

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbès

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département de biologie

# Mémoire de Master

**Domaine:** Science de la nature et de la vie

**Filière :** Biotechnologies

**Spécialité :** Biotechnologie microbienne

## *Thème :*

Etude de l'activité antibactérienne de divers extraits  
Végétaux des feuilles du *Moringaoleifera*Lam.

**Soutenu le : 22 Septembre 2020**

**Présenté par :**

**Mr. FARTAS Toufik**

**M<sup>elle</sup> KHALIFA Khaoula**

**Devant le jury composé de :**

**Président :Mr Missouri Miloud**

**MCAUDL Sidi Bel Abbès**

**Examinatrice : M<sup>elle</sup> Kanoun Khedoudja**

**MCAUDL SidiBel Abbès**

**Encadreur:Mr. BENINE MOHAMED .Lamine**

**MCAUDL SidiBel Abbès**

## **Remerciements**

*Nous remercions tout d'abord Allah le tout puissant qui nous a donné la santé, la volonté, la puissance pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous avons l'honneur d'exprimer notre profonde gratitude*

*A notre cher encadreur **Dr BENIN M.LAMINE***

*Ce travail est sans doute le fruit de vos efforts. Votre rigueur scientifique, votre esprit d'ouverture et votre amour pour le travail bien fait font de vous un exemple à suivre. Soyez rassuré que vos nombreux conseils et enseignements ne seront pas vains et nous sommes très fiers d'être parmi vos étudiants. Nous garderons de vous l'image d'un homme de science et d'un enseignant soucieux de la formation de ses étudiants. Soyez en remercié du fond du cœur et recevez cher maître nos sentiments de reconnaissance, de respect et de profonde sympathie. Que Dieu le tout puissant vous accorde longue vie et Santé. AMEN*

*Nos sincères remerciements vont également aux membres de jury **Dr MISOURI MILOUD** et **Dr KANOUN KHEDOUDJA** qui ont accepté d'examiner et de juger ce travail.*

*Nos remerciements vont à tous les enseignants du département de biologie qui ont contribué à notre formation.*

*Nous remercions nos chers parents, qui nous ont aidés à être ce que nous sommes et Qui nous ont entourés avec tant d'amour et d'affection. Aucune œuvre ne pourra vous récompenser pour le sacrifice que vous avez accompli pour nous. Puisse ce modeste travail être une reconnaissance, pour être digne de vous. Que le bon Dieu vous donne longue vie et bonne santé*

*A tous ceux qui de près ou de loin ont participé d'une manière ou d'une autre à notre formation et à l'élaboration de ce travail.*

***Khaoula et Toufik***

# Dédicace

Je dédie cette thèse :

**A ALLAH**, le Tout Puissant, créateur des cieux et de la terre pour m'avoir donné la vie, la santé et l'opportunité de réaliser ce travail. Merci. Veuillez m'accorder le privilège de vous connaître et de vous servir. Puisse votre lumière guider mes pas. A son **Prophète Mohamed (PSL)** sa famille et ses fidèles compagnons.

**A ma mère BOUCHENTOUFO . Mimi**

Soleil de ma vie aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que tu as consentis pour mon instruction et mon bien être. Tu as fait de moi ce que je suis aujourd'hui, je te dois tout, l'excellente éducation, le bien-être matériel, moral et spirituel.

Tu es pour moi la mère que tout enfant aimerait avoir, tu as toujours été à l'écoute quand j'avais besoin de toi, Tu es pour moi l'exemple d'abnégation, de dévouement et de probité. Que ce modeste travail soit l'exaucement de tes vœux tant formulés, le fruit de tes innombrables sacrifices, bien que je ne t'en acquitterai jamais assez. Trouve ici la récompense de tes immenses sacrifices et la consolidation de tes profondes angoisses. Puisse Dieu, le Très Haut, t'accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne te déçoive.

**A mon père** Merci pour ton soutien et ton encouragement qui n'ont jamais fait défaut.

**A mon grand-père et ma grand-mère**

**A mes Oncles et Tantes Mohammed, Rachid, Talib ,Kheira, Souad,Zakia**  
Vos bénédictions, vos conseils et vos encouragements m'ont fortement soutenu tout au long de ce travail.

**A mon binôme, mon frère, Toufik,** je te remercie du fond du cœur pour ton aide et ton soutien et à tout la famille.

**A tous mes amis de la faculté** ensemble, nous avons vécu des moments de galère et de joie. Sachez que je vous aime beaucoup. Que Dieu nous aide à consolider notre amitié. *Khalifa khaoula*

# 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.*

*A ma mère et mon père, pour leurs conseils, leurs encouragements et leurs soutiens inconditionnels dans les moments importants de ma vie qui m'ont permis d'atteindre mes objectifs. Aucune dédicace ne saurait être assez expressive pour exprimer ma gratitude pour tous vos sacrifices pour moi.*

*Merci pour tout.*

*A mes chères sœurs, wassila, amel, sara*

*A mon binôme, khaoula et à toute sa famille.*

*Je ne peux pas oublier de remercier chaleureusement mes très chères amies Zinou, Salah, Nabil, Hamza, sami, et Ali pour l'ambiance cordiale et l'aide qu'ils m'ont apportés à tout moment. Je leur souhaite, à tous bonne continuation et beaucoup de réussite.*

*A tous les étudiants de promotions biotechnologie microbienne 2019/2020*

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

*Fartas Toufik*

# Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer la composition chimique des extraits de feuille de *M.oleifera*, et d'évaluer l'activité antimicrobienne de ses extraits sur les souches *Pectobacteriumcarotovorum* et *Staphylococcus aureus*.

Il s'agit d'une Extraction par macération avec de l'eau distillée et le Méthanol (60%,80%100%). Suivie par un screening chimique et une étude de L'activité antibactérienne de ces extraits par la méthode de diffusion sur gélose .

Les résultats obtenus montrent que nos souches sont sensibles aux différents extraits de *Moringaoleifera* avec une variabilité de sensibilité.

Le screening chimique a montré la présence en grande quantité des composés phénoliques (tanins, flavonoïdes, phénols) et des terpénoïdes. Les extraits de feuilles de *M.oleifera*, testés manifestent des effets inhibiteurs vis-à-vis de *P.carotovorum* et *S. aureus* avec des zones d'inhibitions allant de 06,66 à 17,50 mm .L'effet inhibiteur diffère d'un extrait à un autre, en fonction de la concentration de l'extrait et du solvant d'extraction utilisé.

En basant sur les résultats trouvés, on peut prédire que les extraits végétaux de *M.oleifera* peuvent être utilisés comme base de contrôle biologique pour éliminer ces bactéries pathogènes.

**Mots-clés :** *Moringaoleifera*, *Staphylococcus aureus*, *Pectobacteriumcarotovorum*, , *screening chimique* .

# Abstract

The purpose of this study is to determine the chemical composition of *M.oleifera* leaves extracts, and to evaluate the antimicrobial activity of those extracts on

*P. carotovorum* and *S.aureus* strains.

It's about an extraction by maceration with distilled water and methanol (60% 80% 100%) followed by a chemical screening and a study of anti-bacterial activity of the previous extracts using the method of spreading on agar.

The obtained results showed that our strains are sensitive towards different *M.oleifera* extracts with a variability of sensitivity.

The chemical screening showed the presence of phenolic compounds (tanis... ) in large quantities besides terpénoïdes. The extracts of *M.oleifera* leaves tested indicate inhibiting towards

*P. carotovorum* and *S.aureus* with inhibition zones going from 06.66 to 17.50 mm.

The inhibition effect varies from an extract to another depending on the concentration of the extract as well as well as the extraction solvent used.

Based on the found results, we can predict that vegetal extracts of *M.oleifera* can be used as a biological basis of control to eliminate those pathogenic bacteria .

## المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد التركيب الكيميائي لمستخلصات أوراق *M.oleifera*، وتقييم نشاطهم المضاد

للميكروبات على سلالاتي *Pectobacterium carotovorum* و *Staphylococcus aureus*.

المستخلصات المستعملة في هذه الدراسة هي مستخلص الماء المقطر ومستخلص الميثانول (%60, 80, 100%). يتبعه فحص كيميائي ودراسة للنشاط المضاد للبكتيريا لهذا المستخلصات.

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن سلالاتنا حساسة لمستخلصات المورينجا أوليفيرا المختلفة مع تباين في الحساسية. كما أظهر الفحص الكيميائي وجود كميات كبيرة من المركبات الفينولية (التانين ، الفلافونويد ، الفينولات) والتربينويدات.

أظهرت أيضا مستخلصات أوراق *M.oleifera* التي تم اختبارها تأثيرات مثبطة تجاه *P. carotovorum* و

*S. aureus* بمناطق تثبيط تتراوح من 06.66 إلى 17.50 مم. كما أن التأثير المثبط يختلف من مستخلص إلى آخر ، حسب تركيز المستخلص ومذيب الاستخلاص المستخدم.

وبناءً على هذه النتائج التي تم العثور عليها ، يمكن التنبؤ بأن المستخلصات النباتية ل *M.oleifera* يمكن استخدامها للقضاء على هذه البكتيريا المسببة للأمراض.

الكلمات المفتاحية *Moringaoleifera* : *Staphylococcus aureus* ، *Pectobacterium carotovorum* ،

فحص كيميائي نشاط مضاد للميكروبات منطقة تثبيط .

# Table des matières

Remerciements .....	
Dédicace .....	
Résumé .....	
Abstract .....	
الملخص .....	
Table des matières .....	I
Liste des figure .....	IV
Liste des tableaux .....	V
Liste des abréviations .....	VI
Introduction : .....	1
Chapitre I .....	
Généralités sur les plantes médicinales .....	2
1. Généralités sur les plantes médicinales .....	2
1.1. Historique : .....	2
1.2. Définition des plantes médicinales : .....	2
1.3. Les formes d'utilisation des plantes médicinales .....	3
1.3.1. L'infusion : .....	3
1.3.2. La décoction : .....	4
1.3.3. La macération: .....	4
1.4. Autres formes de préparations : .....	4
1.4.1. Les gélules et comprimés : .....	4
1.4.2. Sirops : .....	5
1.4.3. Les compresses : .....	5
1.4.4. Les pommades : .....	5
1.4.5. Les crèmes : .....	5
1.4.6. Les bains : .....	5
2. Conservation des plantes : .....	6
3. Domaines d'utilisation des plantes médicinales : .....	7
3.1. Phytothérapie .....	7

3.2. Aromathérapie : .....	8
Chapitre II .....	
Les métabolites secondaires des végétaux .....	9
1. Nature, distribution et rôle écologique des métabolites secondaires végétaux : .....	9
2. Les composés phénoliques.....	11
2.1. Les flavonoides : .....	12
2.1.1. Structure chimique et classification : .....	13
2.1.2. Le rôle des flavonoïdes dans les plantes : .....	14
2.1.3. Importance dans l'alimentation : .....	14
2.2. Terpénoïdes : .....	15
2.3. Les tanins : .....	15
Chapitre III .....	
La plante d'étude <i>Moringaoleifera</i> .....	17
1. Définition .....	17
2. Systématique et nomenclature .....	17
3. Description botanique de la plante : .....	18
4. Valeur nutritionnelle du <i>Moringa</i> et composition des différents produits et dérivés : .....	21
4.1. Composition des Feuilles : .....	21
5. La comparaison entre le contenu nutritionnel du <i>Moringa</i> et celui d'autres aliments : .....	23
6. Importance alimentaire : .....	23
7. Importance industrielle : .....	24
8. Intérêt économique : .....	25
9. Vertus thérapeutiques : .....	25
10. Utilisation médicinale : .....	25
11. Autres utilisations : .....	27
12. Ecologie : .....	27
12.1. Ecologie et répartition géographique de la plante : .....	27
Chapitre IV .....	
Les pathogènes étudié .....	29
1. Les pathogènes étudié .....	29
1.1. Les pathogènes causant différent type d'infections : .....	29
1.2. Les espèces bactériennes testées : .....	30
1.2.1. Rappel sur les entérobactéries : .....	30
1.3. <i>Staphylococcus</i> : .....	31

1.3.1.	Caractéristiques:.....	31
1.3.2.	Distribution dans le monde entier : .....	31
1.4.	<i>Pectobacteriumcarotovorum</i> :.....	31
Matériel et Méthodes .....		
1.	Activité antibactérienne des extraits de plante <i>M. oleifera</i> contre les isolats.....	33
1.1.	Matériel végétal .....	33
1.2.	Préparation de la poudre végétale :.....	33
1.3.	Les microorganismes testés .....	34
1.4.	Préparation des extraits : .....	35
2.	Calcul du rendement : .....	37
3.	Screening chimique : .....	37
3.1.	Test des terpénoïdes : .....	37
3.2.	Test des tanins :.....	37
3.3.	Test des phénols :.....	38
3.4.	Test des flavonoïdes : .....	38
4.	Etude antimicrobienne :.....	38
4.2.	Préparation des dilutions des différents extraits :.....	38
4.3.	Préparation de l'inoculum :.....	38
4.4.	Remarque : .....	39
Résultats et Discussion .....		
Résultats et Discussion .....		41
1.	Screening chimique : .....	41
1.1.	Teneur en phénols solubles totaux .....	41
1.2.	Teneur en flavonoïdes.....	41
1.3.	Teneur en Tanins .....	42
1.4.	Teneur en Terpènes.....	42
2.	Rendement d'extraction.....	43
3.	Détermination de l'activité antibactérienne :.....	43
3.1.	Pouvoir antibactérien des extraits de <i>M. oleifera</i> :.....	43
Discussion .....		46
Conclusion .....		47
References bibliographiques:.....		48
Reference bibliographique:.....		48

## Liste des figure

Figure 1: Infusion des feuilles .....	3
Figure 2: Décoction des tiges et feu .....	4
Figure 3: Séchage de plantes sauvages en bouquet et déshydratation au feu de bois de plantes médicinales .....	6
Figure 4: Structure de base d'un flavonoïde.....	14
Figure 5: Quelques structures des terpénoïdes .....	15
Figure 6: Les feuilles de <i>Moringa oleifera</i> (Koul et Chase, 2015).....	19
Figure 7: Les graines de <i>Moringaoleifera</i> (Louni, 2009). .....	19
Figure 8: les fruits de <i>Moringaoleifera</i> , a) verts sur l'arbre, b) les fruits secs (Yusof, 2016).....	20
Figure 9: Utilisation des gousses de <i>Moringa oleifera</i> en alimentation humaine.....	24
Figure 10: Récolte de <i>M. oleifera</i> dans la wilaya de Ghardaïa.....	33
Figure 11: extraction de la poudre de <i>Moringaoleifera</i> .....	34
Figure 12: extraction des différents extraits de <i>Moringaoleifera</i> .....	35
Figure 13: Les différents procédés d'extraction.....	36
Figure 14: Mise en évidence d'alcaloïdes dans les extraits de feuilles de <i>M. oleifera</i> .....	42
Figure 15: Mise en évidence des terpénoïdes dans les extraits de feuilles de <i>Moringaoleifera</i> .....	42
Figure 16: Représentation graphique des rendements des extraits de feuilles de.....	43

## Liste des tableaux

Tableau 1: Structure des squelettes des polyphénols (Crozier et al., 2006). .....	12
Tableau 2: Différentes classes de flavonoïdes d'après Bruneton (2009). .....	13
Tableau 3: représente la Position systématique de <i>Moringa oleifera</i> (Chukwuebuka, 2015).....	17
Tableau 4: Composition moyenne des feuilles de <i>Moringaoleifera</i> .....	22
Tableau 5: Comparatif du contenu nutritionnel des feuilles de <i>Moringa</i> avec d'autres plantes (Pour 100g parties comestibles) .....	23
Tableau 6: Principales exigences écologiques de <i>Moringa oleifera</i> .....	28
Tableau 7: Activité antibactérienne des extraits de feuilles de <i>M.oleifera</i> sur <i>Pectobacteriumcarotovorum</i> ( <i>PCC</i> ).....	44
Tableau 8: Activité antibactérienne des extraits de feuilles de <i>M. oleifera</i> sur <i>Staphylococcus aureus</i> ( <i>S. aureus</i> ).....	44

# Liste des abréviations

**AMM** : une Autorisation de Mise sur le Marché

**°C** : Degré Celsius

**CMI** : Concentration Minimale Inhibitrice

**DO** : Degré d'Oxydation.

**ED** : Eau Distillée

**Méch** : la masse sèche de l'échantillon végétal en gramme.

**Mext** : la masse de l'extrait après évaporation du solvant en gramme.

**M** : Méthanol

**MH** : la gélose de Mueller- Hinton

**ml** : millilitre

**mm** : millimètre

***M.oleifera*** : *Moringaoleifera*

**MII** : métabolites secondaires

**MPUP** : matières premières à usage pharmaceutique

**µm** : micromètre

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

***PCC***: *P. carotovorum*

**PH** : potentiel hydrogène.

**PTS** : phénols totaux solubles

**QMI** : Quantité Maximale Inhibitrice

**R (%)** : le rendement en pourcentage

**SARM** : *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline

***S. aureus*** : *Staphylococcus aureus*

**UFC** : Unité Faisant Colonie

# **Introduction**

## Introduction :

Les substances naturelles connaissent un intérêt croissant dans les domaines cosmétique, pharmaceutique et agroalimentaire qui s'orientent vers l'incorporation des molécules d'origine naturelle dans leurs produits. Sachant que dans le domaine pharmaceutique, 60% à 70% des médicaments antibactériens et antifongique sont des substances d'origine naturelle, et près de 25% des prescriptions sont à base de plantes. De même, selon l'OMS (2008), plus de 80% de la population mondiale utilisent les plantes médicinales pour traiter plusieurs maladies. En effet, les substances naturelles d'origine végétale sont douées de plusieurs activités biologiques comme l'activité antioxydant, antifongique, antimicrobienne... etc. (KADA S, 2018)

La diversité végétale sert à l'humanité en tant que ressource naturelle renouvelable pour une variété de produits chimiques biologiquement actifs. Ces produits pétrochimique ont une variété de propriété à savoir antibactérienne ; antifongique ; antiviraux

*Moringaoleifera* est une plante appartenant à la famille des *Moringaceae* ; connaît aujourd'hui un intérêt grandissant au niveau mondial, en raison de ses vertus exceptionnelles environnementales, médicinales, industrielles et nutritionnelles.

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'activité antibactérienne ; antifongique des différents extraits végétaux issus des feuilles de *Moringaoleifera* sur les bactéries, champignons responsable des infections nosocomiales .....

Ce présent travail est reparti en deux parties ; une recherche bibliographique divise en trois chapitres : généralités sur les plantes médicinales, les extraits végétaux, et les espèces microbiennes étudiées ; alors que la partie pratique est initiée par le matériel et méthodes utilisés, l'expression des résultats trouvés, ainsi la discussion de ces derniers.

## Chapitre I

# Généralités sur les plantes médicinales

## 1. Généralités sur les plantes médicinales

### 1.1. Historique :

Les premiers êtres vivants ont été des végétaux d'aspect étrange, qui flottaient dans le grand océan primitif, véritable bouillon de culture où se mêlaient des substances d'origine terrestre et atmosphérique. Leur restes, masses de silice plus ou moins ramifiées, ont été découverts dans les roches précambriennes vieilles de 2 à 3 milliards d'années, à la fois en Amérique du Nord et en Afrique du Sud.

On peut, si l'on veut prendre une vue d'ensemble du progrès des connaissances humaines concernant les plantes médicinales, distinguer trois grandes périodes. Pendant l'Antiquité égyptienne, grecque et romaine s'accumulent des connaissances empiriques nombreuses qui seront transmises en particulier par l'intermédiaire des Arabes aux héréditaires européens de ces civilisations défuntées. A partir de la renaissance, ces savants occidentaux vont mettre à profit le renouveau de l'esprit scientifique et la multiplication des voyages de découverte pour développer considérablement cet acquis et amorcer une mise en ordre rigoureuse de tous les éléments de l'expérience passée. En fin, surtout depuis la fin du XVIIIe siècle, le progrès très rapide des sciences modernes et venu enrichir et diversifier dans proportions extraordinaires le savoir sur les plantes, qui s'appuie aujourd'hui sur des disciplines comme la paléontologie, la géographie, la cytologie, la génétique, l'histologie, la biochimie. ( **Boughendjioua , 2001**)

### 1.2. Définition des plantes médicinales :

Une plante médicinale est une plante dont les organes (les feuilles, l'écorce ou fruits .....etc. ) Possèdent des vertus curative et parfois toxique selon son dosage.

Il existe une définition officielle des plantes médicinales, c'est ceux qui ont une inscription à la pharmacopée. Selon le code de la santé publique la pharmacopée les considère comme médicaments, leur vente est le monopole des pharmaciens et des herboristes. Donc on appelle une plante médicinale toute plante ayant des propriétés thérapeutiques. Actuellement et grâce aux progrès scientifiques la thérapeutiques a beaucoup évoluée et a utilisé la plante comme matière première pour la production des médicaments. (**Bachir Bouadjera Z, Ziadi H.2019**)

# Généralités sur les plantes médicinales

## 1.3. Les formes d'utilisation des plantes médicinales

La préparation d'un médicament à partir d'une plante contenant une substance chimique bénéfique varie suivant la substance et la plante

Quelquefois, la substance est extraite des feuilles en utilisant de l'eau bouillante. Parfois ce sont les racines qu'il faut arracher et moudre. Le procédé le plus simple possible pour la fabrication des médicaments consiste à utiliser un liquide et de la chaleur.

### 1.3.1. L'infusion :

Une infusion se fait généralement avec les fleurs et les feuilles des plantes, mais dans certains cas, il est possible de faire également infuser des racines et des écorces. Le principe est simple versez de l'eau bouillante sur la plante, et vous laissez infuser entre dix et vingt minutes. Une infusion peut se conserver au réfrigérateur pendant 48 heures maximum. En principe, il est préférable de ne pas sucrer les tisanes. (AMROUNE S E.2018)



**Figure 1: Infusion des feuilles**

### 1.3.2. La décoction :

Cette méthode s'applique essentiellement aux parties souterraines de la plante, comme les racines, et aux écorces, qui libèrent difficilement leurs principes actifs lors d'une infusion .

Il faut déposer les plantes dans une casserole, Portez ensuite à ébullition, et laissez le tout mijoter sur le feu pendant une vingtaine de minutes jusqu'à ce que le liquide ait réduit d'un tiers. Retirez du feu, puis laissez infuser (et refroidir) pendant une heure avant de filtrer. Vous pouvez conserver une décoction pendant trois jours au réfrigérateur. (AMROUNE S E.2018)



Figure 2: Décoction des tiges et feu

### 1.3.3. La macération:

La macération consiste à faire tremper les plantes dans de l'eau froide pendant plusieurs heures. Il faut prévoir une cuillère à café de plantes pour une tasse d'eau, Les plantes peuvent également macérer dans l'alcool, dans la glycérine, ou dans un autre solvant Il convient de bien sélectionner le solvant en fonction de la plante que l'on utilise. (AMROUNE S E.2018)

## 1.4. Autres formes de préparations :

### 1.4.1. Les gélules et comprimés :

Les gélules et comprimés à base de poudre de plante constituent une forme d'utilisation pratique.

### 1.4.2. Sirops :

Le miel et le sucre non raffiné sont des conservateurs efficaces qui peuvent être mélangés à des infusions et des décoctions pour donner des sirops. Ils ont en outre des propriétés adoucissantes qui en font d'excellents remèdes pour soulager les maux de gorge.

(AMROUNE S E.2018)

### 1.4.3. Les compresses :

Pour faire une compresse, on utilise une infusion ou une décoction de plantes, dans laquelle on trempe un linge propre que l'on place ensuite sur l'endroit douloureux. Vous pouvez l'attacher à l'aide d'une serviette ou d'une bande. (AMROUNE S E.2018)

### 1.4.4. Les pommades :

Sont très faciles à préparer : ils contiennent de l'huile végétale, de la cire d'abeille et des huiles essentielles. Les corps gras recouvrent la peau d'une fine couche protectrice.

(AMROUNE S E.2018)

### 1.4.5. Les crèmes :

Le principe est le même que pour la préparation des pommades, puisqu'on utilise la même méthode et les mêmes ingrédients. Seule différence : on y ajoute de l'eau. (AMROUNE S E.2018)

### 1.4.6. Les bains :

Les bains de plantes se préparent à partir d'huiles essentielles diluées ou d'infusions. Il peut être aromatique, stimulant, fortifiant, relaxant, voire sédatif. Efficaces en cas de rhumatismes, les bains stimulent et rafraîchissent le corps. (AMROUNE S E.2018)

### 2. Conservation des plantes :

Pour conserver les plantes, on les sèche, Le séchage est la manière la plus simple de conserver une plante (feuille, tiges, fruits racines), même si elle n'est pas toujours évidente. Il doit se faire dans un endroit sec, rapidement et si possible à l'abri de la lumière. On sait quand il est terminé lorsque les feuilles deviennent cassantes. Si elles ont noirci, c'est qu'elles se sont oxydées, vous pouvez alors les jeter, car elles ont probablement pris l'humidité ou un excès de lumière l existe plusieurs manières de procéder, il vous faudra tester celle qui est adaptée à votre habitat. En voici quelques-unes: Pendre un bouquet, Les déposer sur un linge, ..... ( Berthoud.M.2019)



**Figure 3: Séchage de plantes sauvages en bouquet et déshydratation au feu de bois de plantes médicinales**

### 3. Domaines d'utilisation des plantes médicinales :

Les plantes aromatiques et médicinales occupent une large place et jouent un grand rôle dans l'économie nationale. Elles sont utilisées en :

#### 3.1. Phytothérapie

Etymologiquement, le terme «phytothérapie» se décompose en deux termes distincts qui sont «phuton» et «therapeia» et qui signifient respectivement «plante» et «traitement» de par leur racine grecque. La phytothérapie est donc une thérapeutique destinée à traiter certains troubles fonctionnels et certains états pathologiques au moyen de plantes, de parties de plantes et de préparations à base de plantes. C'est une thérapeutique inspirée de la médecine traditionnelle basée sur un savoir empirique enrichi au fil des générations. C'est ce qu'on appelle la «phytothérapie traditionnelle»,

Ce savoir empirique s'est ensuite transformé en analyse botanique pour déterminer par quel mécanisme d'action les plantes pouvaient agir, et quelles étaient les molécules ou les constituants responsables de cet effet thérapeutique. Les principes actifs des plantes n'ont commencé à être isolés qu'à partir du XX<sup>ème</sup> siècle, et une fois ces extraits actifs isolés et standardisés, ont pu émerger les phyto-médicaments, produits soumis à une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), et à des réglementations sur les matières premières à usage pharmaceutique (MPUP) pour les préparations magistrales à base de plantes médicinales délivrées exclusivement en officine. C'est donc la pharmacognosie, c'est-à-dire l'étude botanique de la plante et de ses principes actifs, qui a permis de faire passer la phytothérapie d'une thérapie basée sur des connaissances empiriques à une thérapie à part entière, basée sur des données scientifiques vérifiées et contrôlées.

La phytothérapie est donc à proprement parler «la thérapie par les plantes». Elle est devenue de plus en plus une médecine à part entière grâce au regain d'intérêt de la population pour la phytothérapie et qui nécessite donc un cadre réglementaire strict afin d'assurer une bonne dispensation et une bonne utilisation des différents produits disponibles. (**Limonier A-S.2018**).

### 3.2. Aromathérapie :

L'aromathérapie est l'art et la science d'utiliser des huiles essentielles qui mettent les arômes et les bienfaits des plantes au service de la santé et de la beauté. Le mot "AROMATHÉRAPIE" fut inventé en 1928 par un chimiste français. C'est accidentellement qu'il découvrit les propriétés de guérison de la lavande après s'être brûlé lors d'une de ses expériences. Le seul liquide qu'il avait à sa portée était une cuve remplie de lavande, il plongea ses mains dans cette dernière et remarqua que ses brûlures guérissaient très vite, sans laisser de cicatrice. (Cusson C., 2007).

# Chapitre **II**

## Les métabolites secondaires des végétaux

## 1. Nature, distribution et rôle écologique des métabolites secondaires végétaux :

Nous connaissons actuellement plus de 250000 espèces végétales. Celles-ci produisent un large éventail de substances chimiques de structures variées. Parmi elles, on distingue classiquement les métabolites primaires et les métabolites secondaires.

Les métabolites primaires sont des produits issus directement des photoassimilats (sucres simples, acides aminés, protéines, acides nucléiques et organiques), qui participent à la structure de la cellule végétale ainsi qu'à son fonctionnement de base (**Hopkins, 2003**).

Ils sont souvent produits en grande quantité mais présentent une valeur ajoutée relativement basse.

Ces métabolites sont aussi définis comme des molécules qui se trouvent dans toutes les cellules végétales et, nécessaires à leur croissance et à leur développement (**Ravenetal., 2000**).

Par opposition, les métabolites secondaires (MII) ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse mais sont synthétisés à partir des métabolites primaires et résultent de réactions chimiques ultérieures.

Leurs rôles dans la physiologie de la plante ne sont pas encore tous élucidés.

Ces composés sont limités à certaines espèces de végétaux et sont importants pour la survie et la valeur adaptative des espèces qui les synthétisent (**Croteauetal., 2000 ; Ravenetal., 2000**).

Les métabolites secondaires sont souvent synthétisés dans une partie de la plante et stockés dans une autre (**Ravenetal., 2000**). Avec une structure chimique parfois complexe,

Ils sont très différents selon les espèces et s'accumulent le plus souvent en faible quantité.

## Les métabolites secondaires des végétaux

Ces molécules bioactives sont produites à différents endroits de la cellule dans des parties spécifiques de la plante en fonction du stade de développement (par exemple durant le développement de la plantule, de la fleur, du fruit, de la graine, ou de la racine).

De façon générale, le rôle du métabolite secondaire est en lien avec sa localisation au sein de la plante (**Pathaket al. 1962 ; Zobel et Brown, 1990**).

Par exemple, les furanocoumarines sont des substances antimicrobiennes (phytoalexines) jouant un rôle de défense contre les bactéries ou les champignons. Selon **Zobel et Brown (1988a, 1988b)**, chez les plantes productrices, on les retrouve accumulées en grande quantité à la surface des feuilles où elles peuvent constituer une sorte de "première barrière chimique".

Les MII sont le reflet de la vie d'un écosystème; ils participent à la régulation de la démographie des plantes, ou des populations d'animaux qui établissent des relations avec les plantes.

Ils ont donc un rôle écologique; par exemple, en attirant les insectes pollinisateurs, ou, au contraire, en repoussant les insectes ravageurs et les organismes pathogènes.

Chaque espèce de plante possède un profil particulier de métabolites secondaires.

Beaucoup de métabolites se comportent comme des signaux chimiques que la plante utilise pour s'adapter aux changements défavorables de l'environnement (**Chadharyetal., 1985**). D'autres ont pour rôle la défense de la plante contre les herbivores, les pathogènes, les parasites ou l'inhibition de la germination et la croissance des plantes concurrentes\* (**Baskinet al. 1967 ; Hale et al. 2004**). Certains assurent une protection contre les radiations solaires, lorsque d'autres favorisent la dispersion du pollen et des graines grâce à la couleur ou au parfum des fleurs.

L'allélopathie :

Est l'ensemble des interactions biochimiques directes ou indirectes, positives ou négatives,

D'une plante sur une autre (micro-organismes inclus) au moyen de métabolites secondaires tels les acides

Phénoliques, les flavonoïdes, les terpénoïdes et les alcaloïdes.

## 2. Les composés phénoliques

Le terme composé phénoliques ou polyphénols remplace l'ancien terme de tanin végétal. Ce sont des composés synthétisés par les végétaux où l'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'un cycle aromatique (benzoïque) portant au moins un groupement hydroxyle libre ou engagé dans une autre fonction chimique (éther, méthylique, ester, sucre...) (Bruneton, 1993).


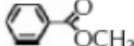


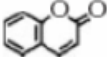
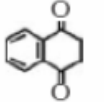
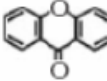
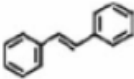
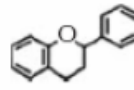
En effet, les composés phénoliques constituent le groupe le plus largement distribué chez les végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques connues (Lugasi *et al.*, 2003)

Les polyphénols sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs : racines, tiges, feuilles, fleurs, fruits (Boizot et Charpentier, 2006). Ils sont concentrés dans la vacuole où ils se trouvent sous formes simples et solubles ou polymérisées plus ou moins solubles (tanins). Par contre, les formes insolubles (lignines) sont directement associées à la paroi. Différents facteurs (lumière, rayonnement U.V., température, hormones, agents pathogènes ...etc.) sont fortement impliqués dans la régulation de l'expression du métabolisme phénolique, se traduisant par des différences qualitatives et quantitatives considérables entre les espèces, les organes et les stades physiologiques (Macheix, 1996).

Les diverses classes des composés phénoliques sont: les flavonoïdes, les lignanes, les stilbènes, les coumarines et les tannins (Harborne, 1980 ; Glombitza, 1985 ; Goodwin, 1988 ; Porter, 1989 ; Boros, 2010).

## Les métabolites secondaires des végétaux

**Tableau 1: Structure des squelettes des polyphénols (Crozier et al., 2006).**

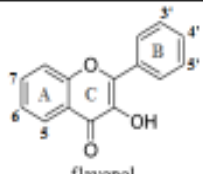
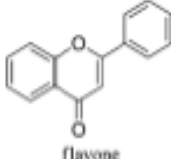
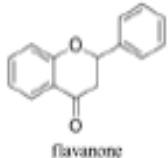
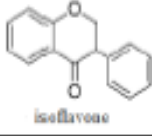
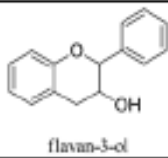
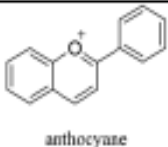
Nombre de carbones	Squelette	Classification	Exemple	Structure de base
7	C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	Acides phénols	Acide gallique	
8	C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub>	acétophénones	Gallacetophénone	
8	C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub>	Acide phénylacétique	Acide p-hydroxyphénylacétique	
9	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Acides hydroxycinamiques	Acide p-coumarique	
9	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Coumarines	Esculitine	
10	C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>	Naphthoquinones	Juglone	
13	C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub>	Xanthones	Mangiférine	
14	C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>	Stilbènes	Resveratrol	
15	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>	Flavonoïdes	Naringénine	

### 2.1. Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes constituent le principal groupe de polyphénols, avec plus de 9000 composés différents (Hernández, 2009) et distribués de manière générale, dans toutes les plantes vasculaires. Leur squelette chimique commun possède 15 atomes de carbones, constitué de deux noyaux benzéniques A et B reliés par un cycle puranique central. Ils diffèrent les uns des autres par la position des substitutions sur les noyaux A et 5 B, et la nature de C. Les flavonoïdes sont répartis en différentes catégories dont les plus importantes sont les flavonols, les flavones, les flavanols, les isoflavones, les flavanones, et les anthocyanes (Tableau I) (Bruneton, 2009). Ces molécules se rencontrent à la fois sous forme libre, mais sont très souvent liés avec des sucres, on parle alors d'hétérosides constitués d'une partie phénolique aglycone ou génine associée à un sucre. Ils sont localisés dans divers organe : fleurs, fruits, feuilles, tiges et racine. Les aglycones sont plutôt présents sous forme de cire dans les feuilles, les écorces et les bourgeons (Iwashina, 2000). La couleur des fruits, des fleurs et des feuilles est une caractéristique des flavonoïdes (El Gharras, 2009).

## Les métabolites secondaires des végétaux

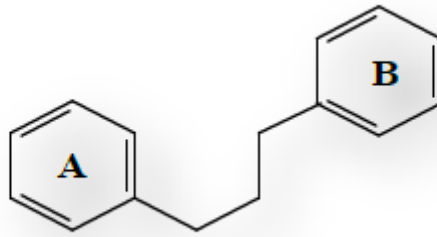
**Tableau 2: Différentes classes de flavonoïdes d'après Bruneton (2009).**

Structure des différentes classes de flavonoïdes	Exemples	Substitutions					
		5	6	7	3'	4'	5'
 <p style="text-align: center;">flavonol</p>	Kaempférol Quercétine Myricétine	OH	H	OH	H	OH	H
 <p style="text-align: center;">flavone</p>	Apigénine Chrysin Lutéoline	OH	H	OH	H	OH	H
 <p style="text-align: center;">flavanone</p>	Hespéridine Naringénine	OH	H	OH	OH	OMe	H
 <p style="text-align: center;">isoflavone</p>	Daidézéine Génistéine	OH	H	OH	OH	OH	H
 <p style="text-align: center;">flavan-3-ol</p>	Catéchine Gallocatéchine	H	H	OH	H	OH	H
 <p style="text-align: center;">anthocyan</p>	Pélargonidine Cyanidine Delphinidine	OH	H	OH	H	OH	H

### 2.1.1. Structure chimique et classification :

De nos jours, plus de 4 000 flavonoïdes ont été identifiés. Ils ont une origine

Biosynthétique commune et par conséquent, possèdent tous un même squelette de base à quinze atomes de carbones, constitué de deux unités aromatiques, deux cycles en C6 (A et B) reliés par une chaîne en C3 (Figure.) [50].



**Figure 4: Structure de base d'un flavonoïde**

### 2.1.2. Le rôle des flavonoïdes dans les plantes :

Les flavonoïdes sont des pigments responsables de la coloration des fleurs et

Représentent des signaux visuels qui attirent les animaux pollinisateurs. La plupart de ces pigments sont des anthocyanes hydrosolubles (qui sont des flavonoïdes jaunes réduits), des aurones et des chalcones. De ce fait, ils jouent un rôle important dans les interactions avec les insectes (attraction et rôle dans la pollinisation entomophile et la dispersion des graines)

### 2.1.3. Importance dans l'alimentation :

L'importance des légumes, des fruits, des légumineuses et des baies pour une

Alimentation saine est incontestable. L'une des raisons possibles pour lesquelles ils présentent des caractéristiques favorisant une bonne santé, est la présence de différents antioxydants dans les plantes comestibles tels que les vitamines C et E, les caroténoïdes, le sélénium, les folates et les composés phénoliques y compris les flavonoïdes. Les caroténoïdes, le sélénium, les folates et les vitamines C et E sont des nutriments, alors que les flavonoïdes et autres composés végétaux similaires ne sont pas importants sur le plan nutritionnel, mais peuvent, par exemple, avoir un rôle significatif dans le système de défense antioxydant du corps humain.

### 2.2. Terpénoïdes :

Les terpénoïdes constituent une classe importante de plus de 10000 composés qui déterminent également l'activité pharmacologique des plantes médicinales. Selon le nombre de groupes d'isoprénoïde (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>), les terpénoïdes sont divisés en monoterpènes, sesquiterpènes, diterpènes, tetraterpènes, polyterpènes. Ces composés ont de diverses applications.

Quelques polyterpènes sont des composants auxiliaires (le caoutchouc et le gutta-percha).

Les diterpènes et les tetraterpènes représentés par des vitamines et des provitamines sont les composants principaux des produits alimentaires et médicinaux.

Les triterpènes jouent le rôle des aglycones (sapogénines) dans la composition des saponines de triterpènes et sont largement répandus dans la pratique médicale.

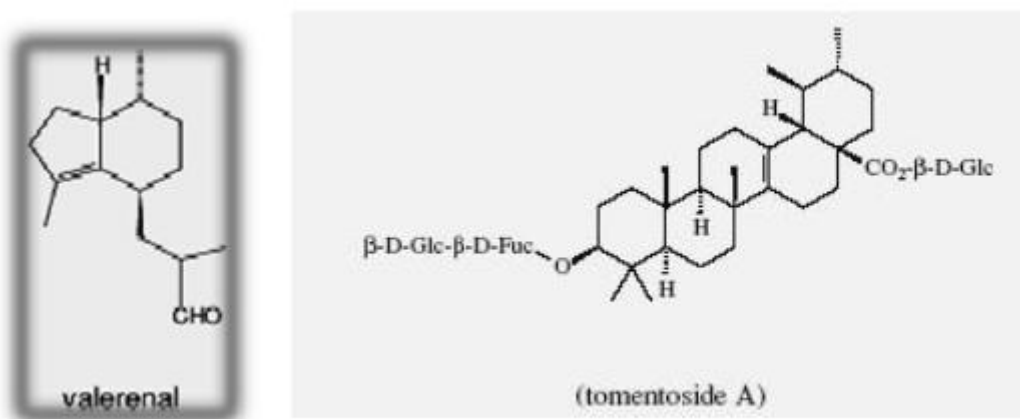


Figure 5: Quelques structures de terpénoïdes

### 2.3. Les tanins :

Cette classe désigne le nom général descriptif du groupe des substances phénoliques polymériques, ayant une masse moléculaire comprise entre 500 et 3000 qui présente, à côté des réactions classiques des phénols, la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéines (Haslam, 1996 ; Cowan, 1999).

Les tanins sont caractérisés par une saveur astringente et sont trouvés dans toutes les parties de la plante : l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits et les racines (Scalbert, 1991).

## Les métabolites secondaires des végétaux

Les tanins sont considérés comme des anti-nutriments grâce aux divers effets nuisibles à savoir la digestion réduite des aliments, la faible biodisponibilité des micronutriments et les dommages du foie (**Chung *et al.*, 1998**).

Ils sont dotés d'un certain pouvoir astringent, par lequel on explique leurs propriétés vasculoprotectrices, cicatrisantes et anti-diarrhéiques (chêne, *Quercus* spp.).

Concernant le pouvoir antioxydant des tannins, cette propriété est très remarquable due à leurs noyaux phénols et la présence des groupes di- ou trihydroxyyles sur le cycle B et les groupes méta 5, 7 dihydroxylessur le cycle A. Les tannins catéchiques du thé vert : gallate d'épicatéchine, gallate d'épigallocatechine et l'épicatéchine sont des puissants extracteurs des radicaux libres (**Rahman *et al.*, 2006**), ils inhibent les ions  $\text{Cu}^{2+}$  qui catalysent l'oxydation des lipoprotéines dans les macrophages *in vitro* (**Yoshida *et al.*, 1999**).

## Chapitre III

La plante d'étude *Moringaoleifera*

## 1. Définition

*Moringaoleifera* appartient à une famille monogénérique d'arbres et arbustes, les *Moringaceae*. Il semble être originaire des régions d'Agra et de Oudh, au nord-est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagne de l'Himalaya. *Moringaoleifera* est mentionné dans le «ShushrutaSanhita», écrit au début du premier siècle, sous le nom de «Shigon». Les Indiens savaient que les graines, qu'ils utilisaient en médecine, contenaient de l'huile comestible. Il semblerait également que la plupart des gens connaissaient sa valeur en tant que fourrage ou comme légume. Cet arbre se rencontre à l'état naturel jusqu'à 1000 m d'altitude, il pousse relativement bien sur les versants mais est plus répandu dans les zones de pâturages et les bassins des rivières. Il pousse rapidement, jusqu'à 6 ou 7 mètres en un an, même dans des zones recevant moins de 400 mm de précipitations annuelles. (Foidl *et al.*, 2001).

## 2. Systématique et nomenclature :

Tableau 3: représente la Position systématique de *Moringa oleifera* (Chukwuebuka, 2015).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Brassicales
Famille	Moringaceae
Genre	<i>Moringa</i>
Espèce	<i>oleifera</i>

*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: *Moringaoleifera*, *Moringastenopetala*, *Moringa. conxanensis*, *MoringaDrouhardii*, *MoringaLongituba* et *MoringaPeregrina* (Malo, 2014).

L'arbre porte différents noms selon les régions, dans les pays francophones il est appelé «Mouroungue», «Moringa ailé», «ben ailé», «benzolive» et «poisquéniq», dans les pays anglophones on le nomme «RadishTree », « Never die Tree », «DrumstichTree », «Horseradishtree » (Foidl et al. 2001).

Aux philippines on l'appelle «le meilleur ami des mères» et «Malunggay» (Beth 2005).

En Inde, il est appelé Dumstick pour rappeler la forme du fruit qui ressemble à une baguette (Pousset, 1999).

### 3. Description botanique de la plante :

*Moringa* est un arbre pérenne, à croissance rapide, qui peut atteindre 7 à 12 mètres de hauteur dont le tronc mesure 20 à 40 cm de diamètre.

Le tronc est généralement droit, mais il est parfois très peu développé. En général, il atteint 1,5 à 2 mètres de haut avant de se ramifier, bien qu'il puisse parfois atteindre les 3 mètres. Les branches poussent de manière désorganisée et la canopée est en forme de parasol.

#### Les feuilles :

Les feuilles 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 (Morton, 1991)



**Figure 6: Les feuilles de Moringa oleifera (Koul et Chase, 2015).**

**Graines:**

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 graines par an. Une graine pèse en moyenne 0,3 g et la coque représente 25% du poids de la graine (Makkar et Becker, 1997).



**Figure 7: Les graines de Moringaoleifera (Louni, 2009).**

### Racines, tiges :

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 (Rosa, 1993). Pour ce même auteur, la tige à 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.

### Fruits :

Généralement appelées gousses, les fruits sont en langage botanique des siliques de section triangulaire munies de 3 ouvertures de 20 cm de long et de 2 cm de diamètre (Besse, 1996). Les fruits sont pendants, linéaires, cosses à trois côtés avec neuf crêtes longitudinales, habituellement 20 jusqu'à 50 cm de long, mais parfois jusqu'à 1 m ou plus, et 2,0 à 2,5 cm de large. Les gousses, contenant généralement jusqu'à 26 graines. (Roloff et al., 2009).



Figure 8: les fruits de *Moringaoleifera*, a) verts sur l'arbre, b) les fruits sec (Yusof, 2016).

#### **4. Valeur nutritionnelle du *Moringa* et composition des différents produits et dérivés :**

Au cours de ces vingt dernières années, les chercheurs se sont donnés à cœur joie pour décortiquer et déterminer la composition des différentes parties du *Moringa*. Toutes les parties de la plante ont leurs propriétés particulières et sont susceptibles de valorisation.

##### **4.1. Composition des Feuilles :**

Selon **Harimalala et al.(2016)**, les jeunes feuilles de *Moringa* contiennent des composés phénoliques dont 85% identifiés ont une activité antioxydante ainsi que des flavonoïdes.

Tableau 4: Composition moyenne des feuilles de *Moringaoleifera*

Source : Broin (2005) citée par Malo (2014)

Données pour 100 grammes de matière sèche			
<b>Composition globale</b>		<b>Acides aminés (mg)</b>	
Calories (Kcal)	300	Arginine	1600
Protéines (g)	25	Histidine	530
Glucides (g)	40	Isoleucine	1140
Lipides (g)	8	Leucine	2050
Minéraux (g)	12	Lysine	1200
Fibres (g)	15	Méthionines	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	Serine	840
Magnésium	405	Glycine	960
Phosphore	310	Alanine	1260
Manganèse	8	Proline	1230
Souffre	740	Tyrosine	910
Sélénium	2,6	Cystéine	360
Zinc	2,6	<b>Acides gras</b>	
Molybdène	0,5	C16 : 0	530
Sodium	100	C18 : 0	70
<b>Vitamines</b>		C18 : 1	60
Vitamine A (UI)	14300	C18 : 2	170
Vitamine C(mg)	850	C18 : 3	1140

Selon **Ndong et Wade, (2007)**, les teneurs en macronutriments différent suivant l'état de la feuille (fraîche et sèche sous forme de poudre), ainsi la poudre des feuille est 2 fois plus riche en protéines et 5 fois plus riche en lipides, 2 fois plus riche en cellulose et présente 5 fois plus de glucides que les feuilles fraîches.

### 5. La comparaison entre le contenu nutritionnel du *Moringa* et celui d'autres aliments :

La comparaison entre le contenu nutritionnel du *Moringa* et celui d'autres aliments montre comment le *Moringa* est de haute valeur sur le plan nutritionnel. Ce sont généralement les différences énormes observées qui sont au centre de la promotion faite au *Moringa* à travers le monde ( Tableau 5)

**Tableau 5: Comparatif du contenu nutritionnel des feuilles de *Moringa* avec d'autres plantes (Pour 100g parties comestibles)**

Éléments nutritifs (unité)	Moringa	Autres plantes
Vitamine A (mg)	1130	Carotte: 315
Vitamine C (mg)	220	Oranges: 30
Calcium (mg)	440	Le lait de vache: 120
Potassium (mg)	250	Banane: 88
Protéines (mg)	6700	Le lait de vache: 3 200

### 6. Importance alimentaire :

Le *Moringa* est un légume exceptionnellement nutritif. Il est facile à cultiver et à entretenir, il fournit des aliments nutritifs, en particulier aux communautés pauvres, tout au long de l'année, plutôt que d'être saisonnier comme le sont la plupart des légumes (**Ravindra et al.2016**).

Les feuilles, les fruits, les jeunes tiges, les racines et les fleurs sont consommables et se consomment partout dans le monde.

Les feuilles peuvent se consommer fraîches ou en poudre (**Broin, 2005**). Et même associées aux épices comme le piment. Elles peuvent également être préparées en soupe ou en salade selon (**Foidl et al, 2001**).

Les jeunes gousses vertes peuvent être consommées bouillies comme des haricots.

## La plante d'étude *Moringaoleifera*

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**).

Selon le même auteur, les fleurs peuvent également être utilisées comme ingrédient d'une salade.



**Figure 9: Utilisation des gousses de *Moringa oleifera* en alimentation humaine.**

### 7. Importance 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**).

L'huile de *Moringa* est donc équivalente sous tous ses aspects 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**).

Grâce à ces propriétés l'huile de *Moringa* peut être utilisée comme lubrifiant dans la machinerie fine comme l'horlogerie pour sa faible tendance à se détériorer et devenir rance et collante (**Ramachandran et al, 1980**) Cités par (**Foidl et al, 2001**). 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**).

### 8. Intérêt économique :

L'arbre de *Moringaoleifera L.* ouvre une nouvelle dimension dans le domaine de l'agroforesterie en raison de son port facile à établir, à croissance rapide courte rotation, diversifier la nature de ses produits, avantages multiples pour les gens et leur bétail et plusieurs autres avantages directs et indirects. Ces caractéristiques extraordinaires d'un arbre ouvrent une nouvelle dimension dans le domaine de l'agroforesterie. Cependant, il existe plusieurs contraintes qui entravent l'économie réelle de ces arbres miraculeux comme, le manque de marchés, le manque de connaissances appropriées sur les pratiques culturales, le manque de matériel végétal et la concurrence pour la terre avec d'autres cultures vivrières. Pour surmonter ces contraintes et pour stimuler l'arbre parmi les producteurs, de nombreuses activités de recherche et de vulgarisation sont nécessaires. La valeur ajoutée des produits bruts de *Moringaoleifera L.* a accru son économie et son utilité parmi les gens qui attirent le plus de producteurs à travers le monde. Les activités de vulgarisation favorisent la consommation de l'arbre pour améliorer les fonctions nutritionnelles et médicinales, ainsi que pour atténuer les changements climatiques (Yogeshet *al.*, 2017).

### 9. Vertus thérapeutiques :

Selon Saint Sauveur et Broin (2006), les feuilles de *Moringa* sont maintenant utilisées dans certains programmes de lutte contre la malnutrition en particulier au Sénégal, en Inde, au Bénin et au Zimbabwe, De ce fait, les populations incluent les feuilles de *M.oleifera* dans la formulation de la poudre infantile à base de ces feuilles comme complément alimentaire des nourrissons (Madi *et al.*, 2012).

Toutes les parties (feuilles, fleurs, fruits, écorces et racines) de *M. oleifera* ont des vertus médicinales confirmées par des travaux et des études expérimentales dans les différents pays africains, asiatiques et panaméricains (Kooltheat *et al.* 2014).

### 10. Utilisation médicinale :

En plus d'être comestible, toutes les parties de la *M. oleifera* ont été déployées pour soigner d'innombrables maladies, c'est pour cette raison, qu'elle fut appelée "Miracle Tree" (Mbikay, 2012).

Dans l'ethnomédecine, des feuilles de *M. oleifera* ont été employées par les

guérisseurs traditionnels dans le traitement de divers maux tels que le malaise, les ulcères d'estomac, la diarrhée, la dysenterie, les infections gastriques et celle de la peau (Nwezeetal., 2014).

En plus de leur intérêt alimentaire, les feuilles sont utilisées en médecine traditionnelle pour traiter les maladies inflammatoires et infectieuses. *M. oleifer* présentent plusieurs activités biologiques notamment : activité antioxydant.

(Nickon,2003 ; Chumarketal., 2008 ; Singh et al., 2009 ; Farooq et al., 2012Alhakmani, 2014),

activé antibactérienne (Nickon, 2003 ; Peixoto et al., 2011 ; Singh et Tafid, 2013 ; Kumar et al., 2013 ; Othman et Ahmed, 2017), activité antifongique (Nickon, 2003 ; Anwar et al., 2007), activités Anti-tumorales (Reda et al., 2017) .

Les feuilles sont utilisées pour apaiser la souffrance des diabétiques et des obèses (Nickon, 2003 ; Jaiswal et al., 2009 ; Cerf, 2013), abaissement le cholestérol (Mehta, 2003), antiépileptique (Georgewill, Georgewill et al. 2010) et utilisé comme antibiotique contre plusieurs bactérie infectieuse (Anonyme, 2015).

Selon Al-Asmari et al.(2015), les extraits de feuilles et d'écorce de feuilles de *Moringa* provoquent l'apoptose des cellules G2/M enrichi dans le cancer du sein et le cancer du côlon contrairement aux extraits de graines qui n'a enregistré aucun changement significatif.

Les feuilles de *Moringa* inhibent la croissance des cellules cancéreuses du pancréas et augmentent l'efficacité de la chimiothérapie sur les patients atteints, qui auparavant développaient une résistance aux traitements (Berkovitch et al. ; 2013).

En phytothérapie, la poudre de feuilles de *Moringa* est indiquée pour stimuler le système immunitaire, réduire la fatigue, abaisser la pression artérielle, améliorer la digestion et le transit ; renforcer les capacités cognitives (Messaoud, 2015).

### 11. Autres utilisations :

Selon (Foidl et al, 2001). La poudre des graines de *M oleifera* constitue un flocculant Naturel qui peut clarifier les eaux troubles, dissipant de ce fait 99% des matières colloïdales. Il a démontré également 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 hormones du type cytokine (Foidl et al, 2001). Ces hormones de croissance augmentent la robustesse des plantes et leur résistance aux maladies.

### 12. Ecologie :

#### 12.1. Ecologie et répartition géographique de la plante :

Cet arbre se rencontre à l'état naturel jusqu'à 1000 m d'altitude, il pousse relativement bien sur les versants mais est plus répandu dans les zones de pâturages et les bassins, des rivières, même dans des zones recevant moins de 400 mm de précipitations annuelles (Odee, 1998). *M. oleifera* Lam est de nos jours cultivée à travers le Moyen-Orient, ainsi que tout le long de la ceinture tropicale (Foidl, 2001).

*M. oleifera* présente des racines fortes, très résistantes à la sécheresse et tolère 300 à 1100 mm /an. C'est une espèce végétale qui préfère un sol sablonneux, neutre ou légèrement acide (pH entre 5-7) mais, tolère aussi d'autres conditions de sol, des altitudes au-dessous de 500 m, supporte des températures entre 25°- 35°C mais, peut vivre à 45° dans l'ombre (Mohamed Ouali, 2016).

## La plante d'étude *Moringaoleifera*

Tableau 6: Principales exigences écologiques de *Moringa oleifera*

Source: (De Saint Sauveur et Broin, 2010).

Paramètre	Valeur
Climat	Tropical ou subtropical
Altitude	0-2000 m
Température	25-35°C
Pluviométrie	250 mm-2000 mm Irrigation nécessaire pour la production de feuilles si pluviométrie < 800 mm
Type de sol	Limoneux, sableux ou sablo-limoneux
pH du sol	Légèrement acide à légèrement alcalin (pH: 5 à 9)

# Chapitre IV

## Les pathogènes étudié

### 1. Les pathogènes étudié :

#### 1.1. Les pathogènes causant différent type d'infections :

Les micro-organismes : les micro-organismes sont étymologiquement des "petits organismes", donc des êtres vivants si petits qu'ils ne sont observables qu'au microscope.

**Bactéries** : sont des cellules vivantes. Certaines sont utiles à l'organisme (comme celles du tube digestif, par exemple, qui aident à la digestion), d'autres sont pathogènes (comme le bacille de Koch, responsable de la tuberculose). Lorsqu'une bactérie agresse l'organisme, les défenses naturelles luttent contre l'infection. Parfois, le recours à des antibiotiques est nécessaire. Ceux-ci empêchent les bactéries de se multiplier. Certaines affections (le cancer, le sida), certains traitements (la chimiothérapie, les corticoïdes...) diminuent les capacités de défense de l'organisme et favorisent les infections.

**Virus** : sont des microbes beaucoup plus petits que les bactéries. Ils ne peuvent survivre qu'à l'intérieur d'une cellule vivante. Ils peuvent être agressifs, mais la plupart du temps, le corps s'en débarrasse tout seul. Certains sont toutefois plus agressifs et plus dangereux. Des médicaments spécifiques permettent de lutter efficacement contre certains virus (par exemple, contre l'herpès). Les antibiotiques sont, par contre, inefficaces

**Parasites** : sont des micro-organismes plus ou moins agressifs. Ils envahissent le corps en tout ou en partie. D'autres, comme le ver solitaire, les oxyures, sont des parasites moins agressifs qui se logent uniquement dans le tube digestif.

**Champignons** : Les maladies dues aux champignons sont appelées mycoses. En général, les champignons infectent la peau et les muqueuses (buccales, génitales). Leur apparition est favorisée par la diminution des défenses de notre peau (par exemple en cas d'eczéma, de peau irritée et moite), mais également lors de la prise d'antibiotiques ou lors de certaines maladies, comme le diabète. Dans quelques cas plus rares de maladie affaiblissante, les champignons peuvent envahir d'autres parties du corps (les poumons par exemple).

### 1.2. Les espèces bactériennes testées :

#### 1.2.1. Rappel sur les entérobactéries :

##### Définition et classification :

La famille des *Enterobacteriaceae* est constituée de genres bactériens qui sont rassemblés en raison de caractères bactériologiques communs.

Ce sont des bacilles à Gram négatif dont les dimensions varient de 1 à 6µm de long et 0,3 à 1µm de large. Mobiles par une ciliature péritriche ou immobiles, se développant en aéro-anaérobiose et sur gélose nutritive ordinaire, acidifiant le glucose par voie fermentative (à la différence des *Pseudomonas*) avec souvent production de gaz, ne possédant pas d'oxydase (à la différence de *Vibrio* et *Pasteurella*), réduisant les nitrates en nitrites.

Les *Enterobacteriaceae* ont un G+C% du DNA compris entre 38 et 60 mol %.

##### La famille des *Enterobacteriaceae* regroupe différents genres :

Certains genres sont anciennement décrits et les plus souvent rencontrés en pathologie, ce sont : *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Arizona*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Providencia*, *Morganella*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Hafnia*, *Yersinia*, *Edwardsiella*.

D'autres genres, plus récemment décrits, sont parfois trouvés dans l'environnement et sont rarement isolés chez l'homme ; ce sont : *Buttiauxella*, *Cedecea*, *Ewingella*, *Kluyvera*, *Koserella*, *Leclercia*, *Leminorella*, *Moellerella*, *Obesumbacterium*, *Rahnella*, *Tatumella*, *Trabulsiella*, *Xenorhabdus*, *Yokenella* (DJOMBERA Z., 2018).

### 1.3. *Staphylococcus* :

#### 1.3.1. Caractéristiques:

*Staphylococcus aureus* est une *coccobactérie* Gram positif, catalase positive appartenant à la famille des *Staphylococcaceae* (Becker, K et. Al, 2004) (Muray, P, B, et. Al, 2003).

Il a un diamètre d'environ 0,5 à 1,5  $\mu\text{m}$ , est immobile, asporulé et facultativement anaérobique (sauf *S. aureus anaerobius*); il est habituellement disposé en grappes. De nombreuses souches produisent des entérotoxines staphylococciques, la toxine superantigénique du syndrome de choc toxique et des toxines exfoliatives.

*Staphylococcus aureus* fait partie de la flore humaine et est surtout présent dans le nez et sur la peau (Kluytmans, J, et. Al, 1997)

#### 1.3.2. Distribution dans le monde entier :

*Staphylococcus aureus* est l'une des causes les plus fréquentes d'infection de la peau, des tissus mous et d'infections nosocomiales (Fridkin, S, K, et. Al, 2005).

Les taux d'infection en milieux communautaires ne cessent de croître (David, M, D, et. Al, 2006). Les résidents de maisons de soins courent également un plus grand risque de contracter SARM (Hughes, C, M, et. Al, 2008). Environ 20 % des personnes sont des porteurs persistants de *Staphylococcus aureus*, environ 60 % sont des porteurs intermittents et environ 20 % sont rarement des porteurs. Les enfants sont plus nombreux à être des porteurs persistants de la bactérie (Kluytmans, J, et. Al, 1997). Les jeunes femmes sont plus à risque de souffrir d'un syndrome de choc toxique (Parsonnet, J, et. Al, 2005).

### 1.4. *Pectobacterium carotovorum* :

Les bactéries pectinolytiques sont des micro-organismes capables de produire des enzymes PCWD (plant cellwall-degrading enzymes) impliquées notamment dans la dégradation de la pectine. Ce composant de la paroi des cellules végétales, est un polysaccharide caractérisé par un squelette d'acide  $\alpha$ -D-galacturonique plus ou moins ramifié avec de faibles quantités de résidus de sucres, tels que  $\alpha$ -L-rhamnose. La pectine joue plusieurs rôles dans la physiologie,

## Les pathogènes étudié

le développement et la croissance des cellules végétales, Plusieurs bactéries des genres *Pectobacterium*, *Dickeya*, *Pseudomonas*, *Burkholderia* et *Xanthomonas* possèdent la faculté de produire des pectinases. (M. Slimane khayi.2015)

# **Matériel et Méthodes**

### 1. Activité antibactérienne des extraits de plante *M. oleifera* contre les isolats :

#### 1.1. Matériel végétal :

##### 1.1.1. La récolte :

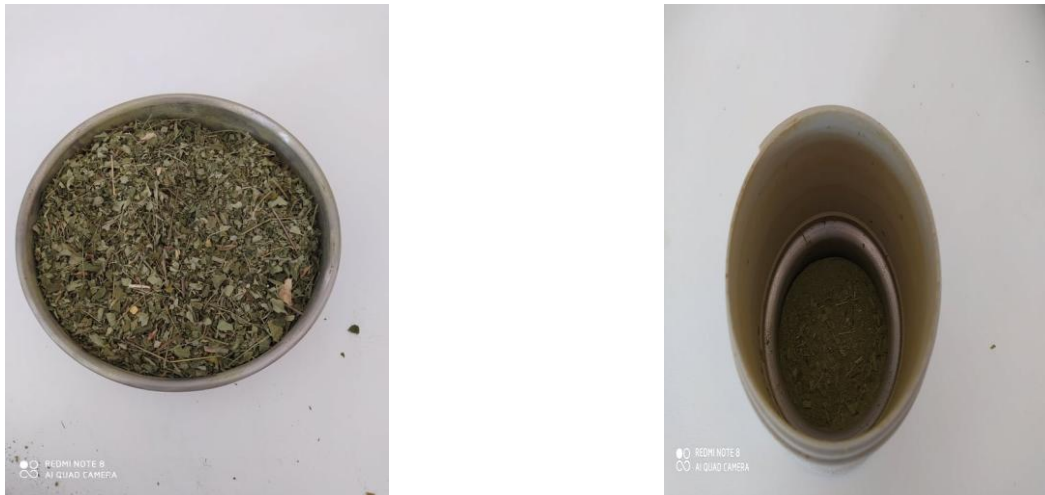
Des échantillons des feuilles de *Moringaoleifera* ont été récoltés en mois de Mars 2020, Dans la région cultivable de la wilaya de Ghardaïa (**Figure 10**)



**Figure 10: Récolte de *M. oleifera* dans la wilaya de Ghardaïa.**

#### 1.2. Préparation de la poudre végétale :

La matière végétale (Feuilles de *M. oleifera*) préalablement rincée puis séchée à l'abri du soleil. Après leur séchage, les feuilles ont été réduites en poudre fine à l'aide d'un mortier et la poudre obtenue a été conservée dans des sachets en papier dans un endroit sec jusqu'à utilisation.



**Figure 11: extraction de la poudre de *Moringaoleifera*.**

### 1.3. Les microorganismes testés :

Pour cette étude, deux souches bactériennes ont été utilisées :

***Staphylococcus aureus*** : Le (staphylocoque doré) est l'espèce la plus pathogène du genre *Staphylococcus*. Elle est responsable d'intoxications alimentaires, d'infections localisées suppurées et, dans certains cas extrêmes, d'infections potentiellement mortelles (patient immunodéprimé, prothèses cardiaques).

***Pectobacterium carotovorum*** : est une bactérie du sol très commune et très polyphage. Elle entre dans la plante par les blessures d'infections fongiques, du gel ou de dégâts d'insectes, ainsi que par les ouvertures naturelles (stomates et hydathodes).

### 1.4. Préparation des extraits :

#### Extraction à partir des feuilles de *M. oleifera* :

Quand une matrice est en contact avec un solvant, les composants solubles dans le matériel migrent vers le solvant ; ainsi, l'extraction est due au transfert de matière du principe actif de la matrice vers le solvant, selon un gradient de concentration (**Handa et al., 2008**).

L'extraction est effectuée par utilisation de (eau distillée, méthanol 60%, méthanol 80%, méthanol 100%). Trente grammes (30 g) de poudre obtenue sont mis dans 300ml d'eau distillée et d'éthanol à 80 %, à 60%, et à 100% à une température ambiante durant 24 heures sous agitateur magnétique et à l'abri de la lumière. Les quatre extraits ont été filtrés, par la suite, sur papier Wattman n°3. Les extraits sont ensuite concentrés et séchés à l'aide d'un Rotavapor réglé à 65°C jusqu'à l'obtention des résidus secs (**Sanogo et al., 2006**) ; (**Chikh S., 2014**).



**Figure 12: extraction des différents extraits de *Moringa oleifera*.**

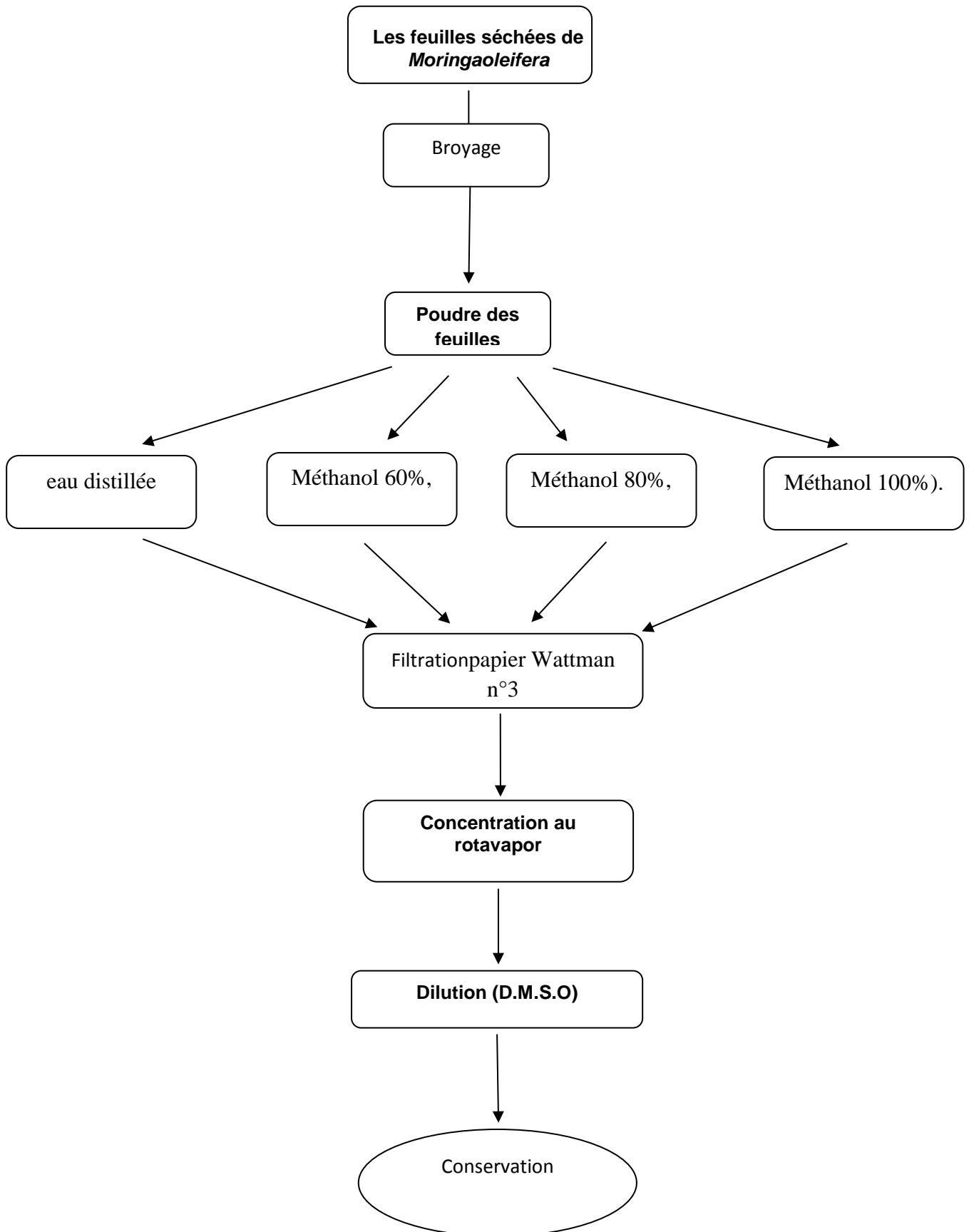


Figure 13: Les différents procédés d'extraction.

### 2. Calcul du rendement :

Le rendement d'extraction est le rapport entre le poids d'extrait et le poids de la plante sèche à traiter. Il est exprimé en pourcentage suivant la formule donnée par (Fallehet *al.* (2008).

$$R (\%) = 100 \text{ Mext/Méch.}$$

Où :

R : est le rendement en %.

Mext : est la masse de l'extrait après évaporation du solvant en gramme.

Méch : est la masse sèche de l'échantillon végétal en gramme.

### 3. Screening chimique :

Cette étude permet de mettre en évidence la présence de quelques groupes chimiques (les terpénoïdes, les flavonoïdes... etc.) dans notre plante. Le matériel végétal est épuisé successivement par macération dans les solvants (eau distillée, méthanol 60%, méthanol 80%, méthanol 100%). Les tests phytochimiques pour les tanins, les terpénoïdes, les flavonoïdes et les phénols ont été réalisés par différentes méthodes.

#### 3.1. Test des terpénoïdes :

On prend 5 ml de chaque extrait dans des tubes à essais et on ajoute 2 ml de chloroforme pure ( $\text{CHCl}_3$ ) et 3 ml d'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 96 % (goutte à goutte). Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration rouge marron (Abdul *et al.*, 2013).

#### 3.2. Test des tanins :

On ajoute à 1 ml de l'extrait, 2 ml d'eau distillée et 2 à 3 gouttes de trichlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ) à 1%. Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration : bleu noir, verte ou bleu verte et un précipité qui témoignent respectivement la présence des tanins catéchiques, galliques ou ellagiques. (Ramakrishna *et al.*, 2013).

### 3.3. Test des phénols :

On traite un ml de l'extrait avec quelques gouttes d'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) diluée à 1%. La présence des phénols est mise en évidence, par l'apparition d'une couleur jaune orangé (Ramakrishna *et al*, 2013).

### 3.4. Test des flavonoïdes :

On traite un ml de l'extrait avec quelques gouttes de soude (NaOH) diluée à 4%. La couleur vire au jaune intense en présence de flavonoïdes (Mohammad Amzad *et al*, 2013).

## 4. Étude antimicrobienne :

L'étude Antimicrobienne consiste à déterminer les paramètres antibactériens (CMI) de nos extraits pour cela on a utilisé la méthode de diffusion sur gélose (bauer *et al*, 1996)...

### 4.2. Préparation des dilutions des différents extraits :

Après avoir filtré les solutions mères obtenues (en fonction des différents rendements d'extraction) à travers un filtre millipore stérile de 0.45 µm de diamètre ; on procède à une série de dilution en progression géométrique de raison de manière à obtenir une gamme de concentration initiale dans des tubes à essais comprises entre 400 mg/ml et 12.5 mg/ml .

### 4.3. Préparation de l'inoculum :

L'*inoculum* bactérien a été préparé à partir de colonies de moins de 24 heures dans l'eau distillée stérile. Une colonie isolée de la culture bactérienne a été prélevée à l'aide d'une anse de platine et homogénéisée dans 10 ml de l'eau distillée stérile 4 à 5 h à 27°C pour *Pectobacterium carotovorum* et à 37 °C pour *S. aureus* pour avoir une pré-culture. Après incubation, la suspension bactérienne est ajustée jusqu'à obtention d'une densité de 10<sup>8</sup> UFC/ml, qui correspond à une DO de 0.9 à 580 nm pour *PCC*, une DO de 0,3 à 0,4 pour *S. aureus* à 620 nm. Cette suspension est diluée pour avoir un *inoculum* de 10<sup>4</sup> UFC/ml. 100 µl de cet *inoculum* ont été uniformément étalés à la surface de la gélose de Mueller- Hinton (MH). Des disques stériles de 6mm de diamètre sont imprégnés chacun avec 25 µl de chaque extrait à différentes concentrations et déposés sur la gélose. (Karabay-Yavasoglu *et al.*, 2007). Les disques témoins sont imprégnés de 20 µl du DMSO. Les boîtes de Pétri sont mises au réfrigérateur à 4°C pendant trois heures pour une pré-diffusion (Bansemir *et al.*, 2006).

Après 24 heures d'incubation à l'étuve, le diamètre des zones d'inhibition autour des disques est mesuré au moyen d'une règle graduée (**Karabay-Yavasoglu et al., 2007**).

#### **4.4.Remarque :**

Après avoir obtenue nos extraits brutes, on a opté à un screening chimique et un dosage des différents métabolites secondaire pour les détecter qualitativement et quantitativement à partir de nos extraits.

Ces réactions seront effectuées par un chromatogramme, et après l'obtention de résultats On a voulu améliorer la fiabilité de ces résultats en effectuant une QMI de chaque composé Ce qui va donner un résultat plus fiable et exact, mais malheureusement à cause des circonstances actuel on a pu réaliser cette étape.

# Résultats et Discussion

## Résultats et Discussion

### 1. Screening chimique :

La phytochimie qualitative est basée sur des réactions colorées ou des précipitations par des réactifs chimiques spécifiques réalisées sur les extraits de *MoringaoleiferaLam.*.

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles des composés existantes dans les extraits végétaux par les réactions préliminairement qualitatives avec une estimation quantitative. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques.

#### 1.1. Teneur en phénols solubles totaux

Les résultats montrent que la plante étudiée est riche en polyphénols et les teneurs en phénols totaux solubles PTS.

On observe également une différence de signification au niveau des extraits de feuilles et cela est en relation avec le solvant d'extraction. La teneur en PTS la plus élevée est obtenue avec le méthanol 80% et le méthanol 60% par rapport à l'eau distillée et au méthanol 100% qui présente une teneur faible.

#### 1.2. Teneur en flavonoïdes

Le contenu en flavonoïde diffère aussi en fonction du solvant d'extraction (M100%, M80%, M60% et ED). Les résultats indiquent que l'extrait M80% a donné la teneur en flavonoïde la plus élevée par rapport à l'extrait M100% et à l'extrait M60%. Par contre, l'extrait ED présente la plus faible teneur en flavonoïde des feuilles de *M. oleifera*.

### 1.3. Teneur en Tanins

La présence de tanins est déterminée par l'apparition d'une coloration vert-foncé dans les extraits. Les résultats obtenus (Fig.14) montrent l'apparition de la coloration au niveau de tous les extraits, traduisant ainsi la présence de tanins catéchiques dans les extraits de feuilles de *M. oleifera*.

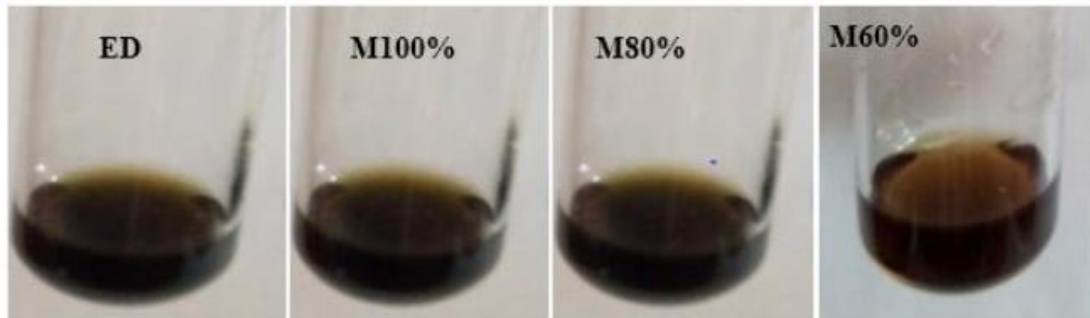


Figure 14: Mise en évidence d'alcaloïdes dans les extraits de feuilles de *M. oleifera*.

### 1.4. Teneur en Terpènes

La présence de terpènes est déterminée par l'apparition d'un anneau brun-rouge à l'interface de l'extrait. Les résultats obtenus montrent l'apparition d'un anneau brun rouge à l'interface de l'extrait M60% (Fig.15), traduisant ainsi la présence de Terpénoïdes solubilisés par notre solvant d'extraction.

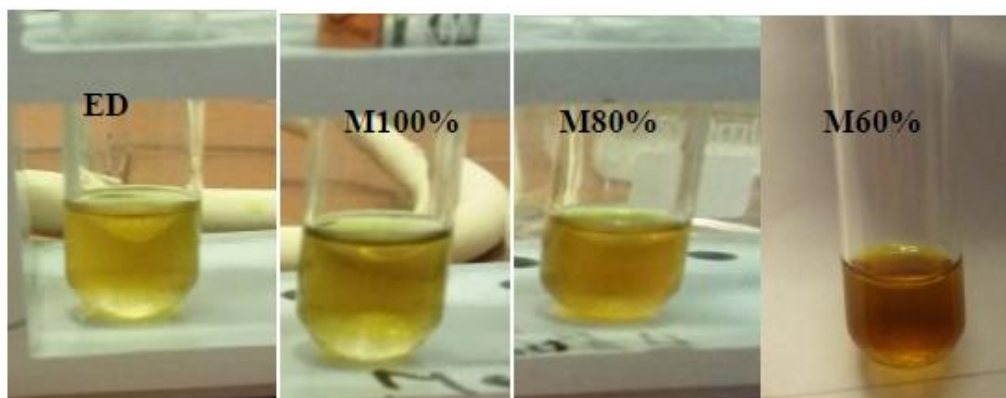
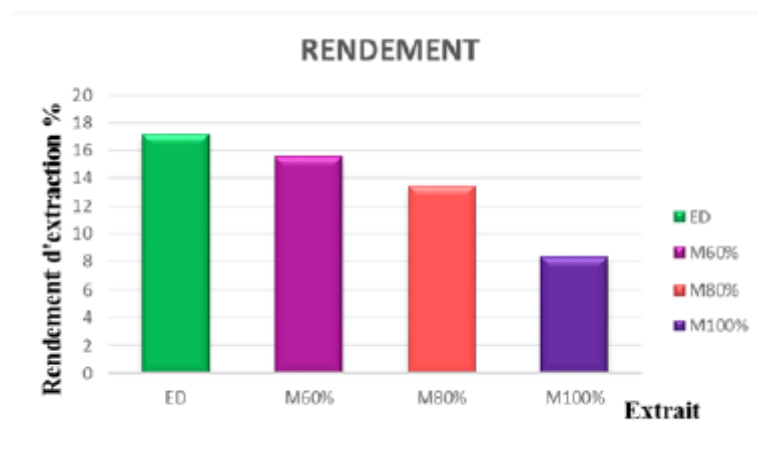


Figure 15: Mise en évidence des terpénoïdes dans les extraits de feuilles de *Moringaoleifera*.

## 2. Rendement d'extraction

Les rendements d'extractions (Figure 16) dépendent des facteurs mis en jeu (solvants et concentrations). Le rendement est calculé par rapport au poids de la matière sèche des feuilles de *Moringaoleifera*. L'extrait (ED) représente 17.43%, (M60) 15.72, (M80) 13.25, (M100) 8.34.

Le meilleur rendement est noté avec l'eau distillée (ED) par rapport aux extraits méthanoliques (M60%, M80% et M100%).



**Figure 16: Représentation graphique des rendements des extraits de feuilles de *Moringaoleifera*.**

## 3. Détermination de l'activité antibactérienne :

### 3.1. Pouvoir antibactérien des extraits de *M. oleifera* :

La présente étude vise à montrer la présence ou l'absence d'une activité antibactérienne en présence des extraits de feuilles de *M. oleifera*. Les diamètres des zones d'inhibition obtenus sont enregistrés dans les tableaux (7, 8).

**Tableau 7: Activité antibactérienne des extraits de feuilles de *M.oleifera* sur *Pectobacteriumcarotovorum*(PCC)**

PCC				
Concentrations des extraits	Extrait ED	Extrait M100%	Extrait M80%	Extrait M60%
C1 : 400mg/ml	16,25mm±0,353	13,60 mm±0,577	17,50 mm±0,707	17,50 mm±0,707
C2 : 200mg/ml	-	12,50 mm±0,707	12,50 mm±0,707	11,90 mm±0,141
C3 : 100mg/ml	-	10,60 mm±0,288	-	12,25 mm±0,353
C4 : 50mg/ml	-	8,60 mm± 1,154	-	15,50 mm±0,500
C5 : 25mg/ml	-	11,10 mm±0,763	-	10,5 mm0±0,500
C6 : 12.5mg/ml	-	9,30 mm± 0,577	-	15,50 mm±0,500

(-) : absence de zone d'inhibition

**Tableau 8: Activité antibactérienne des extraits de feuilles de *M. oleifera* sur *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*).**

S. aureus				
Concentrations Des extraits	Extrait ED	Extrait M100%	Extrait M80%	Extrait M60%
C1 : 400mg/ml	15,50 mm±0,707	-	10,60 mm±0,565	17,33 mm±0,565
C2 : 200mg/ml	6,66 mm ± 0,577	-	10,66 mm±0,577	09,50 mm±0,866
C3 : 100mg/ml	-	-	-	-
C4 : 50mg/ml	-	-	-	-
C5 : 25mg/ml	-	-	-	-
C6 : 12.5mg/ml	-	-	-	-

(-) : absence de zone d'inhibition

les extraits de feuilles de *M. oleifera* testés manifestent des effets inhibiteurs vis-à-vis de *P. carotovorum* et *S. aureus* avec des zones d'inhibitions allant de 06,66 à 17,50 mm.

L'effet inhibiteur diffère d'un extrait à un autre, en fonction de la concentration de l'extrait et du solvant d'extraction utilisé.

*PCC* est plus sensible aux extraits de feuilles de *M. oleifera* (M100% et M60%), leur effet inhibiteur est signalé à partir de la concentration de 12,5mg/ml. L'extrait de feuilles de *M. oleifera* (M80%) inhibe la croissance de *PCC* à partir de la concentration de 200 mg/ml et suivi de l'extrait de feuilles de *M. oleifera* (ED) qui inhibe la croissance de *PCC* de la dose de 400mg/ml.

D'autre part les résultats illustrés dans le tableau(7) indiquent qu'à une concentration de 400mg/ml, tous les extraits testés possèdent une activité antibactérienne à l'égard de *PCC*.

A cette même concentration l'effet inhibiteur le plus importante (17,5 mg/ml) est obtenu avec les extraits M80% et M60% des feuilles de *M. oleifera*.

Les extraits de feuilles de *M. oleifera* (ED, M80% et M60%) inhibent la croissance de *S. aureus* à partir de la concentration de 200mg/ml. L'extrait M100% ne présente aucun effet inhibiteur sur la bactérie.

## Discussion

L'objectif principal de la présente étude consiste à déterminer la composition chimique des extraits de feuille de *Moringaoleifera*, et d'évaluer l'activité antimicrobienne de ses extraits.

La détermination des rendements des différents extraits a montré une rentabilité importante en extrait. L'extrait (ED) représente 17.43%, (M60) 15.72%, (M80) 13.25%, (M100) 8.34%.

Le screening chimique a montré la présence en grande quantité des composés phénoliques (tanins, flavonoïdes, phénols) et des terpénoïdes.

Le test antibactérien réalisé avec les extraits montre que la susceptibilité des souches microbiennes varie d'une souche à une autre en fonction du type d'extrait. De même, les résultats diffèrent selon les concentrations en extraits utilisés. En effet, la quasi-totalité des extraits testés à une dose initiale de 12,5mg/ml n'ont eu aucun effet inhibiteur sur les souches testées sauf sur *P. carotovurum*(PCC) ou un effet inhibiteur a été observé avec les extraits de feuilles (M100% et M60%).

Les résultats montrent que ces extraits sont actifs sur la souche de *P. carotovurum*(PCC) à différentes concentrations surtout les extraits M60% et M80%. Cependant, les diamètres des zones d'inhibition produits par la concentration de 400 mg/ml sont supérieurs à ceux obtenus avec les autres concentrations des extraits.

Les extraits de feuilles (ED, M80%, M60%) sont actifs contre la souche de *S. aureus* avec les concentrations de 200 et 400 mg/ml.

# Conclusion

# Conclusion

Au début nous avons fixé comme objectifs pour cette étude, de tester l'effet antimicrobien des extraits des feuilles de *MoringaOleifera*, Les résultats obtenus pour l'effet inhibiteur sont positifs pour les deux espèces, pour les quatre préparations avec d'efférents degrés de sensibilité.

Les résultats de cette étude confirment l'intérêt médical et pharmaceutique de la plante de *M. oleifera*et confirme les multiples descriptions qui ont été dites à propos de cette «plante magique - arbre de vie - arbre miracle ».

Cette démonstration indiscutable, obtenus avec un protocole simple laisse voir a quel point il serait complètement irresponsable de négliger la phyofilière sur le plan de recherche et d'exploitation, surtout pour les pays émergeant.

En perspectives, les recommandations suivantes sont suggérées :

- Etablir des études phytochimiques des extraits de cette plante pour  
Pouvoir connaître leur composition et comprendre leur mode d'action.
- Réaliser une étude sur les effets antioxydants, antiviraux et antiparasitaires de cette plante
- Confirmer par des tests «*in vivo*» l'intérêt thérapeutique.

**References bibliographies**

### Reference bibliographique:

-Abdul W ,Mehreen G, Syed Babar J, Muhammad Naeem M, Khan A, Rukhsana G Asnad. (2013). Phytochemical Analysis of Medicinal Plants Occurring in local area of Mardan. *Biochemisry Analytical Biochemistry*, 2, série 4, pp 1-4.

- Al-Asmari A.Kh., Albalawi S.M., MdTanwirAthar, Khan A.Q., Al-Shahrani H., and Mozaffarul I., 2015 - *Moringaoleifera* an Anti-cancer Agent against Breast and colorectal cancer cell lines. Shame Ahmed Editor ,10(8)

-Alpha A D., 2013. Escherichia coli pathogènes et résistantes aux antibiotiques dans les effluents d'origine humaine et animale : Prévalence et caractérisation avant et après traitement épuratoire. Thèse de doctorat : Microbiologie. l'Université Toulouse III - Paul Sabatier.P 13

- AMROUNE S E.2018.PHYTOTHERAPIE ET PLANTES MEDICINALES. . Mémoire du master : Protection des Ecosystèmes. Université des Frères Mentouri Constantine ,66p

-Bachir Bouadjera Z, Ziadi H.2019. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits poly phénolique de *zygophyllum album* contre les bactéries responsable des infections nosocomiales. Mémoire du master : sciences biologiques. Université DjillaliLiabes de Sidi Bel Abbes, 52 p

-Bansemir A., Blum M., Schröder S. and Lindequist U. (2006). Screening of cultivated seaweeds for antibacterial activity against fish pathogenic bacteria. *Aquacul.* 252 : 79-84.

- Baskin J. M., Ludlow C. J., Harris T. M. and Wolf F. T. (1967).Psoralen, an inhibitor inthe seeds of *Psoraleasubacaulis*(Leguminosae). *Phytochemistry*, 6: 1209-1213.

-Bauer AW., Kirby WM ., Sherris JC., Yurck M. Antibiotic susceptibility testing by a standard single disc method. *Am J. Clin. Pathol.* 451 (1996); 493-496.

-Becker, K., Harmsen, D., Mellmann, A., Meier, C., Schumann, P., Peters, G., & von Eiff, C. (2004). Development and evaluation of a quality-controlled ribosomal sequence database for 16S ribosomal DNA-based identification of Staphylococcus species. *Journal of ClinicalMicrobiology*, 42(11), 4988-4995. doi : 10.1128/JCM.42.11.4988-4995.2004

## Références bibliographiques

- **Berthoud.M** : Comment conserver les plantes sauvages. [SITE WEB]( 4 octobre 2019), disponible sur : <https://cueilleurs-sauvages.ch/comment-conserver-les-plantes-sauvages/> page consultée le 06/05/2020
- **Berkovitch L., Earon G., Ron I., Rimmon A., Vexler A. and Lev-Ari S.**, 2013-  
*Moringaoleifera* aqueous leaf extract down-regulates nuclear factor-kappaB and increases cytotoxic 67 effect of chemotherapy in pancreatic cancer cells, *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13:212
- **Besse F.**, 1996 - L'Arbre du mois – *Moringaoleifera* Lam.; Le flamboyant – Bulletin de liaison des membres du réseau Arbres tropicaux No 40 ; 5p.
- **Beth D.**, 2005 - Moringa Water Treatment. An ECHO Technical Note. Internet: [www.echotech.org/mambo/images/DocMan/MorWaterTreat.pdf](http://www.echotech.org/mambo/images/DocMan/MorWaterTreat.pdf) (consulté le 4 Mars 2018).
- **BOIZOT N et CHARPENTIER J.P.**, 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre fougère. *Le cahier des techniques del'Inra*. pp79-82.
- **BOUGHENDJIOUA H.** ,2001. Les plantes médicinales utilisées pour les soins de la peau. Inventaire et extraction des principes actifs de Citrus limon, Cinnamomumzeylanicum. Mémoire de magister : biologie végétale. Université Badji-Mokhtar – ANNABA, 111p
- **Broin M.**, 2005, Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringaoleifera*. CTA ,5p. Disponiblesur <http://www.moringanews.org>.
- **BRUNETON J**, 1993. *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales*. Technique et documentation. Ed. Lavoisier, Paris, 915 p
- **Bruneton J.** 2009. *Pharmacognosie-Phytochimie, plantes médicinales*. 4ème édition. Paris: Edition Tec & Doc. Edition médicales internationales 1292 p.
- **Chadhary S.K., Ceska O., Warrington P.J. et Ashwood-Smith M. J.** (1985). Increased furocoumarin content of celery during storage. *J. Agr. Food. Chem.*, **33** (6):1153-1157
- **Chukwuebuka E**, (2015): *Moringaoleifera* «The Mother's Best Friend». *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. Vol. 4, N°. 6, pp. 624-630.

## Références bibliographiques

- **Chumark P., Khunawat P., Sanvarinda Y. Phornchirasilp, S., Morales, P. N., Phivthong-ngam, L., Ratanachamnong, P., Srisawat, S., & Pongrapeeporn, K. S. (2008).** The in-vitro and in-vivo antioxidant properties, hypolipidaemic and antiatherosclerotic activities of water extract of *Moringa oleifera* Lam. leaves. *J Ethnopharm.* 116:439-446.
- **Chung, K., Wong, T.Y., Wei, C., Huang, Y., Lin, Y. (1998).** Tannins and human health. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 38: 421-464.
- .
- **Cowan, M.M. (1999).** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clin. Microbiol Re*, 12 (4): 564- 582
- **Creighton W., 2001,** Production de graines de *Moringa oleifera* en Tanzanie. Optima of Africa Limited, 5p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>
- **Croteau R., Kutchan T.M., Lewis N.G. (2000).** Natural Products (Secondary metabolites). *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*, Buchanan B., Grissem W, Jones R. (eds). *Americ. Soc. of Plant Physiologists.* 1250-1318.7
- **Crozier, A., Clifford, M.N., Ashihara, H. (2006).** Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edt Blackwell Publishing Ltd.
- **Cusson C., 2007** L'Aromathérapie & Les huiles essentielles, 505p
- **David, M. D., Kearns, A. M., Gossain, S., Ganner, M., & Holmes, A. (2006).** Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: nosocomial transmission in a neonatal unit. *The Journal of Hospital Infection*, 64(3), 244-250. doi : 10.1016/j.jhin.2006.06.022
- **De Saint Sauveur A. et Broin M., 2010,** Produire et transformer les feuilles de *Moringa*, imprimerie Horizon à Gémenos, 69p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>
- **DJOMBERA Z., 2018 .** SURVEILLANCE DE LA RESISTANCE AUX ANTIMICROBIENS DES SOUCHES DE *PROTEUS ISOLEES* AU LABORATOIRE

## Références bibliographiques

RODOLPHE MERIEUX .thèse de doctorat : pharmacie. UNIVERSITE DES SCIENCES, DES TECHNIQUES ET DES TECHNOLOGIES DE BAMAKO , 116p

-**Edition médicales internationales** Tec & Doc Lavoisier, **1999**. p 1120

- **ElGharras H. 2009**. Polyphenols: Food sources, properties and applications - A review. International Journal of Food Science and Technology, 44(12): 2512–2518.

- **Farooq F., Rai M., Tiwari A ., Khan AA ., Farooq S. (2012)**. Medicinal properties Of *Moringaoleifera*: an overview of promising healer. *J Med Plants Res.* 6: 4368-4374.

-**Foidl N., Makkar H.P.S.et Becker K., 2001**, Potentiel de *Moringaoleifera* en agriculture et dans l'industrie, 39p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>

- **Fridkin, S. K., Hageman, J. C., Morrison, M., Sanza, L. T., Como-Sabeti, K., Jernigan, J. A., Harriman, K., Harrison, L. H., Lynfield, R., & Farley, M. M. (2005)**. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* disease in three communities. *The New England Journal of Medicine*, 352(14), 1436.

-**Georgewill O.A., Georgewill U.O., Nwankwoala R.N.P. (2010)**. Antiinflammatory effects of *Moringaoleifera* lam extract in rats. *Asian. Pac. J. Trop. Med.* 3(2): 133-135.

-**GLOMBITZA K. W. & GERSTBERGER G. (1985)**. *Phytochemistry* (Elsevier) p24, 543-551.

-**GOODWIN T. W., & EDITOR (1988)**. *Plant Pigments*.

- **HARBORNE J.B., (1980)**. *Plant Phenolics: Encyclopedia of Plant Physiology*, New series.p8,329-402.

-**HarimalalaAndriambelo N., Rasoarinanahary M., Hiol A., Remize F., Porphyre V., Razanamparany L., 2016** - Composition phénolique et activité antioxydant à deux stades de développement des feuilles de *Moringaoleifera*; Rencontre de l'Agroalimentaire en Océan Indien- 5ème édition. Université de la Réunion, Ecole Supérieur d'Ingénieurs Réunion Océan Indien Université d'Antananarivo.

## Références bibliographiques

- **Haslam, E. (1996)**. Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. *J. Nat Pro*, 59: 205-215.
- **Hernández I., Alegre L., Van Breusegem F. and Munné-Bosch S. 2009**. Trends in Plant Science, 14 (3), 125–132.
- Hopkins W.G. (2003)**. Assimilation du carbone et productivité. Dans: *Physiologie végétale. Traduction de la 2ème édition américaine par Serge Rambour. Editions De Boeck université*, 515p.
- **Hughes, C. M., Smith, M. B., & Tunney, M. M. (2008)**. Infection control strategies for preventing the transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in nursing homes for older people. *Cochrane Database of Systematic Reviews (Online)*, (1)(1), CD006354. doi : 10.1002/14651858.CD006354.pub2
- **Itogi Nauki i Tekh.**, Ser.: Biol. Khim., Moscow: VINITI, (1987).
- **Iwashina T. 2000**. The structure and distribution of the flavonoids in plants. *Journal of Plant Research*, 113: 287–299.
- **Jean Bruneton** "pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales" 3ème Ed, Paris,
- KADA S. , 2018**. Recherche d'extraits de plantes médicinales doués d'activités biologiques. Thèse de doctorat : Biochimie . Université Ferhat Abbas Sétif 1 , 172p
- Karabay-Yavasoglu N.U., Sukatar A., Ozdemir G. and Horzum Z. (2007)**. Antimicrobial Activity of volatile components and various extracts of the red alga *Jania rubens*. *Phytother. Res.* 21, 153-156.
- Kluytmans, J., van Belkum, A., & Verbrugh, H. (1997)**. Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks. *Clinical Microbiology Reviews*, 10(3), 505-520.
- Kooltheat N., Sranujit R. P., Chumark P., Potup P., Laytragoon-Lewin N. and Usuwanthim K. (2014)**. An ethyl acetate fraction of *Moringa oleifera* Lam. inhibits human macrophage cytokine production induced by cigarette smoke. *Nutrients*, 6 (2): 697-710.
- **Koul B et Chase N, (2015): Moringa oleifera Lam: Panacea to several maladies**, Département de Biotechnologies Biosciences, Lovely Professional University (LPU),

## Références bibliographiques

J. Chem. Pharm. Res, 7(6):687-707, India, ISSN : 0975-7384.

- **Kristiina Pelli et Marika Lyly VTT** Biotechnology Finlande: "Les antioxydants dans l'alimentation" Institut National de la Recherche Agronomique, France juin 2002.

- **Limonier A-S. 2018.** La Phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Thèse de doctorat : pharmacie. FACULTE DE PHARMACIE De Aix MARSEILLE, 99p

- **Louni Sofiane, 2009.** Extraction et caractérisation physicochimique de l'huile de graines de *Moringaoleifera*

- **LUGASI A., HOVARI J., SAGIK., and BIRO L, 2003.** The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *J. Acta. biologica. szegediensis.* 47 (1-4):119-125. (Cited in Mohammedi Z, 2005).

- **MACHEIX J.J, 1996.** Les composés phénoliques des végétaux: quelles perspectives à la fin du XXème siècle?, *Acta bot. Gallica*, 143(6). 473-479.

- **Madi O.P., Bourou S. and Woin N. (2012).** Utilisations et importances socioéconomiques du *Moringaoleifera* Lam. en zone de savanes d'Afrique Centrale. Cas de la ville de Maroua au Nord-Cameroun. *J. Appl. Biosci.*, 60 : 4421-4432.

- **MAKKAR, H.P.S. & BECKER, K. (1997).** Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringaoleifera* tree. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 128, 311-322.

- **Malo T., 2014** - Effet de la fertilisation sur la croissance et la production de *Moringaoleifera* local et *Moringaoleifera* PKM-I dans la Région des Cascades (Burkina Faso). Mémoire de fin de cycle Institut du Développement Rural Université Polytechnique de Bobo – Dioulasso

- **Mbikay, M. (2012).** Therapeutic potential of *Moringaoleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia : a review. *Front. Pharmacol* 3:24. doi:10.3389/fphar.2012.00024

- **Mehta L.K., Balaraman R., Amin A.H., Bafna P.A. and Gulati O.D. (2003).** Effect of fruits of *Moringaoleifera* on the lipid profile of normal and hypercholesterolaemic

## Références bibliographiques

rabbits. *J. Ethnopharmacol.* 86: 191–195.

- **Melle Amélie LHUILLIER** " Contribution a l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches: *agauriasalicifolia* hook.f ex oliver, *agauriapolyphyllabaker* (ericaceae), *tambourissatrichophyllabaker* (monimiaceae) et *embeliaconcinabaker* (myrsinaceae)" (2007) Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.

- **Messaoud A., 2015**- Culture de la Moringa à Bechar : réussite des essais à Tabelbala, Le quotidien le courrier d'Algérie, édition 10/11/2015, consulté le 02/04/2018.

- **MOHAMED OUALI D, 2016.** Travaux en cours

- **Mohammad Amzad H., Khulood Ahmed S., Zawan Hamood A., Afaf Mohammed W. (2013).** Study of total phenol, flavonoids contents and phytochemical screening of various leaves crude extracts of locally grown *Thymus vulgaris*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3, série 9, pp 705-710.

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

- **Murray, P. R., Baron, E. J., Jorgensen, J. H., Landry, M. L., Pfaller, M. A., & Tenover, R. H. (Eds.). (2003).** *Manual of Clinical Microbiology* (8th ed.). Herdon, VA, United States of America : American Society for Microbiology.

**M. Slimane khayi ., 2015.** Génomique comparative des bactéries *Dickeya solani* et *Pectobacterium wasabiae*, pathogènes émergents chez *Solanum tuberosum*. thèse de doctorat : Biologie. l'Institut de Biologie Intégrative de la Cellule (I2BC), UMR9198, Avenue de la Terrasse à Gif-sur-Yvette. P 19

- **M. Ya. Lovkova, G. N. Buzuk, S. M. Sokolova, and N. I. Kliment'eva.** " Chemical Features of Medicinal Plants (Review) " *Applied Biochemistry and Microbiology*, Vol. 37, No. 3, (2001), pp. 229–237.

- **Ndong M. et Wade S., 2007** - Valeur nutritionnelle du *Moringa oleifera*; *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, vol. 7, No. 3, 14p

- \*<http://www.monografias.com/trabajos88/desarrollo-del-morango/desarrollodelmorango.html>

## Références bibliographiques

- Nickon F., Saud Z.A., Rehman M.H. and Haque M.E. (2003). *In-vitro* antimicrobial activity of the compound isolated from chloroform extract of *M. oleifera* Lam. *Pak. J. Biol. Sci.* 22: 1888-1890
- Nweze N.O. and Nwafor F.I. (2014). Phytochemical, Proximate and Mineral Composition of Leaf Extracts of *Moringaoleifera*Lam. From Nsukka, South-Eastern Nigeria. *IOSR J. Pharm. Biol. Sci. (IOSR-JPBS)*. 9: 99-103.
- ODEE , D , 1998. Forest technology research in drylands of Kenya: the development of Moringaspecies. *Dryland Biodiversity*. 2:7-8.
- Othman A.S. and Ahmed N.A. (2017). Antibacterial effect of the ethanol leaves extract of *Moringaoleifera*and*Camelliasinensis*against multi drug resistant bacteria. *Int. J. Pharmacol.* 13 (2) : 156-165.
- Parsonnet, J., Hansmann, M. A., Delaney, M. L., Modern, P. A., DuBois, A. M., Wieland-Alter, W., Wissemann, K. W., Wild, J. E., Jones, M. B., & Seymour, J. L. (2005). Prevalence of toxic shock syndrome toxin 1-producing *Staphylococcus aureus* and the presence of antibodies to this superantigen in menstruating women. *Journal of Clinical Microbiology*, 43(9), 4628.
- Paseshnichenko, V.A., *Biosintezi"biologicheskayaaktivnost' rastitel'nykhterpenoidovisteroidov (Biosynthesis and Biological Activity of Plant Terpenoids and Steroids)"*,
- Pathak M. A., Farrington D. J. and Fitzpatrick T. B. (1962). The presently known distribution of furocoumarins (psoralens) in plants. *Journal of investigativeDermatology*, 39: 225-299.
- Peixoto J.R., Silva G.C., Costa R.A., De Sousa Fontenelle J.L., Vieira G.H.,Filho A.A. and Dos Fernandes Vieira R.H. (2011). *In vitro* antibacterial effect of aqueous andethanolicMoringa leaf extracts. *Asian Pac. J. Trop. Med.*: 201-204.
- PORTER L. J. (1989). *Methods in Plant Biochemistry*. p1, 389-419.
- Pousset J., 1999, *le Moringaoleiferaest une plante miracle*. Disponible sur <http://www.Essentialdrugs.org>. Consulté le 26/09/2013.

## Références bibliographiques

- **Rahman, I., Biswas, S.K., Kirkham, P.A. (2006).** Regulation of inflammation and redox signaling by dietary polyphenols. *BiochemPharmacol*, 72: 1439-1452.
- Ramkrishna U., Dinesh kumar B., Narayan S., Ratna P. (2013).** Phytochemical screening and polyphenol estimation by HPLC of *Terminaliaarjuna*. *Intrnationa journal of research in pharmacology and pharmcotherapeutics*. 2. Série 3, pp 471-482.
- Raven H., Evert R. F., Eichhorn S. E. (2000).** Biologie végétale. 6e édition. Traduit par Jules ,Bouharmont avec la collaboration scientifique de Charles-Marie Evrard. *De BoeckUniversité- Paris*, 944p.
- Ravindra C., Joshi B.;Vasantharaj D., Rashmi K. 2016** - A review of the insect and mite pests of *Moringaoleifera* Lam. *Agriculture for Development*, 29 (2016).
- Roloff A., Weisgerber H., Lang U., Stimm B., 2009** - *Moringaoleifera* Lam., 1785 : Enzyklopädie der Holzgewächse – 40. Erg.Lfg. 6/05 . WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim ISBN: 978-3-527-32141-4.
- **Rosa D., 1993, Moringaoleifera: un arbre parfait pour les jardins à la maison.** Forest service, Dept. Of Agriculture, U. S. A. Cité le 12/11/2003 sur [www.winrock.org](http://www.winrock.org)
- Sanogo R., Daillo-D., Diarra-S., Ekoumou-C., Bougoudogo-F.** Activité antibactérienne et antalgique de deux recettes traditionnelles utilisables dans le traitement des infections urinaires et la cystite au mali.These de pharmacie. Faculté de médecine de pharmacie et d'odontomatologie, FMPOS. Université de Bamako. Mali : P19.
- **Scalbert, A. (1991).** Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, 30: 3875-3883.
- **Scherer, R., Godoy, H.T. (2009).** Antioxidant activity index (AAI) by the 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. *Food Chem*, 112: 654–658.
- **Singh H. B. (2009).** Oxidative DNA damage protective activity, antioxidant and anti-quorum sensing potentials of *Moringaoleifera*. *Food Chem. Toxicol.* 47 : 1109-1116.
- **Singh K. and Tafid GM. (2013).** Antibacterial activity of *Moringaoleifera*(lam) leaves extracts against some selected bacteria. *Int j pharm pharm sci.* 6 (9) : 52-54.
- **T Bahorun,** "Substances naturelles actives: La flore mauricienne, une source

## Références bibliographiques

d'approvisionnement potentielle" Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius 83-94 AMAS 1997.

- **The burden of fungal disease:** new evidence to show the scale of the problem across the globe (Life, 2017 : <http://go.nature.com/2sMKpuN>).

- **Yoshida, H., Ishikawa, T., Hosoi, H., Suzukawa, M., Ayaori, M., Hisada, T., et al. (1999).** Inhibitory effect of tea flavonoids on the ability of cells to oxidize low density lipoprotein. *Biochem Pharmacol*, 58 : 1695–703.

- **Yusoff. M. M, (2016):** Aqueous enzymatic extraction of *Moringa oleifera* oil with high pressure processing pre-treatment, these de doctorat en philosophie, département aliment et sciences alimentaires, université de Reading, angleterre, p214

- **Zobel A. M. and Brown S. A. (1988 b).** Determination of furanocumarins on the leaf surface

of *Rutagraveolens* with an improved extraction technique. *J. Nat. Prod*, 51: 941-946.

- **Zobel A. M. and Brown S. A. (1990).** Dermatitis-inducing furanocoumarins on leaf surfaces of eight species of Rutaceous and Umbelliferous plants. *Journal of Chemical Ecology* **16**, 3: 693-700.