



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique Université Abbès Laghrou - Khenchela-



Faculté des Sciences de la Nature et  
De la Vie Département de Biologie  
Moléculaire et Cellulaire

## MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de

### Master académique

FILIERE : Sciences Biologiques

OPTION : Microbiologie Appliquée

Thème

## Evaluation de l'activité Antibactérienne des extraits de la plante *Moringa oleifera* Lam.

Présentées par : HARNANE Randa & MIZANE Khadra

### Jury de soutenance :

Présidente : **Dr. KRIM Meriem**

MCB. Univ. Abbès Laghrou – Khenchela

Encadreur : **Dr. BOUHALIT Samira**

MCB. Univ. Abbès Laghrou – Khenchela

Examinatrice : **M<sup>m</sup> ARAB Yasmine**

MAA. Univ. Abbès Laghrou - Khenchela

**Promotion : 2019-2020**

# Remerciement

Tout d'abord nous tenons à remercier DIEU tout puissant de nous avoir donnés le courage et la volonté de terminer ce travail.

Nous avons l'honneur et le plaisir d'exprimer notre profonde Gratitude à

Madame BOUHALIT Samira notre promotrice, pour ses remarques, ses

conseils et ses Orientations et pour le temps et l'attention qu'elle est bien voulue consacrer au bon déroulement de ce travail.

Nous tenons à remercier Dr KRIM Meriem de nous avoir fait l'honneur

de présider le jury de notre soutenance à Mm ARAB Yasmine d'avoir gentiment accepté d'examiner et de juger notre mémoire, qu'elles trouvent ici notre sincère gratitude.

# *Dédicaces*

*En premier lieu, je remercie le bon dieu, tout puissant, de m'avoir donnée la force et l'audace pour dépasser toutes les difficultés.*

*Je dédie ce travail à :*

*A ceux qui j'ai tant aimé avec beaucoup d'affection et que je suis très fière de les avoir comme parents et que tous les mots du monde ne peuvent jamais exprimer l'amour et le respect que je leur porte ma mère Nadjma et mon père Salah et pour leurs soutien et leurs sacrifices énormes. Je vous aime tellement papa et maman.*

*A mon chère mari, pour sa compréhension, son amour et son soutien.*

*A mes chères amis : Warda, Hanane, Amina, Farah, Imane, Manal, Sana, Donia.*

*A ma plus belle amie qui je considère comme sœur*

*Hanane et toute sa famille.*

*A mon Binôme Randa qui m'a supporté tout au long de ce travail et a qui je souhaite tout le bonheur du monde.*

*A mon encadreur Mme Bouhalit Samira Que ce travail soit un témoignage de ma gratitude et mon profond respect pour elle*

*A toute ma famille et mes proches.*

*Khadra*

# *Dédicace*

*Je remercie le bon dieu de m'avoir donné le courage pour réaliser ce travail et la patience pour aller jusqu'au bout de parcours de mes études*

*Je dédie du plus fond de mon coeur ce manuscrit :*

*A ma chère mère OuLiya qui a toujours été là pour moi, je la remercie pour ces encouragements et son soutien. Que dieu leurs accorde une longue vie.*

*A mon cher père djameL qui m'a toujours soutenu et conseils dans ma vie*

*A mes chères amis : Mazi ,  
Chaima,AchwaK,Mimi,Bessma,Najat,Manal,Rayan,Ibtissem,Mirou. Wissou.*

*picatchou*

*A mes frères :Mouhamed et Hamza*

*A ma princesse Bessmala*

*A mes cousines :Salwa,Aya,Amina*

*A mon binôme Khadra et tous mes ami(e)s.*

*Ma chère Tante : Sabah*

*Sans oublier mes cousins Dr :Ben Touati Abd Allah et Mouhamed Amine pour leur soutien*

*A mon encadreur Mme Bouhalit Samira Que ce travail soit un témoignage de ma gratitude et mon profond respect pour elle*

*A ceux qui me sont chers et qui m'ont aidé de près ou de loin à réalise ce travail.*

*Randa*

## Résumé

Une grande partie de l'intérêt des recherches actuelles porte sur l'étude des composés des plantes médicinales et leurs effets thérapeutiques et pharmaceutiques. *Moringa oleifera* arbuste appartient à la famille des *Moringacées*. C'est une plante médicinale largement utilisée en médecine traditionnelle à des fins thérapeutiques à cause de sa richesse en composés actifs.

Dans la présente étude on a tenté d'évaluer l'activité antibactérienne des extraits des feuilles du *Moringa oleifera* à partir des différents travaux réalisés sur la plante. Les résultats montrent la richesse des extraits des feuilles par les composés phénoliques, des terpénoïdes, des tanins, des flavonoïdes ; ceci est confirmé par les analyses quantitatives basées sur le dosage, des composés phénoliques et des flavonoïdes.

Les résultats des travaux expérimentaux révèlent que les extraits du Moringa ont exercé un effet antibactérien considérable sur plusieurs souches bactériennes ; *S. aureus*, *E.coli* et *Pseudomonas aeruginosa* et d'autre avec des zones d'inhibition au tour des disques des extraits, ce qui explique la sensibilité des espèces testés à cet extrait.

A partir des résultats obtenus on dire que les feuilles de *Moringa oleifera* constituent une source d'activité antibactérienne grâce à leur richesse en composés phénoliques.

**Mots clés:** *Moringa oleifera*, Activité antibactérienne, polyphénols, flavonoïdes.

## Abstract

Much of the current research interest is in the study of medicinal plant compounds and their therapeutic and pharmaceutical effects. *Moringa oleifera* shrub belongs to the *Moringaceae* family. It is a medicinal plant widely used in traditional medicine for therapeutic purposes because of its richness in active compounds.

In the present study, an attempt was made to evaluate the antibacterial activity of extracts from the leaves of *Moringa oleifera* based on the various studies carried out on the plant. The results show the richness of the leaf extracts in phenolic compounds, terpenoids, tannins, flavonoids; this is confirmed by the quantitative analyses based on the dosage, phenolic compounds and flavonoids.

The results of the experimental work reveal that Moringa extracts exerted a considerable antibacterial effect on several bacterial strains; *S. aureus*, *E.coli* and *Pseudomonas aeruginosa* and others with inhibition zones of around the discs of the extracts, which explains the sensitivity of the tested species to this extract.

From the results obtained it can be said that the leaves of *Moringa oleifera* constitute a source of antibacterial activity thanks to their richness in phenolic compounds.

**Key words:** *Moringa oleifera*, Antibacterial activity, polyphenols, flavonoids.

## المخلص

ينصب الكثير من الاهتمام البحثي الحالي على دراسة مركبات النباتات الطبية وتأثيراتها العلاجية والصيدلانية. تنتمي شجيرة المورينجا أوليفيرا إلى عائلة المورينجا. وهو نبات طبي يستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي للأغراض العلاجية بسبب غناه بالمركبات الفعالة.

في هذه الدراسة ، تم إجراء محاولة لتقييم النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلصات أوراق نبات المورينجا أوليفيرا من دراسات مختلفة أجريت على النبات. أظهرت النتائج ثراء مستخلصات الأوراق بالمركبات الفينولية ، التربينويدات ، العفص ، الفلافونويد. هذا ما تؤكد التحليلات الكمية على أساس الجرعة، الفينولات والفلافونيدات.

أظهرت نتائج العمل التجريبي أن مستخلصات المورينجا لها تأثير كبير مضاد للجراثيم على العديد من السلالات البكتيرية. *S. aureus* و *E. coli* و *Pseudomonas aeruginosa* وغيرها مع مناطق تثبيط حول أقراص المستخلصات مما يفسر حساسية الأنواع المختبرة لهذا المستخلص.

من النتائج التي تم الحصول عليها، يمكننا القول إن أوراق المورينجا أوليفيرا تشكل مصدرًا للنشاط المضاد للبكتيريا بفضل ثرائها في المركبات الفينولية.

**الكلمات المفتاحية:** المورينجا أوليفيرا، نشاط مضاد للجراثيم، بوليفينول، فلافونويد

## Liste des abréviations

- **ATCC**: American Type Culture Collection.
- **CMB** : Concentrations minimales bactéricides
- **MIC** : Concentrations minimales inhibitrices
- **MO** : *Moringa oleifera*

## Liste des figures

Numéro de la figure	Figure	Page de la figure
1	Répartition géographique de <i>Moringa oleifera</i> .	02
2	Les différentes parties de <i>Moringa oleifera</i>	04
3	Répartition géographique de <i>Moringa oleifera</i>	05
4	Structure des tanins condensés	10
5	Squelette de base des flavonoïdes	11
6	Quelques exemples des flavonoïdes	11
7	Le E Test à l'aide de bandelette	19

### Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
<b>Tableau 01</b>	Conditions environnementales de <i>Moringa oleifera</i> L	<b>02</b>
<b>Tableau 02</b>	Composition moyenne des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	<b>14</b>
<b>Tableau 03</b>	Sensibilité des souches microbiennes en fonction des zones d'inhibition.	<b>18</b>

## Table des matières

Résumé.....	I
Abstract .....	II
المخلص .....	III
Introduction.....	1
<b>Chapitre I - <i>Moringa oleifera</i></b>	
1. Description botanique.....	2
2. Origine et distribution de <i>Moringa oleifera</i> .....	3
3. Dénomination et classification botanique .....	4
4. Composition chimique.....	5
5. Utilisation de <i>Moringa oleifera</i> .....	7
5.1. Intérêt nutritionnelle .....	7
5.2. Intérêt médical et pharmacologique .....	7
5.3. Intérêt industrielle.....	8
5.4. Autres utilisations :.....	8
<b>Chapitre II - Les métabolites secondaires</b>	
1. Généralités .....	9
2. Classification des métabolites secondaires.....	9
2.1. Composés phénoliques .....	9
2.1.2 Propriétés des composés phénoliques .....	11
2.2 Alcaloïdes .....	12
2.2.1 La classification des alcaloïdes .....	12
2.3 Terpénoides .....	12
<b>Chapitre III - L'activité Antibactérienne</b>	
I. Généralité sur l'activité antibactérienne : .....	14

1. Souches bactériennes.....	14
2. Caractéristiques des souches utilisées .....	14
3. Substances antibactérien.....	15
4. Techniques traditionnelles d'extraction .....	15
4.1. L'infusion.....	15
4.2. La décoction .....	15
4.3. La macération .....	16
5. Les principales méthodes .....	16
5.1 Les techniques en milieu liquide .....	16
5.2 Les techniques en milieu solide.....	17
II. Activité antibactérienne de la plante de <i>Moringa oleifera</i> : .....	19
<b>Références Bibliographiques .....</b>	<b>25</b>

Les plantes produisent des centaines de milliers de composés chimiques divers avec différentes activités biologiques et rôles écologiques importants l'Homme découvrit bien d'autres fonctions que pouvaient lui procurer les plantes, notamment le pouvoir de guérison. En effet cette faculté de guérison des plantes fut connue longtemps de nos ancêtres depuis, les temps reculés. Elle deviendra plus tard la médecine traditionnelle avec toutes les avancées notoires qu'on peut lui attribuer (**Kahlouche, 2014**)

*M. oleifera* aussi appelé « l'arbre de la vie », cultivée dans plusieurs pays asiatiques et africains, est largement utilisé dans la médecine traditionnelle (**Alhakmani et al., 2013**). La plupart des parties de cet arbre (feuilles, fleurs, fruits et gousses immatures) sont utilisées dans diverses formulations alimentaires traditionnelles, médicaments et à usage industrie. Les feuilles sont riches en vitamines et en composés phénoliques (**Coppin et al., 2013**).

L'utilisation d'extraits de plantes et des composés d'origine végétale sont des sources précieuses pour la médecine traditionnelle dans le traitement et la prévention d'un large éventail de maladies ; notamment des maladies infectieuses (**Al-Bayati, 2007**). Les composés phénoliques (acides phénoliques, flavonoïdes simples et proanthocyanidins) forment le groupe des composés phytochimiques le plus important des plantes et sont des molécules biologiquement actives.

Ce présent travail s'inscrit dans le but d'une contribution à une meilleure connaissance de cette plante médicinale et de découvrir certains constituants chimiques et l'étude de l'activité biologique antibactérienne des extraits des feuilles de *Moringa oleifera*. Nous aborderons dans notre étude bibliographique qui regroupe trois chapitres dont le premier concerne une description botanique de la plante *Moringa oleifera* et ces propriétés. Dans le deuxième chapitre ; des données sur les métabolites secondaires.

Dans le troisième : Les tests utilisés pour l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits des plantes et la discussion des autres travaux concernant la plante *Moringa oleifera*.

# **Chapitre I**

***Moringa oleifera***

**1. Description botanique**

*Moringa oleifera* L. est une plante qui a l'aspect d'un arbuste dont la hauteur peut atteindre 4 à 5 m (Rajangam et al., 2001). Le diamètre du tronc varie entre 20 et 40 cm (Foidl et al., 2001). Son tronc effilé porte parfois des ramifications dès la base, mais en général, le tronc atteint 1,5 à 2 mètres de haut avant de se ramifier ; plusieurs branches partent de celles-ci formant une couronne dense en forme de parasol. Le diamètre d'un fût de 1,30 m de longueur mesure entre 9 à 20 cm. L'écorce est de couleur brun-pâle et lisse parfois tachetée de marron. Son bois tendre et mou ne supporte pas les vents agressifs (Foidl et al., 2001). (Figure 1).



**Figure 1** : Arbre de *Moringa oleifera* (site web 1)

- **Tronc** : peut généralement atteindre 1,5 à 2 mètres de haut, et 20 à 40 cm de diamètre (Foidl et al., 2001).
- **la racine** : blanche gonflée, tubéreuse qui a une odeur piquante caractéristique et dotée de racines latérales plutôt clairsemées (Rolaff et al., 2009).
- **Les feuilles** : sont caduques, duveteuses, recouvertes d'un duvet gris lorsqu'elles sont jeunes, et se développent principalement dans la partie terminale des branches, ont un long pétiole mesurant 20 à 70 cm de long, comptent 2 à 6 paires de pinnules comprenant chacune 2 à 5 paires de pinnules secondaires, divisées elles-mêmes en 1 à 2 paires de folioles opposés plus une foliole terminale à l'apex plus grande que les autres, de forme ronde ou ovale de 1 à 2 cm de long. (Hédji et al., 2014; Agroconsult, 2016).
- **Les fleurs** : sont de couleur blanche ou crème et présentent parfois des taches rouge Elles sont généralement abondantes et dégagent une odeur agréable (Price, 2007).
- **Les fruits** : forment des gousses à trois lobes (Figure 2), 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. Les graines sont rondes, avec une coque marron semi-perméable Un arbre peut produire 15000 à 25000 graines par an. Une graine pèse en moyenne 0,3 g et la coque représente 25% du poids de la graine (Louni, 2009).

- **Graines** : Les graines (**Figure 2**) sont rondes, avec une coque marron. La coque présente trois ailes blanches. Un arbre peut produire 15000 à 25000 graines par an. Une graine pèse en moyenne 0,3 g et la coque représente 25% du poids de la graine (**Foidl et al., 2001**).



**Figure 02** : Les différentes parties de *Moringa oleifera* (**Muhammad et al., 2016**).

## 2. Origine et distribution de *Moringa oleifera*

*Moringa Oleifera* est originaire de l'Inde, dans les vallées au Sud de l'Himalaya. Aujourd'hui, on le retrouve tout le long de la zone tropicale et subtropicale (**Price, 2007; Panchal et al., 2010; Aberra, 2011**), dans plusieurs pays africains, en Asie et en Amériques (**Olson, 2002**).

Cet Arbuste très résistant à la sécheresse, se retrouve au niveau des zones très arides comme le Sahara ; mais il préfère les semi-tropicaux humides. Son introduction en Afrique de l'Est a eu lieu au début du 20ème siècle par le biais du commerce et des échanges maritimes durant cette période (**Foidl et al., 2001**).



**Figure 3** : Répartition géographique de *Moringa oleifera*. (**Trees of life, 2013**)

*Moringa oleifera* est un arbre qui est particulièrement résistant à de nombreuses conditions de cultures différentes : sols pauvres ou riches, conditions plutôt sèches ou plutôt humides. Elle exige minimum 250 mm de la matière de précipitations annuelles et au maximum à plus De 300 mm .et elle pousse dans des sols dont le PH varie entre 5 à 9 (**Kafuku et Mbarawa, 2010**). *Moringa oleifera* L. est une plante qui s'adapte à des milieux différents. Cependant, certaines conditions du milieu favorisent son épanouissement.

**Tableau 1** : Conditions environnementales de *Moringa oleifera* L. (**Saint Sauveur et Broin, 2010**).

<b>Paramètres</b>	Valeur/Fourchette
<b>Climat</b>	Tropical ou subtropical
<b>Altitude</b>	0-2000 m
<b>Température</b>	25-35°C
<b>Pluviométrie</b>	250mm-2000mm Irrigation nécessaire pour la production des feuilles si pluviométrie <500mm
<b>Type de sol</b>	Limoneux, sableux ou sablo-limoneux
<b>PH de sol</b>	5 – 9

### **3. Dénomination et classification botanique**

*Moringa oleifera* appartient à la famille monogénérique des arbustes et arbres des Moringaceae qui comprend environ 14 espèces, dont la plus connue et répandue est l'espèce *Moringa oleifera* (**Chukwuebuka, 2015**).

Les douze autres espèces sont bien connues *M. arborea*, *M. borziana*, *M. concanensis*, *M. drouhardii*, *M. hildebrandtii*, *M. longituba*, *M. Ovalifolia*, *M. peregrina*, *M. pygmaea*, *M. rivae*, *M. ruspoliana*, *M. stenopetala*. (**Morton, 1991**).

*Moringa oleifera* est appelé aussi « bâton de tambour ou « arbre de radisen Inde, est qualifié, l'arbre de la vie ou « l'arbre miracle » (**Olson, 2001**). Elle possède aussi d'autres dénominations, en anglais, connue sous « West Indiantree » ou « Drumstick Tree », résultant de la forme de ces

gousses ou encore « Never die tree » qui ne meurt jamais en référence à sa résistance à la sécheresse, en arabe « Rawag », ou « Shagara Al Ruwag » qui signifie l'arbre purificateur (**Fuglie, 2001; Lim, 2012**).

Autres, il est connu comme le kelor, marango, mlonge, moonga, mulangay, nebeday, saijhan, sajna ou huile de ben arbre (**Anwar et Bhangar, 2003 ; Prabhu et al., 2011**). mouroungue, moringa ailé, benzolive, pois quénique (pays francophones) ben ailé, noix de behen, moringoa ou moringa,... etc (**Boullard, 2001 ; Price, 2007**).

La classification systématique de *Moringa Oleifera* est la suivante : (**Laleye et al., 2015**)

- Règne : Plantae
- Sous-règne : Tracheobionta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous classe : Dilleniidae
- Ordre : Capparales
- Famille : Moringaceae
- Division : Magnoliopyte
- Genre : *Moringa*
- Espèce : *Moringa oleifera*

#### **4. Composition chimique**

Les feuilles de *Moringa oleifera* contiennent une très grande concentration de vitamines A, B, C, de protéines (13%), et certains minéraux (le potassium, le calcium et le magnésium). Elles renferment aussi les 10 acides aminés et les acides gras essentiels (l'acide alpha-linolénique qui est prédominant. L'acide oléique et l'acide linoléique sont présent en quantité moins importante) (**Broin, 2005**). Les feuilles de *Moringa oleifera* contiennent aussi le saccharose, le D-glucose, des traces d'alcaloïdes, de cire et de quercétine (**Laleye et al., 2015**). Des flavonoïdes et des composés phénoliques entre 0,67% et 3,4 % des phénols totaux (On y retrouve l'acide caféique, l'acide gamma-coumarique et l'acide férulique (**Pari et al., 2007**) et de 0,5% à 1,4% en tanins, les tanins condensés sont absents ou sous forme de traces. Les teneurs en saponines varient entre 5 et 6,4 %. (**Tchiégang et Kitikil, 2004**).

**Tableau 2** : Composition moyenne des feuilles de *Moringa oleifera* (**Broin, 2005**)

<b>Données pour 100 grammes de matière sèche</b>			
<b>Composition globale</b>		<b>Acides aminés (mg)</b>	
Calories (kcal)	300	Arginine	1660
Protéines (g)	25	Histidine	530
Glucides (g)	40	Isoleucine	1140
Lipides (g)	8	Leucine	2050
Minéraux (g)	12	Lysine	1200
Fibres (g)	15	Méthionine	370
Teneur en eau	75%	Phénylalanine	1400
		Thréonine	1080
<b>Minéraux (mg)</b>		Tryptophane	580
Calcium	2100	Valine	1400
Cuivre	1	Acide aspartique	1670
Fer	27	Acide glutamique	2470
Potassium	1300	Sérine	840
Magnésium	405	Glycine	960
Phosphore	310	Alanine	1260
Manganèse	8	Proline	1230
Soufre	740	Tyrosine	910
Sélénium	2,6	Cystéine	360
Zinc	2,6	<b>Acide gras</b>	
Molibdène	0,5	C16 :0	530
Sodium	100	C18 :0	70
<b>Vitamines</b>		C 18 :1	60
Vitamine A(UI)	14300	C18 :2	170
Vitamine C (mg)	850	C 18 :3	1140

La grande teneur en fer, protéines, cuivre et diverses vitamines et acides aminés essentiels des feuilles de Moringa en font donc un complément nutritionnel idéal.

**5. Utilisation de *Moringa oleifera*****5.1. Intérêt nutritionnelle**

*Moringa oleifera* est une plante à hautes valeurs nutritives. Elle constitue un excellent constituant de compléments alimentaires. Toutes les parties de l'arbre : feuilles, gousses, graines immatures, fleurs, les fruits et les jeunes racines sont comestibles (**Foidl et al., 2001**). *Moringa oleifera* est appelé "légume Miracle" parce qu'il est à la fois un médicament et un aliment fonctionnel.

Les jeunes feuilles sont comestibles et sont couramment consommées cuites, comme des épinards, ou préparées en soupe ou en salade (**Olson, 2001**). Elles sont exceptionnellement riches en provitamine A, en vitamines du groupe B et C, en minéraux (en particulier en fer) et en acides aminés méthionine et cystéine, sources de soufre. La composition en acides aminés des protéines contenues dans les feuilles est équilibrée pour l'alimentation humaine (**Makkar et Becker, 1996**). 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 tandis que la poudre des racines de jeunes plants peut servir à relever l'assaisonnement (**Foidl et al., 2001**).

Cette plante a été recommandée comme aliment pour le bétail produisant du lait ou pour le tilapia du Nil, et comme un aliment complémentaire pour les chèvres et les agneaux. L'huile de la graine est utile comme huile végétale. En outre, cette huile de graine possède également une résistance à la dégradation par oxydation (**Foidl et al., 2001**).

**5.2. Intérêt médical et pharmacologique**

Les guérisseurs traditionnels ont utilisé le *Moringa* pour traiter les maladies de la peau, des voies respiratoires et l'hypertension (**Anwar et al., 2007 ; Price, 2007**).

Presque toutes les parties de *M. Oleifera* sont utilisées dans le traitement des pathologies infectieuses, des affections digestives, à la neurologie à la gynécologie et l'obstétrique (**Atakpama et al., 2014**).

Des études sur l'utilisation des extraits de feuilles de *Moringa oleifera* ont confirmé les propriétés hypoglycémiantes chez des patients atteints de diabète de type II et d'autres maladies cardiovasculaires (**Jaiswal et al., 2013; Anwar et al., 2007**).

Elles agissent comme des stimulants cardiaques et circulatoires et possèdent des activités antitumorales, antipyrétiques, antiépileptiques, anti-inflammatoires, antiulcéreux, antispasmodiques, antioxydantes, antidiabétiques, antibactériennes, antifongiques, antidiarrhéiques, diurétiques, antihypertensives, Antimicrobienne et antiépileptique (**Jena et al.,**

2012 ; Prasad *et al.*, 2014). Elles sont également hypocholestérolémiques, hépatoprotecteurs (Debnath *et al.*, 2011).

### **5.3. Intérêt industrielle**

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%, en acides gras insaturés 82% et celle en acides gras libres varie de 0,5 à 3% (Foidl *et al.*, 2001). La teneur en huile des graines décortiquées, c'est-à-dire des amandes, est d'environ 42%. L'huile est d'un jaune brillant. Elle est utilisée comme lubrifiant dans la machinerie fine, comme l'horlogerie, pour sa faible tendance à se détériorer et devenir rance et collante. Elle est aussi utilisée comme huile végétale comestible et huile de cuisson, comme huile de qualité dans l'industrie cosmétique et de parfums (Foidl *et al.*, 2001)

Dans le domaine de la cosmétologie, des parties de *Moringa*, particulièrement les graines, sont utilisées dans la fabrication de produits comme le savon pour améliorer la texture de la peau, la pommade et l'huile pour donner une nouvelle allure aux cheveux. L'huile de *Moringa* est utilisée pour contribuer à bâtir le collagène de la peau et stimule le renouvellement cellulaire pour une action réparatrice des peaux sèches et irritées et a un effet anti-âge reconnu en réduisant les rides et les ridules grâce à sa teneur en vitamines C et E (Panda *et al.*, 2008).

### **5.4. Autres utilisations :**

Les graines de *Moringa oleifera* sont utilisées pour traiter l'eau, grâce à sa richesse en poly électrolytes cationiques actifs (Poumaye *et al.*, 2012). Plante mellifère, les fleurs de *Moringa* sont riches en nectar, ce qui constitue une source constante pour les abeilles tout au long de l'année. Le miel obtenu est clair ; l'odeur et le goût sont très appréciés des consommateurs (Kafuku et Mbarawa, 2010).

L'arbre est surtout utilisé dans la protection de sols et dans l'érection de haies vives. Dans les clôtures et dans les parcelles, le *Moringa* sert d'arbre de couverture et apporte de l'ombre pour les animaux (Silva *et al.*, 2010).

Le jus de feuilles de *Moringa* peut être utilisé comme un pesticide naturel qui permet de lutter contre les piqûres d'insectes et de limiter les maladies liées aux semences surtout dans les sols humides

**Chapitre II**  
**Les métabolites**  
**secondaires**

## 1. Généralités

Les métabolites secondaires sont présents dans toutes les plantes supérieures (**Hartmann, 2007**). Ils sont synthétisés à partir des précurseurs originaire du métabolisme primaire (Acétyl COA, acides aminés, acides gras) (**Kabera et al., 2014**). Est utilisé pour décrire une vaste gamme des substances présente dans un organisme et qui ne participe pas directement aux processus de base des cellules vivantes dans les plantes qui sont responsables à différentes fonctions (la Défense, la communication intercellulaire, la régulation des cycles Catalytiques, l'adaptation des végétaux à leur environnement) (**Verscheure et al., 2002**).

## 2. Classification des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont repartis en plusieurs grandes familles chimiques : les composés phénoliques, les terpénoïdes, les alcaloïdes et les saponines (**Mamadou, 2011**).

### 2.1. Composés phénoliques

Les polyphénols également dénommés composés phénoliques sont des métabolites secondaires très largement répandues dans le règne végétal (**Xiuzhen et al., 2007**). Ces corps jouent un rôle fondamental car sont des éléments importants de qualités sensorielles (couleur et caractères organoleptiques) et nutritionnelles des végétaux. Une alimentation équilibrée fournit à l'Homme environ un gramme de polyphénols chaque jour, soit dix fois plus que de vitamine C et 100 fois plus que de caroténoïdes ou vitamine E (**Scalbert et al., 2000**).

#### 2.1.1 Classification des composés phénoliques

##### 2.1.1.1 Les Acides phénoliques

Les acides phénoliques sont rares dans la nature. Ces composés se répartissent en deux groupes : Les acides hydroxycinnamiques et les acides hydroxybenzoïque. Ils sont contenus dans un certain nombre de plantes agricoles et médicinales et présents chez toutes les céréales (**Guignard, 2001**).

##### ➤ Les acides hydroxybenzoïques :

Sont des dérivés hydroxylés de l'acide benzoïque ils ont une structure générale de base de type (C6-C1). Ils existent fréquemment sous forme d'ester ou de glucosides, dont les plus répandus sont l'acide salicylique et l'acide gallique (**Macheix et al., 2005**).

##### ➤ Acides hydroxycinamiques

Dérivent de l'acide cinnamique. Ils ont une structure générale de base de type (C6-C3) et ils existent souvent sous forme combinée avec des molécules organiques (**Sarni-Manchado et Cheynier, 2006**)

### 2.1.1.2 Tanins

Les tanins végétaux sont des composés phénoliques solubles dans l'eau et ayant des poids moléculaires compris entre 500 et 3000 (Aguilera-Carbo *et al.*, 2008). On distingue deux groupes de tanins de structures différentes : les tanins hydrolysables et les tanins non hydrolysables, ou tanins condensés

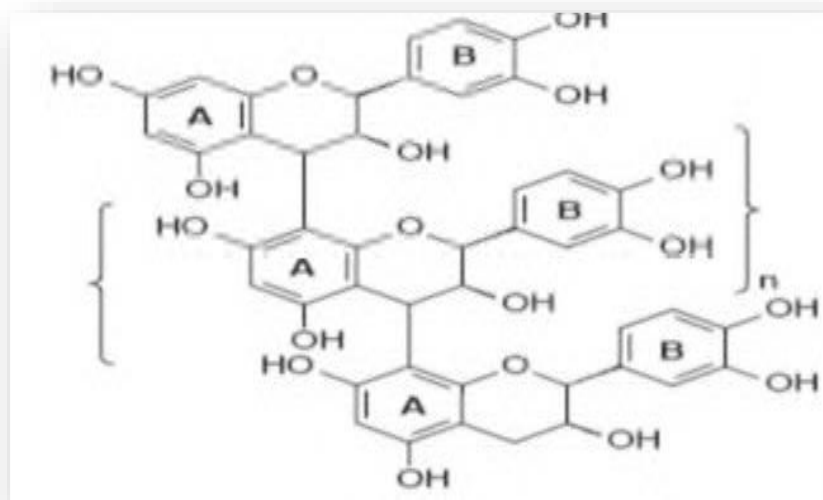


Figure 04 : Structure des tanins condensés (Macheix *et al.*, 2005).

### 2.1.1.3 Flavonoïdes

Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (Medić-Šarić *et al.*, 2004). Les flavonoïdes ont tous la même structure chimique de base ; ils possèdent un squelette carboné de quinze atomes de carbones constitués de deux cycles aromatiques et qui sont reliés entre eux par une chaîne en C3 en formant ainsi l'hétérocycle (Erdman *et al.*, 2007).

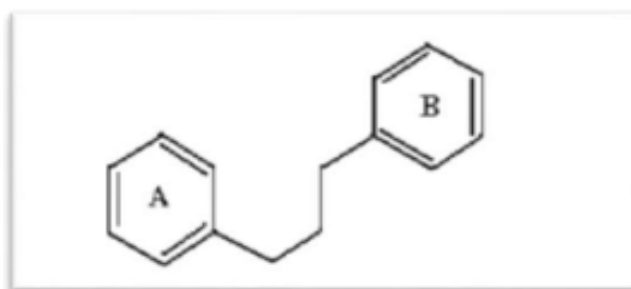
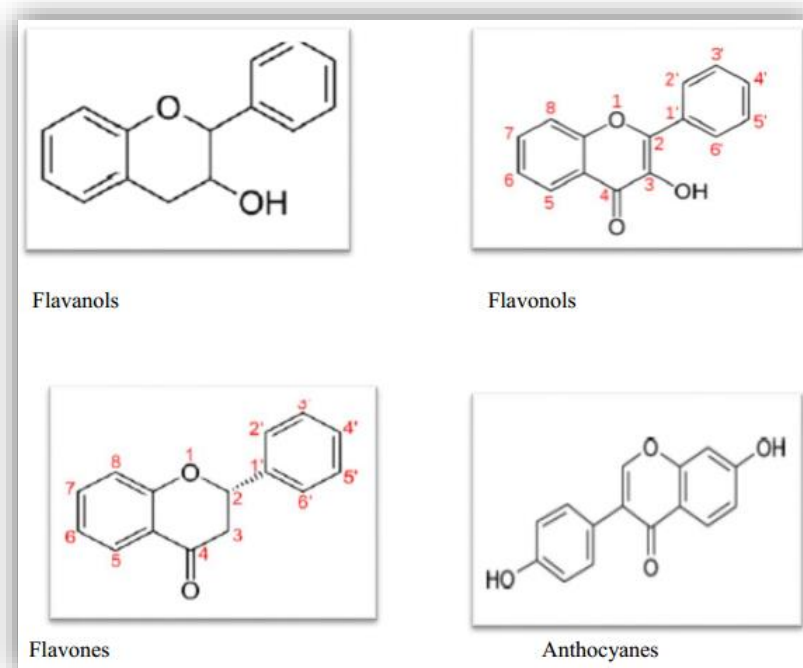


Figure 05 : Squelette de base des flavonoïdes (Dean, 1963)

### ➤ Classification des flavonoïdes

La famille des flavonoïdes se divise en plusieurs classes qui diffèrent par leurs structures chimiques : flavanols, flavones, flavonols, flavanones, isoflavones et anthocyanes (**Medic et al., 2004**). Quelques exemples de ces flavonoïdes sont représentés dans la figure 06.



**Figure 06 :** Quelques exemples des flavonoïdes (**Gnu, 2007**).

#### 2.1.1.4. Les coumarines

Les coumarines libres sont solubles dans les alcools et les solvants organiques tels que l'éther ou les solvants chlorés dans lesquels ils sont extractibles. Les formes hétérosidiques sont plus ou moins solubles dans l'eau. Ils présentent une large gamme d'activités ; spasmolytique, antifongique, anti thrombotique, et vasodilatatrices, anti-agrégation plaquettaire, anti-inflammatoire anticoagulante, antitumorale, diurétiques, antimicrobienne, antivirale et analgésique (**Brooker et al., 2008**).

#### 2.1.2 Propriétés des composés phénoliques

##### a. Propriétés physico-chimiques

Les polyphénols sont généralement des composés aromatiques solubles dans les solvants polaires tels que l'éthanol, le méthanol, le butanol, l'acétone, le diméthylsulfoxyde, l'eau, etc (**Benkrief, 1990**). Ils ont moins polaires comme les isoflavones, les flavanones, les flavones et les flavonols sont plus solubles dans d'autres solvants tels que l'éther et le chloroforme (**Vitsaropoulou et Vajias, 1986**).

**b. Propriétés biologiques**

Chez les plantes, les composés phénoliques sont impliqués dans différents processus comme la germination des graines et la croissance des plantes (**Macheix et al., 2006**). Ces dernières années les recherches sur les composés phénoliques se sont accentuées en raison de leurs activités anti-inflammatoires, antibactériennes, antifongiques, antioxydant et même anticancéreuse (**Montoro et al., 2005**).

**2.2 Alcaloïdes**

Ce sont des composés relativement stables qui sont stockés dans les plantes en tant que produits de différentes voies biosynthétiques (**Muniz, 2006**). Dans leur grande majorité, les alcaloïdes sont hétérocycliques, bien que quelques composés azotés aliphatiques (non cycliques) comme la mescaline et la colchicine soient parfois classés dans les alcaloïdes. Globalement quelque 10.000 alcaloïdes ont été recensés dans à peu près 20 pour 100 des plantes à fleurs essentiellement des dicotylédones herbacées (**Southon et Buckingham, 1989**).

**2.2.1 La classification des alcaloïdes**

Les alcaloïdes sont généralement classés en :

**2.2.1.1 Les vrais alcaloïdes**

Ils dérivent d'acides aminés et comportent un atome d'azote dans un système hétérocyclique. Ils sont présents dans les plantes, soit sous forme libre, soit sous forme de sel, soit comme N-Oxyde (**Badiaga, 2011**).

**2.2.1.2 Les proto-alcaloïdes**

Les proto-alcaloïdes dérivent d'acides aminés, mais l'azote n'est pas inclus dans le système hétérocyclique (**Badiaga, 2011**).

**2.2.1.3 Les pseudo-alcaloïdes**

Sont présentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ne sont pas des dérivés des acides aminés (**Badiaga, 2011**).

**2.3 Terpénoïdes**

Les terpènes ou terpénoïdes sont une classe importante de métabolites secondaires qui proviennent du même précurseur biosynthétique, l'acide mévalonique (**Rouessac et Rouessac, 2004**). Sont des substances généralement lipophiles qui dérivent d'une unité simple à cinq atomes de carbone nommée isoprène. Leur grande diversité trouve son origine dans le nombre d'unités de base qui composent la chaîne, ainsi que dans les divers modes d'assemblage. La formation de

structures cycliques, l'addition de fonction comprenant de l'oxygène et la conjugaison avec des sucres ou d'autres molécules peuvent rendre leurs structures complexes (**Hopkins, 2003**).

**Chapitre III**

**L'activité**

**Antibactérienne**

## I. Généralité sur l'activité antibactérienne :

Il est connu que le traitement des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. Mais, la consommation à grande échelle de ces « médicaments » a entraîné la sélection de souches multirésistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers de nouveaux substituts, surtout les végétaux qui ont toujours constitué une source d'inspiration dans les recherches médicales (**Billig et Sherman, 1998**).

### 1. Souches bactériennes

Les souches bactériennes utilisées dans les tests de l'activité antibactérienne sont *Staphylococcus aureus* (ATCC 25293), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC27853).

### 2. Caractéristiques des souches utilisées

Les bactéries ont généralement un diamètre inférieur à 1 µm. On peut les voir au microscope optique, à l'état frais ou après coloration. Leur forme peut être sphérique (cocci), en bâtonnet (bacilles), incurvée (vibrions) ou spiralée (spirochètes). Les détails de leur structure ne sont visibles qu'en microscopie électronique. Certaines bactéries sont mobiles grâce à des cils vibratiles. Selon leur mode de nutrition et leur comportement vis-à-vis de l'oxygène, les bactéries sont classées en aérobies et en anaérobies.

**Tableau 3 :** Description des différentes souches bactériennes utilisées

Espèce	Famille	Quelques propriétés des souches utilisées
<i>Escherichia coli</i>	Enterobacteriaceae	Bacilles à gram négatifs a sporules, fermentent le lactose et le glucose, responsables des infections urinaires, septicémie méningite du nourrisson, de plaies opératoires et gastro-entérites
<i>Staphylococcus Aureus</i>	Micrococaceae	Cocci à Gram positif, immobiles, responsables d'infections graves communautaires et nosocomiales, d'infections des plaies, de la peau et du sang, des abcès, ostéites, otites, infections urinaires, endocardites, gastro-entérites et infection pulmonaires

<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Pseudomonadaceae	bacilles à Gram négatif, il pousse facilement sur les milieux usuels, cette espèce se caractérise par la pigmentation bleu-vert de ces colonies. Ces microorganismes vivent dans le tube digestif de l'homme, ils sont mobiles et possèdent une ciliature polaire. Ce germe est considéré comme germe-type des infections hospitalières ou nosocomiales.
-------------------------------	------------------	--

### 3. Substances antibactérien

Les substances antimicrobiennes sont des substances capables de tuer les microbes ou d'empêcher leur multiplication. L'action antibactérienne ou antifongique va dépendre du microorganisme lui-même, de l'agent antimicrobien et de l'environnement où se situe l'action. Nous parlons d'un effet bactériostatique lorsque la substance antibactérienne empêche la multiplication des bactéries et d'un effet bactéricide lorsqu'elle détruit totalement la bactérie (Meyer et Deiana, 1980). Les antifongiques sont des substances qui manifestent un effet fongicide ou fongistatique. Ils sont efficaces sur les levures, les champignons, les dermatophytes et les moisissures. Les antifongiques sont éventuellement bactéricides.

### 4. Techniques traditionnelles d'extraction

**Avec les techniques traditionnelles, les plantes peuvent être préparées en infusion, décoction ou macération.**

#### 4.1. L'infusion

**Consiste à verser de l'eau chaude sur les fleurs, les feuilles ou les herbes (tiges) des plantes choisies. Ensuite il faut laisser reposer quelques minutes. Il faut toujours couvrir l'infusion pour ne pas que les principes actifs s'évaporent. On la boit après.**

#### 4.2. La décoction

**Consiste à faire bouillir pendant quinze minutes les tiges ou les racines de la plante, dans de l'eau afin de les ramollir et d'extraire les principes actifs.**

#### 4.3. La macération

On laisse tremper des fleurs, écorces ou racines de plantes dans de l'huile, de l'alcool ou de l'eau à température ambiante pendant plusieurs heures. Le macérat peut ensuite être utilisé sous forme de cataplasme.

### 5. Les principales méthodes

Plusieurs méthodes sont à la disposition du laboratoire. On différencie :

- les techniques en milieu liquide (en tube, en microplaque)
- la technique en milieu solide gélosé (E test)

#### 5.1 Les techniques en milieu liquide

En bactériologie médicale, chaque souche microbienne est caractérisée en termes de résistance ou de sensibilité aux antibiotiques au moyen de trois valeurs : le diamètre d'inhibition, la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration minimale bactéricide (CMB).

La concentration minimale inhibitrice CMI est définie comme étant la plus faible concentration inhibant toute croissance bactérienne après 18 à 24 heures d'incubation de contact à 37°C. La CMI de chaque extrait est déterminée par une inspection visuelle des fonds des puits, la croissance bactérienne est indiquée par la présence d'une pelote blanche au fond du puits. Afin de pouvoir conclure sur la sensibilité d'une souche à un antibiotique donné, il faut déterminer sa CMI vis à vis de cette molécule.

La concentration minimale bactéricide (CMB) est la plus faible concentration de substance qui laisse au plus 0,01% de germes survivants, elle définit l'effet bactéricide d'un extrait. (**Toty, 2013**).

##### a. Macrométhode

Reporter dans une série de tubes stériles 1 mL de chaque dilution de l'antibiotique. Ajouter dans tous les tubes le même volume d'inoculum. Incuber 24 heures à la température optimale de la souche à tester. Observer les tubes après incubation : la CMI sera la concentration en antibiotique la plus faible pour laquelle il n'y a pas de croissance visible. En fait, elle est comprise entre le tube correspondant à cette définition et le premier tube dans lequel une croissance est observée. (**Mehamdia et al., 2014**).

### b. Microméthode

Des microplaques à fond en U (plaque à microtitration) sont utilisables pour la détermination des CMI. Une plaque 96 puits permet la détermination de la CMI de 8 antibiotiques vis-à-vis de la même souche. Dans les cupules d'une même ligne, les dilutions de l'antibiotique et la souche sont introduit à l'aide d'une pipette automatique. Incuber 24 h à la température optimale de la souche. Observer la plaque est une éventuelle pousse dans chaque cupule (ou un dépôt au fond de la cupule). La CMI correspond à la concentration de la cupule ne présentant pas de croissance. (Mehamdia *et al.*, 2014).

## 5.2 Les techniques en milieu solide

### a. La Méthode de Diffusion en milieu gélosé

Les disques de papier Buvard ont été découpés avec diamètre égal à 6 mm, puis stérilisées dans une boîte en verre, ils sont ensuite imprégnés des différentes concentrations des molécules à tester.

Des disques de papier buvard, imprégnés des différentes concentrations de molécule à tester, sont déposés à la surface d'un milieu gélosé, préalablement ensemencé avec une culture pure de la souche à étudier. Dès l'application des disques, les molécules à tester diffusent de manière uniforme. Après incubation (24h à 37°C), les disques s'entourent de zones d'inhibition circulaires correspondant à une absence de culture. (Belhaoues *et al.*, 2013)

**Tableau 4 :** Sensibilité des souches microbiennes en fonction des zones d'inhibition. (Ponce *et al.*, 2003)

Sensibilité	Zone d'inhibition
Non sensible ou résistant (-)	Diamètre < 8mm
Sensible (+)	Diamètre compris entre 9 à 14
Très sensible (++)	Diamètre compris entre 15 à 19
Extrêmement sensible (+++)	Diamètre >20mm

**b. E test**

C'est la méthode la plus précise car donnant une valeur vraie de la CMI et non un encadrement de celle-ci. Elle est connue sous le nom commercial de. Elle est cependant rarement utilisée en routine à cause de son coût élevé.

Une bandelette est imprégnée de quantités croissantes d'antibiotiques. Elle est placée sur une gélose pour antibiogramme ensemencée classiquement ; L'antibiotique diffus en formant un gradient important : la zone d'inhibition à la forme d'une ellipse et la lecture est alors directe sur la bandelette là où celle-ci rencontre la zone d'inhibition. (Van Dyck *et al.*, 1994)



**Figure 07 : le E Test à l'aide de bandelette (Van Dyck *et al.*, 1994)**

## II. Activité antibactérienne de la plante de *Moringa oleifera* :

Le présent travail s'intéresse à l'étude *in vitro* de pouvoir antibactérienne des différents extraits des feuilles et des grains de la plante *Moringa Oleifera*.

Les feuilles de la plante *Moringa oleifera* sont très riches en composés phénoliques, en tanins, en terpénoïdes, elles renferment également les amines, les mucilages, les coumarines, les flavonoïdes ainsi que des composés réducteurs avec une absence des alcaloïdes, des anthocyanes et des anthraquinones (**Roger et Annicke, 2018**). L'absence des flavonoïdes dans les extraits s'accordent avec ceux d'**Arora et Onsare, (2014)**.

**Ijarotimi et al. (2013)** ont montré la mise en évidence des flavonoïdes et des composés phénoliques dans l'amande de *Moringa oleifera*. Par contre, d'après **Jecinta et al. (2018)** ayant travaillé sur les feuilles de Moringa, ont révélé la présence des flavonoïdes, tanins, polyphénols, et des terpènes dans l'extrait aqueux et hydro-alcoolique par contre l'absence des saponines. L'étude était sur les feuilles récoltées dans la région Makueni County en mois de janvier.

Les résultats des études phytochimiques effectuées par **Djermoune et Henoune (2015)**, sur les graines récoltées dans le Sud de l'Algérie, elles ont révélé la présence des saponines et des alcaloïdes dans l'amande de l'extrait aqueux et hydroalcoolique et les terpanoïdes dans l'extrait hydroalcoolique par contre l'absence de ce dernier dans l'extrait aqueux. Ces résultats sont en accord avec les travaux de **Ndung'u et al. (2018)**, sur la même espèce, qui confirme la présence des alcaloïdes, terpénoïdes, flavonoïdes, glycoside, des phénols et des tanins, par contre l'absence des saponines

Les variations de la présence des composés phytochimiques peuvent aussi être dues au choix du solvant utilisé dans l'extraction, l'âge des plantes au moment de la récolte a également montré des effets significatifs sur les composés phytochimiques présents et donc sur les propriétés biologiques (**Akinyeye et al., 2014**).

L'activité antibactérienne des extraits de plantes est due aux différents composés chimiques présent dans ces extraits, y compris ; les flavonoïdes, les tannins et les triterpénoïdes ainsi que d'autre composés de nature phénolique ou groupes hydroxyle libre, qui sont classifiés comme composés antibiotiques très actifs (**Rojas et al., 1992 ; Marjori, 1999**). La variation de la composition chimique explique donc les variations observées dans l'activité antibactérienne des extraits d'une même plante ou de plantes différentes.

Selon **Abdulmoneim et al. (2011)**, l'extrait aqueux des grains (6.25 mg/ml) de *Moringa Oleifera* est actif sur *K.pneumaoniae* avec une zone d'inhibition de 15.5mm. Notant l'absence d'activité de l'extrait aqueux des feuilles sur cette souche.

L'étude de **(Elgamily et al. (2016))** sur les extraits organiques des différentes parties de *Moringa oleifera* (feuilles, racines, graines et leur mélange) ont des potentiels antimicrobiens (zones d'inhibition) contre *S. aureus* et *S. mutans* avec une efficacité variable. Les différences de pouvoir antimicrobien varient selon le type de solvant organique utilisé pour extraire les composants actifs et la partie de la plante évaluée. Au contraire, aucun des extraits n'a montré d'activité antifongique contre *C. albicans*, Alors que l'extrait éthanolique, a démontré l'activité antimicrobienne la plus efficace contre les extraits *S. aureus* et *S. mutans* par rapport à l'acétone et l'acétate d'acétyle. L'extrait de feuilles a également montré le plus grand potentiel antimicrobien par rapport aux autres parties de la plante (graines, racines et mélange).

Les résultats proposés par **Idris et al. (2016)** indique que l'extrait des feuilles de Moringa était plus actif contre Gram bactéries négatives (par exemple *E. coli*) que les bactéries Gram positives (par exemple *S. pneumonia* et *S. aureus*). L'extrait méthanolique des feuilles de *M. oleifera* a un potentiel d'activité antibactérienne contre les agents pathogènes bactériens et guérir les infections causées par des bactéries telles que *E. coli*, *S. aureus* et *S. pneumonia*

**Fouade et al. (2019)**, ont travaillées sur les extraits aqueux et éthanolique des feuilles de Moringa, récolté de la région AL-Nubaria, Cairo (Egypte). L'extrait aqueux présent les zones d'inhibition les plus élevée (Staph (26,75±0,04mm), *E.coli* (27,75±0,04mm), *P.aeruginosa* (22,25±0,04mm)) par rapport à l'extrait éthanolique (Staph (14,75±0,005), *E.coli* (18,25±0,28) et *P.aeruginosa* (17,5±0,04)). Aucune action inhibitrice n'a été déterminée pour l'extrait d'eau chaude. Par conséquent, le processus d'extraction avec un solvant organique tel que l'éthanol a fourni une meilleure activité antibactérienne que les processus de trempage, d'obtention de décoction et d'ébullition de la plante dans l'eau.

Selon **Nepolean et al. (2009)** l'extrait d'eau de tige de feuille de moringa n'avait aucune activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus albus*, *Staphylococcus pyogenus* et *Pseudomonas aerogenosa* mais seulement une légère activité contre *Escherichia coli* et *Enterobacter aerogene*. Alors que l'extrait de graines broyées de *Moringa oleifera* avait une activité bactéricide contre *Staphylococcus pyogenus* et *Pseudomonas aerogenosa*.

**Abubakar et Usman (2016)** ont fait une recherche phytochimiques et antibactériennes de *Moringa oleifera* de la région l'État du Niger avec l'extrait aqueux et méthanolique des feuilles sur des souches pathogènes bactériens ont trouvés presque les mêmes résultats. Aussi **Idris (2013)**, lors d'étudiée *in vitro* l'activité antibactérienne d'extrait de grain dégraissé brute ils ont utilisé les concentrations suivantes : (0.012-25 mg/ml), il a montré un effet inhibiteur élevé contre *E. coli*.

Une autre étude faite par **Shailemo et ces collaborateurs (2016)** où l'extraits de n-hexane et méthanolique des grains de *Moringa oleifera* a donné une activité antibactérienne vis-à-vis les bactéries testées, parmi lesquelles *E.coli* *E. faecalis* et *B. cereus*. Les extrait foliaires de *Moringa* présentent des activité anti microbiennes, notamment inhibent la croissance de souche de *staphylococcus aureus* isolées d'aliments et d'intestins d'animaux (**Yang et al., 2006**).

**Prasad et al. (2014)** ont évalué *in vitro* des propriétés antibactériennes d'extraits méthanoliques des feuilles des *Moringa Oleifera* avec une concentration initial 1000 mg/ml, et ont trouvé des diamètres d'inhibition variables en fonction des souches : *S. aureus* (11 mm), *E. coli* (12 mm).

Ceci s'explique mieux par les résultats **Jackson et al. (2011)**, qui ont montré que l'effet inhibiteur diffère d'un extrait à un autre, en fonction de la concentration de l'extrait et du solvant d'extraction utilisé. Les disques contenant 400 µL d'extrait étaient les plus efficaces contre *S. aureus*, *V. parahaemolyticus*, *E. faecalis* et *A. caviae* par rapport aux disques de 100 et 200 et 300 µL. Les souches : *E. coli*, *P. aeruginosa* et *S. enteritidis* sont des bactéries résistantes car elles étaient résistantes à tous les traitements. La concentration des extraits liés avec l'activité antibactérienne, la concentration élevée donne une forte activité antibactérienne.

Des résultats ont montré que la consommation des feuilles de *Moringa oleiferasous* forme de décocté, sont plus efficaces contre les bactéries que quand elles sont consommées à l'état frais. L'avantage de l'état frais est qu'il conserve les vitamines dont la valeur nutritionnelle n'est plus à démontrer (**Millogo, 2014**).

Généralement, les extraits de feuilles étaient plus efficaces par rapport à la graine. Cette constatation est confirmée par **Sankar (2012)**.

La comparaison des résultats est assez difficile pour diverses raisons : les souches bactériennes utilisées ne sont pas toujours les mêmes, les échantillons de plantes utilisés sont

d'origines géographiques différentes, les conditions et les méthodes utilisées ne sont pas toujours les mêmes.

# **Conclusion**

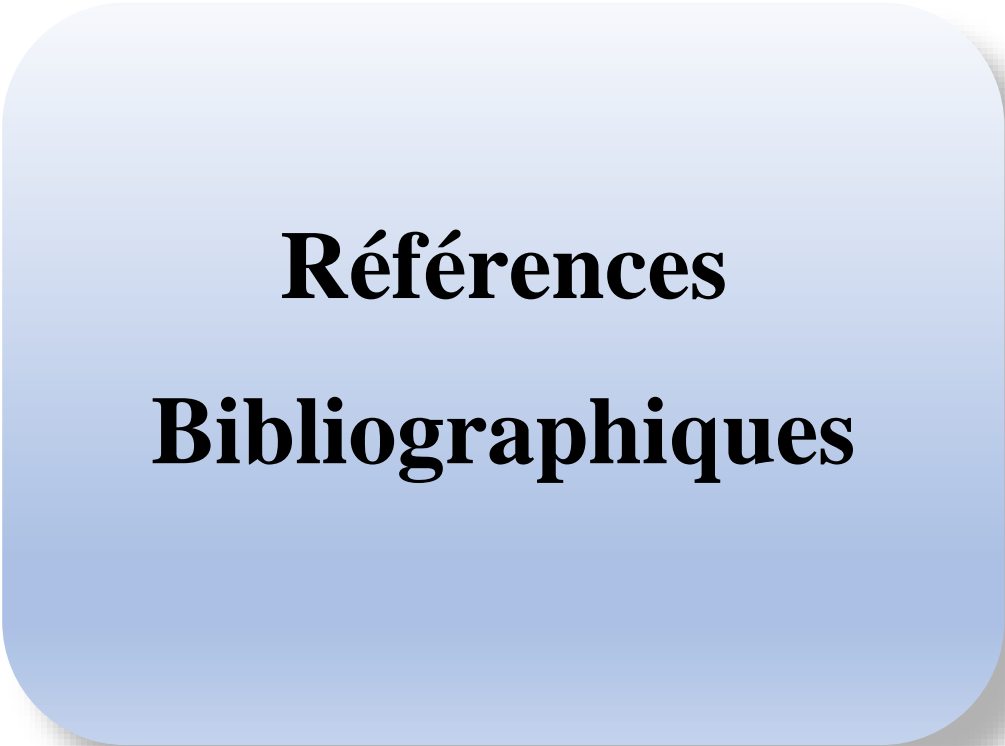
Notre étude consiste à évaluer l'activité antibactérienne des extraits des feuilles de *Moringa oleifera* à partir de l'analyse des différents travaux sur cette plante. L'étude nous a permis de plus d'évaluer la composition chimique globale des feuilles de la plante.

D'après l'analyse phytochimique, les feuilles de *Moringa oleifera* sont très riche en diverses classes de métabolites secondaires : les composés phénoliques, les tanins, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les stérols et les triterpènes, cette richesse confère au plante une forte activité antibactérienne sur plusieurs souches ex ; *E. coli*, *Enterobacter S*, *S. aureus*, *K. pneumoniae*...etc

Effectivement, les extraits de la plante sont actifs sur les bactéries Gram- que les Gram+. Les résultats montrent également que l'activité de chaque type d'extrait dépend de la polarité des phytomolécules à l'égard des solvants. Il faut retenir que les extraits des parties de la plante agissent à faible dose.

Généralement, les extraits de feuilles étaient plus efficaces par rapport à la graine et l'effet d'un extrait est en fonction de leur concentration. De plus, la consommation des feuilles de *Moringa oleifera* sous forme de décocté, sont plus efficaces contre les bactéries que quand elles sont consommées à l'état frais.

Cette étude montre que les feuilles de *Moringa oleifera* manifeste une activité antibactérienne liée avec la présence de diverses classes des métabolites.



**Références  
Bibliographiques**

**Références Bibliographiques**

- A -

**Abdulmoneim, M., Saadabi, I.E., Abu Zaid. (2011).** An In vitro antimicrobial activity of *Moringa Oleifera* l. seed extracts against different groups of microorganisms. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5(5): 129-134.

**Aberra, M., Workinesh, T., Tegene, N. (2011).** Effects of feeding *Moringa stenopetala* leafmeal on nutrient intake and growth performance of Rhode Island Red chicks under tropical climate. Trop. Subtrop. Agroecosyst. 14: 485-492.

**Abubakar, I., Usman, A. (2016).** Phytochemical and antibacterial investigations of moringa (*Moringa oleifera*) leaf extract on selected bacterial pathogens. Journal of Microbiology and Antimicrobials. 8(5):28-33.

**Agroconsult. (2016)** Analyse des Potentialités de l'Exploitation du Moringa en Haïti, ministère de l'agriculture, des ressources naturelles et du développement rural (marndr). p 211, Haiti.

**Aguilera-Carbo, A., Augur, C., Prado-Barragan, L. A., Favela-Torres, E., & Aguilar, C. N. (2008).** Microbial production of ellagic acid and biodegradation of ellagitannins. Applied microbiology and biotechnology. 78(2): 189-199.

**Akinyeye, A. J., Solanke, E. O., Adebisi, I. O. (2014).** Phytochemical and antimicrobial evaluation of leaf and seed of *Moringa oleifera* extracts. International Journal of Research in Medicine and Health Sciences. 4(6): 2307-2083.

**Al-Bayati. A. F., Khudir D. S. (2007).** In vitro activité antimicrobienne de salvadora persica L. Université de Mossoul. Irak. 57-62.

**Alhakmani, F., Kumar, S., & Khan, S. A. (2013).** Estimation of total phenolic content, in-vitro antioxidant and anti-inflammatory activity of flowers of *Moringa oleifera*. Asian Pacific journal of tropical biomedicine, 3(8), 623.

**Anwar, F., Ashraf, M., Bhangar, M. I. (2003).** Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan. Journal of the American Oil Chemists' Society. 82(1): 45-51.

**Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., Gilani, A.H. (2007).** *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses pytotherapy research. Book pytotherapy research. 21:17-25.

**Atakpama, W., Kponor, E. G. E., Kanda, M., Dourma, M., M'tékounm, N., Batawila, K., and Akpagana, K. (2014).** *Moringa oleifera* Lamarck (Moringaceae) : une ressource phytogénétique à usage multiple. Sciences de la vie, de la terre et agronomie, 2(1).

**Arora, D. S., Onsare, J. G. (2014).** In vitro antimicrobial evaluation and phytoconstituents of *Moringa oleifera* pod husks .Industrial Crops and Products. 52:125-135.

**-B-**

**Badiaga, M. (2011).** Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea Latifolia* Smith une plante médicinale africaine récoltée au Mali, thèse de doctorat, université de Bamako.10 p.

**Benkrief, R. (1990).** Inventaire ethnobotanique des plantes médicinales de l'Est algérien: étude chimique de " Hammada articulata"(Moquin) Iljin ssp. scoparia Pomel. Etude chimique de 3 plantes néo-calédonniennes à monoterpénoïdes. Thèse doc. Pharmacognosie. Université Paris Descartes, Paris 5. France.

**Billing, J., Sherman, P.W. (1998).** Antimicrobial Functions of Spices: Why Some Like it Hot. The Quarterly review of biology. 73(1) : 3-49. 73: 3-49.

**Boullard, B. (2001).** Dictionnaire des plantes médicinales du monde. Réalités et croyances ; Edition ESTEM, Paris, 636 p.

**Broin, M. (2005).** Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera*. CTA, 5p.Disponible sur <http://www.moringanews.org>

**Brooker, N., Windorski, J., and Bluml, E. (2008).** Halogenated coumarin derivatives as novel seed protectants. Commun AgricAppl Biol Sci. 73(2):81-9.

**Belhaoues, F., Maaizia, M (2013).** Activité antibactérienne des nanoparticules métalliques (AgNO<sub>3</sub>, ZnO, CuO) vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. Thèse de master. Microbiologie de l'environnement. Université 8 Mai 1945, Guelma, Algerie .16p.

**-C-**

**Chukwuebuka, E. (2015).** *Moringa oleifera* "The Mother's Best Friend". International Journal of Nutrition and Food Sciences. Vol. 4, N°. 6 pp. 624-6

**Coppin, J. P., Xu, Y., Chen, H., Pan, M. H., Ho, C. T., Juliani, R., Wu, Q. (2013).** Determiation of flavonoids by LC/MS and anti-inflammatory activity in *Moringa oleifera*. Journal of Functional Foods. 5(4) : 1892-1899.

**-D-**

**Djermoune, S., Henoune, N. (2015).** Composition chimique et teneur en composés phénoliques des graines de *Moringaoleifera*. Université A. MIRA – Bejaia. 37p.

**Dean, F.M. (1963).** Natural occurring Oxygen Ring Compounds, Butterworths. Londres.

**Debnath, S., Biswas, D., Ray, K., and Guha, D. (2011).** "*Moringa oleifera* induced potentiation of serotonin release by 5-HT 3 receptors in experimental ulcer model." *Phytomedicine*. 18(2): 91-95.

**-E-**

**Elgamily, H., Moussa, A., Elboraey, A., EL-Sayed, H., Al-Moghazy, M., & Abdalla, A. (2016).** Microbiological assessment of *Moringa oleifera* extracts and its incorporation in novel dental remedies against some oral pathogens. *Macedonian journal of medical sciences*. 4(4): 585.

**Erdman, W. J., Balentine, J. D., Arab, L., Beecher, G., Dwyer, J.T., Folts J., Harnly., Hollman, J. P., LKeen, C., Mazza, G., Messina, M., Scalbert, A., Vita, J., Williamson, G., Burrowes, J. (2007).** Flavonoids and heart health: Proceeding of the ILSI North America flavonoids workshop, may 31-june 1, 2005, Washington. *Journal of Nutrition*. 137 (3): 718-737.

**-F-**

**Foidl, N., Makkar, H., and Becker, K. (2001).** "Potentiel de *Moringa oleifera* en agriculture et dans l'industrie." Potentiel de développement des produits de *Moringa*. Dares-Salaam, Tanzanie, du 29 octobre au 2 Novembre 2001.

**Fouad, E. A., Elnaga, A. S. A., & Kandil, M. M. (2019).** Antibacterial efficacy of *Moringa oleifera* leaf extract against pyogenic bacteria isolated from a dromedary camel (*Camelus dromedarius*) abscess. *Veterinary world*. 12(6):802.

**Fuglie, Lowell J. (2001).** Ed. *The Miracle Tree: Moringa oleifera: Natural Nutrition for the Tropics*. Training Manual. 2001. Church World Service, Dakar, Senegal.

<[www.moringatrees.org/moringa/miracle tree.html](http://www.moringatrees.org/moringa/miracle tree.html)>, May 2002.

**-G-**

**Gnu. (2007).** GNU free Documentation License 19 Avril 2007  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Text\\_of\\_the\\_GNU\\_Free\\_Documentation\\_Licens](http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Text_of_the_GNU_Free_Documentation_Licens).

**Guignard, J.L. (2001)** .In Botanique systématique moléculaire. 12ème Edition Masson (Paris). 304.

**-H-**

**Hartmann, T. (2007)**. "From waste products to ecochemicals: fifty years research of plant secondary metabolism." *Phytochemistry*. 68(22): 2831-2846.

**Hêdji, C. C., Gangbazo, D. K., Houinato, M. R., & Fiogbé, E. D. (2014)**. Valorisation de *Azolla* spp, *Moringa oleifera*, son de riz, et de co-produits de volaille et de poisson en alimentation animale: synthèse bibliographique. *Journal of Applied Biosciences*. 81 : 7277-7289.

**Hopkins, W.G. (2003)** .Physiologie végétale de bock université 2ème édition. p276.268

**-I-**

**Idris, A., Abubakar, U. (2016)**. Phytochemical and antibacterial investigations of moringa (*Moringa oleifera*) leaf extract on selected bacterial pathogens. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*. 8(5): 28-33.

**Idris, S.B., Adamu, R.U. (2013)**. Phytochemicals and uses of *Moringa Oleifera* leaves in humans and animals in Sokoto. *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine* Volume 3:30-34.

**Ijarotimi, O.S, Adeoti, O.A., Ariyo, O. (2013)**. Comparative study on nutrient composition, phytochemical, and functional characteristics of raw, germinated, and fermented *Moringa oleifera* seed flour. *Food Science & Nutrition*. 1(6):452– 463.

**-J-**

**Jackson, R. O. P., Silva, G. C., Costa, R. A., Vieira, G. H. F., Fonteles Filho, A. A., & dos Fernandes Vieira, R. H. S. (2011)**. In vitro antibacterial effect of aqueous and ethanolic Moringa leaf extracts. *Asian Pacific journal of tropical medicine*. 4(3): 201-204.

**Jecinta, W.N., Edward, A.N., Douglas, K.N., Reginah, M., Mercy, J., Regina, W.M., Jean, C., Chrispus, M.N., Peter, M.E. (2018)**. Phytochemical screening and synergistic antiproliferative activity against selected cancer cell lines of *Moringa oleifera* and *Indigofera arrecta* leaf extracts. *Journal of Medicinal Plants*. 23(2): 1-11.

**Jaiswal, D., Rai, P. K., Kumar, A., Mehta, S., & Watal, G. (2009)**. Effect of *Moringa oleifera* Lam. leaves aqueous extract therapy on hyperglycemic rats. *Journal of ethnopharmacology*. 123(3): 392-396

**Jaiswal, D., Rai, P. K., Mehta, S., Chatterji, S., Shukla, S., Rai, D. K., Watal, G. (2013).** Role of *Moringa oleifera* in regulation of diabetes-induced oxidative stress. Asian Pacific journal of tropical medicine. 6(6): 426-432.

**Jena, C.k., Gupta, A., Patra, R. (2012).** Protective Effect of *Moringa oleifera* on Haematological and Biochemical Parameters of Cattle from Industrial Fluoride Polluted Area. journal. 6(1): 91

**-K-**

**Kabera, J. N., Semana, E., Mussa, A. R., & He, X. (2014).** Plant secondary metabolites: biosynthesis, classification, function and pharmacological properties. J Pharmm Pharmacol. 2 :377-392.

**Kafuku, G., Mbarawa, M. (2010).** L'huile de *Moringa oleifera* est une source angageante pour la production de biodiesel. Alkaline catalyzed biodiesel production from *Moringa oleifera* oil with optimized production parameters. Applied Energy. 87: 2561–2565

**Kahlouche-Riachi, F. (2014).** evaluation chimique et activite antibacterienne de quelques plantes medicinales d'Algerie.

**-L-**

**laleye, O. A. F., Ahissou, H., Olounlade, A. P., Azando, E. V. B., Laleye, A. (2015).** Etude bibliographique de trois plantes antidiabétiques de la flore béninoise: *Khaya senegalensis* (Desr) A. Juss (Meliaceae), *Momordica charantia* Linn (Cucurbitaceae) et *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae). International Journal of Biological and Chemical Sciences. 9(5): 2682-2700.

**Lim, T. K. (2012).** *Moringa oleifera*. In Edible medicinal and non medicinal plants (pp. 453-485). Springer, Dordrecht.

**Louni, S. (2009).** Extraction et caractérisation physicochimique de l'huile de graines de *Moringa oleifera*. Thèses de magister en science agronomique, Ecole nationale supérieure agronomique El-harrach. Algerie. 16p.

**-M-**

**Macheix, J.J., Fleuriet, A. and Jay-Allemand, C. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux. Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et Universitaires Romandes. CH-1015 Lausanne. 192p.

**Makkar, H., Becker, K. (1996).** "Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves." *Animal feed science and technology*. 63(14) : 211-228

**Mamadou, B. (2011)** .Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali. Other. Université Blaise Pascal - Clermont Ferrand II, France.20p

**Marjorie M. C. (1999).** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*. 564-582.

**Medić, S.M., Jasprica, I., Smolcic, B.A., Monar, A. (2004).** Optimisation of chromatography of flavonoids and phenolic acids. *CROATICA CHEMICA ACTA*. 77 (1-2) : 361-366.

**Mehamdia, N., Moussa, S. (2014).** Mécanismes de la résistance aux antibiotiques. Thèse de Master .Biologie Moléculaire et Cellulaire. Université 8 Mai 1945, Guelma, Algérie. 24p.

**MEYER, A., DEIANA, J., (1988).** Cours de microbiologie générale. Doin éditeurs, paris. p 201.

**Millogo-Koné H1,, Kini B. F., Yougbaré Z., Yaro M. B., Sawadogo M. (2014).**Etudes de la phytochimie et de l'activité antimicrobienne in vitro des feuilles de *Moringa oleifera* (Moringaceae).

**Montoro, P., Braca, A., Pizza C., Tommasi, N. (2005).** Structure–antioxidant activity relationships of flavonoids isolated from different plant species. *Food Chem*. 92(2): 349-355.

**Morton, J. F. (1991).** "The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae)—a boon to arid lands" *Economic botany*. 45(3): 318-333.

**Muhammad, H. I., Asmawi, M. Z., & Khan, N. A. K. (2016).** A review on promising phytochemical, nutritional and glycemic control studies on *Moringa oleifera* Lam. in tropical and sub-tropical regions. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 6(10) : 896-902.

**Muniz, M.N. (2006).** Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs : la (+)-anatoxine-a et la (±)-camptothécine. Thèse Doctorat. Chem. Université. Joseph Fourier. Grenoble 1. France. 186p.

-N-

**Ndung'u, J. W., Anino, E., Njuguna, D. K., Mwangangi, R., Jepkorir, M., Mbugua, R. W., ... Mwitari, P. (2018).** Phytochemical Screening and Synergistic Antiproliferative Activity against Selected Cancer Cell Lines of *Moringa oleifera* and *Indigofera arrecta* Leaf Extracts.

**Nepolean, P., Anitha, J., & Emilin, R. R. (2009).** Isolation, analysis and identification of phytochemicals of antimicrobial activity of *Moringa oleifera* Lam. *Current biotica*, 3(1), 33-37.

**-O-**

**Olson, M.E., Carlquist, S. (2001).** Stem and root anatomical correlations with life form diversity, ecology, and systematics in *Moringa* (Moringaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 135(4): 315–348.

**Olson, M. E. (2002).** Combining data from DNA sequences and morphology for a phylogeny of Moringaceae (Brassicales). *Systematic Botany*. 27(1):55-73.

**-P-**

**Panchal, M.A., Murti, K., Lambole, V., et Gajera, V. (2010).** Pharmacological properties of *Moringa oleifera* lam. A review. *Pharmacologyonline*. 2: 768-775.

**Panda, D.S., Choudhury, N.S.K., Yedukondalu, M.S.S, Gupta, R (2008)** .Evaluation of Gum of *Moringa oleifera* as a Binder and Release Retardant in Tablet Formulation. 70(5):614-8.

**Pari, L., Karamaæ. M., Kosinska. A., Rybarczyk, A., Amarowicz, R. (2007)** Antioxidant activity of the crude extracts of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.) and sweet Broomweed (*Scoparia dulcis* L.) leaves. *Pol J Food Nutr Sci*. 57(2): 203–208.

**Ponce, A.G., Fritz, R., Devalle, C.et Roura, S.I. (2003).** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologic*. 36:697-684.

**Poumaye, N., Mabingui, J., Lutgen, P., and Bigan, M. (2012).** "Contribution to the clarification of surface water from the *Moringa oleifera*: Case M'Poko River to Bangui, Central African Republic." *Chemical Engineering Research and Design*. 90(12): 2346-2352

**Prabhu, K., Murugan, K., Nareshkumar, A., Ramasubramanian, N., Bragadeeswaran, S. (2011).** Larvicidal and repellent potential of *Moringa oleifera* against malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Insecta: Diptera: Culicidae). *Asian Pacif. J. Trop. Biomed*. 124-129.

**Prasad, N., Dipika, N., Surabhi, A., Amit, P. (2014).** In Vitro Evaluation of Antibacterial Properties of *Moringa oleifera*, *Dalbergia sissoo* and *Alstonia scholaris*. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 4(15): 2014.

**Price, M. L. et Équipe ECHO. (2007).** Le *Moringa*- ECHO Note Technique ; Publié en 1985 ; Révision 2000, 2002 et 2007 par le personnel d'ECHO ; 22p. Price, M. L. (2007). The moringa tree. ECHO technical note. 17391: 1-19.

**-R-**

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

**Rojas A., Hernandez L., Pereda-Miranda R., Mata R. (1992).** Screening for antimicrobial activity of crude drug extracts and pure natural products from Mexican medicinal plants. *J.Ethnopharmacology*. 35: 275-283

**Roger, K. K., Annick, T. (2018).** Phytochemical screening, acute and subacute toxicity of aqueous extract of *Moringa oleifera* (Moringaceae) Lam 1885 on rats wistar. *Journal of Medicinal Plants*. 6(3): 96-102.

**Roloff, A., Weisgerber, H., Lang, U. and Stimm, B. (2009).** *Moringa oleifera* Lam., 1785. *Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch and Atlas der Dendrologie*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. *Enzyklopädie der Holzgewächse*- 40. Erg.Lfg. 6/05. 8p.

**Rouessac, F. and Rouessac, A. (2004).** *Analyse chimique. Méthodes et techniques instrumentales modernes*, Ed. 6 Dunod. Paris. 453p.

**-S-**

**Sankar, N. (2012).** Phytochemical Analysis and Antibacterial Potential of *Moringa oleifera* lam. *International Journal of Science Innovations and Discoveries*, 2(4): 401-407.

**Saint Sauveur, A. d., Broin, M. (2010).** Produire et transformer les feuilles de moringa. 10 p

**Sarni-Manchado, P., et Cheynier, V. (2006).** Structures phénoliques et goût. In : « les polyphénols en agroalimentaire ». Ed. Tec &Doc. Lavoisier. Paris. 89-134.

**Scalburt, A., Williamson, G. (2000).** Dietary intake and bioavailability of polyphénols. *Journal of Nutrition*. 130(8): 2073S-2085S.

**Shailemo, D. H., Kwaambwa, H. M., Kandawa-Schulz, M., & Msagati, T. A. (2016).** Antibacterial activity of *Moringa ovalifolia* and *Moringa oleifera* methanol, N-hexane and water seeds and bark extracts against pathogens that are implicated in water borne diseases. *Green and Sustainable Chemistry*. 6(2): 71-77.

**Silva, J. P., Serra, T. M., Gossmann, M., Wolf, C. R., Meneghetti, M. R., & Meneghetti, S. M. (2010).** Moringa oleifera oil: studies of characterization and biodiesel production. *Biomass and Bioenergy*. 34(10): 1527-1530.

**Southon, I.W.J., Bucking (EDS). (1989).** Dictionnaire of alkaloids London and hall.in livre Hopkins WG P281.

-T-

**Tchiégang, C., & Kitikil, A. (2004).** Données ethnonutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). *Tropicultura*. 22(1) : 11-18.

**Toty, A. A., Guessennd, N., Bahi, C., KRA, A. K. M., Tokore, D. A., et Dosso, M. (2013).** Évaluation in-vitro de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de l'écorce de tronc de *Harungana madagascariensis* sur la croissance de souches multi-résistantes. *Bulletin de la société royale des sciences de Liège*.

-V-

**Van Dyck, E., Smet, H., & Piot, P. (1994).** Comparison of E test with agar dilution for antimicrobial susceptibility testing of *Neisseria gonorrhoeae*. *Journal of clinical microbiology*. 32(6) : 1586-1588.

**Verscheure, M., Lognay, G., & Marlier, M. (2002).** Revue bibliographique: les méthodes chimiques d'identification et de classification des champignons. *Biotechnologie, agronomie, société et environnement*. 6(3) : 131-142.

**Verykokidou-Vitsaropoulou, E., & Vajias, C. (1986).** Methylated flavones from *Teucrium polium*. *Planta medica*. 52(05): 401-402.

-X-

**Xiuzhen, H., Shen, T., and Hongxiang, L. (2007).** Dietary polyphénols and their biological significance. *International Journal of Molecular Sciences*. 8(9): 950-988.

-Y-

**Yang, R.Y., Chang, L.C., Hsu, J.C., Weng, B.B., Palada, M.C., Chadha, M., Levasseur, V. (2006).** Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des feuilles de Moringa; Du Germoplasme, à la Plante, à l'aliment et à la santé.- [www.moringanews.org](http://www.moringanews.org)

- **Trees for Life:** [www.treesforlife.org/project/moringa](http://www.treesforlife.org/project/moringa)