

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :

N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies
Département de génie des procédés

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : *Sciences et Technologies*

Filière : *Génie des procédés*

Spécialité : *Génie chimique*

Par : Latla Saadia

Oulad laid Meriem

Thème

Etude des fractions Lipidiques et Protéiques des extraits de quatre parties de *Moringa Oleifera L* (Feuilles, Fleurs, Gousses et Graines) Cultivée à Metlili (Ghardaïa).

Soutenu publiquement le : 10/09/2020.

Devant le jury :

BOUKHARI Hamed	MAA	Univ. Ghardaïa	Président
HELLALI Naima	MCB	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mansouri Khaled	MCB	Univ. Ghardaïa	Examineur
LAGHOUTER Oum Kelthoum	Maitre assistante.	Univ. Ghardaïa	Encadreur

Année universitaire: 2019 / 2020.

Dédicaces

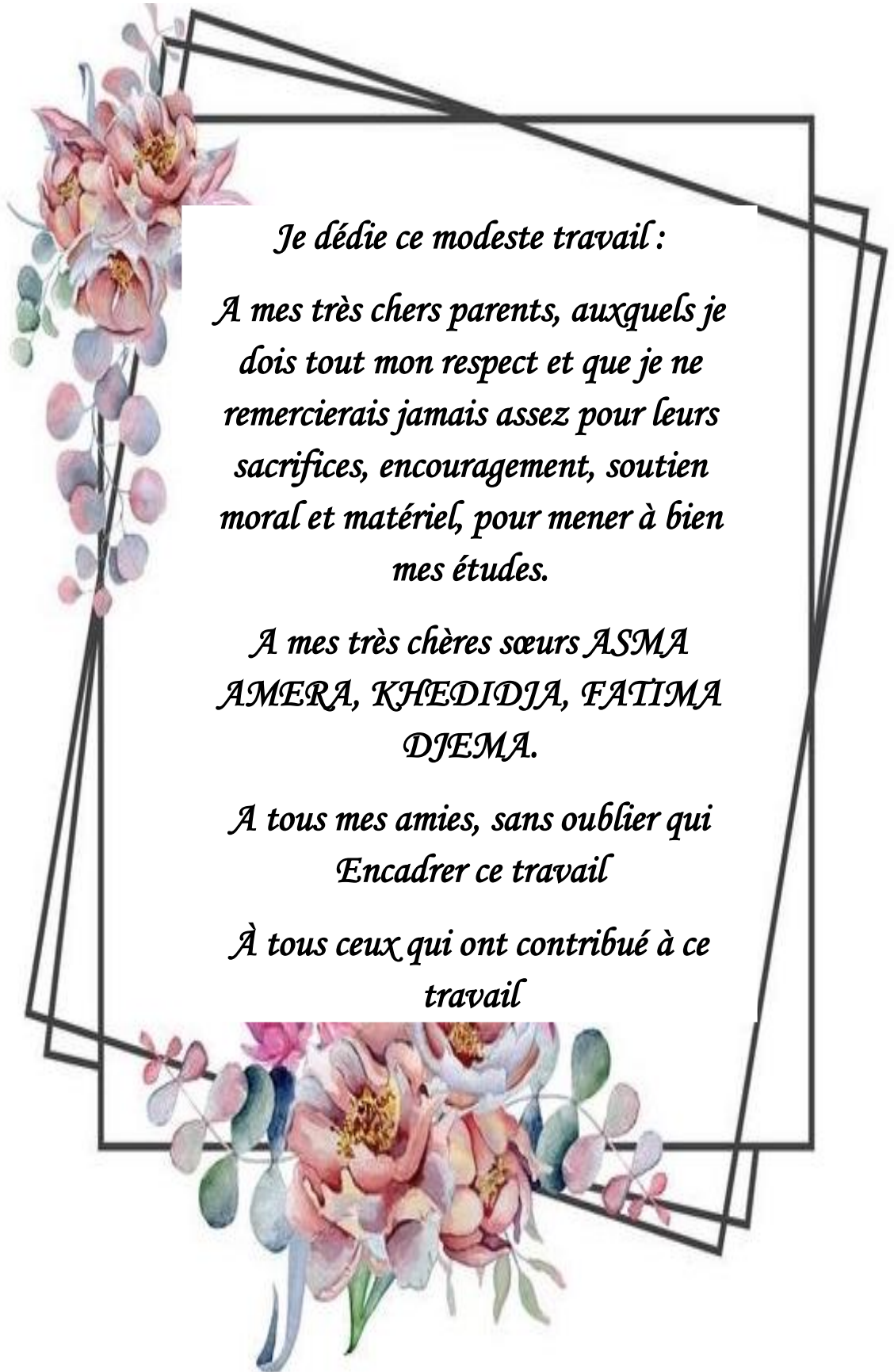
Je dédie ce modeste travail :

*A mes très chers parents, auxquels je
dois tout mon respect et que je ne
remercierais jamais assez pour leurs
sacrifices, encouragement, soutien
moral et matériel, pour mener à bien
mes études.*

*A mes très chères sœurs ASMA
AMERA, KHEDIDJA, FATIMA
DJEMA.*

*A tous mes amies, sans oublier qui
Encadrer ce travail*

*À tous ceux qui ont contribué à ce
travail*





*Tout d'abord, je remercie le bon dieu
clément et miséricordieux de nous
guider sur le bon chemin.*

Je tiens à remercier

*Mes parents pour leur soutien et
leur encouragement.*

*Mes sœurs, mes frères toute ma
famille et à toutes mes amies*

Pour leur encouragement

Meriem

Remercîments

Au terme de ce travail, il nous est agréable avant tout de remercier Dieu, le tout puissant, pour nous avoir données la force et la patience pour achever ce travail.

A nos chers parents qui dès notre naissance, ont toujours fait de leur mieux pour qu'afin, nous somme là. Pour leur volonté de nous avoir appris le sens de la persévérance, ainsi que pour leurs inspirations courageuses.

*Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude vont particulièrement à notre encadreur M^{elle} **Laghouiter Oum Keltoum** qui a dirigée ce travail avec une grande rigueur scientifique, une patience, pour sa grande générosité, ses précieux conseils, sa contribution et soutien tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer dans la rédaction. Qu'elle trouve ici notre très grande reconnaissance.*

*Nous remercions vivement le chef de département de Génies de procédés Mme **Hellali N** et Mr **Arif M** et tous le corps Académique et scientifique de la faculté des sciences techniques à l'université de Ghardaïa en général et ceux du Département de Génie des procédés en particulier, qui nous ont suivi tout au long de notre cursus universitaire notamment ceux qui ont bien voulu nous honorer et faire partie du jury afin d'évaluer ce modeste travail à Mr comme président du jury, Mr **H. Boukhari**, M^{elle} **N. Hellali** et Mr **K. Mansouri** pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant d'être examinateurs.*

*Nos remerciements s'adressent également au responsable de laboratoire de chimie à **Aouf D** et **Derbali I** pour nous avoir confiées un travail aussi intéressant, pour leurs soutiens, leurs orientations et pour mis à notre disposition tout le matériel nécessaire et disponible pour mener à bien ce travail. Sans oublier les responsables de la bibliothèque de sciences techniques et de biologie pour leur disponibilité.*

*Nous tenons également à remercier tous les étudiants de 2^{eme} année master **Génie chimie** promos 2019-2020. Bien que toutes les personnes qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouvent ici mes sincères remerciements.*



ملخص

مورينجا اوليفرا، شجرة الحياة نبتة طبية ذات قيمة غذائية عالية، تعتبر مخزن المركبات الغذائية و المواد الفعالة ما يكسبها العديد من الميزات العلاجية و الصناعية الواجب استغلالها و تثمينها.

تهدف هذه الدراسة الى تقدير نسبة المركبات الليبيدية و البروتينية لاربعة اجزاء(أوراق، ازهار، ثمار و بذور) من نبتة المورينجا المزروعة بمنطقة متليلي (غرداية)

استخلاص الزيت من الأجزاء الأربعة لهذه النبتة بطريقة التقع صلب سائل باستخدام الهكسان أثبت ثراءها بالدهون بنسبة (4-19 %) وخاصة البذور.

تقدير كمية البروتين في الأجزاء البروتينية الثلاثة باستخدام طريقة بيوريت سمح لنا باعتبار هذا النبات كمصدر هام للبروتينات خاصة الالبومين و الغلوبولين الموجودين بنسب مرتفعة (%48.2-19.032) حيث يمثل الالبومين البروتين الاساسي للأوراق في حين تحتوي الثمار (القرون) على نسب عالية من الغلوبولين و البرولامين.

على ضوء النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة، يمكن اعتبار نبات المورينجا كمصدر غذائي واعد غني بالمركبات الفيتوكيميائية خاصة الليبيدات و البروتينات، والذي يبرر خصائصه الدوائية والعلاجية.

الكلمات المفتاحية: مورينجا أوليفيرا، الدهون، المركبات البروتينية ، الخصائص الدوائية.

Abstract

Moringa oleifera is a medicinal plant, and the reservoir of phytonutrients attributes it multiple benefits must be valorized and profited, it is cited in the literature as a nutritional and medicinal plant. In this study we have quantified the lipid and protein compositions of the leaves, flowers, fruits and seeds of the Moringa cultivated in Metlili region (Ghardaïa). The extraction of lipids from the four parts of the plant by Soxhlet using hexane shows their richness in edible oil (19-4%), in particular the seeds.

The quantification of the protein compounds in the three protein fractions by the Biuret method, allows us to confederate this plant as a potential source of protein, especially in albumin and globulin with contents of (19.032-48.293%). The leaves are rich in albumin. However, globulin and prolamine are the majority fractions in pods (fruits).

In the light of obtained results, the Moringa plant may consider as a promising source of photochemical compounds such as lipids and proteins, which justifies their pharmacological and therapeutic properties.

Key words: *Moringa oleifera*, lipids, protein compounds, pharmacological properties.

Résumé

Moringa oleifera est une plante médicinale, et réservoir des phytonutriments lui attribuent des multiples avantages méritent d'être valoriser et profités, elle est décrite dans la littérature comme une plante d'intérêt nutritionnel et médicinal. Dans cette étude nous avons quantifiés les compositions lipidiques et protéiques des feuilles, fleurs, gousses et graines de plante *Moringa* cultivé dans la région de Metlili (Ghardaïa). L'extraction des lipides de quatre parties de la plante par Soxhlet en utilisant l'hexane, montre leur richesse en huile alimentaire (19-4%) en particulier les graines.

La quantification des composés protéiques dans les trois fractions par la méthode de Biuret, nous permet de confédérer cette plante comme une source potentiel de protéines spécialement les fractions d'albumine et globuline avec des teneurs (19.032-48.293 %). Les feuilles sont riches en albumine. Cependant, la globuline et la prolamine sont les fractions majoritaires dans les gousses (fruits).

A l'essor des résultats obtenus, la plante *Moringa* peut considérer comme une source prometteuse des composés photochimiques tels que les lipides et les protéines, ce qui justifier leurs propriétés pharmacologiques et thérapeutiques.

Mots clés: *Moringa oleifera*, lipides, composés protéiques, vertus pharmacologiques.

Liste des Figures

N°	Titre	Page
Figure I.1	Les différents parties de plante <i>Moringa Oleifera</i> . (A: l'arbre entière; B: Feuilles; C: fleurs; D: gousses; E: graines ; F: Racines)	8
Figure I.2	Classification des lipides.	15
Figure I.3	Structure des protéines.	17
Figure II.1	Les différentes parties de <i>Moringa oleifera</i> testés.	18
Figure II.2	Les extraits lipidiques de quatre parties de Moringa.	19
Figure II.3	Variabilité des Teneurs en lipides extraites de quatre parties de Moringa.	20
Figure II.4	Courbe d'étalonnage de l'albumine	23
Figure II.5	Variabilité de la composition en protéines dans les fractions d'albumine extraite de quatre parties de Moringa	24
Figure II.6	Variabilité de la composition en protéines dans les fractions de globuline extraite de quatre parties de Moringa.	24
Figure II.7	Variabilité de la composition en protéines dans les fractions de prolamine extraite de quatre parties de Moringa	25
Figure II.8	Variabilité de la composition en protéines totaux dans les différentes fractions extraites de quatre parties de Moringa.	26

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau II.1	Rendement en lipides dans les quatre parties de Moringa.	20
Tableau II.2.	Le pourcentage des fractions protéiques dans les extraits des tourteaux délipidés de quatre parties de Moringa (%).	25

Liste des Abréviations

CPG	Chromatographie phase gazeuse
DPPH	1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl
EC₅₀	Efficient concentration
ERO	Espèces Réactives de l'Oxygène
FAO	Food and Agriculture Organization
FID	Détecteur à ionisation de flamme
GAE	Acid Galique Equivalent.
LDL	Lipoprotéine de basse densité.
MS	Matière Sèche.
Q.ha	quintaux par hectare.
RE	Rutine équivalent.

Sommaire

Liste des Figures	
Liste des Tableaux	
Liste des Abréviations	
Introduction Générale	1
Chapitre -I- Synthèse bibliographique	
I. Généralités sur la plante <i>Moringa Oleifera</i>	4
I.1. Historique et distribution du <i>Moringa Oleifera</i>	5
I.2. Classification systématique de <i>Moringa Oleifera</i>	5
I.3. Description botanique	6
I.4. Croissance et développement	6
I.5. Ecologie	7
I.6. Composition chimique et propriétés	8
I.7. Valeur nutritive et applications de <i>Moringa Oleifera</i>	11
I.8. Les lipides	15
I.8.1. Classification des lipides	15
I.8.2. Rôle biologique des lipides	16
I.9. Les Protéines	16
I.9.1. Définition et Structure chimique	16
I.9.2. Classification des protéines	17
Chapitre –II- Partie Expérimentale	
II. Matériels et Méthodes	18
II.1. Matériels	18
II.2. Méthode	19
II.2.1. Extraction et analyse des lipides	19
II.2.2. Rendement des lipides	19

II.2.3. Extraction et dosage des protéines	21
II.2.3.1. Extraction des protéines	21
II.2.3.2. Dosage des protéines	21
II.2.4. Quantification des composés protéiques	23
Conclusion Générale	
Références Bibliographiques	
Annexes	

I. Introduction Générale

Notre nourriture est notre médicament suivent l'adage d'Hippocrate, qui a dit: «Que votre nourriture soit votre médicament et votre médicament soit votre alimentation et traitez chaque patient avec les plantes de sa terre, afin qu'il puisse être guéri». Celui qui mange bien évidemment restera en bonne santé, car seuls les aliments contiennent des éléments intrinsèques permettant à l'organisme de se maintenir en bonne santé. De plus, la meilleure nourriture et la plus appropriée pour l'individu est celle de l'environnement dans lequel l'individu vit lui-même.

Notre alimentation doit être riche en antioxydants naturels, saine et équilibré. En ce qui concerne les musulmans, la clé d'une bonne santé se trouve dans le Coran et la Sunna, le remède à toute maladie se trouve dans la nature. C'est précisément ce que le Prophète voulait dire quand il a déclaré: «Celui qui a mis la maladie sur Terre y a également placé son remède»; Allah qui a envoyé la maladie et envoyé le remède, créant pour chaque maladie un remède à partir de plantes et de miel, car les deux sont curatifs. Il n'a pas créé de maladie sans en guérir.

Dans le cadre de rechercher et d'isoler des nouvelles substances actifs à des effets thérapeutiques et industriels à travers la valorisation et l'exploitation des plantes cultivés et spontanées algériennes et notamment de la région de Ghardaïa où les habitats sont réputés par l'utilisation des plantes à des fins culinaires, cosmétiques, traitement de certains maladies, ou ornemental. Les potentialités agricoles dont jouit la région de Ghardaïa notamment dans la filière des plantes médicinales ouvrent des perspectives prometteuses dans divers domaines.

Le Moringa fait parties des plantes médicinales cultivé dans la région de Ghardaïa, *Moringa oleifera* ou « l'arbre de vie » apparu dans ces derniers années par leur vertus divers, grâce à leur facilité de culture et de transformation et des qualités organoleptiques (**Foidl et al., 2001**). Toutes les parties de la plante sont utilisés grâce à leur richesse en antioxydants naturels comme les flavonoïdes, les protéines, les fibres, les polyphénols et presque toutes les vitamines. Les feuilles et les graines de Moringa sont une bonne source potentielle de protéines. Ce niveau de teneur en protéines brutes a une importance nutritionnelle particulière car il peut répondre aux besoins en protéines et en énergie et stimuler le système immunitaire contre les maladies (**Udikala et al., 2017 ; Punitha et al., 2019 ; Talreja and Tiwari, 2020**).

Introduction Generale

Dans ce contexte, notre étude vise à quantifier la teneur en composés lipidiques et protéiques de différentes parties de *Moringa oleifera* cultivé dans la région de Metlili (Ghardaïa), à nos connaissances pas des travaux concernant ce sujet dans l'Algérie. D'autres études ont été réalisées sur l'étude des polyphénols et leur pouvoir antioxydant. Pour cela, ce travail est divisé en deux parties : le premier est un aperçu théorique sur la plante investiguée, origine, valeurs nutritives, composés chimiques et effets biologiques, la deuxième concernant les matériels, les méthodes et les protocoles qui servent à extraire les composés lipidiques et protéiques de différentes parties de *Moringa Oleifera* (fruits, fleurs, feuilles et graines) et leur quantification, ensuite une discussion des résultats obtenus et en termine par une conclusion et des perspectives.

Synthèse Bibliographique



I. Généralités sur la plante *Moringa Oleifera*

Par fois injustement méprisée, durant l'engouement pour la médecine chimique et ses nombreux effets secondaires que les remèdes de nos ancêtres permettent parfois d'éviter, la phytothérapie a aujourd'hui prouvé son efficacité et ses bienfaits incontestables dans notre vie quotidienne que les plantes guérissent.

La phytothérapie moderne est fondée sur une somme d'expériences et de connaissances dont les origines remontent à plusieurs millénaires. Le recours à la thérapeutique des plantes est aussi vieux que l'humanité.

Une plante médicinale peut être définie comme une « drogue végétale », ou comme une partie qui possède des propriétés végétales (pharmacopée européenne). Il s'agit de végétaux ou parties de plantes à usage médicinal, en pharmacie humaine et vétérinaire, en cosmétologie, ainsi que dans la confection des boissons, soit naturelles, soit en préparation galénique, ou encore, sous forme de principe actif, comme matières premières ou précurseur pour l'obtention des médicaments. Le *Moringa Oleifera* est potentiellement l'une des plantes médicinales les plus utiles et polyvalentes de la planète. Il est vénéré depuis des millénaires comme un arbre miracle ou il était prisé dans les civilisations Romaine, Grecque et Egyptienne pour ses propriétés curatives et cosmétiques.

Le *Moringa Oleifera* Linné est un arbre de vie de la famille Monogénérique d'arbres et arbustes, les *Moringaceae* qui comprennent environ 13 espèces. Il est appelé aussi Acacia blanc, Ben ailé, Moringa Benzolive, Pois quenique, Neverdie, Mother's best et Ne meurt jamais (Fahey *et al.*, 2001; Foidl *et al.*, 2001 ; Steve *et al.*, 2013). *Moringa oleifera*, arbre tropical, courant en Afrique, est passé, en une décennie, du statut de plante inconnue à celui de nouvelle ressource alimentaire et économique pour les pays du Sud, c'est un arbre originaire des régions d'Agra et de Oudh, au nord-est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagne de l'Himalaya (Atakpama *et al.*, 2014; Grubben et Denton, 2004) mais aujourd'hui il pousse sur tous les continents et ne demande qu'à être utile. Rien de cet arbuste n'est inutile, le seigneur en a voulu ainsi mère nature à tous prévu pour notre bien être. La plupart des gens connaissent sa valeur en tant que fourrage ou comme légume.

Le *Moringa Oleifera* se pousse en milieu aride ou semi-aride mais il peut se trouver aussi dans les zones très arides comme le Sahara et peut s'adapter aux différents types de sols.

Elle est une plante récemment découverte, largement utilisée dans la grande partie grâce à ses effets miraculeux qui touche divers domaines.

I.1. Historique et distribution du *Moringa Oleifera*

Le Moringa Oleifera est une espèce originaire des régions Sub Himalayennes d'Inde, du Pakistan, du Bangladesh et d'Afghanistan (**Fathey, 2005**). Elle a été largement utilisée par les anciens Romains, les Grecs et les Egyptiens (**Fuglie, 2001**).

Maintenant elle est largement distribuée un peu partout dans le monde, dans les régions tropicales du sud et central et d'Amérique, d'Afrique, d'Asie, le pacifique, et des îles des Caraïbes (**Alhakmani et al., 2013**). Elle est introduite en Afrique au début des 20èmes siècles (**Foidl et al., 2001; Grubben et Denton, 2004**).

Le terme *Moringa* vient de *Muringa* en Malayalam une langue Indienne cet arbre est connu sous diverses appellations selon les régions (210 noms) (**Amjad et al., 2015**). En Inde par exemple c'est l'arbre miracle, en anglais on le connaît sous le nom de Horseradish tree (découlant du goût d'un condiment préparé à partir de ces racines), ou encore appelé drumstick tree (découlant de la forme de ces gousses) ou bien neverdie (qui ne meurt jamais). Au Soudan, il est nommé Shagara al Rauwaq qui signifie l'arbre purificateur (**Louni, 2009**). En Afrique francophone, le nom le plus répandu est nébéday, nom dérivé de l'Anglais "Never die" (**Fuglie, 2001**). Aux Philippines connu par "Mothers best friend" et "Malunggay".

I.2. Classification systématique de *Moringa Oleifera* (Laleye et al., 2015)

Règne : Plantae.
Sous-règne : Tracheobionta.
Super Division: Spermatophyta.
Division : Magnoliophyta.
Classe : Magnoliopsida.
Sous-classe : Dilleniidae.
Ordre : Capparales.
Famille : Moringaceae.
Genre : *Moringa*.
Espèce : *Moringa Oleifera*.

I.3. Description botanique

Le Moringa est un arbre pérenne, se rencontre à l'état naturel jusqu'à 1000 m d'altitude, à croissance rapide, Le *Moringa Oleifera* est un arbre à écorce lisse, à grosse lenticelle, de couleur gris foncé violacé (**Figure I.1**).

- ✓ **Tronc** : Généralement droit, mais il est parfois très peu développé. En général, il peut atteindre 7 à 12 m de hauteur dont le tronc mesure 20 à 40cm de diamètre, atteint 1,5 à 2 mètres de haut avant de se ramifier, bien qu'il puisse parfois atteindre les 3 mètres. Le tronc est couvert d'une écorce lisse, grise à brunâtre, grossièrement lenticelle, à tranche verte en surface et jaunâtre en dessous. De ce tronc une gomme blanche est exsudé, opaque devenant rouge foncée en surface (**Atakpama et al., 2014; Grubben et Denton, 2004**).
- ✓ **Branches** : poussent de manière désorganisée et la canopée est en forme de parasol.
- ✓ **Feuilles** : Alternes et bi ou tripennées, se développent principalement dans la partie terminale des branches. Elles sont de 20 à 70 cm de longueur, et sont recouvertes d'un duvet gris lorsqu'elles sont jeunes, elles ont un long pétiole avec 8 à 10 paires de pennes composées chacune de deux paires de folioles opposés, plus un à l'apex, ovales ou en forme d'ellipse, et mesurant 1 à 2 cm de long.
- ✓ **Fleure** : de couleur blanche ou crème et présentent parfois des taches rouges. Elles sont de 2,5 cm de large et se présentent sous forme de panicules axillaires et tombantes de 10 à 25 cm. Généralement abondantes, d'une odeur agréable.
- ✓ **Fruits**: sont des gousses allongées à trois valves, de 10 à 50 cm de long, brunes à maturité et qui contiennent chacune entre 12 et 35 graines.
- ✓ **Graines**: Ils sont ronds, avec une coque marron présente trois ailes blanches, peut atteindre 15000 à 25000 graines par an. Une graine pèse en moyenne 0,3 g et la coque représente 25% du poids de la graine.
- ✓ **Racines** : sont de structure tubulaire, 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.

I.4. Croissance et développement

Le taux de germination des graines fraîches avoisine les 80, mais tombe à environ 50 après 12 mois de stockage, aucune graine ne restant viable après 2 ans de stockage. Au début l'arbre croît à une allure remarquable: 3-4m de croissance par an n'est pas inhabituel, les jeunes arbres issus de graines commencent à fleurir au bout de 2 ans, sur l'arbre issus de boutures on peut espérer récolter les premiers fruits 6-12 mois après la plantation la florisation procède suivent la formation de nouvelles feuilles ou coïncide avec elle Au Nigeria, la florisation a lieu toute l'année (**Grubben et Denton, 2004**).

I.5. Ecologie

En tant qu'arbre croissant naturellement sous climat tropical ou subtropical, la plante *M. Oleifera* est connue par sa résistance à la sécheresse grâce à ses racines tubéreuses lui permettant d'accumuler de l'eau. Il peut se trouver dans des zones très arides, mais il préfère les climats semi-tropicaux humides. Il peut s'accommoder à tout type de sol mais s'adapte mieux les collines et les bordures de rivières (**Louni, 2009 ; Grubben et Denton, 2004**).

Le *Moringa Oléifère* croît bien à faibles altitude en Afrique de l'Est, on le trouve jusqu'à 1350 m d'altitude mais au Zimbabwe, un peuplement naturalisé à 2000 m témoigne de son adaptabilité. On peut le cultiver dans toutes sortes de soles mais ce sont sur tout terrains fertiles et bien drainée qui lui conviennent de légères gelées sont tolérées. C'est un arbre à croissance rapide, il atteint 4 mètres au bout d'un an (**Sanchez Machado et al., 2006 ; Grubben et Denton, 2004**).

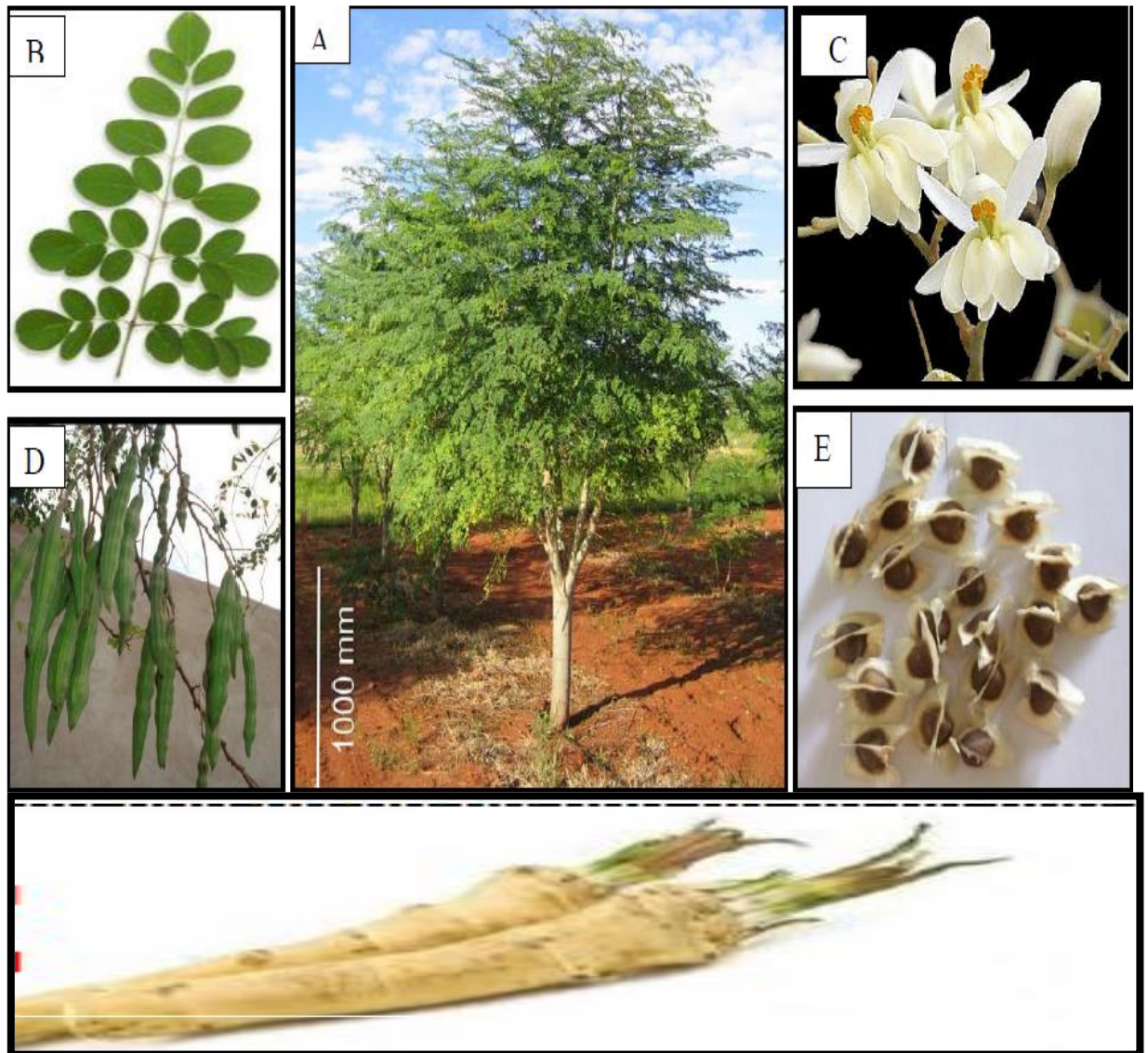


Figure I.1 : Les différentes parties de la plante *Moringa Oleifera*. (A: l'arbre entier; B: Feuilles; C: fleurs; D: gousses; E: graines ; F: Racines) (Laley *et al.*, 2015).

I.6. Composition chimique et propriétés

Le *Moringa Oleifera* est décrite comme une plante médicinale, thérapeutique de nombreux usages reconnus depuis longtemps dans les systèmes de médecine ayurvédique et grec. Les différentes parties de *Moringa* ainsi que leurs extraits sont antihypertenseur, diurétique, possèdent des activités hypocholestérolémiant, antispasmodiques, antiulcéreuses et hépatoprotectrices, activités anti tumorales et anticancéreuses. Ils ont été utilisés pour divers maux, dans le traitement des maladies inflammatoires, infectieuses, des maladies cardio-vasculaires, gastro-intestinales, hématologiques, traitement de l'ascite, fatigue, diabète, anémie, asthénie, rhumatisme, prostatite et bronchite (Kasolo *et al.*, 2011; Grubben et Denton, 2004 ; Talreja

and Tiwari. 2020). Les feuilles sont une bonne source potentielle de protéines (90%). Cette quantité a une importance nutritionnelle particulière car elle peut répondre aux besoins en protéines, en énergie et stimuler le système immunitaire contre les maladies (**Brisibe et al., 2009**). Le *Moringa* contient aussi des substances antioxydants qui font baisser le taux de lipides sanguins tels que les polyphénols qui ont responsables de multiples effets biologiques bénéfiques incluent l'activité antioxydante. L'huile essentielle de feuilles et l'extrait hydroalcoolique de graines sont actifs sur des dermatopytes communs. Les graines renferment 15 à 35% d'une huile comestible jaune, inodore et de saveur douce (**Atakpama et al., 2014**).

Les sommités feuillées de *Moringa Oleifira* contiennent, par 100g de partie comestible : 78.7g eau, 268 kj (64kcal) énergie, protéine 9.4g, lipides 1.4g, glucides (8.3g), fibres alimentaires totales (2.0g), Ca (185 mg), Mg (147g), P (112 mg), Fe (4.0 mg), ZN (0.6g), vitamine A (7564 UI), thiamine (0.3mg), riboflavine (0.7 mg), niacine (2.2mg), folate (49 µg), acide ascorbique (51.7 mg) (**Grubben et Denton, 2004**).

Les fruits crus contiennent, par 100g de partie comestible : eau (88.2 g) , énergie 155kj (37kcal) , protéines (2.1g), lipides (0.2g), glucides (8.5g), fibres alimentaires totales (3.2g), Ca (30 mg), Mg (45mg), P (50mg), Fe (0.4 mg), Zn (0.4mg), vitamine A (74UI), thiamine (0.05mg), riboflavine (0.07 mg), naicine (0.6 mg), folate (44 µg), acide ascorbique (141.0 mg), (USDA, 2003). Les graines sèches contiennent en moyenne : protéine (29%) , fibres (7.5%) et huile (36-42%); teneur en acide oleique (65-75%), acide behenique (9%), acide palmitique (9%), acide stéarique (7%) et de petites quantités d'acide lignocérique et d'acide myristrique . Claire et inodore, l'huile met du temps à rancir. Les graines de *Moringa oleifira* contiennent un glucosinolate qui, après hydrolyse, produire du 4-(α -L-rhamnosyloxy)-benzylisothiocyanate, qui est un bactéricide et fongicide actif (**Grubben et Denton, 2004**).

Les graines de *Moringa* produisent une quantité inférieure de glucosinolate (4-5% MS) que celles de *Moringa Stenopetala* (8-10 % MS) et doivent par conséquent être utilisées à une dose plus élevée. C'est cet isothiocyanate qui donne aux graines broyées leur odeur piquante de raifort, les glucosinolates ont un intérêt pour la santé humaine parce que les métabolites résultant de leur hydrolyse ont des effets aussi bien positifs (anti cancérogènes) que négatifs (toxiques). Les graines contiennent une protéine (polyélectrolyte cationique) qui sert de flocculant dans l'épuration de l'eau. Elle contient également un flocculant non protéinique, qui est plus efficace dans l'épuration de l'eau à faible turbidité un certain nombre de compensés possédant des propriétés médicinales ont été isolés (**Grubben et Denton, 2004**).

Les fruits et les feuilles contiennent de l'acide oxalique. L'écorce de la moringinine, la tige de la vanilline, les fleurs de kaempférol et de la quercitine et dans les racines on trouve de la spirochine et de la plèrygospermine. Le bois blanc et tendre, possède une densité de 0.27 (Grubben et Denton, 2004).

Les fleurs, les feuilles fraîches, les gousses et la poudre des feuilles sèches de Moringa contiennent des glucides, lipides, protéines (tous les acides aminés essentiels) et presque toutes les vitamines (A, B, B1, B2, B3, C, E, etc), les minéraux, les métaux et les métalloïdes (Fe, Zn, Cu, S, Mn), les fibres, les oligoéléments et beaucoup des principes actifs. Makkar et Becker, (1996), ont montré la présence de stérols, des glycosides, alcaloïdes, terpénoïdes, des flavonoïdes, des caroténoïdes et des tanins au niveau de toutes les parties de Moringa (Laleye et al., 2015). L'écorce et les racines contiennent aussi beaucoup des métabolites qui agissent efficacement contre plusieurs maladies. Les graines sont oléagineuses, révélant un profil d'acide gras très élevé 13 % d'acides gras saturés et 82 % d'acides gras insaturés. Par rapport aux huiles végétales classiques qui contiennent généralement de l'acide oléique connu sous le nom d'Omega 9 de l'ordre de 40 %, l'huile de Moringa, quant à elle, en contient 70 % une huile qui se rapproche d'huile nutritive comme celle d'olive (Anwar, 2005; Grubben et Denton, 2004). *M. oleifera* est une source de plusieurs nutriments comme tous les autres végétaux, ses feuilles sont un aliment de bonne qualité nutritionnelle et font partie d'un des meilleurs légumes tropicaux. Elles ont une très grande teneur en vitamines, en minéraux, riches en β -carotène, c'est une bonne source d'acides aminés (Arginine, Histidine, Lysine, Tryptophane, Phénylalanine, Thréonine) (Fuglie, 2002; Al-Owaisi et al., 2014; Mune et al., 2016; Gopalakrishnan et al., 2016; Abbas et al., 2018; Talreja and Tiwari. 2020).

En termes de composition phytochimiques, tous les parties de Moringa contiennent des alcaloïdes, flavonoïdes, des composés phénoliques de 0,5 à 1,4% en tanins, stérols, terpénoïdes, saponines, anthraquinones, sucres réducteurs avec des proportions différents, ces métabolites connus par leurs propriétés anticancéreuse, en particulier les glucosinolates, isothiocyanates, glycoside compounds and glycerol-1-9-octadecanoate. De façon générale, le moringa est un réservoir des éléments diététiques supplémentaires réagissent comme stimulateurs cardiaques et circulatoires, antioxydant, anti-inflammatoire, antipyrétique, antiépileptique, diurétique, antihypertensive, antispasmodique, hypocholestémique, antidiabétique, antibactérienne, antiulcéreux et hépatoprotective (Richter et al., 2003; Bukar et al., 2010 ; Grubben et Denton, 2004; Talreja and Tiwari. 2020).

I.7. Valeur nutritive et applications de *Moringa Oleifera*

De part ses valeurs nutritives et pharmacologiques, le *Moringa Oleifera* est un aliment vivant et un médicament pour plus de 40 maladies courantes. Le *Moringa Oléifèra*, est un arbre aux multiples vertus et à usages multiples ses propriétés exceptionnelles lui ont valu le surnom « l'arbre miracle ».

Elle a été utilisé pour combattre la malnutrition, en particulier chez les nourrissons et les mères allaitantes (**Talreja and Tiwari, 2020**).

Les feuilles sont une bonne source de protéines, de calcium, de fer, de β -carotène (converti en vitamine A dans le corps humain), des vitamines C et E. Les gens souvent font bouillir les petites feuilles et les manger comme les épinards (**Stone et al., 2011**). Ils traitent l'asthme, l'hyperglycémie, la dyslipidémie, la grippe, les brûlures d'estomac, la syphilis, le paludisme, la pneumonie, la diarrhée, les maux de tête, le scorbut, les maladies de la peau, la bronchite, les yeux et l'oreille (**Gopalakrishnan et al., 2016**). Les jeunes gousses vertes sont très goûteuses et peuvent être consommées bouillies comme des haricots. Elles sont riches en leucine libre (**Talreja and Tiwari, 2020**).

Les graines peuvent être bouillies et mangées comme des pois frais, ou frites au goût plus comme des arachides. Les graines sèches peuvent être réduites en poudre et utilisées pour assaisonner les sauces (**Foidl et al., 2001**). Des études ont révélé la présence de 40% d'huile dans les graines de *M. oléifèra* (**Atakpama et al., 2014**). Ils sont utilisées pour leurs antibiotiques et anti-inflammatoires pour traiter l'arthrite, le rhumatisme, la goutte, les crampes, les maladies sexuellement transmissibles et les furoncles (**Gopalakrishnan et al., 2016**).

Les racines épaisses et molles sont une autre ressource alimentaire importante, et sont généralement utilisées pour faire un condiment semblable au raifort (**Stone et al., 2011**).

Les fleurs peuvent être consommées après avoir été blanchies ou crues comme ingrédient d'une salade (**Foidl et al., 2001**). Elles sont également frites (dans de l'huile de *Moringa*) et mangées en collation, elles sont dites goûter comme les champignons (**Gopalakrishnan et al., 2016**).

Les gousses sont utilisées comme anthelminthiques, antipyrétiques et antidiabétique. Elles traitent la diarrhée, le foie et la rate, et les douleurs articulaires (**Amjad et al., 2015; Gopalakrishnan et al., 2016**).

L'écorce est utilisée comme antifongique, emménagogue, antibactérien. Il agit comme stimulant cardiaque, antiulcéreux et anti-inflammatoire et utilisé dans la glycosurie, le goitre et les troubles lipidiques (**Gopalakrishnan et al., 2016; Amjad et al., 2015**).

L'huile contient des propriétés antiseptiques et anti-inflammatoires qui aident à guérir les petites plaintes cutanées telles que les coupures, les ecchymoses, les brûlures, les piqûres d'insectes, éruptions cutanées et égratignures (**Gopalakrishnan et al., 2016**). Le jus de racine et de feuilles sont utilisé comme antiépileptiques, toniques cardiaques, toniques du cerveau, diurétiques, anti-inflammatoires, et également utilisés pour l'asthme, la rate et le foie élargi, comme un biopesticide, contre les piqûres d'insectes (**Amjad et al., 2015 ; Grubben et Denton, 2004**)).

Les graines de *Moringa Oléifera* peuvent être utilisées comme un adoucisseur d'eau dure, un désinfectant et pour éliminer les métaux lourds dans le traitement de l'eau potable (**Amjad et al., 2015**). Ils sont également signalées comme un agent coagulant / flocculant pour la clarification de l'eau potable en raison de leur forte teneur en protéine cationique hydrosoluble. Le résidu des graines après processus de coagulation, peut être utilisé comme fertilisant ou fourrage animal. De la même manière, les gousses et les coques séchées peuvent être pyrolysées en carbone activé (**Sulaiman et al., 2017**). le moringa également peut être utilisée comme bio-engrais et bio-compost (**Kumar et al., 2012 ; Grubben et Denton, 2004**).

Les feuilles sont utilisées dans la production de biogaz. Le bois peut être utilisé comme combustible de chauffage et donc servir à la cuisson de la nourriture (**Amjad et al., 2015**). De plus, ils peuvent se consommer fraîches, cuisiner, cuites, bouillies, sautées ou en salade, elles peuvent être ajoutées à toutes sortes de plats en tant que complément nutritionnel dans des biscuits (**Owos, et al., 2011**), dans le yaourt et fromage (**He et al., 2010; Hekmat et al., 2015; Salem et al., 2013; Kuikman et O'Connor, 2015**), et dans l'enrichissement du pain (**Sengev et al., 2013; Chinma et al., 2014**), et aussi pour l'alimentation infantile (**Tété-Benissan et al., 2012**) ou stocker sous forme de poudre (**Fahey, 2005**).

En plus de ses innombrables utilisations et valeur nutritionnels élevés, le *Moringa oleifera* est un arbre à usage multiple avec un potentiel économique élevé. Elle est utilisé pour la

conservation des sols, ombre, brise-vent,...etc. Les feuilles peuvent être utilisées comme fourrage pour le bétail. Le bois blanc brûlé donne un colorant bleu. Elle est utilisée pour fabriquer du papier, l'emballage, le textile et la cellophane. Le ben-oil issu de la graine serve comme lubrifiant des machines. Il est utilisé pour l'illuminant, cosmétiques-parfums et la coiffure. Leurs huiles sont efficaces dans la fabrication de margarines et de savon (**Grubben et Denton, 2004; Anwar et al., 2007; Panda et al., 2008; Atakpama et al., 2014**).

Alors qu'en Asie ce sont les fruites qui forment la partie la plus importance de *Moringa Oleifira*, en Afrique on préfère les feuilles. Les feuilles se consomment en salade ou cuites, en soupes et dans sauces. Aux Mascareignes, on les connaît sous le nom de "brede médaille". On mange parfois les fleurs comme légume, on les ajoute à des sauces, ou bien on en fait une infusion. Au Soudan, les fleurs sont écrasées en une pâte que l'on fait frire. Les jeunes fruits se mangent comme légume, et les fruits enceintes et allaitantes (**Grubben et Denton, 2004**).

Presque toutes les parties de la plante ont des applications en médecine traditionnelle. Les usages notamment comme calmant, vermifuge, antispasmodique et désinfectant (bactéricide, fongicide) sont répandus. L'écorce exsude une gomme blanche à rougeâtre la gomme de ben ou gomme de Moringa), qui a les propriétés de l'huile de tragacathe (Astragales), employée en tannerie ou en impression de calicots et qu'on ajoute parfois aux sauces pour les épaissir. *Moringa Oleifira* est utiles en haies vives, dans les systèmes de culture en allées, et c'est aussi une source de nectar pour les abeilles. Le bétail mange les feuilles, en particulier les chèvres les chameaux et les ânes. Le tourteau de graines est considéré impropre à l'alimentation animale en raison de sa teneur élevée en alcaloïde et saponines ; on utilise principalement comme engrais, le bois, tendre, brûle sans faire de fumée et produit un colorant bleu. En Inde, sa pulpe a été utilisée pour fabriquer du papier (**Grubben et Denton, 2004; Anwar et al., 2007; Gopalakrishnan et al., 2016**).

De nombreuses études ont été faites sur l'efficacité de l'incorporation de *M. oleifera* dans l'alimentation animale pour la croissance et la productivité du lait (**Gopalakrishnan et al., 2016; Puntha et al., 2019; Talreja and Tiwari, 2020**).

I.8. Les lipides

Les lipides du grec "*lipos*" graisse (Huiles végétales) sont une classe des molécules biologiques hydrophobes constituées par des acides gras aliphatiques et leurs esters à nombre égal ou supérieur à quatre atomes de carbone et d'autres constituants mineurs. Un groupe hétérogène de molécules organiques insolubles dans l'eau (hydrophobes) qui peuvent être extraites par des solvants non polaires tels que le chloroforme, hexane, en raison de leur insolubilité dans des solutions aqueuses. Les lipides sont une source d'énergie majeure pour le corps et ils fournissent la barrière hydrophobe et remplissent des fonctions supplémentaires dans le corps. Les lipides renferment les huiles liquides à température ambiante et les graisses sont solides ou concrètes (Leray, 2010).

I.8.1. Classification des lipides

On classe les lipides en deux grandes catégories : les lipides à base d'acide gras et les lipides à base d'isoprène.

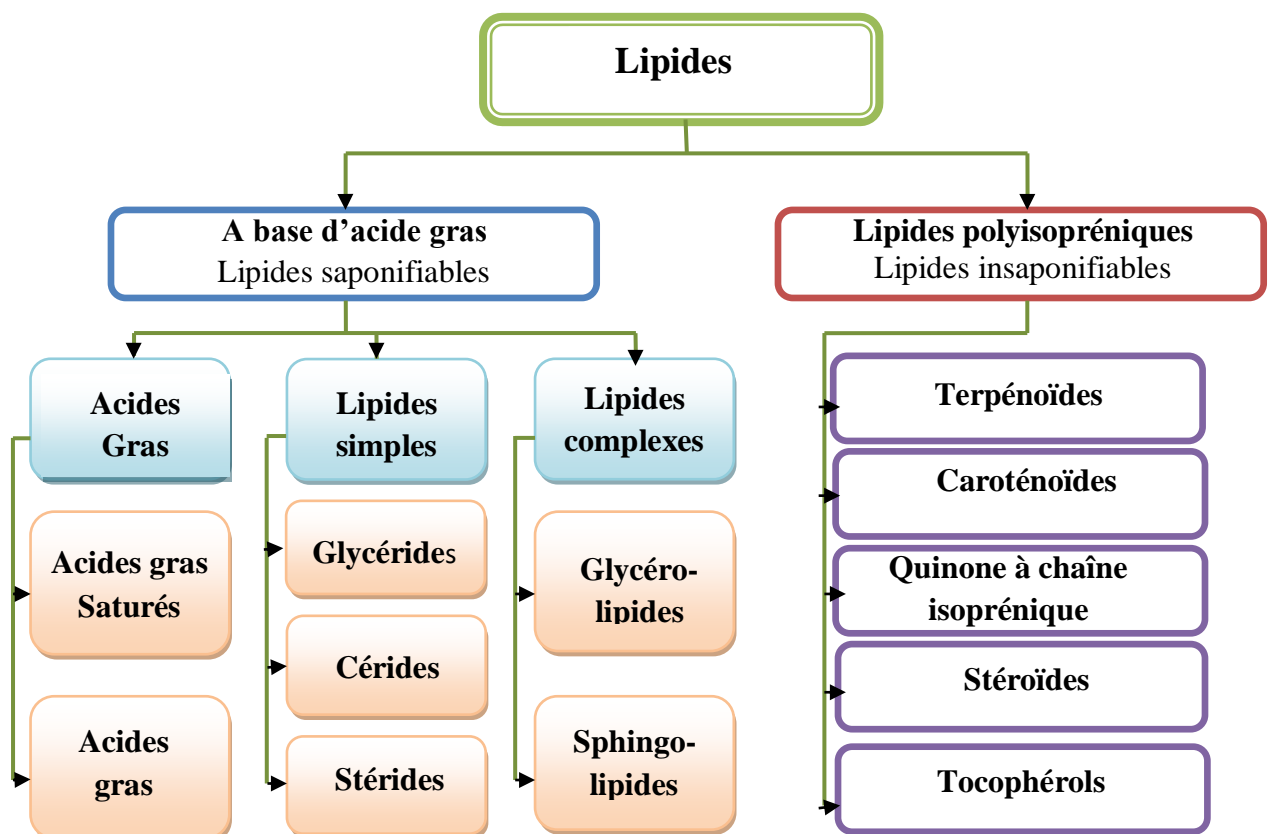


Figure. I.2 : Classification des lipides.

I.8.2. Rôle biologique des lipides

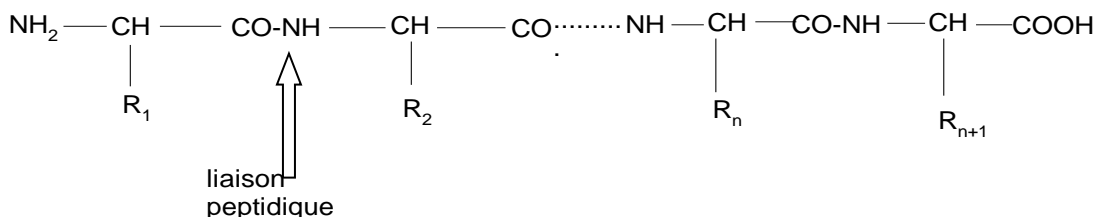
Les graisses sont indispensables au corps car, ce sont des composés énergétiques puisque l'oxydation d'un 1g de lipide libère une énergie de 38 kJ. Egalement elles constituent des réserves sous forme de triglycéride (dans les tissus adipeux, sous cutanés), puisque 8 kg de triacylglycérol, réserve habituelle de l'adulte sont équivalent au 40kg de glycogène hydraté (Leray, 2010).

Les lipides jouent aussi un rôle structural formant de bicouche membranaire, en plus ils possèdent un rôle fonctionnel comme les hormones lipophiles les prostaglandines. Ils fournissent des vitamines liposolubles comme médiateurs cellulaires (Leray, 2010).

Dans le sang, les lipides plasmatiques sont sous forme des lipoprotéines, les protéines associés au apolipoprotéines ont à la fois un rôle vecteur et un rôle enzymatique dans le métabolisme lipidique (Leray, 2010).

I.9. Les Protéines**I.9.1. Définition et Structure chimique**

Les protéines (de grec *protos* qui veut dire celui qui vient en premier), présentent la classe la plus importante puisqu'elles sont impliquées dans tous les processus biologiques essentiels à la vie. Ils sont des macromolécules de masses molaires supérieures a 10^4 formé par la condensation d'un grande nombre d'unité enivrent à plusieurs millier appelle des aminoacides. Les huit acides indispensables au maintien de la santé de l'Homme sont : la leucine, l'isoleucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la tyrosine, le tryptophane et la valine. Ils sont tous présents dans les graines des plantes, appart la lysine et le tryptophane (Bauer, 2010). Ce molécule qui est formée d'une ou plusieurs chaîne polypeptidiques dont la quelles les acides aminés sont unis les uns aux autres par des liaisons peptique impliquant des α aminoacides de la série L dans la règne végétale et animale (Figure I.3).

**Figure I.3:** Structure des protéines.

I.9.2. Classification des protéines

Les protéines peuvent être classées selon :

a- Leur **composition en** : (**Holoprotéines et Hétéroprotéines**).

b- Leur **forme en**: (**Scléroprotéines (fibreuse), Sphéroprotéines (globulaires)**).

c- Leur **solubilité** en :

- **Globuline**: insoluble dans l'eau pure, solubles dans les solutions salines diluées (NaCl à 5%). Ce sont des glycoprotéines et des lipoprotéines.

- **Albumine**: solubles même dans l'eau distillée, elle se précipite par addition de sulfate d'ammonium (70%-100% de saturation), elle a un caractère acide.

- **Protamines et histones**: protéines solubles de faible poids moléculaire. Elles ont un caractère basique dû à la présence d'une forte proportion de Lysine et Arginine.

-**Globine**: très riche en histidine (10%). Constitue la partie protéique des hémoglobines et des myoglobines.

- **Prolamine et glutéline**: ce sont des protéines végétales insolubles dans l'eau mais solubles dans les acides et les bases diluées (**Nizar Nasri, 2007**).

- **Scléroprotéines** : insolubles dans l'eau, solubles dans les solutions salines, acides ou alcalines diluées.

Partie Expérimentale



II. Matériels et Méthodes

II.1. Matériels

Préparation de la poudre végétale

La matière végétale (Fruits, Fleurs, Feuilles et Graines) de *M. oleifera* cultivé dans la région de Metlili le mois de décembre 2019, les différents parties de la plante (**Figure II.1**) sont lavées, séchées à l'air libre puis broyées finement à l'aide d'un broyeur électrique et conservées dans des sachets en papier jusqu'à leur analyse.



Les graines



Les feuilles



Les fleurs



Les fruits (gousses)

Figure II.1 : Les différentes parties de *Moringa oleifera* testés (Photos originales).



II.2. Méthodes

II.2.1. Extraction et analyse des lipides

Les lipides des quatre différentes parties de Moringa sont extraits par macération solide-liquide à froide. Pour ce faire, 5 g de poudre de chaque partie sont extraits par 50 ml d'hexane pendant 24 h avec agitation. Après filtration de solvant, le solvant est évaporé sous pression réduite à 40°C. Les extraits obtenus représentent un aspect huileux. Chaque extrait est pesé et la teneur en huile a été calculée par la relation suivante puis conservés à T de 4°C:

$$R(\%) = \frac{(M1 - Mv)}{M \text{ Huile}} * 100$$

II.2.2. Rendement des lipides

Les caractères organoleptiques de ces huiles (couleur, odeur, gout..) sont discutés.

Les lipides extraits (**Figure II.2**) présentent un couleur jaune pour les fruits, les gousses et les graines mais une patte jaune verdâtre pour les feuilles, qui dégagent une odeur de plante Moringa différent d'une parité à l'autre, avec un aspect liquide à température ambiante, cela peut être dû à leurs richesses en acides gras insaturés. La couleur jaune claire est due peut être à la présence de quantité importante des caroténoïdes des carotènes (**Abdulaziz, 1993**).

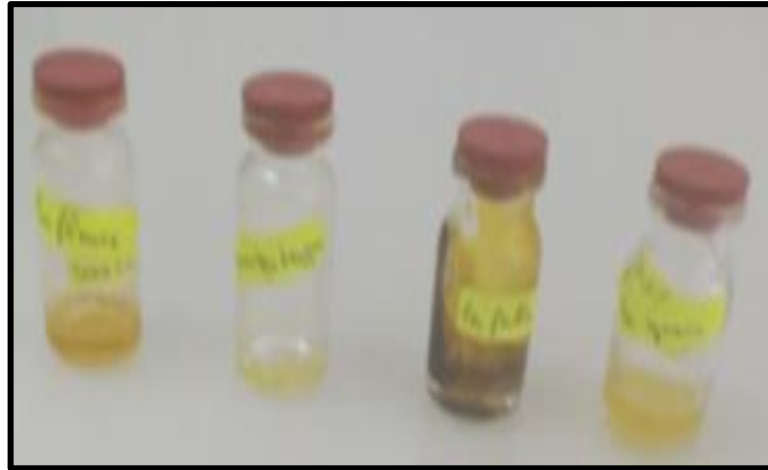


Figure II.2 : Les extraits lipidiques de quatre parties de Moringa.

D'après les résultats résumés dans (**le Tableau II.1 ; Figure II.3**), les quatre parties de Moringa sont riches en lipides en particulier les graines qui enregistrent un taux de 19%, c'est résultats sont en accord avec ceux cités dans la littérature pour cette plante spécialement les graines qui sont classé parmi les graines oléagineuses de part leur présence des teneurs élevés en huiles.

Tableau II.1 : Rendement en lipides dans les quatre parties de Moringa.

	M Huiles	R (%)
Graines	0.95g	19
Feuilles	0.27g	5.4
Gousses	0.39g	7.8
Fleurs	0.2g	4

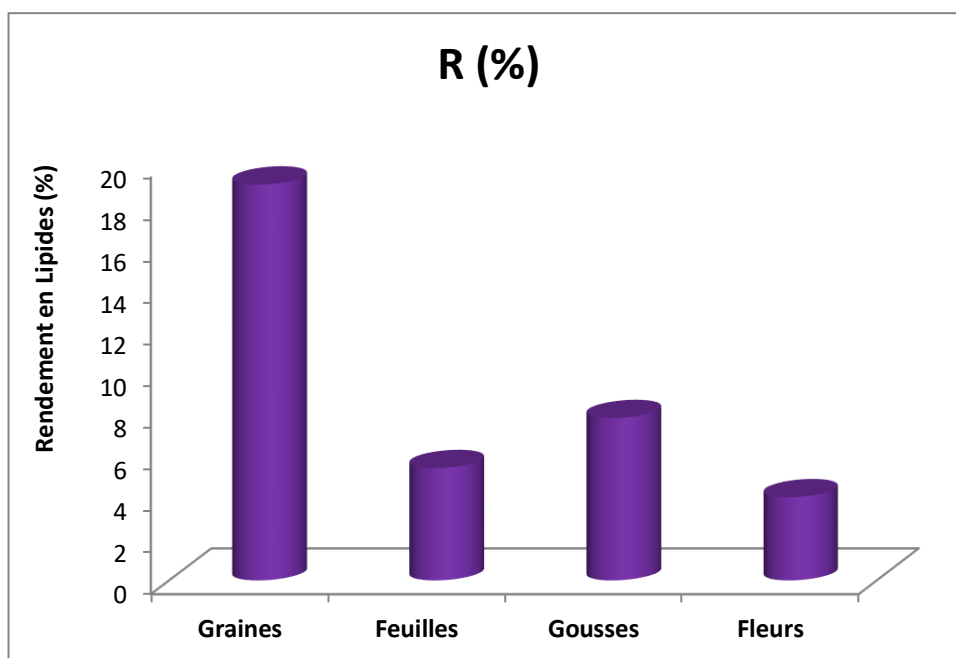


Figure II.3 : Variabilité des Teneurs en lipides extraites de quatre parties de Moringa.

Il est bien clair, que les graines sont riches en huiles par rapport aux autres parties de la plante. La teneur en huile extraite des gousses est plus que celle extraite des feuilles. Cependant, les fleurs présentent la faible teneur. Généralement, les teneurs obtenus dans cette étude sont dans la gamme des valeurs obtenus dans la littérature (**Fahey et al., 2005; Mune et al., 2016 ; Abbas et al., 2018 ; Ndong et wode, 2007**).

La différence entre les résultats est peut être due à : l'origine de l'espèce, le climat, le sol, les méthodes d'extraction et le solvant utilisé. D'après les résultats trouvés, on ne peut pas considérer les huiles des feuilles, de gousses et de fleurs comme une source importante des huiles végétales alimentaires telles que le tournesol, le soja et l'olive (20-35%), à cause de leur faible teneur en lipides mais, il peut considérer comme un huile nutritionnel à des fins pharmaceutiques, cosmétique, agroalimentaire ou utilisé pour des applications industrielles.

II.2.3. Extraction et dosage des protéines

II.2.3.1. Extraction des protéines

Les protéines sont extraits par macération à froide de 0.5g de tourteaux délipidés de poudre de chaque partie de Moringa avec 10 ml de chaque solvant (H₂O, NaCl et Ethanol à 70%).

Dans le but de doser les protéines individuelles (Albumine, globuline, prolamine), nous avons procédé à une extraction par élimination selon **Osborne** dans l'ordre; albumine, globuline et prolamine.

L'albumine est extrait en traitant 1g de tourteaux délipidés, avec 10 ml d'eau distillé sous agitation pendant 30min, le mélange est filtré ou centrifugé pendant 30 mn. L'opération est refaite 2 fois, à la fin on obtient les filtras qui contiennent l'Albumine (Alb).

Le résidu est retraité 2 fois par une solution aqueuse de NaCl (0.5M) de la même manière que l'albumine pour obtenir la globuline (Glob).

En fin, la prolamine (Prol) est obtenue par l'extraction du résidu avec de l'éthanol aqueux 70% (V/V).

Chaque échantillon a subi rigoureusement le même traitement d'extraction par macération en utilisant un vortex. Les fractions protéiques après extraction sont quantifiées pour leur teneur en protéine.

II.2.3.2. Dosage des protéines

Le dosage des protéines peut se faire selon plusieurs méthodes. Ce sont généralement des méthodes spectrophotométriques basées sur diverses caractéristiques spectrales ou réactionnelles des acides amines constituant ces protéines. Les teneurs des protéines de quatre parties de Moringa sont effectués par la méthode de Biuret.

Cette méthode a été développée par **Gornall et al., (1949)**, est basé sur la présence des liaisons peptidiques. Elle est couramment utilisée pour sa rapidité et sa simplicité. Les liaisons peptidiques forment avec le réactif de Gornall un complexe stable de coloration violette.

Le réactif de Gornall est composé de sulfate de cuivre (coloration bleu du réactif dû aux ions Cu^{2+}), hydroxyde de sodium et le tartrate double de sodium et potassium qui chélate les ions de (Cu^{2+}) pour éviter leur précipitation en milieu très alcalin d'hydroxyde cuivre insoluble et en présence de l'iodure de potassium pour éviter la réduction de cuivre (**Graviliare et al., 1996**).

A partir d'une solution mère d'albumine de concentration 10 g/L préparée dans une solution de NaCl (0.5M), On a préparé des solutions filles à des concentrations bien connues. A une quantité 1ml de chaque solution on ajoute 3 ml de réactif de Gornall après incubation

pendent 30 min à l'obscurité. La lecture est faite à une longueur d'onde 540 nm. Une courbe d'étalonnage a été obtenue en traçant la variation de l'absorbance en fonction de la concentration. Les concentrations de protéines sont exprimées en mg/mL.

II.2.4. Quantification des composés protéiques

Les différentes fractions protéiques ont été séparées et extraites des tourteaux délipidés des quatre parties de Moringa selon leurs solubilités dans les différents solvants en trois fractions : Albumine (Alb), globuline (Glo), et prolamine (Prol). La teneur en protéines de nos extraits a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage de l'Albumine suivant la méthode de Biuret (Figure II.3)

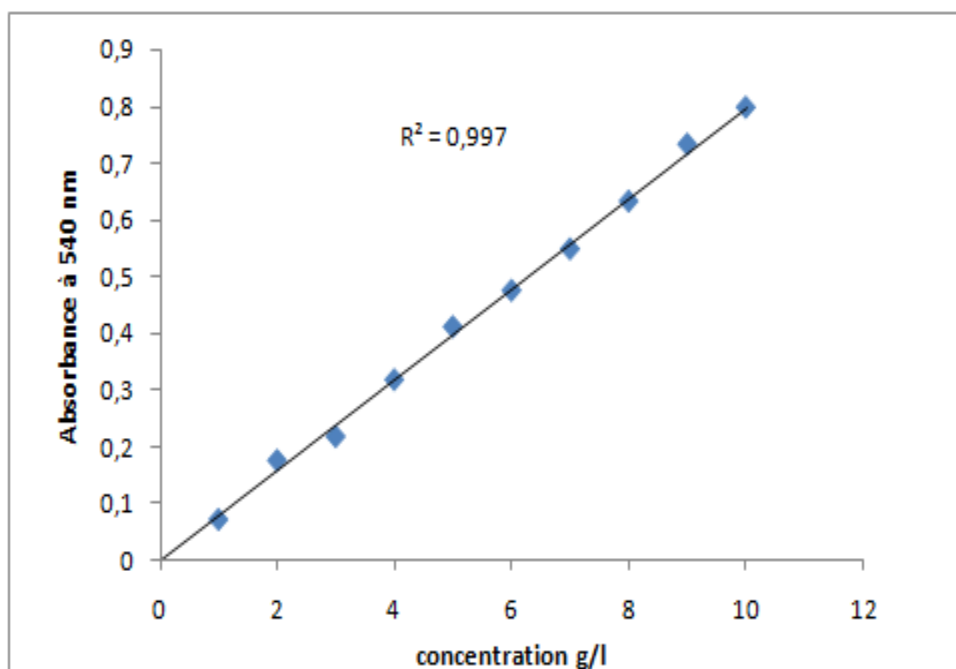


Figure II.4. Courbe d'étalonnage de l'albumine

Les résultats ont permis de donner des estimations sur les quantités de différentes classes de protéines de réserve. Dans les quatre parties de Moringa étudiées, l'Albumine et la Globuline sont les protéines majeures avec des teneurs variant entre (4,83-32,967 %) et (4,6-11,7 %) de tourteaux dont les feuilles sont les plus riches en albumine, suivi par les fleurs, les graines et les gousses (Figure II.4; Tableau II.2). Les gousses s'avèrent les plus riches en globuline, suivi des feuilles, des graines et des fleurs (Figure II.5; Tableau II.2). La Prolamine en troisième classe présente des teneurs de (4,833-9,8 %) de tourteaux dont les gousses et les feuilles représentent les teneurs les plus élevées (Figure II.6; Tableau II.2).

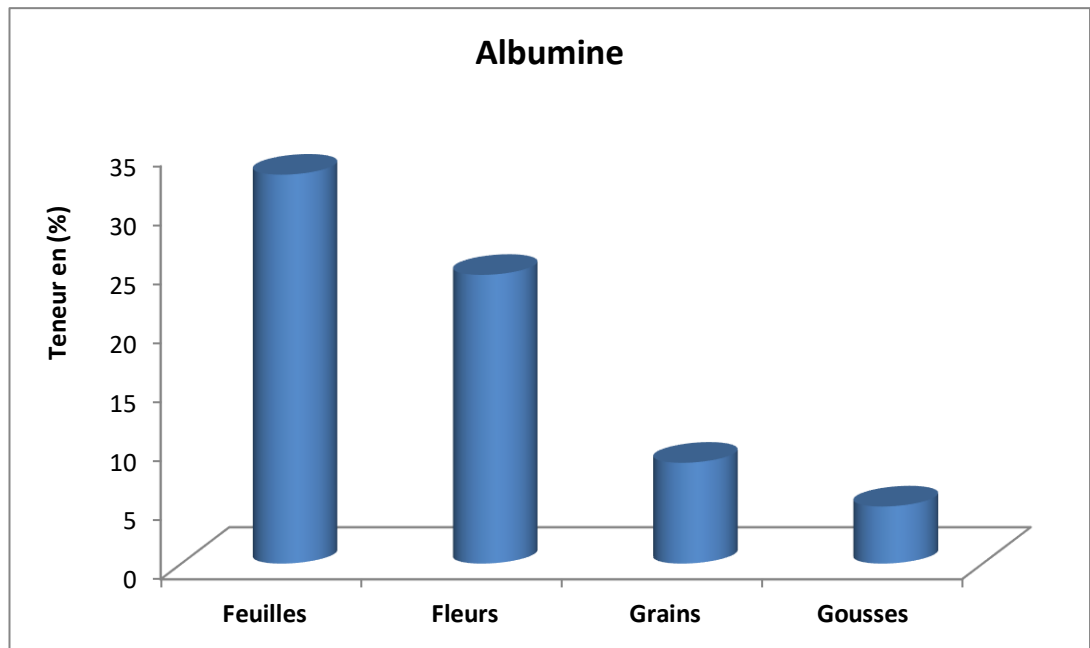


Figure II.5. Variabilité de la composition en protéines dans les fractions d'albumine extraite de quatre parties de Moringa.

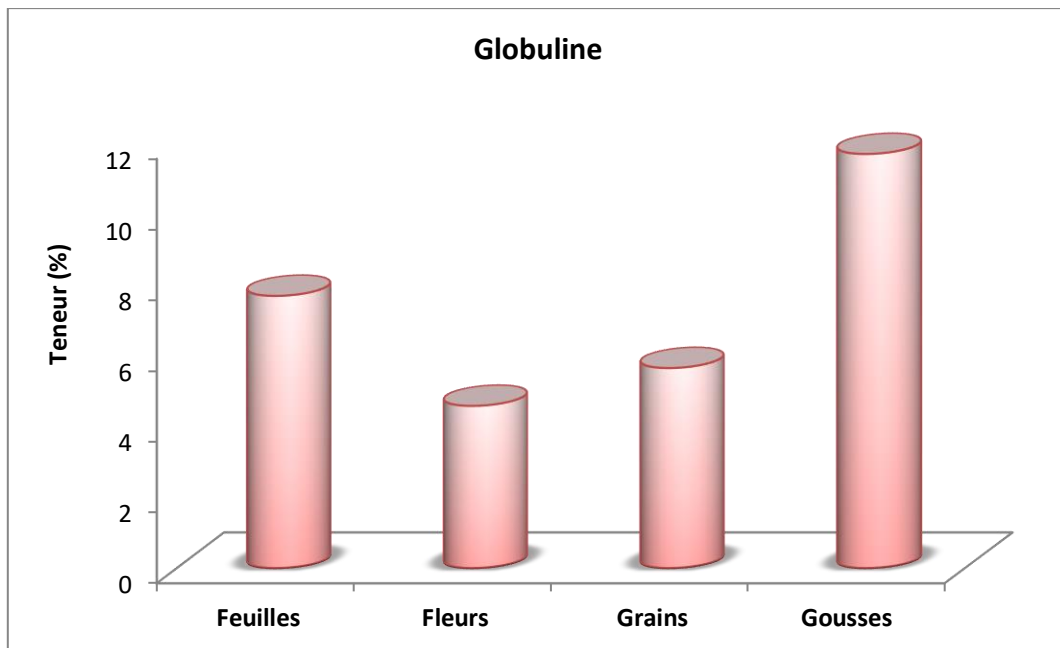


Figure II.6: Variabilité de la composition en protéines dans les fractions de globuline extraite de quatre parties de Moringa.

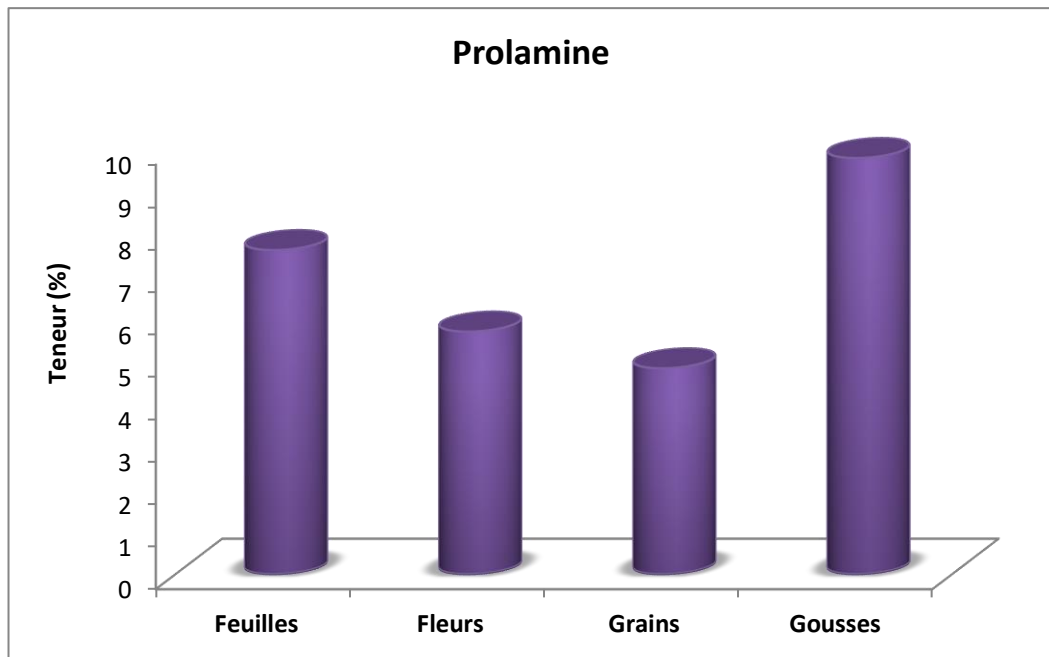


Figure II.7. Variabilité de la composition en protéines dans les fractions de prolamine extraite de quatre parties de Moringa.

Tableau II.2. Le pourcentage des fractions protéiques dans les extraits des tourteaux délipidés de quatre parties de Moringa (%).

Parties de Moringa	Protéines (%)			T Totale
	Albumine	Globuline	Prolamine	
Feuilles	32,967	7,7	7,626	48,293
Fleurs	24,466	4,6	5,7	34,766
Graines	8,533	5,666	4,833	19,032
Gousses	4,833	11,7	9,8	26,333

D'après l'ensemble des résultats regroupés dans la (Figure II.5; Tableau II.2), les différentes parties étudiées de la plante *Moringa Oleifira* cultivé dans la région de Metlili est une source important des protéines notamment en albumine et gluboline avec des pourcentages variables (19.032- 48.293 %) (Figure III.4, Tableau III.5).

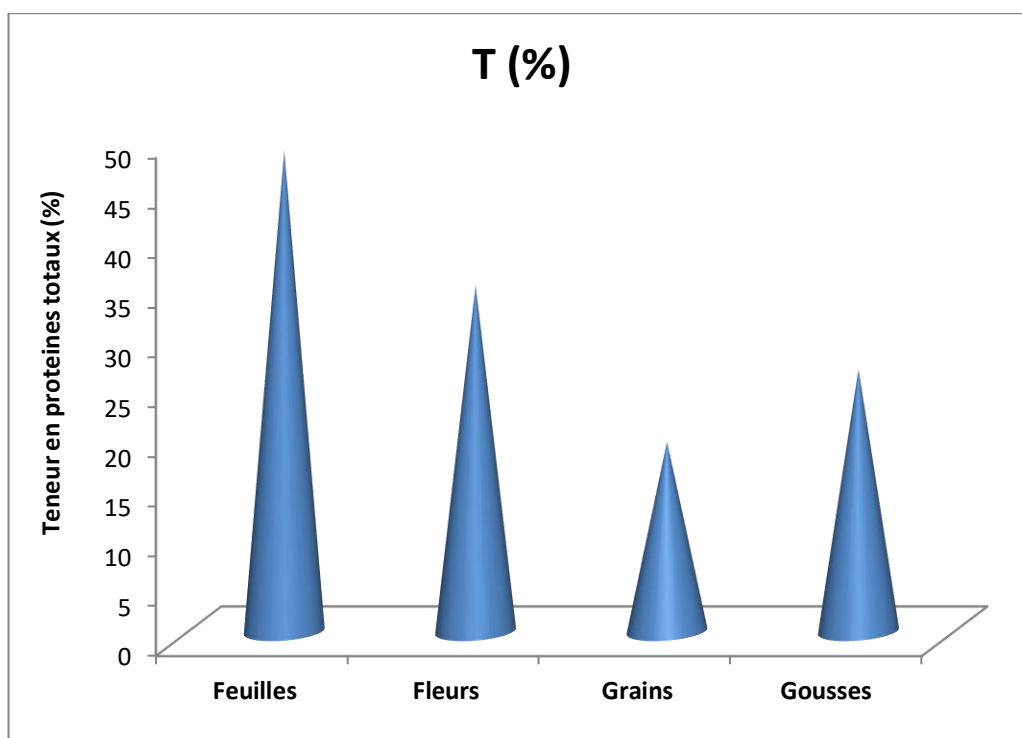


Figure II.8: Variabilité de la composition en protéines totaux dans les différentes fractions extraites de quatre parties de Moringa.

Ces résultats sont similaires ou supérieurs que d'autre résultats trouvés par la littérature pour cette plante, où les valeurs obtenus a partir des feuilles séchées sont supérieurs que ceux extraits des feuilles fraîches. **Chelghoum, 2016**, enregistre un teneur de 30.29 % d'après des feuilles séchées. **Mune et al., 2016**, ont déclarent un teneur en protéines de 33.53 % dans les extraits des graines de Moringa, tant que 18.63 % présentés par les feuilles. De plus, ils ont mentionnés la présence de certains acides aminés tels que la leucine, valine, méthionine et la cystéine.

Abbas et al., 2018, ont prouvés la richesse de Moringa par des protéines où les feuilles fraîches présentent une quantité de protéine de 8.1 g dans des extraits des feuilles fraîches, cependant 29.36-38.4% dans des fractions protéiques des feuilles séchés. Des résultats

similaires sont trouvés par **Ndoug et wade, 2007** pour des fractions des fleurs fraîches et sèches avec des teneurs de 8.64 %MF et 47.97% MS.

Si on compare nos résultats avec d'autres cités dans la partie théorique, nos résultats sont supérieurs à ceux trouvés par **Yaméogo et al. (2011)** pour des feuilles fraîches (11,9 %). Cette déférence en teneur pourrait être due à la perte d'eau liée au séchage des feuilles. En effet, les facteurs antinutritionnels tels que les phytates et les tanins interagissent avec les protéines des feuilles en formant des complexes qui empêchent la biodisponibilité des protéines.

Le séchage diminuerait la teneur des facteurs antinutritionnels (**Makkar et Becker, 1996**). Le séchage augmenterait aussi les activités protéolytiques des enzymes hydrolysant les protéines (**Jaffe, 1975**). La teneur en protéines dans les fractions extraits à partir des graines est généralement faibles que celui trouvé par d'autre études avec une valeur de (38,7%), trouvée par **Verma, (1976)**, et celle (31,65%) montrée par **Farooq et Umer, 2007**. Les teneurs en protéines des feuilles fraîches, séchées et des graines de *Moringa Oleifira* sont respectivement de 28,98% MS; 30,19 % MS; 39,81% MS montre qu'elle constitue une bonne source en protéines, car selon **Person (1976)** pour qu'un aliment soit considéré comme sources de protéine, il doit avoir une base de 12 %. La différence entre les résultats peut être attribuée à des différents facteurs : l'origine géographique, espèce étudiée et les méthodes d'extractions et de dosages de protéine qui peut influencer par d'autres macromolécules.

L'analyse phytochimique des certains parties de cette plante miracle de région de Ghardaïa permet l'identification des métabolites suivant : des polyphénols, flavonoïdes (flavone), tanins, saponosides, terpénoïdes et composés réducteurs. **Shahriar et al. (2012)** ; **Roopalatha et Nair, (2013)**; **Okumu et al. (2016)** ; **Sankhalbar et Vernekar (2016)**; **Udosen et al. (2016)** ont aussi rapporté la présence de ces mêmes composés chimiques au niveau des feuilles de *Moringa oleifera* (**Ouled laid et Hadjkouider, 2018**).

Il est noté que, la solubilité, le solvant utilisé dans l'extraction des protéines et la méthode d'extraction et de dosage influe significativement sur la teneur en protéines. Ainsi, la variation des rendements des divers extraits peuvent être attribués aux polarités des différents composés.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Le *Moringa* est-il un super aliment véritablement capable de s'intégrer en tant que légume, présente une activité antioxydante, antidiabétique ? Ce travail vise dans un premier temps à quantifier les composés phytochimiques de plante *Moringa oleifera* largement utilisé mais ces effets dans la région de Ghardaïa notamment à Metlili sont encore méconnus. La vérification des effets pharmacologiques et vertus de telle plante demeure un intérêt potentiel économique, alimentaire, environnemental, pharmaceutique et industriel important.

De par leur richesse en phytonutriments, des taux élevés de minéraux (presque cent fois plus d'antioxydants), de vitamines, en protéines. Les graines de *Moringa* sont classés parmi les graines oléagineuses de par leur teneur élevée en huile d'une valeur nutritive est similaire l'huile d'olive, une huile plus riche en acide linoléique, et acide linoléique.

Le présent travail a porté sur la quantification phytochimique des composés lipidiques et protéiques des fruits, feuilles, fleurs et graines de plante *Moringa* cultivé dans notre Jardin à la région de Metlili (Ghardaïa).

L'extraction des lipides de quatre parties de plante a permis d'obtenir un taux élevé en huile (19-4%) de couleur jaune pâle, et odeur caractéristique de plante pour les graines, une faible teneur est enregistré par les gousses, les fleurs et les feuilles. Ces derniers qui présentent un aspect pâteux de couleur verte jaunâtre.

Quantitativement, l'évaluation du contenu des protéines dans les trois fractions en utilisant la différence de solubilité selon Osborne dosés par la méthode de Biuret, qui nous mène à conclure que cette plante est une source potentielle de protéines spécialement les fractions d'albumine et globuline avec des teneurs (19.032-48.293 %).

Les feuilles sont riches en albumine. Cependant, la globuline et la prolamine sont les fractions majoritaires dans les gousses (fruits).

À l'essor des résultats obtenus, la plante *Moringa* peut être considérée comme source prometteuse des composés phytochimiques tels que les lipides et les protéines, ce qui justifie leurs propriétés pharmacologiques et thérapeutiques. De plus ces résultats sont encourageants pour autres investigations chimiques afin d'entraîner et élargir l'utilisation de cette plante médicinale dans divers domaines allant de l'agroalimentaire, la cosmétique, l'élaboration des médicaments, des additifs et conservateurs naturels, des compléments alimentaires et pour des applications industrielles et environnementales aussi vaste.

Conclusion Générale

Notons enfin que ce travail va nous ouvrir des horizons de recherche ciblés dans le domaine des plantes utilisées en médecine traditionnelle dans la région de Ghardaïa, notamment en termes de mise en évidence des principes actifs et l'évaluation de leurs activités biologiques.

- De Réaliser une étude ethnobotanique par des enquêtes sur la méthode d'utilisation et de consommation de la plante *Moringa oleifera* dans la Wilaya Ghardaïa.
- Essayer d'incorporer les feuilles fraîches ou la poudre de feuilles de *Moringa* dans le régime alimentaire et les préparations culinaires de la population dans la région de Ghardaïa.

Références

Bibliographiques

Références Bibliographiques

Abbas RK, Elsharbasy FS, Fadlelmula AA (2018) Nutritional Values of *Moringa oleifera*, Total Protein, Amino Acid, Vitamins, Minerals, Carbohydrates, Total Fat and Crude Fiber, under the Semi-Arid Conditions of Sudan. *J Microb Biochem Technol* 10: 56-58.

Adebanjo A. Badejo, Adeboye P. Osunlakin, Ademola Famakinwa, Atinuke O. Idowu & Tayo N. Fagbemi (2017) Analyses of dietary fibre contents, antioxidant composition, functional and pasting properties of plantain and *Moringa Oleifera* composite flour blends, *Cogent Food & Agriculture*, 3:1, 1278871.

Alhakmani F., Kumar S., Okindra A., et Khan A. 2013. Estimation of total phenolic content, *in vitro* antioxidant and anti inflammatory activity of flowers of *Moringa oleifera*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 3(8): 623-627.

Amjad M.S., Qureshi H., Arshad M., Chaudhari S.K. et Masood M., 2015 - The incredible queen of green: Nutritive value and therapeutic potential of *Moringa oleifera* Lam. *Journal of Coastal Life Medicine*, 3(9): 744-751.

Anwar F., Ashraf M., Iqbal M., et Hanger B. 2005. Inter provenance variation in Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M and Cutani, A. H. (2007). *Moringa Oleifera*: A Food plant with Multiple medicine uses. *Phytotherapy Research* 21: Pp 17-25.

Atakpama W., Kponor. G. E., Kanda M., Dourm M., Nare ARE M., Batawila K. et Akpagana K., 2014 - *Moringa oleifera* Lamarck (moringaceae): une ressource phytogénétique à usage multiple. *REV. CAMES* - 2(1): 6-14.

Bauer WJ, Badoud R, Lólinger J, Eturnaud A. Science et technologie des aliments. 1er Ed presses polytechniques et universitaires romandes, 2010, Italie.

Belaid Karima & Guemat Sabrina Effet de l'extrait et de l'huile de *Moringa oleifera* sur la conservation du beurre. 2018 *mémoire master, université Béjaia*.

Bhattacharya A. et al, (2018) "A Review of the Phytochemical and Pharmacological Characteristics of *Moringa oleifera*. 10(4), 181-191.

Bhupendra Koul and Neikuoze Chase. *Moringa oleifera* Lam: Panacea to several maladies. *J. Chem. Pharm. Res.*, 2015, 7(6):687-707.

Bruneton, J, 2009. Pharmacognosie phytochimie plantes médicinales. 4e Ed. Editions TEC et DOC (Lavoisier) Paris et Editions médicinales internationales. p. 274.

Références Bibliographiques

- Busani, M., Patrick, J. m., Arnold, H. and Voster, M. (2011).** Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*. **10** (60) : Pp 12925-12933.
- Chelghoum Nadine** « Teneur en composés phénoliques et activité antioxydante d'extrait de fleurs de *Moringa Oleifera* », *mémoire master en Sciences alimentaires, université Bejaia*, 2016.
- Dahot, M. U. (1988).** Vitamin Contents of Flowers and Seeds of Moringa Oleifera. *Pakistan Journal in Biochemistry* **25**: Pp 1-24.
- Delpha ISIS. 2011.** Moringa (*Moringa oleifera* Lam) : current uses and composition of *moringa oleifera* oil seeds from Pakistan. *Jaocs*. 1: 82.
- Djerroumi, A., Nacef, M., 2012.** 100 plantes médicinales d'Algérie. l'imprimerie Houma-34, lotissement la Bruyère Bouzaréah-Alger. Algérie. p. 159.
- Fahey, J. W., 2005.** *Moringa oleifera*: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. *Phytochemistry*. Volume 47. p.p.: 123-157.
- Foidl, N., Makkar, H., Becker, K., 2001.** Potentiel de développement des produits du *Moringa* In Potentiel de *Moringa oleifera* en agriculture et dans l'industrie. Dar es Salaam Tanzanie. 29 octobre - 2 novembre.
- Fuglie, L. J. (2001).** Combating Malnutrition with Moringa In: Lowel Fugile, J. (Ed). The Miracle Tree: The Multiple Attributes of Moringa. *CTA Publication wageningen, the Netherlands*. Pp.117-136.
- G. Lyons¹, C. Gondwe, G. Banuelos, C. Mendoza, A. Haug, O. Christophersen and A.W. Ebert.** Drumstick tree (*Moringa oleifera*) leaves as a source of dietary selenium, sulphur and pro-vitamin A, *ActaHortic*.2017.P 287-292.
- G.J.H. Grubben et O.A. Denton.** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2, légumes, ed CTA, 2004.
- Gopalakrishnan L., Kruthi D. et Devarai S. K., 2016** - Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness* 5: 49–56.

Références Bibliographiques

- Gornall, AG., Bardawill, C. J., et David, M. M.** 1949. Determination of serum proteins by means of the Biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry*, 177, 751–766.
- Jimenez Vergara Marcela et al. (2017)** “Bioactive Components in *Moringa Oleifera* Leaves Protect against Chronic Disease”. 6, 91, 2-13.
- Kozat, S. (2007).** Serum T3 and T4 concentrations in lambs with nutritional myodegeneration. *Journal Veterinary International Medicine*. 21: Pp1135-1137.
- L. Gopalakrishnan, K. Doriya, D.S.Kumar, Moringa Oleifera:** A Review on Nutritive Importance and its Medicinal Application, *Food Science and Human Wellness* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>.
- Ladjemi, A., Ouhaddad, A.,** 2016. Les mucilages de *Moringa oleifera* : teneur en métabolites secondaires, activité antioxydante et effet prébiotique. Mémoire de Master, Université A. MIRA - Bejaia. Bejaia, Algérie. p. 37.
- Laleye, O. A. F., Ahissou, H., Olounlade, A. P., Azando, E.V. B., Laleye, A.,** 2015. Etude bibliographique de trois plantes antidiabétiques de la flore béninoise: *Khaya senegalensis* (Desr) A. Juss (Meliaceae), *Momordica charantia* Linn (Cucurbitaceae) et *Moringa oleifera* Lam (*Moringaceae*), *Int. J. Biol. Chem. Sci.* Volume 9(5). p.p.: 2682-2700.
- Louni, S.,** 2009. Extraction et caractérisation physicochimique de l’huile de graines de *Moringa oleifera*. Mémoire de Magister. Ecole nationale supérieure agronomique El-Harrach, Alger, Algérie. p. 14.
- Mahmood, K. T., Mugal, T and Huq, I. U. (2010).** *Moringa Oleifera: A Natural Gift- A Review in Journal Pharmaceutical Science Research* 2: Pp 775-781.
- Makkar, H. P. S. ; Becker, K.,** 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 63 (1/4): 211–228.
- Malviya, S.N., Malakar, R., Yadav, M., Mishra, A. and Tiwari, A.** 2011. Estimation and characterization of protein present in seed extract of *Jatropha curcas* ., *ARPB*; Vol 1(1).
- Marie W. (2015),** Étude d’opportunité du développement de la filière *Moringa oleifera* dans la région de Toliara, **RAPPORT DE STAGE.**

Références Bibliographiques

Martin Alain Mune Mune, Emilienne Carine Nyobe, Christian Bakwo Bassogog & Samuel René Minka (2016) A comparison on the nutritional quality of proteins from *Moringa oleifera* leaves and seeds, *Cogent Food & Agriculture*, 2:1, 1213618.

Matic Ivana et al. (2018) Investigation of medicinal plants traditionally used as dietary supplements: A review on *Moringa oleifera*, 9:841.

Meda B.L., 2011, Etude comparative des systèmes d'irrigation goutte à goutte et d'aspersion sur la production de *Moringa oleifera* dans la commune de Dano. Mémoire de fin de cycle d'Ingénieur du Développement Rural de l'Université, Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

Mensah JK, Ikhajiagbe B, Edema NE, Emokhor J.(2012). Phytochemical , nutritional and antibacterial properties of dried leaf powder of *Moringa oleifera* (Lam) from Edo Central Province , Nigeria. *J Nat Prod Plant Resour.* 2(1):107-112.

Mishra, D., Gupta, R., Pant, S., Kushwah, P., Satish, H. T and Flora, S. J. S. (2009). Co-administration of monoisoamyl dimercaptosuccinic acid and *Moringa oleifera* seed powder protects arsenic induced oxidative stress and metal distribution in mice. *Toxicological Mechanics and Methods.* 19: Pp 169-182.

Mooza Al-Owaisi, Nora Al-Hadiwi, Shah Alam Khan (2014) GC-MS analysis, determination of total phenolics, flavonoid content and free radical scavenging activities of various crude extracts of *Moringa Peregrina* (Forssk.) Fiori leaves, *Pac J Trop Biomed* 2014; 4(12): 964-970.
Moringa products. Dar es Salaam, Tanzanie.

Mouhoubi, N., Bachioua, K., 2017. Teneur en composés phénoliques et activité antioxydante d'extrait au méthanol des feuilles de *Moringa oleifera*. Mémoire de Master, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia. Bejaia, Algérie. p. 44.

Moussa Ndong, Salimata Wade, Nicole Dossou, Amadou T. Guiro, Rokhaya Diagne Gning Ajfand (2007) Valeur Nutritionnelle du *Moringa Oleifera*, étude de la Biodisponibilité du Fer, Effet de L'enrichissement de divers plats Traditionnels Senegalais avec la poudre des Feuilles, Volume 7 N°. 3.

Références Bibliographiques

Mownica Udikala, Yashodhara Verma, Sushma, Sapna Lal. 2017. Phytonutrient and Pharmacological Significance of *Moringa oleifera* *Int. J. Life. Sci. Scienti. Res.*, 3(5): 1387-1391.

Muhammad N, Muhammad I.(2016), Promising features of *Moringa oleifera* oil: recent updates and perspectives. *Lipids Health Dis*, 15: 212.

Nadeem, M., M. Abdullah, I. Hussain, S. Inayat, A. Javid and Y. Zahoor, (2013b). Antioxidant potential of *Moringa oleifera* leaf extract for the stabilisation of butter at refrigeration temperature. *Czech. J. Food Sci.*, 31: 332 -339.

Ndong, M., Wade, S., Dossou, N., and Guiro, A. T. (2007). "Rokhaya Diagne Gning Valeur nutritionnelle du *Moringa oleifera*, étude de la biodisponibilité du fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels sénégalais avec la poudre des feuilles." *Afric. J. of Food Agric. Nut. and Dev*, 7(3), 12-14.

Nkafamiya, II., Osemeahon, S. A., Modibbo, U. U., Aminu, A. (2010). Nutritional status of non- conventional leafy vegetables *Ficus asperifolia* and *Ficus sycomorus*. *African Journal of Food Science*. 4 (3) : Pp 104-108.

Olson B, Markwell J. Assays for determination of protein concentration. *Curr Protoc Protein Sci*. 2007;0:Unit 3.4.

OULADLAID Fella et HADJKOUIDER Hafida « Criblage phytochimique et activité antioxydante et antibactérienne de différents extraits de feuilles de *Moringa oleifera* L. ». *Master Biochimie appliquée, universite Ghardaia. 2018.*
pharmacological interest.

Raja Ramasubramania (2016) “*Moringa Oleifera*-An Overview. 2(9), 620-624.

Ritu, P., Veena, S and Precheta. (2011). A Review on HorseRadish Tree (*Moringa Oleifera*): A Multipurpose Tree with High Economic and Commercial Importance. *Asian Journal of Biotechnology* 3: Pp 317-328.

Saa Willy Romuald et al, (2019) Treatments and uses of *Moringa oleifera* seeds in human nutrition: A review. 7(6), 1911–1919.

Sanchez-Machado, D. I, Nunez-Gastelum, J. A., Reyes-Moreno C., Ramirez- Wong

Références Bibliographiques

B., Lopez- Cervantes, J. (2009). Nutritional Quality of edible Parts of *Moringa oleifera*. Food Analytical Method DOI 10.1007/s1261-009-9106-Z.

Sarni-Manchado, P., Cheynier, V., 2006. Les polyphénols en agroalimentaire. France quercy-46090 Mercués. France. p. 398.

Shreya Talreja and Shashank Tiwari. 2020 “A Critical Overview on *Moringa Oleifera*” Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences, 11 (4): 8451 – 8457.

Udupa,S. L.,Udupa, A. L and Kulkarni, D. R. (1994). Studies on the anti-inflammatory and Wound Healing Properties of *Moringa Oleifera* and *Aegle Marmelos*. *Fitoterapia* **65**: Pp 119-123.

Yao Kouame Jean Baptiste « Composition nutritionnelle des feuilles et de l'huile des graines de *Moringa oleifera*», *mémoire master en Sciences et Technologies des Aliments* 2014.

Zaffer M, Ahmad S, Sharma R, Mahajan S, Gupta A. (2014) Antibacterial activity of bark extracts of *Moringa oleifera* Lam. against some selected bacteria. *Pak J Pharm Sci* 27: 1857-1862.

Annexes



Figure 1: different parties de Moringa.

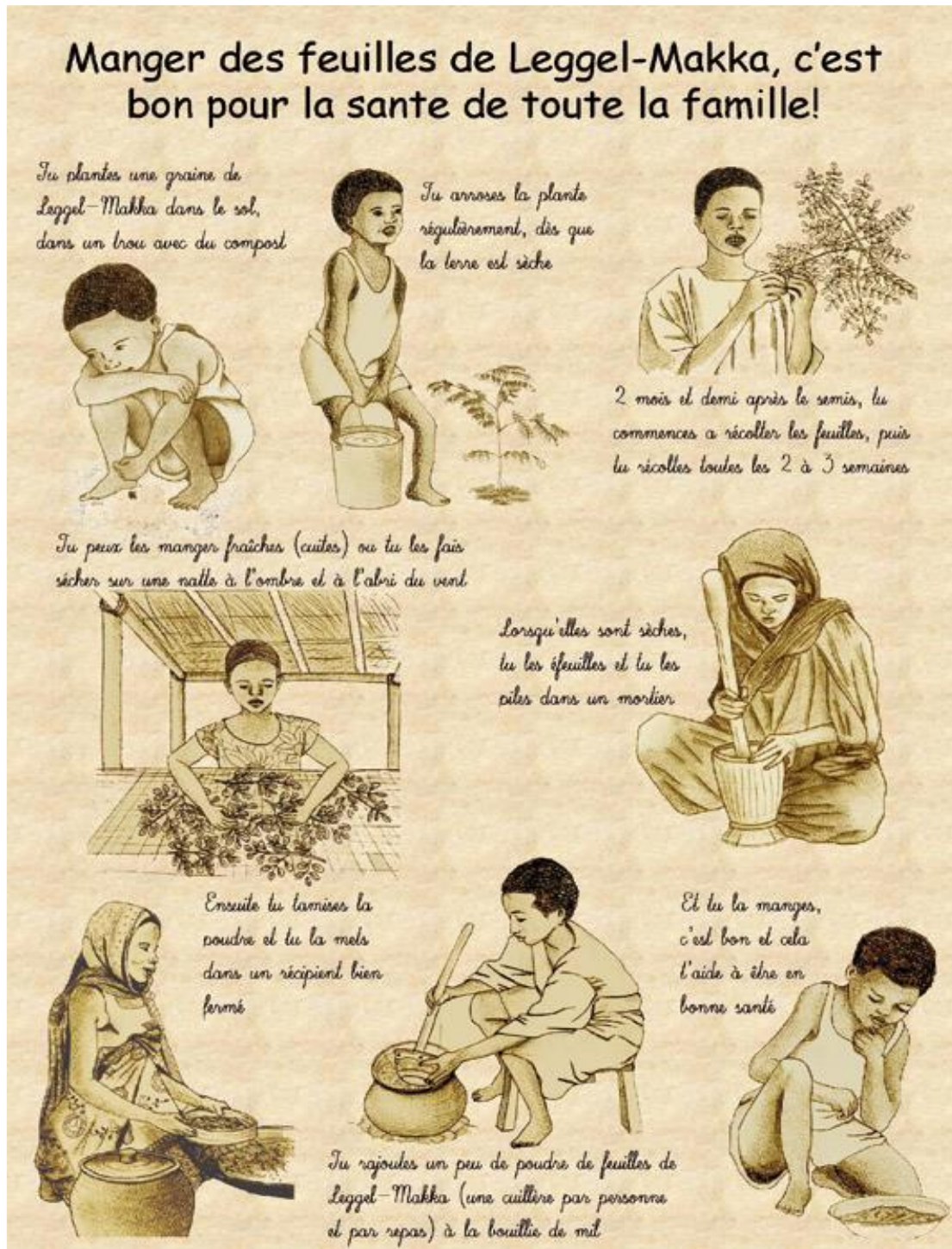


Figure 2: Utilisation de *Moringa Oleifera* dans la médecine traditionnelle.

Annexes



=

Des feuilles minuscules,
d'immenses avantages.

7 fois plus de Vitamine C que les Oranges



4 fois plus de Vitamine A que les Carottes



4 fois plus de Calcium que le Lait



3 fois plus de Potassium que les Bananes



2 fois plus de Protéines que le Yaourt

