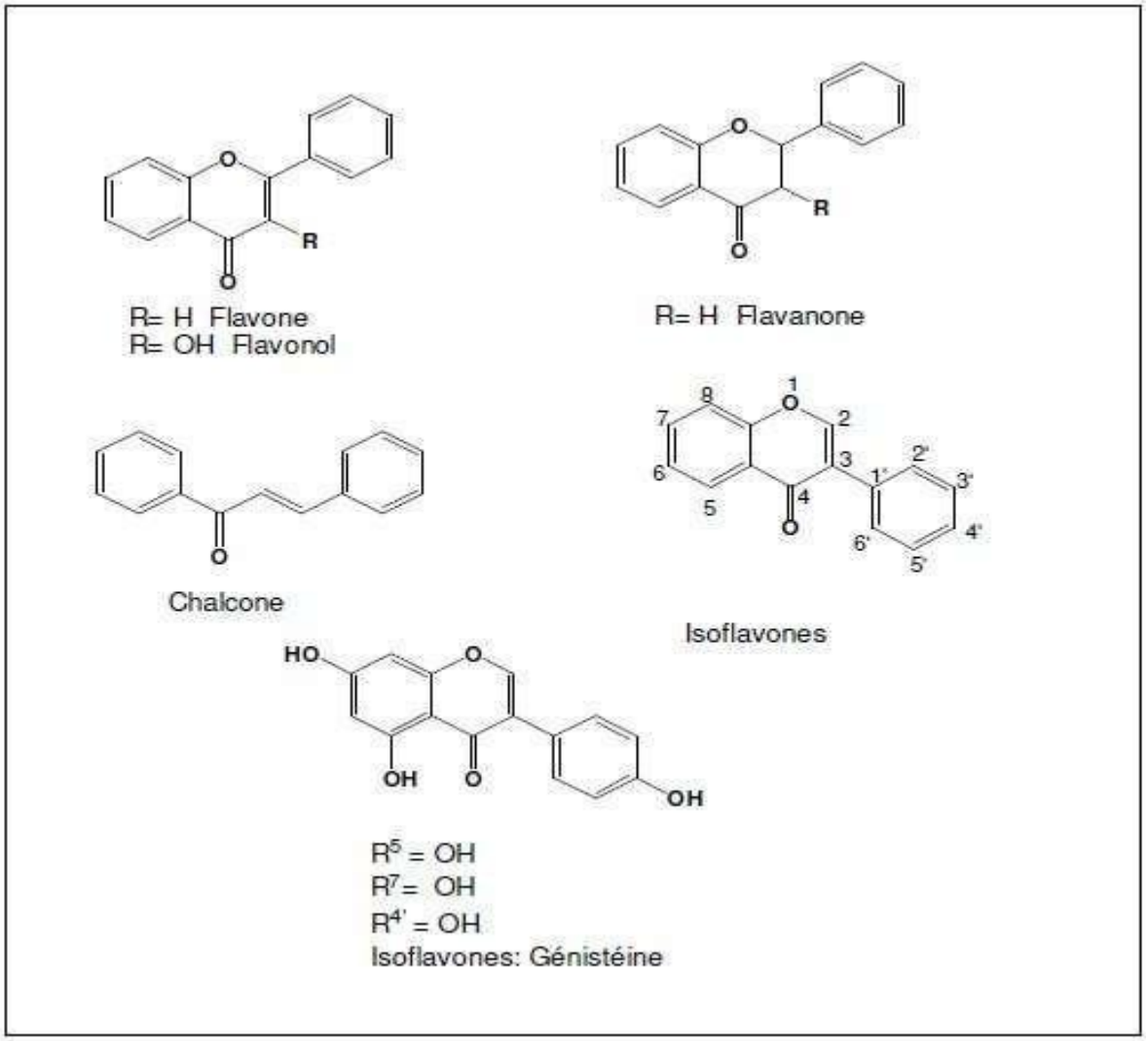


Figure 1.4 : Différentes classes de flavonoïdes

Les tanins

Les tannins (ou tanins, du français tan, écorce, mot issu du gaulois) sont des composés phénoliques d'origine végétale, qui partagent la capacité de tanner les protéines. Après la cellulose, la lignine et les hémicelluloses, ils forment avec leurs dérivés quatriéme famille de composés par ordre d'abondance dans les plantes. Disposés dans les vacuoles et les parois, ils représentent de 15 à 25% du poids sec de la plante, souvent difficiles à dégrader, ils constituent 1 à 4% de l'humus et sont surtout recyclés par des champignons.

Ces métabolites secondaires sont utilisés par les plantes (arbres, plantes à fleur, etc.) comme moyen de défense chimique contre les microbes pathogènes et les herbivores. On les retrouve dans quasiment tout type de partie végétale exposée à des risques de prolifération microbienne

(écorces, racines, feuilles, fruits, etc.), et donc, dans certaines boissons comme le thé, le café, la bière, le cidre et le vin. Les propriétés particulières de ces composés polyphénoliques leur permettent d'être utilisés à des usages divers notamment dans le tannage des peaux, la fabrication des encres ou en pharmacologie. Sur le plan chimique, ils sont constitués soit de polyol (glucose le plus souvent), ou de catéchine ou de triterpénoïde auxquels sont attachées des unités galloyles (ou leurs dérivés), soit d'oligomères, ou de polymères de flavanols.

a) Classification des tanins

Bate-Smith et Swain (1962) définissaient les tanins végétaux comme des composés phénoliques solubles dans l'eau, ayant une masse moléculaire comprise entre 300 et 3000 Da, et qui présentent à côté des réactions classiques des phénols (coloration ;vert-bleu au test du chlorure ferrique), la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéines.

Les deux catégories de tanins distinguées depuis Freudenberg et Gross, les tanins hydrolysables (gallotanins et ellagitanins) et les tanins condensés, sont d'origines biosynthétiques différentes. On les trouve dans les plantes mais on n'en trouve pas chez les algues ou les animaux. Il existe cependant des tanins particuliers, ou phlorotanins, qui existent chez les algues brunes et les diatomées.

Khanbabae et van Ree proposent de répartir les tanins en quatre classes suivant leurs structures chimiques :

Les gallotanins sont des tanins formés d'unités galloyles ou de leurs dérivés meta-dépsidiques liées à diverses unités polyol-, flavanol- ou triterpénoïdes

Les **ellagitanins** sont des tanins formés d'au moins deux unités galloyles C-C couplées entre elles et sans liaison glycosidique avec des unités flavanols (catéchines).

Les **tanins complexes** sont des tanins formés par une unité gallotanin ou ellagitanin comportant une liaison glycosidique à un flavanol

Les **tanins condensés** sont des proanthocyanidols comportant des liaisons entre le C-4 d'une unité flavanol et un C-8 (ou C-6) d'une autre flavanol monomère.

Les coumarines

Les coumarines sont des hétérocycles oxygénés ayant comme structure de base le benzo-2-pyrone **(O'Kennedy et Thomes, 1997).** Aujourd'hui, prés de 1000 composés coumariniques sont isolés dans plus de 800 espèces de plantes et dans les microorganismes. Du point de vue structural, ils sont classés en coumarines simples avec des substituants sur le cycle du benzène, les furanocoumarines, les pyranocoumarines, les coumarines substitués en position 3 et/ou 4. Le dernier groupe serait celui des dimères **(Sakagami ., 2005).**

Les coumarines possèdent des propriétés physiologiques et antimicrobiennes. La warfarine est une coumarine utilisée comme anticoagulant qui possèderait également des propriétés antivirales (Cowan, 1999). De même, les coumarines présentes dans la plante *Galium odoratum,* seraient responsables de l'activité antibactérienne et antifongique de cette plante **(Hostettmann, 1991).**

Les quinones

Les quinones sont des substances colorées et brillantes, en général rouges, jaunes ou oranges et possédant deux fonctions cétones. Elles sont responsables de la réaction de brunissement dans les fruits et végétaux coupés ou lésés. En plus de fournir une source de radicaux libres stables, les quinones sont connues pour se complexer de manière irréversible avec les nucléophiles des acides aminés dans les protéines. Par conséquent, les quinones inactivent les protéines et altèrent leur fonction **(Arif *et al.,* 2009).**

Extraction des composés phénoliques

L'extraction des composés phénoliques est influencée par leur nature chimique dans la plante qui peut varier du simple au fortement polymérisée et la méthode d'extraction utilisée. D'autres facteurs, comme la température, le pH et le rapport quantité de matiére / volume du solvant jouent également un rôle important dans cette procédure **(Naczk et Shahidi., 2004).**

Classiquement les techniques d'extraction solide-liquide les plus utilisées sont : l'infusion, la macération, la décoction, l'extraction au soxhlet .

a) Infusion

c'est une méthode d'extraction des principes actifs d'un végétal par dissolution dans un liquide initialement porté à ébullition que l'on laisse refroidir **(Baba-Aïssa ., 2000).**

b) Macération

C'est une méthode d'extraction solide –liquide, elle consiste en la mise en contact du matériel végétal avec le solvant sans ou avec agitation, habituellement à température

ambiante. Elle est utilisée dans le cas d'extraction de molécules thermosensibles **(Leybros et frémeaux ., 1990).**

Propriétés biologiques des polyphénols

Un encouragement à la consommation d'aliments d'origine végétale riches en polyphénols constitue désormais une des principales recommandations en santé publique. En effet, les polyphénols pourraient permettre de prévenir de nombreuses pathologies en raison de leurs diverses propriétés physiologiques **(Ksouri *et al.*, 2007).**

a) Activités antimicrobiennes

Des études plus récentes ont montré que les polyphénols présentent une activité antibactérienne importante **(Ferrazzano *et al.*, 2011).** Ces composés agissent par deux mécanismes d'actions : un premier consiste à l'inhibition de la synthèse d'acide nucléique dans les bactéries et un deuxième provoquant l'endommagement des membranes cellulaires des bactéries

b) Activités antioxydantes

Les polyphénols sont connus par leurs activités antioxydantes. En effet, de nombreuses revues leur confèrent le rôle d'excellents piégeurs d'espèces réactives directement issues de l'oxygène provenant de biomolécules telles que les lipoprotéines, les protéines et les acides oligonucléiques (ADN, ARN) **(Quideau *et al.*, 2011)**. Fuchs (1998) a montré que les polyphénols sont connus dans la protection contre le stress photo-oxydant cutané induit par les rayons solaires, raisons pour les quelles les polyphénols sont présents comme ingrédients dans plusieurs préparations cosmétiques utilisées dans le traitement du vieillissement cellulaire et la protection de la peau **(Menaa *et al.*, 2014).**

1.3.2. Les hétérosides ou glycosides

Les hétérosides sont des corps soit naturels, soit synthétiques. Ils présentent tous les caractères communs de se décomposer sous l'influence des acides forts ou des ferments pour donner naissance à un ou plusieurs sucres (oses) et une partie non glucidique appelée aglycone. Cette dernière partie détermine l'effet thérapeutique

1.3.2. 1. Les saponines

Les saponines sont généralement connues comme des composés non-volatils, tensio-actifs qui sont principalement distribuées dans le règne végétal.

Structurellement, les saponines peuvent être classées en deux groupes selon la nature de la génine, saponine stéroïdiques et saponines triterpéniques. De nombreuses revues rapportent que les saponines existent dans la plante sous forme biologiquement active et sont impliquées dans la phytoprotection antimicrobienne (**Hostettman et Marston, 1995).** Plusieurs plantes à saponines sont utilisées par l'industrie pharmaceutique pour l'obtention des formes galéniques. Les saponines trouvent également de nombreuses applications dans l'industrie alimentaires et cosmétique en raison de leur propriété moussante et émulsifiante.

1.3.2. 2. Les alcaloïdes

On peut définir de manière simple « un alcaloïde est une substance organique azotée d'origine végétale, à caractère alcalin et présentant une structure complexe » **(Bruneton, 2009).** Plusieurs auteurs pensaient que ces alcaloïdes avaient pour origine le seul règne végétal. Ainsi, on divise les alcaloïdes en trois genres : les alcaloïdes vrais, les proto-alcaloïdes et les pseudo-alcaloïdes.

Bien que beaucoup d'entre eux soient toxiques (comme la strychnine ou l'aconitine), certains sont employés dans la médecine pour leurs propriétés analgésiques (comme la morphine, la codéine), ou comme agents antipaludéens (quinine, chloroquinine) ou agents anticancéreux (taxol, vinblastine, vincristine). D'autres alcaloïdes comme l'atropine, présente une activité sédative souvent accompagnés des hypnotiques **(Walton et Brown, 1999).**

1.3.2. 3. Les stérols

Ce sont des dérivés des phytostérols. Ces composés sont naturellement présents dans la fraction lipidique des plantes. Ils peuvent être rencontrés sous forme libre ou combinée.
Les stérols sont universellement répandus chez les êtres vivants, aussi bien dans le règne animal que dans le règne végétal, car les animaux sont capables de synthétiser certains stérols. La plupart des organismes eucaryotes ont besoin de stérols, qui interviennent comme une partie intégrante des membranes cellulaires. Plusieurs études ont démontré que les phytostérols et les phytostanols réduisent l'absorption du cholestérol dans l'intestin grêle **(Bruneton, 1993).**

Chapitre II :

Matériel et méthode

Chapitre II : matériel et métode

Présentation de la région d'étude

La récolte des feuilles de *Moringa oleifera* a été effectuée dans la région de **Merrikh à Ain Saleh**, située au sud de l'Algérie (27°11′36″Nord et 2°27′38″Est) dont l'altitude est de 273 m, elle appartient à l'étage bioclimatique hyper-aride, caractérisé par un été torride très long et un hiver tiède avec une température moyenne annuelle de 27°C (maxima moyen : 34,8°C ; minima moyen : 19,2°C) et une pluviométrie moyenne annuelle de 14mm.



Figure 2.1 : Localisation géographique du site de récolte

https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_d%27In_Salah

Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de parties aériennes (feuilles et graines) d'une espèce appartenant à la famille des Moringacées : *Moringa oleifera* Ces différentes parties ont été séchées à température ambiante pendant deux semaines dans un endroit sec et aéré à l'abri de la lumière et l'humidité afin de préserver au maximum l'intégrité de leurs molécules, puis réduites en poudre fine qui est soigneusement conservée dans un bocal en verre jusqu'à son utilisation.



Figure 2.2 : Les parties aériennes utilisées (feuilles et graines) de *Moringa oleifera.* **(original).**



Figure 2.3 : La poudre des graines et feuilles de *Moringa oleifera.* **(original).**

Méthodes utilisées:

Préparation des extraits organiques

Dans notre étude, l'extraction des composés actifs des feuilles de *Moringa oleifera* a été effectuée par macération en utilisant les différents solvants organiques. La macération est la méthode d'extraction solide-liquide la plus simple. Elle consiste en la mise en contact du

matériel végétal avec le solvant sans ou avec agitation, L'opération bien que généralement longue et à rendement souvent médiocre, elle est utilisée dans le cas d'extraction de molécules thermosensibles (Leybros et Fremeaux, 1990).

Mode opératoire

Une quantité de 25g de poudre de Maringá est mise à macérer dans 100ml de méthanol, éthanol, acétate d'éthyle et éther de pétrole **(Mashiar *et al.*, 2009)**. Les mélanges obtenus ont été agités pendant 3 jours **(Mensah *et al*, 2012)**, puis filtrés. Le filtrat obtenu est évaporé à l'étuve à 60-70C°, l'extrait ainsi récupéré est rangé au réfrigérateur à 4°C.



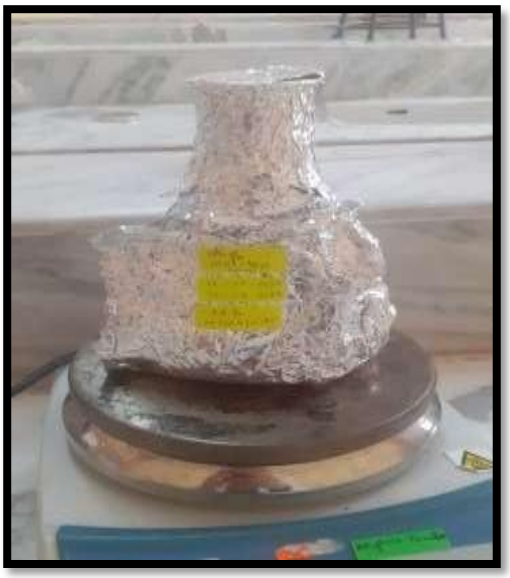




Figure 2.4: Mélanges de solutions sous agitation. **(original).**

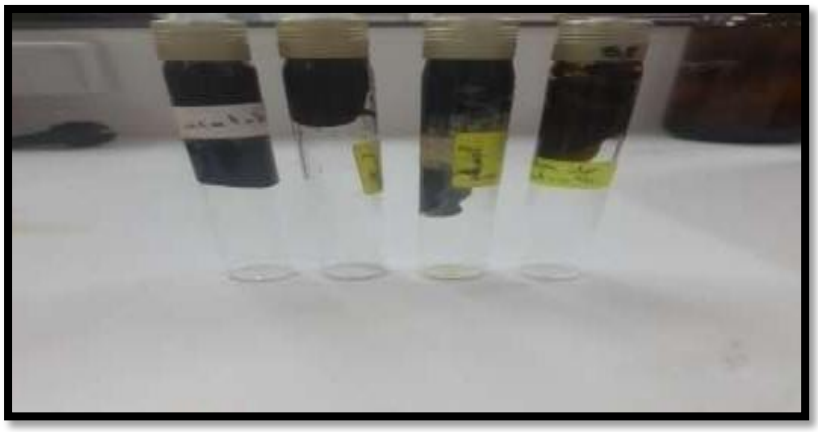


Figure 2.5: Les extraits organiques des feuilles de *Moringa oleifera.* **(original).**

Calcul du rendement

Le rendement en extrait est le rapport entre la masse de l'extrait et la masse de la matière végétale utilisée. Il est calculé par la formule suivante :

$$R = P_e / P_p * 100$$

D'où

R : Rendement

P_e : Poids de l'extrait utilisé en g

P_p : Poids de la plante en g

Screening phytochimique des extraits des feuilles

Ce test est qualitatif, il est effectué soit sur le broyat, soit sur un infusé. Il constitue la première étape dans la recherche des molécules à activités thérapeutiques, et basé sur des essais de solubilité,des réactions de coloration et de précipitation.

Cette étude permet de mettre en évidence la présence de quelques groupes chimiques (les alcaloïdes, flavonoïdes.....etc.) dans les extraits de plantes selon des techniques analytiques décrites dans les travaux d'Yves Alain Bekro (2007), lock and al. (2006) et Razafindrambao (1973).

Détection des tanins

Les tannoïdes (tannins hydrolysables) et les tannins vrais (tannins non hydrolysables) sont des polymères de poly phénols. Ces derniers ont été mis en évidence comme suit :

A 2ml d'extrait brut sont additionnées quelques gouttes d'une solution aqueuse de $FeCl_3$ à 2%. L'apparition d'une coloration bleu noir ou vert noir indique respectivement la présence de tannoïdes ou de tannin vrais.

Détection des saponines

Les saponines ont été mises en évidence par le test de mousse. Les résidus sont repris dans 5ml d'eau distillée puis introduits dans un tube à essai. Ce dernier est agité vigoureusement. La formation d'une mousse (hauteur supérieure à 1cm) stable, persistante pendant 1h indique la présence abondante de saponines.

Détection des coumarines

Les coumarines ont été mises en évidence par la réaction sur le cycle lactonique. Dans 2 tubes à essai sont introduits 2ml de solution éthanolique obtenue à partir de chaque résidu. Dans un des tubes à essai, sont additionnés 0.5 ml de NaOH à 10%, puis les tubes à essai sont chauffés au bain marie jusqu'à ébullition. Après refroidissement, 4ml d'eau distillée sont rajoutés dans chaque tube. Si le liquide du tube à essai dans lequel on a ajouté la soude est transparent par rapport à celui du témoin, alors la réaction est positive. En acidifiant la solution transparente avec quelques gouttes de HCl concentré, elle perd sa coloration jaune se

trouble où il se forme un précipité.

Détection des protéines

Les protéines ont été mises en évidence dans les résidus par la réaction de biuret. A un aliquote de résidu dissout dans 2ml de NaOH aqueux à 20% dans un tube à essai sont ajoutées 2-3 gouttes d'une solution aqueuse de $CuSO_4$ à 2%. L'apparition d'une coloration violette indique une réaction positive.

Détection des alcaloïdes

Les alcaloïdes ont été détectés avec le réactif de Dragendorff : 0.1g de résidu est repris dans 6ml d'éthanol à 60%. L'ajout de deux gouttes de réactif de Dragendorff sur la solution alcoolique provoquait un précipité rouge- orangé ou brun- rougeâtre et indiquait un test positif.

Détection des sucres réducteurs

Les sucres réducteurs ont été mis en évidence par le réactif de Fehling. A 5ml de d'extrait brut sont additionnés 5ml de liqueur de Fehling. La formation d'un précipité rouge brique après 2-3 minutes de chauffage au bain marie à 70°C, indique une réaction positive.

Détection des quinones libres

A 2ml de chacun de nos extraits, sont ajoutées quelques gouttes de NaOH 1%. L'apparition d'une coloration rouge ou violette indique un test positif.

Screening phytochimique de la poudre des feuilles et graines

La recherche des saponines

Leur présence est déterminée quantitativement par le calcul de l'indice de mousse deux grammes de matériel végétal Sée et broyé sont utilisés pour préparer une décoction avec 100ml d'eau distillé. On porte à ébullition pendant 30mn. Après refroidissement et filtration on réajuste le volume à 100ml. Dans une série de 10 tubes à essai, on met 1ml de l'extrait dans le tube N°1, 2ml dans le tube N 2, 3ml dans le tube N°3 et ainsi de suite jusqu'à le dixième tube en réajustant le volume final de chaque tube à 10ml avec de l'eau distillée, les tubes sont agités vigoureusement en position horizontale pendant une durée de 15 secondes. Après un repos de 15mn, on relève la hauteur de la mousse persistante en cm. Si elle est proche de l cm dans le dixième tube, alors l'indice de mousse est donné par la formule suivante:

I = Hauteur de mousse (en cm) dans le $X^{ème}$ tube * 5 / 0.0x

D'où

I : indice de mousse

Recherche des tannins

On prend 5ml de l'infusé à 10%, auquel on additionne goutte à goutte 1ml d'une solution $FeCl_3$ à 1%. L'apparition d'une coloration verdâtre indique la présence des tanins catéchiques et bleu noirâtre des tannins galliques.

Test de confirmation : à 30ml de l'infusé, on ajoute 15ml de réactif de Stiasny, après chauffage de 30mn au bain marie, l'observation d'un précipité orange indique la présence des tanins catéchiques.

Recherche des anthocyanes

La recherche des anthocyanes repose sur le changement de la couleur de l'infusé avec le changement de PH. on ajoute quelque goutte d'HCL pur, puis quelques gouttes d'ammoniaque (NH_4OH à 15%) . ce changement de la couleur indique la présence des anthocyanes .

Recherche des leucoanthocyane

Un volume de 5ml de l'infusé est mélangé à 4 ml d'alcool chlorhydrique (Ethanol/HCL pur 3/1v/v) Après chauffage au bain marie à 50 °C pendant quelques minutes, l'apparition d'une couleur rouge cerise indique la présence des Leucoanthocyane.

La recherche des flavonoïdes

La recherche des flavonoïdes débute par une macération de 10g de drogue pulvérisée dans 150 ml d'acide chlorhydrique (HCI 1 %) pendant 24h. Après filtration, on récupère 10 ml du filtrat auquel on ajoute une solution basique de (NH_4OH), si après 3h, Il y a apparition d'une couleur jaune claire dans la partie supérieure du tube, ceci indique la présence de flavonoïdes.

La recherche des alcaloïdes

Dans un bicher**,** on macère 5 g de poudre végétal**e** dans 25 ml de H_2SO_4 (10%) pendant 24h**.** Après la filtration on ajoute à 1 ml de macérat quelques gouttes de réactif de Wagner; l'apparition de précipité brun traduit la présence des alcaloïdes. (KANOUN, 2011).

Dosage des poly phénols

Principe

La teneur en composés phénoliques totaux des extraits étudiés de *Moringa oleifera* est déterminée par spectrophotométrie selon la procédure du Folin – ciocalteu. Le réactif est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique de coloration jaune, il est réduit lors de l'oxydation des composés phénoliques en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur dont l'absorption maximale est comprise entre 725nm et 760nm, est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés et présents dans les extraits (Boizot et charpentier, 2006).

Mode opératoire

Un volume de 0.2 ml de l'extrait utilisé dilué (250 µg /ml) a été additionné avec 1,5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu fraichement préparé (1 / 10). Le mélange est laissé reposer 5 minutes à l'obscurité. Par la suite, 1,5 ml de la solution Na_2CO_3 (7.5%) ont été ajoutés à l'ensemble. Après 90 minutes d'incubation à 23°C, l'absorbance a été mesurée à 750 nm contre un blanc sans extrait. Une courbe d'étalonnage a été établie dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique avec des concentrations allant de 0.01 à 1mg/ml.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent acide gallique par g de matière sèche (mg EAG/g) en utilisant l'équation de régression. Cette dernière est obtenue à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique. Tous les essais sont effectués en trois répétitions.

Etude des activités biologiques

Activité antioxydante

Principe

Cette activité est basée sur la réduction d'un radical libre : le 2,2´-Diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) en présence d'un antioxydant donneur. Ce dernier est réduit à la forme d'hydrazine en acceptant un atome d'hydrogène. La réduction du DPPH par un antioxydant peut être suivie par spectrophotométrie, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517nm provoquée par la présence d'un antioxydant. Le DPPH est d'une couleur violette, il se décolore lorsque l'électron célibataire s'apparie. Cette décoloration est représentative de la capacité des composés phénoliques à piéger ces radicaux libres indépendamment de toute activité enzymatique (Molyneux, 2004).

Mode opératoire

La capacité des extraits étudiés de *Moringa oleifera* à piéger le radical libre DPPH est évaluée en utilisant la méthode décrite par Sanchez-Moreno et al. (1998) suivie du calcul de l'IC50.

On prépare les solutions mères des extraits dans le méthanol à une concentration de 0,5 mg/ml. Une série de dilutions en demi est réalisée pour obtenir des concentrations allant de 0,03125 à 0,25 mg /ml. Un volume 50µl de chaque solution méthanolique est mélangé avec 1950µl d'une solution méthanolique de DPPH (0,025g/l) fraichement préparée.

Parallèlement un contrôle négatif est préparé en mélangeant 50µl de méthanol avec 1950µl de la solution méthanolique du DPPH. Après 30mn d'incubation à l'obscurité et à température ambiante, la lecture de l'absorbance est faite contre un blanc préparé à 515nm.

Des solutions d'acide ascorbique sont également préparées dans les mêmes conditions pour servir de témoin positif.

Expression des résultats

La capacité antioxydante est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical par la formule suivante :

$$\mathbf{I\ (\%) = ((A_c - A_t) / A_c) * 100}$$

D'où

I (%) : capacité antioxydante

A_c : absorbance du contrôle

A_t : absorbance du test effectué.

Calcul de l'IC50

L'IC_{50} (concentration inhibitrice médiane) est la concentration d'extrait nécessaire pour réduire 50% de l'activité de DPPH. Elle est calculée graphiquement par régression linéaire de graphe tracé : pourcentage d'inhibition en fonction de différentes concentrations des échantillons testés (Molyneux, 2004). Une faible valeur d'IC_{50} indique une forte capacité de piéger le radical libre DPPH.

Chapitre III :

Résultats et discussion

Chapitre III : résultats et discussion

Rendements en extraits bruts :

Après le processus d'extraction, le rendement en pourcentage de chaque extrait a été estimé (Tableau 3.1).

Tableau 3.1 : rendements des extraits végétaux des feuilles **(originale)**

Les extraits	Mèthanolique	Ethenolique	Ether de pétrole	Acétate d'éthyle
rendement	10.76%	6.72%	10.4%	7.6%

Les résultats indiquent que les extraits méthanolique, et éther de pétrole de *Moringa oleifera* présentent les meilleurs rendements, avec des valeurs respectives de 10.76% et 10.4%alors qu'ils exhibaient des rendements proches de l'ordre de 6.72% et 7.6% pour les extraits éthanolique et d'acétate d'éthyle. La différence de rendement observée entre les extraits pourrait s'expliquer par le fait que le méthanol est un solvant fortement polaire, capable d'extraire énormément de molécule bioactives.

Les extraits étudiés ont fait objet de quelques études dont les valeurs de rendement étaient plus élevées comparativement à celles trouvées dans la présente étude. Dans une étude menée par (**Awa Ndiaye et al., (2018))** sur les feuilles de *Moringa oleifera* cultivé au Sénégal a montré qu'une extraction éthanolique a donné un rendement en pourcentage estimé à 14,04%.

Abdulkadir IS., Nasir IA., Sofowra A., Yahaya F., Ahmad AA. And Hassan IA., (2015). dans leur étude sur la plante *Moringa oleifera* poussant dans Nigeria, où l'extrait éthanolique de feuilles a surpassé les autres extraits éthanoliques issus de diverses parties de plante.

Nous notons que le rendement des extraits obtenus dans notre étude diffère par rapport à d'autres études, et cela est dû à la diversité végétale, à l'origine géographique, au degré de maturité, aux conditions biologiques, au moment de la récolte et aux méthodes de stockage.

En outre des méthodologies d'extraction peuvent influencer sur le rendement (**Khlifa *et al.*, 2013**), où le solvant joue également un rôle dans le processus d'extraction en tant que la différence de rapport de rendement entre les extraits est due au type de solvant utilisé ou à sa polarité **(Najjaa *et al.*, 2000, Lee *et al.*, 2003).**

La méthode de macération sous agitation utilisée dans la présente étude permet d'accélérer le processus d'extraction et de minimiser le temps de contact du solvant avec l'extrait tout en préservant la bio activité de ses constituants. De même le déroulement de cette extraction à température ambiante ainsi que l'épuisement du solvant à pression réduite permet d'extraire le maximum des composés et de prévenir leur dénaturation ou modification probable due aux températures élevées utilisées dans d'autres méthodes d'extraction.

Screening phytochimique des résidus :

Les tests phytochimiques réalisés sur les extraits de la plante confirment la présence de plusieurs familles de composés bioactifs importants. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3.2 : Résultats du screening phytochimique des extraits de *M. oleifera* **(originale)**

Composés chimiques	Extrait méthanolique	Extrait éthanolique	Extrait d'acétate d'éthyle	Extrait éther de pétrole
Les saponines	-	-	-	-
Les coumarines	-	-	-	-
Les tanins	+	+	+	+
Les protéines	-	-	-	-
Les alcaloïdes	-	-	-	-
Les sucres réducteurs	-	-	-	-
Les quinones libres	-	-	-	-
Les anthraquinones	-	-	-	-

Le signe + traduit la présence du groupe de composés chimiques et le signe - montre l'absence de composés chimiques.

Les tests biochimiques ont été réalisés sur différents extraits reconstitués à partir de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* en utilisant des solvants différents et des réactifs spécifiques de révélation. Le criblage phytochimique a permis de mettre en évidence la présence de métabolites secondaires au niveau des tissus végétaux des espèces étudiées. La détection de ces composés chimiques est basée sur des essais de solubilité des constituants, des réactions de précipitation et de turbidité, un examen sous la lumière ultraviolette ou un changement de couleur.

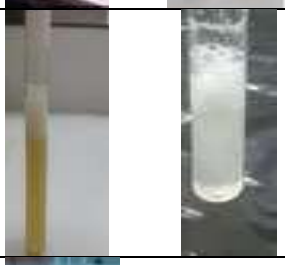
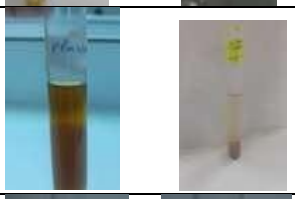
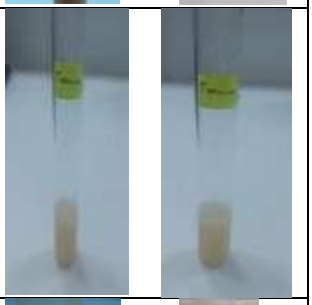
Les résultats de l'analyse phytochimique préliminaire des extraits des deux espèces sont groupés dans le tableau 3.2. Il est à signaler que les sucres réducteurs, les quinones libres et les anthraquinones, saponines, protéines, alcaloides et coumarines sont absents dans tous les extraits utilisés à savoir méthanolique, éthanolique, éther depétrole et d'acétate d'éthyle de l'espèce étudiée, cependant ils sont caractérisés par leur richesse en tanins.

Ces résultats ont également confirmé par différents chercheurs sur les extraits des feuilles de *Moringa oleifera* **(Makkar et Beker, (1997) ; Folkard *et al.*, (1999) et Millogo-Koné *et al.*, 2012)** où les résultats du criblage phytochimique ont montré une richesse des extraits en tanins et un appauvrissement en alcaloides et composés coumariques.

Screening phytochimique des poudres de feuilles et graines de *M.oleifera*

Les tests qualitatifs préliminaires de la composition chimique réalisés sur la poudre ont permis de déterminer la présence de certains groupes chimiques et l'absence d'autres (Tableau 3.3).

Tableau 3.3 : Résultats du screening phytochimique de la poudre des feuilles et graines de *M.oleifera* **(originale)**

Constituants	Poudre de feuilles	Poudre de graines	observation
Les anthocyanes	+	+	
Les leucoanthocyanes	-	+	
Les saponines	+	+	
Les flavonoides	+	+	
Les tanins	+	-	
Les alcaloïdes	+	+	

Le tableau 3.3 indique que la poudre des feuilles et graines de *M.oleifera* contient des composés comme les saponines, les alcaloides, les anthocyanes et les flavonoides. La poudre des feuilles est caractérisée par sa richesse en tanin, tandis que celle des graines renferme des composés leucoanthocyaniques.

Des résultats similaires ont été entrepris par **(Siddhuraju et Becker (2003) et Kasolo et *al* .,*(*2010))** confirmant la présence des flavonoides et d'alcaloides dans les feuilles et les racines de *M.oleifera* respectivement.

Mensah *et al.*, (2012) confirment la présence des tanins, flavonoides et alcaloides dans la poudre des feuilles sèches de *M. oleifera* Lam. récoltées dans Nigeria.

Il ressort de l'analyse phytochimique que la poudre des feuilles, même les graines est plus riche en métabolites secondaires par rapport aux extraits étudiés. Donc pour mieux détecter des métabolites comme les alcaloïdes, saponines, coumarines dans les extraits dont les résultats étaient négatifs, cela nécessite d'autres solvants que méthanol, éthanol, acétate d'éthyle et éther de pétrole.

Dosage des polyphénols totaux :

L'étude quantitative des extraits de *M.oleifera* effectuée par la méthode de Folin-ciocalteu. La méthode est basée sur l'équation de régression linéaire de la courbe d'étalonnage utilisant un extrait de référence, l'acide gallique à différentes concentrations (Figure 3.1). Les teneurs en polyphénols totaux dans les extraits sont illustrées dans les figures 3.2.

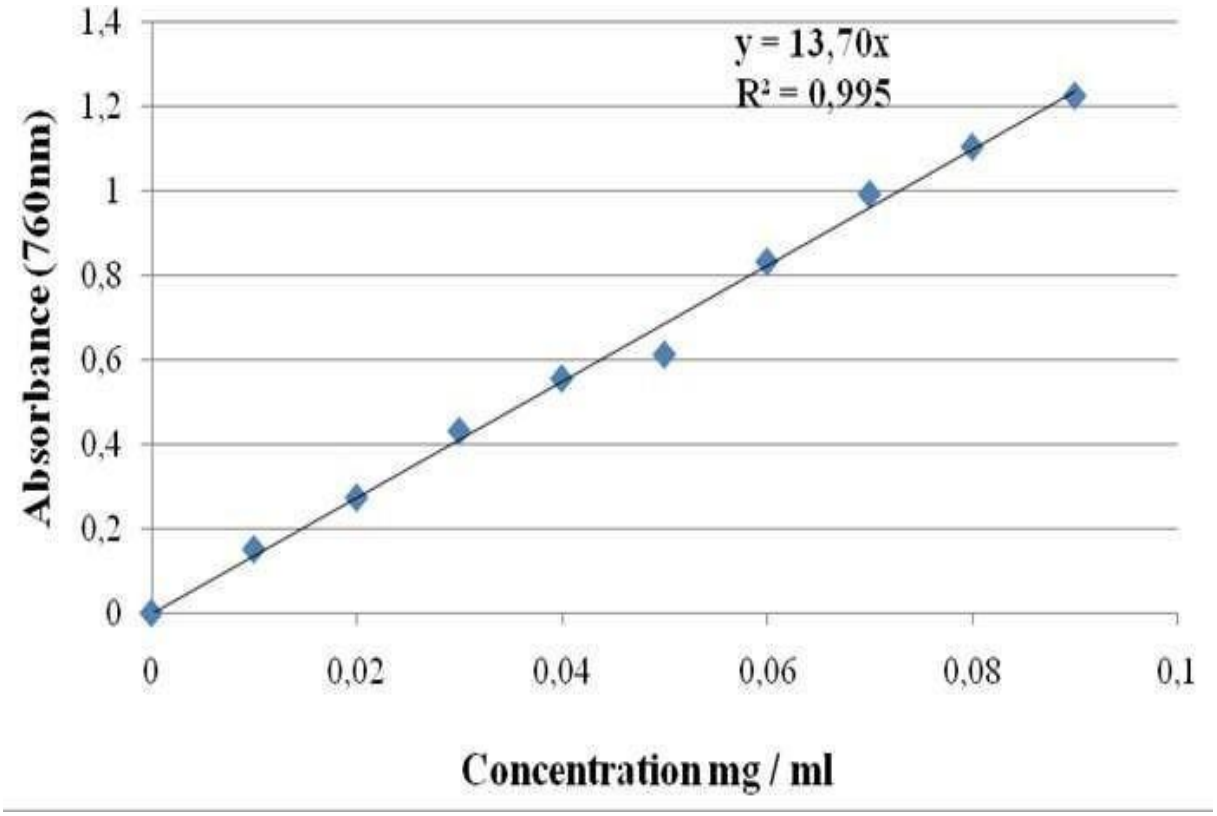


Figure 3.2 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique. **(original)**

Les résultats obtenus révèlent que les extraits des feuilles de *M.oleifera* renferment des teneurs en polyphénols totaux variables en fonction de la nature du solvant d'extraction. L'extrait méthanolique est plus riche en composés phénoliques (22.24 mg) par rapport aux autres extraits végétaux, suivi par l'extrait éther de pétrole, acétate d'éthyle et enfin extrait éthanolique. Ces résultats confirment le test du criblage phytochimique qui a indiqué la présence des polyphénols totaux à savoir les tanins dans tous les extraits.

Des résultats similaires ont été obtenus par **Ben Hamouche et Mohammedi (2016),** en utilisant le méthanol 80% où une teneur de 26,55 mg EAG/g dans les feuilles de *M. oleifera* a été enregistrée, Par contre des teneurs inférieures en poly phénols des extraits méthanoliques des feuilles de *M. oleifera* récoltées dans les zones urbaines et des zones côtières (0,6 mg/g et 0,4 mg/ g respectivement) ont été trouvées par **Babychan *et al*., 2017**. La solubilité des composés phénoliques dépend principalement de la polarité du solvant utilisé pour l'extraction, du degré de polymérisation des molécules à extraire, de la longueur des chaines carbonées et du nombre et de la position des groupements hydroxyles. Des études récentes ont montré que la quantité de composés phénoliques dans les plantes dépend de facteurs biologiques (génotype, organes, agents pathogènes…etc.), ainsi que de conditions édaphiques

et environnementales (température, salinité, stress hydrique et l'intensité lumineuse). La période de récolte, le stade de développement de la plante, la méthode d'extraction et de quantification peuvent également influencer la teneur en poly phénols totaux **(Lee et Coll., 2003).**

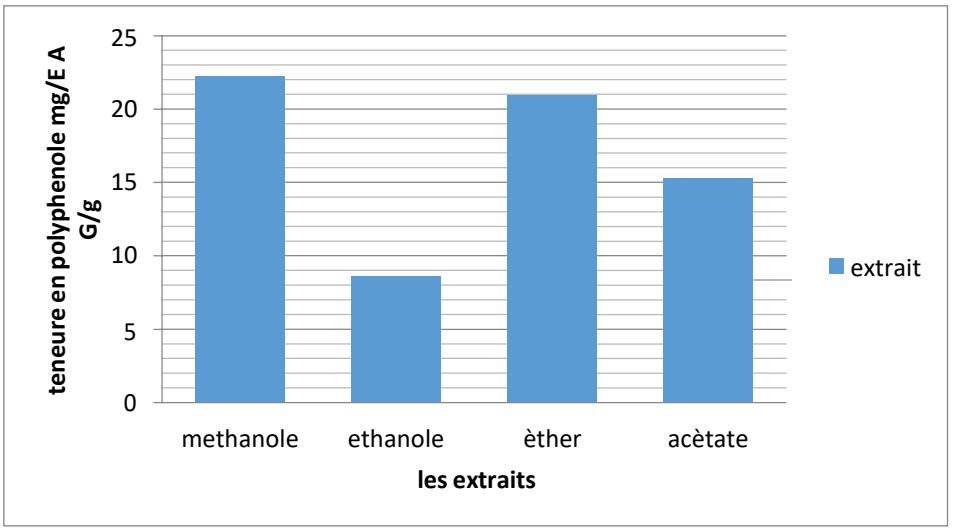


Figure 3.2: Teneur en polyphénols totaux des extraits étudies.**(original)**

Evaluation de l'activité antioxydante :

L'activité antioxydante des extraits de *M.oleifera* est évaluée par le test de piégeage du radical DPPH. Les valeurs obtenues ont permis de tracer des courbes du pourcentage d'inhibition pour chaque extrait des plantes. D'après les résultats représentés dans les figures on peut constater que l'activité antioxydante est dose dépendante car elle est proportionnelle à l'augmentation de la concentration de nos échantillons.

Tableau 3.4 : Pourcentage d'inhibition des différents extraits utilisés de *M.oleifera***(original)**

***La concentration* µG/ml**	***Extrait méthanolique %***	***Extrait éthanolique %***	***Extrait éther de pétrole %***	***Extrait acetate d'éthyle%***	***Extrait acide ascorbique %***
500	83,7318804	48,6956522	57,173913	65,5797101	84,6014493
250	50,6884022	41,5217391	47,9347826	45,0724638	82,9347826
125	28,6594239	32,4637681	46,3768116	38,3695652	74,8188406
62.5	23,6956522	31,0144928	43,9855072	37,5	52,9710145
31.25	20,0362319	30,942029	43,3333333	32,7173913	52,3913043



Figure 3.3 : Les différentes concentrations utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante.

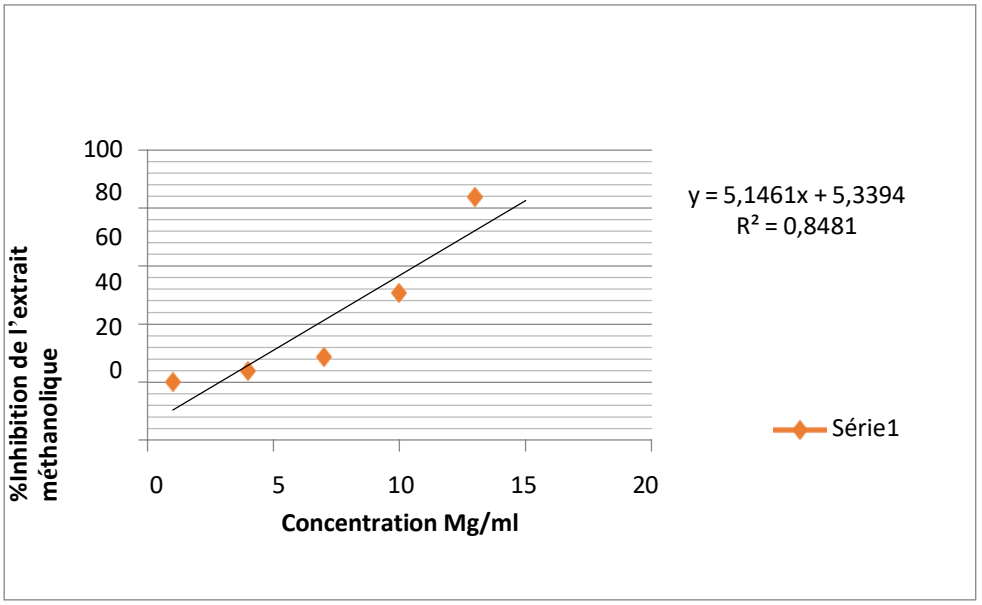
Il a été observé à une concentration de 500 µg/ml que l'extrait de méthanol avait le pourcentage d'inhibition des radicaux libres le plus élevé, (83,73%), suivi par celui d'acétate d'éthyle (65,57%) , éther de pétrole (57,17%) et enfin l'extrait d'éthanol (48,69%).

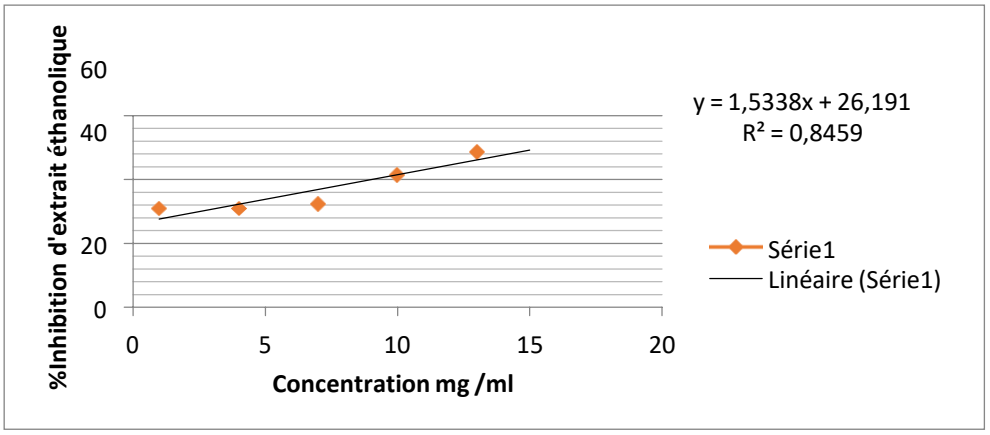
Globalement, l'extrait méthanolique présente une activité antioxydante nettement meilleure que celle des autres extraits à la première dose (500µg/ml), inversement observée pour les autres doses (250, 125, 62.5 et 31,25µg /ml). L'acide ascorbique présente une forte activité antioxydante par rapport à l'extrait méthanolique et autres extraits.

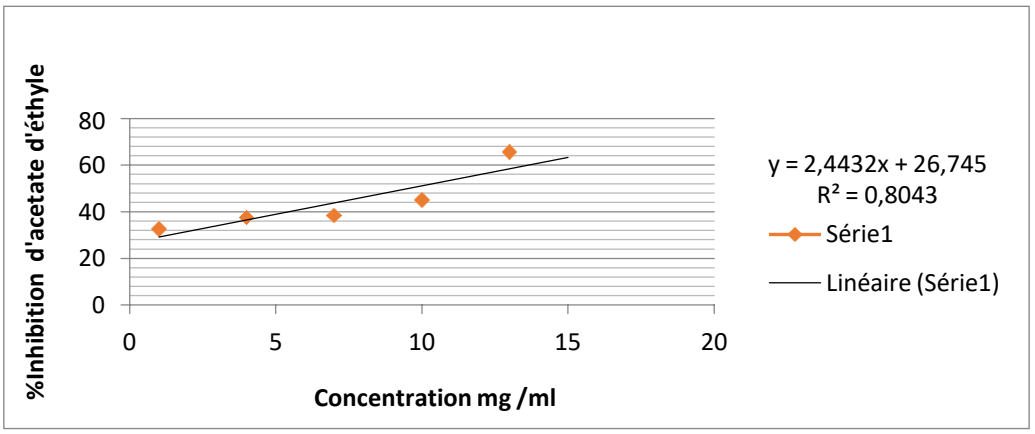
Cela signifie que les extraits de feuilles ont moins d'activité antioxydant que l'acide ascorbique par rapport aux extraits. **Rabiu Abdulaziz *et al*., (2015)** ont trouvé que l'extrait de méthanol des feuilles de la plante *Moringa oleifera* cultivée en Malaisie ont une plus grande activité antioxydant par rapport aux extraits de la plante. Quant à **Lucky *et al*., (2018)** les résultats de leurs travaux sur les extraits méthanoliques de différentes parties ont montré que les composés phytochimiques de la plante de Moringa cultivée au Nigeria présentent une activité anti-oxydante importante. Par contre les pourcentages obtenus par **Fitriana *et al.*, (2016)** montrent que les extraits méthanoliques et dichlorométhanoliques de feuilles de *M. oleifera* présentent un pouvoir antiradicalaire importante avec des pourcentages d'inhibition de 90,59 ; 17,67% et des IC50 de 49,30 ; 1035,57 µg/ml respectivement.

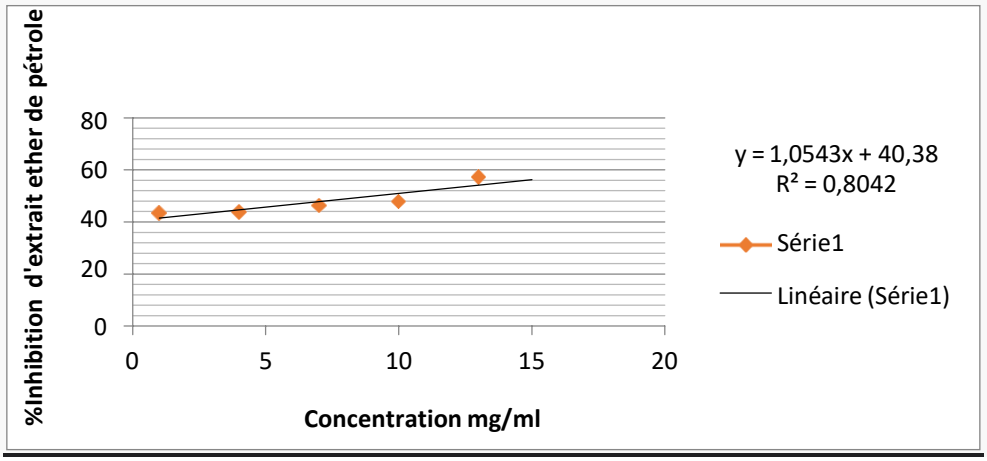
L'activité antioxydante est affectée par le solvant utilisé, ainsi que la quantité de phénol La teneur en flavonoïdes peut également contribuer à l'activité antioxydante, car les phénols et les flavonoïdes font partie des principaux composés naturellement présents dans les plantes médicinales qui jouent un rôle important dans le traitement et même la prévention des dommages.

Rabiu *et al.*, (2015), ont constaté que *Moringa oleifera* s'est avéré être une excellente source d'antioxydants naturels qui peuvent prévenir contre le stress oxydatif.









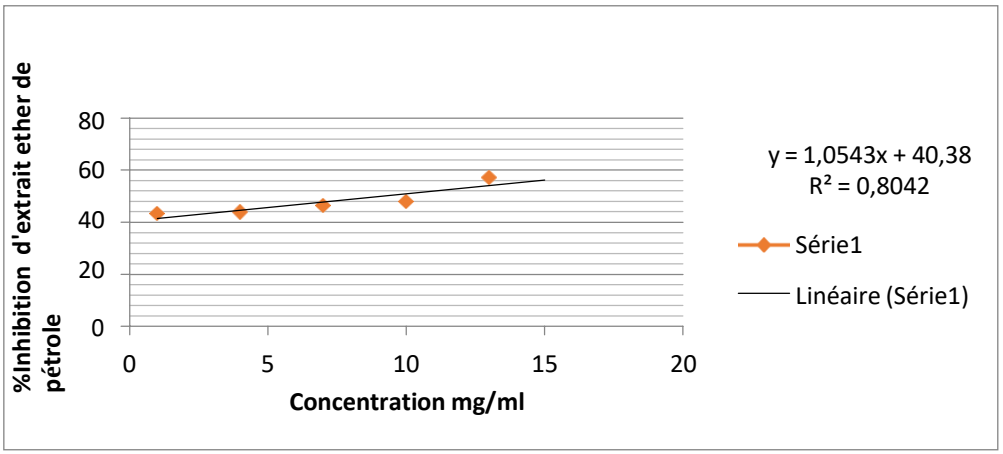
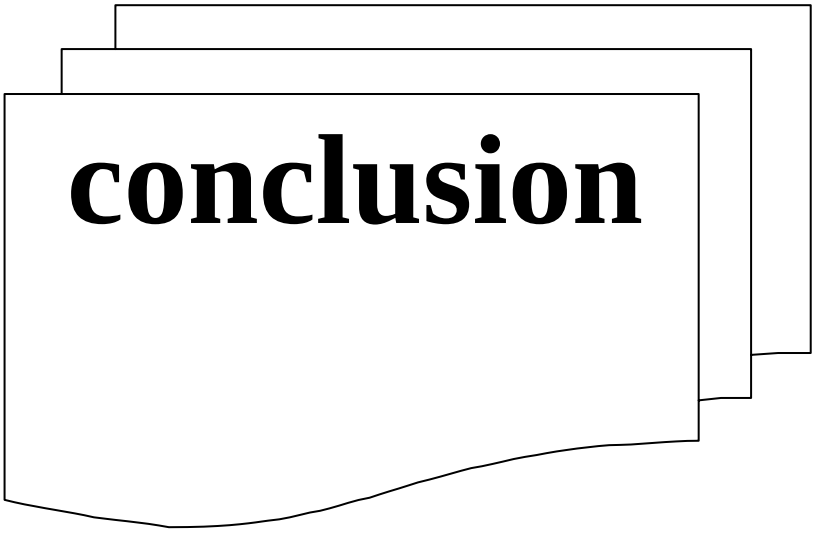


Figure 3.4 : Variation du pourcentage d'inhibition des différents extraits **(original).**


conclusion

Conclusion

Dans le but d'investiguer les ressources naturelles de notre pays, nous nous sommes intéressés à valoriser les vertus d'une plante *Moringa oleifera* Lam. par une caractérisation phytochimique suivie par une évaluation d'une activité antioxydante. Cette dernière étant une plante à usages multiples et susceptible de prendre en Algérie plus d'importance qu'elle ne l'est actuellement en tant que molécules médicamenteuses indigènes qui ne sont pas actuellement soutenus par la recherche phytochimique, nécessitant une meilleure exploitation.

Les extraits végétaux ont été obtenus par macération avec un bon rendement enregistré pour l'extrait méthanolique (10.76%), cependant celui de l'éthanol a donné une faible valeur de l'ordre de 6.72%

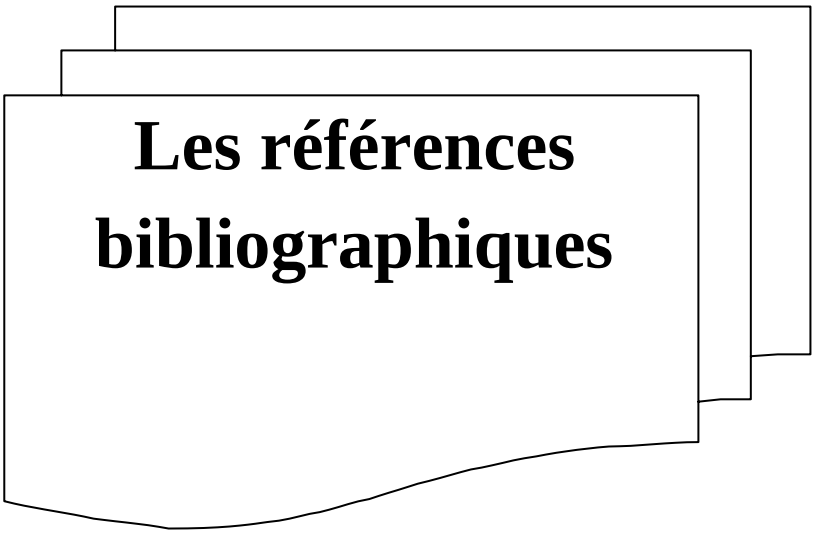
Les extraits végétaux de *Moringa oleifera* Lam. indiquent d'après les résultats du screening phytochimique que les tanins se présentent abondamment dans ces extraits. En l'occurrence Le criblage phytochimique réalisé sur la poudre des feuilles et les graines a montré la détections des différents groupes chimiques à savoir saponines, coumarines, tanins flavonoides, et anthocyanes, ce qui justifie l'utilisation de cette plante connue sous le nom de plante miracle dans la médecine traditionnelle.

L'extrait méthanolique a permis d'obtenir un bon rendement en polyphénols, nettement meilleur que les autres extraits végétaux avec une valeur de 22.24mg E AG/g.

L'activité antioxydante de *M.oleifera* évaluée par le test de piégeage du radical DPPH montre que l'extrait méthanolique est fortement efficace à des concentrations supérieures (de l'ordre de 500 µg/ml), atteignant ainsi le témoin de référence, l'acide ascorbique qui est connu pour son effet antioxydant.

Le présent travail nous a permis de contribuer à la valorisation d'une plante appartenant à la famille des Moringacees, *Moringa oleifera* par le biais de l'étude phytochimique et le stress oxydatif. Cette étude nécessite d'être complétée par un certain nombre de travaux dont on propose de :

- Utiliser d'autres techniques pour l'évaluation de l'activité antioxydante (ABTS, capacité antioxydante totale…).
- Etudier d'autres activités biologiques à savoir insecticide, antifongique……


Les références
bibliographiques

Référence

1. **Abdulaziz Rabiu A., Dhiya D., Zawawi and Md. Sarwar J., (2015).** DPPH antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid content of different part of drumstic tree (Moringa oleifera Lam.). Faculty of bioresources and food Industry,University Sultan Zainul Abidin, Tembila Campus , Besut, Terengganu Malaysia Journal of Chemical and Pharmaceutical Research 7(4):1423-1428 .

2. **Abdulkadir IS., Nasir IA., Sofowra A., Yahaya F., Ahmad AA. And Hassan IA., (2015**). Phytochemical Screening and antimicrobial Activities of ethanolic Extracts of *Moringa oleifera* Lam on Isolate of some pathogens. *J APP Pharm* 7:203. doi:10.4172/1920-4159.1000203.

3. **Arif T, Bhosale J D, Kumar N, Mandal T K, Bendre R S, Lavekar S and Dabur R., (2009).** Natural products-antifungal agents derived from plants. J Asian Nat Prod Res. V.11 (7): 626 – 638.

4. **Awa Ndiaye SY., Alioune diorfall , Mamadou Ndiaye, Rokhaya Ndiayel Khadim Sylla Gueye, Emmanuel Bassene , Amadou Moctar Dieye et Guata Yoro SY., (2018).**Evaluation de l'activité antioxydante des feuilles de *Moringa oleifera Lam*. (Moringaceae) du Sénégal**.** ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

5. **Baba-Aïssa F., (2000).** Encyclopédie des Plantes Utiles, Flore d'Algérie et du Maghreb-Substances Végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. EDAS Algérie.

6. **Babychan, N., Reshma, J. K., Mole, L. S., Prabhachandh, S., 2017**. Analysis of antioxidant properties of *Moringa oleifera* Lam. in urban and coastal area. International Journal of Applied Research. Volume 3(6). p.p.: 1098-1101.

7. **Ben Hamouche, J., Mohammedi, A., 2016.** Effets de l'extrait *Moringa oleifera* sur l'activité de deux enzymes: α-amylase et cellulase. Mémoire de Master. Université A. MIRA Bejaia.

8. **Boizot N et Charpentier J P., (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Institut National de la Recherche Agronomique. Centre de Versailles-Grignon. 79-82p.

9. **Bruneton J., (1987).** Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. Editions Lavoisier. Technique et Documentation, Paris.

10. **Bruneton J., (1993).** Pharmacognosie : Phytochimie, plantes médicinales. Technique et

Documentation .Lavoisier, 2ème édition, Paris. 915p.

11. **Bruneton J., (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales. Technique et Documentation. Lavoisier, 3éme édition, Paris. 1120p.
12. **Bruneton J., (2009).** Pharmacognosie Phytochimie, Plantes médicinales. Tec. et Doc. Lavoisier, 4éme édition, Paris. 1289 p.
13. **Cowan M M., (1999).** Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews .V.12 (4): 564-582.
14. **Ferrazzano G F, Amato I, Ingenito A, Zarrelli A, Pinto G and Pollio A., (2011**). Plant polyphenols and their anti-cariogenic properties: a review. Molecules. V. 16 (2) : 1486-507.
15. **Fitriana, W. D., Ersam, T., Shimizu, K., Fatmawati, S., 2016**. Antioxidant activity of *Moringa oleifera* extracts. Indones. J. Chem. Volume 16 (3). p.p.: 297-301.
16. **Girotti –Chanu C., (2006).** Etude de la lipolyse et de la synthèse de composés du derme sous l'effet de la cirsimarine , flavone extraite de *MICROTEA DEBILIS*. Thèse de Doctorat. Institut national des sciences appliquées de Lyon. 136p.
17. **Hogan D and Kolter R., (2002).** Why are bacteria referactory to antimicrobials. Current Opinion in Microbiology.V.5(5) : 472-477.
18. **Hostettmann K et Marston A., (1995).** Chemistry pharmacology of natural products: Saponins. Cambridge University Press, New York. 548p.
19. **Hostettmann K, Hostettmann M, Marston A, Saponins., (1991).** [In] Methods in Plant Biochemistry, Terpenoids, B.V. Charlwood, D.V. Banthorpe Editor. London: Academic Press. V.7:435-471.Hstettmann, 1991
20. **Khlifa, M., Bahloul A.& Kitane S., (2013).** Determination of Chemical Composition of Carob Pod (Ceratonia Siliqua L) and its Morphological Study. *J. Mater.* 4 (3), PP: 348-353.
21. **Koné D., (2009).** Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes - extraction, identification d'alcaloïdes - caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydante. Thèse de Doctorat. Université de Bamako Mali.157p.
22. **Ksouri R, Megdiche W, Debez A, Falleh H, Grignon C and Abdelly C., (2007).** Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritima*. Plant Physiol. Biochem. V. 45: 244-249.
23. **Leybros J et Frémeaux p., (1990).** Extaction solide –liquide. Aspects théoriques. Techniques de l'ingénieur, traité génie des procédés. J 2782.

24. **Lucky L.N., Ekramy E., Jonah S.A., Iyeopu S. and wayne G.C., (2018).** In vitro Anti-Cholinesterase and antioxidant activity of extracts of Moringa oleifera plants from Rivers State ,Niger Delta, Negeria ,Medicines .5,71, doi:10.3390 . 93)Chakraborty M., and Mitra A., (2008). The antioxidant and antimicrobial properties of the methanolic extract from Cocos nucifera mesocarp. Food Chem; 107: 994–999.

25. **Makkar, H.P.S. and Becker K., (1997).** Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. Journal of Agricultural Science, Cambridge128, 311-322.

26. **Menaa F, Menna A and Tréton J., (2014).** Polyphenols against skin aging in polyphenols in human health and disease. Elsevier .V. 1: 819-830.

27. **Mensah JK, Ikhajiagbe B, Edema N E et Emokhor J., (2012).** Phytochemical, nutritional and antibacterial properties of dried leaf powder of *Moringa oleifera* (Lam) from Edo Central Province, Nigeria. *J. Nat. Prod. Plant Resour*.V2(1) :107-112.

28. **Millogo-Koné H, Kini B F, Yougbaré Z, Yaro M B and Sawadogo M., (2012).** Etudes de la phytochimie et de l'activité antimicrobienne *in vitro* des feuilles de *Moringa oleifera* (Moringaceae). Pharmacopée et médecine traditionnelle africaine.

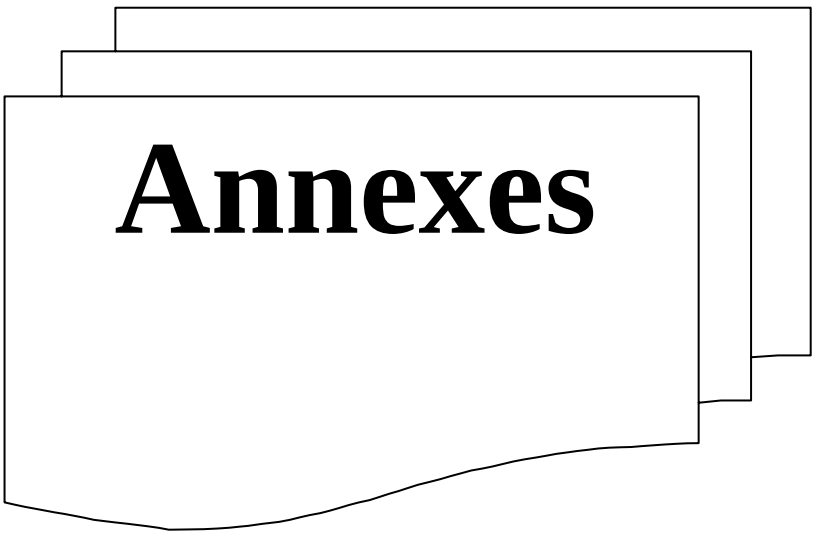
29. **Nac Naczk M and Shahidi F., (2004).** Extraction and analysis of phenolics in food. Journal of Chromatography A. V.1054 (1-2) : 95–111.

30. **Najjaa H., Neffati M., Zouari S., Ammar E., (2000).** Essential oil composition and antibacterial activity of different extracts of *Allium roseum L.*, a North African endemic species. Comptes Rendus de Chimie. 10: 820-826.

31. **O'Kennedy R and Thornes R D., (1997).** Coumarins: biology, applications and mode of action. John Wiley & Sons, Inc, New York. 348p.

32. **Organisation mondiale de la santé., (2002).** Rapport sur la santé dans le monde. Réduire les risques et promouvoir une vie saine. Ed Genève. 15p.

33. **Siddhuraju P. and Becker K., (2003).** Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agro-climatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera Lam*). J. Agri. Food Chem., 15: 2144-2155.


Annexes

Annexe n°1



SHIMADZU CORPORATION	
MODEL	UVmini-1240
VOLTS	220-240V 50/60Hz 106VA
CAT. No	206-24000-38
SERIAL.NO	A10934603363 CD

Spectrophotomètre

Annexe n°2



LABTE CHASIA PTE. LTD ISO 9001 CERTIFIED	
MODEL	LIB-060M
VOLTS	220V-50Hz
WTAAS	200W/1A
SERIAL.NO	08061323

Etuve

Annexe n°3



Balance analogique