

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

N° d'enregistrement

Université de Ghardaïa



كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم هندسة الطرائق

Département de Génie des procédés.

Mémoire de fin d'étude, en vue de l'obtention du diplôme

Master

Domaine: Sciences et Technologie

Filière: Génie des procédés.

Spécialité: Génie chimique.

Thème

**Evaluation phytochimique des extraits protéiques des
Feuilles de *Moringa Oleifera* de la région de Ghardaïa**

Présenté par :

Charrad Soumia

Zid Maria

Soutenue publiquement le 17/06 /2023.

Devant le jury composé de:

Bouamer Kheira	MCB	Université de Ghardaïa	Président
Laghouiter Oum Kelthoum	MCB	Université de Ghardaïa	Encadrant
Adamou Youcef	MAA	Université de Ghardaïa	Examineur
Babaarbi Ilias	MAA	Université de Ghardaïa	Examineur

Année universitaire 2022/ 2023.

ملخص

أوراق المورينجا، كنز الصحراء ومصدر مهم للبروتينات والمركبات الفيتوكيميائية الأخرى ذات الميزات العلاجية والتطبيقات المتعددة. يعد تثمين شجرة المورينجا أوليفيرا المحلية لغرض الطهي، التجميل، الطب والصناعة أمر غاية الأهمية. في هذا الصدد، حاولنا من خلال هذا العمل تقدير نسبة البروتين لأربعة مستخلصات بروتينية لأوراق المورينجا بمنطقة متليلي بثلاث طرق **Lowry** و **Biuret** و **Bradford** بهدف دمجها في تغذية الإنسان، مما يعزز النظام الغذائي بالبروتين.

يُظهر التحليل الفيتوكيميائي تنوع أوراق المورينجا وراثتها بمختلف البروتينات بكميلت متفاوتة، حيث يمثل الألبومين البروتين الأكثر نسبة (12.236% كسب) يليه القلوبولين، البرولامين و الغوتلين. أثبت تقدير البروتين للمستخلصات المدروسة ان أوراق الموريجا تعتبر مصدر هام للبروتينات الكلية بنسبة تصل إلى (27.614% كسب).

تقييم الفعالية المضادة للميكروبات بواسطة طريقة الانتشار على القرص ضد أربع سلالات بكتيرية عدم فعالية الالبومين والغلوبولين في حين تمكن مستخلص البرولامين من تثبيط تكاثر *E.coli* و *S. aureus* وكذلك الامر بالنسبة لمستخلص الغوتلين حيث اثبت فعالية جيدة ضد *P. aeruginosa* و *S. saprophiticus*. من خلال هذه النتائج يمكن اعتبار المستخلصات البروتينية لأوراق المورينجا المحلية كمصدر غذائي غني بالبروتين ومضاد حيوي ضد بعض البكتيريا المسببة للأمراض.

الكلمات المفتاحية: أوراق المورينجا أوليفيرا، المركبات البروتينية، الفعالية المضادة للبكتيريا.

Résumé

Les Feuilles de Moringa, trésor du Sahara et source potentielle de protéines avec des autres substances phytochimiques qui ont plusieurs effets pharmacologiques et de multiples applications. La valorisation du *Moringa oleifera* local à des fins culinaires, cosmétiques, médicales et industrielles est plus intéressante. Dans ce travail, nous avons tenté de quantifier les composés protéiques des quatre extraits de feuilles de Moringa d'origine de Metlili par trois méthodes (Biuret, Lowry et Bradford) pour les incorporer dans l'alimentation humaine, ce qui renforce l'alimentation en protéines.

L'analyse phytochimique montre la diversité des feuilles et leur richesse en diverses protéines à teneurs variables, dont l'albumine présente la fraction majoritaire (12,236% tourteaux) suivie de la globuline, la prolamine et la glutéline. La quantification des protéines dans les extraits étudiés montre que ces feuilles sont une source potentielle de protéines totales avec une teneur de l'ordre de (27,614% MS). L'évaluation de l'activité antimicrobienne in vitro par la méthode de diffusion sur disque contre quatre souches bactériennes montre la résistance des souches vis à vis la fraction d'albumine et de globuline. Les fractions de prolamine peuvent inhiber les souches d'*E. coli* et de *S. aureus*. La même chose pour les fractions de glutéline contre *P. aeruginosa* et *S. saprphiticus*.

A la lumière de ces résultats, les extraits protéiques de Moringa locale peuvent concédée comme source alimentaire riche en protéines et un agent antimicrobien contre certaines bactéries pathogènes.

Mots-clés : Feuilles de *Moringa Oleifera*, composés protéiques, activité antibactérienne.

Abstract

Moringa leaves, treasure of the Sahara and potential source of proteins with the other phytochemicals which have several pharmacological effects and multiple applications. The valorization of local *Moringa oleifera* for culinary, cosmetic, medical and industrial purposes is more interesting. In this context we have attempted to quantify the protein compounds of four Moringa leaves extracts of Metlili origin by three methods (Biuret, Lowry and Bradford) for incorporating them in the human diet, which reinforces the diet by proteins. The phytochemical analysis shows the diversity of the leaves and their richness in various proteins with variable contents, of which albumin presents the majority fraction (12.236% marc) followed by globulin, prolamin and glutelin. The quantification of proteins in the studied extracts shows that these leaves are a potential source of total proteins with a content of around (27.614% DM). The evaluation of the antimicrobial activity *in vitro* by the disk diffusion method against four bacterial strains shows the resistance of the strains to the fraction of albumin and globulin. Prolamin moieties can inhibit *E.coli* and *S. aureus* strains. The same for glutelin fractions against *P. aeruginosa* and *S. saprophyticus*.

In the light of these results, local Moringa protein extracts may concede as a food source rich in proteins and an antimicrobial agent against certain pathogenic bacteria.

Keywords: *Moringa Oleifera* leaves, protein compounds, antibacterial activity.



♥ Je dédie ce travail

À ceux qui m`ont donné la vie

À la source de ma joie et ma force ♥

À mes chers parents, Merci d`être tout simplement mes
parents !

Et que la réussite soit toujours à mon portée pour que je
puisse vous combler de bonheur.

♥ Je dédie aussi ce travail à :

Mes frères *Faiz, Yasmine et Nadjib* et toutes ma famille.

Toutes mes amies et mes collègues ♥

Tous les enseignants de l`université de Ghardaïa.

♥ MARIA ♥

La locomotive de recherche a traversé de nombreux obstacles, et pourtant j'ai essayé de la surmonter avec constance, grâce à et de la part de Dieu.

À celle qui la préfère à moi, et pourquoi pas, parce qu'elle s'est sacrifiée pour moi, et n'a ménagé aucun effort pour toujours me rendre heureuse.

Propriétaire d'un visage bienveillant et de bonnes actions, il ne m'a pas retenu tout au long de sa vie, "mon cher père".

*À mes bien-aimés : « Farah Manar Hussein Yahya,
Mira Saado, Adam Maria.*

Et à mon encadreur « Laghouiter O.k » pour m'avoir aidé à mener à bien le travail, et prof Département génie de procédés, à tous ceux qui ont contribué à atteindre cette étape, à tous ceux qui m'ont soutenu dans mon parcours universitaire de la part de la famille et des amis, et enfin je demande à Dieu le paiement, le succès et le succès dans les prochaines étapes

SOUMALA

Remerciements

Au terme de ce travail, nous désirons remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné la patience et d'avoir augmenté la foi en nous pour réaliser ce travail.

Merci mon Dieu !

Nous remercions chaleureusement nos très chers parents pour leur amour et leurs prières ainsi que leur encouragement tous au long des années. Merci papa ! Merci maman !

Nous adressons nos sincères remerciements à notre directrice de mémoire, Mme Oum Kelthoum LAGHOUITER de nous avoir encadré et orienté. Ainsi pour son extrême gentillesse. Merci.

Nous remercions vivement le chef de département de Gènes des procédés 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 travail.

Nos remerciements s'adressent également au responsable de laboratoire de chimie à Aouf D, Daoudi A, Bertima M et Derbali I pour leurs soutiens, leurs orientations et pour mis à notre disposition tout le matériel nécessaire et disponible pour mener à bien ce travail.

Bien que toutes les personnes qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouvent ici mes sincères remerciements.

Liste des Figures

N°	Titre	Page
Figure I.1	La formule chimique des protéines (Bauer, 2010).	04
Figure I.2	Les différentes parties de <i>Moringa Oleifera</i>	10
Figure II.2	Utilisations de différents organes de Moringa (Foidl et al., 2001).	12
Figure IV.1	Etapes de préparation de poudre des feuilles de <i>M. Oleifera</i> pour l'extraction.	15
Figure IV.2	Les souches bactériennes utilisées.	18
Figure IV.3	Préparation de milieu de la culture.	19
Figure IV.4	Suspensions bactériennes.	20
Figure IV.5	Les disques imbibés d'extraits protéiques	20
Figure V.1	L'extrait lipidique de feuilles de Moringa étudiées.	21
Figure V.2	Courbe d'étalonnage de l'albumine par la méthode de Biuret.	22
Figure V.3	Teneur en protéine dans les quatre fractions extraites des feuilles de Moringa évalué par la méthode Biuret.	23
Figure V.4	Courbe d'étalonnage de l'albumine par la méthode de Lowry.	23
Figure V.5	Teneur en protéine dans les quatre fractions extraites des feuilles de Moringa évalué par la méthode Lowry.	24
Figure V.6	Courbe d'étalonnage de l'albumine par la méthode de Bradford.	25
Figure V.7	Teneur en protéine dans les quatre fractions extraites des feuilles de Moringa évalué par la méthode Bradford.	26
Figure V.8	Variabilité des teneurs en protéine quantifiés par trois méthodes.	27
Figure 01	Etapes d'extraction des lipides.	43

Liste des Tableaux

N°	Titre	Page
Tableau I.1	Comparaison entre les trois méthodes de dosage de protéines utilisées	07
Tableau II.1	Les différents composants dans la poudre des feuilles de <i>Moringa Oleifera</i> (www.fondationensemble.org)	11
Tableau II.2	Les acides aminés dans 100 grammes de feuilles sèches	11
Tableau V.1	Les pourcentages des protéines selon la méthode biuret	22
Tableau V.2	Les pourcentages des protéines selon la méthode Lowry	24
Tableau V.3	Les pourcentages des protéines selon la méthode Bradford	25
Tableau V.4	Comparaison entre la teneur en protéine totale quantifiée par les trois méthodes.	28
Tableau V.5	Résultats de l'activité antimicrobienne.	28

Liste des Abréviations

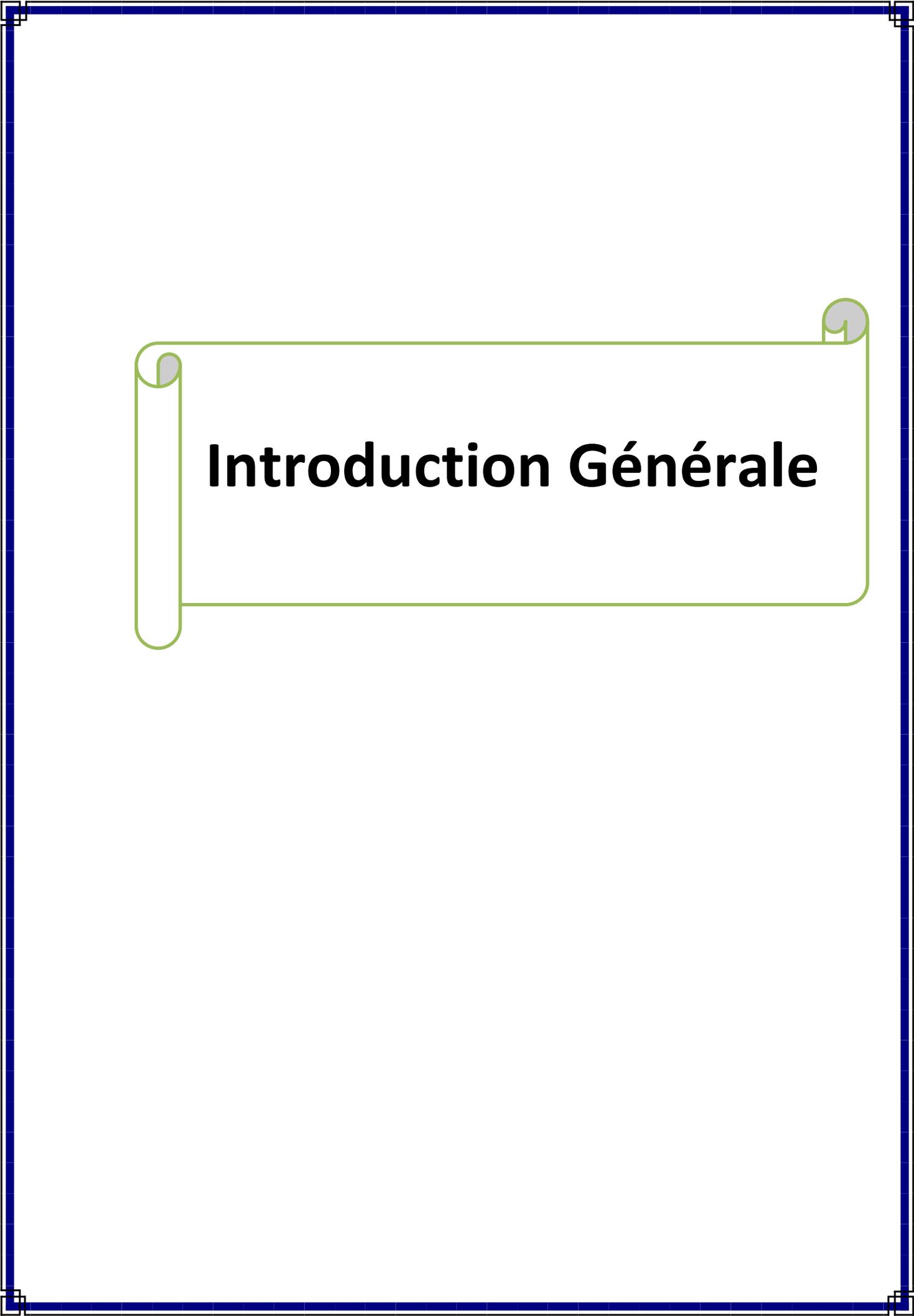
BSA	Albumine Sérique Bovine
MH	Muller Hinton
BBC	Bleu brillant de Coomassie
CMB	Concentration Minimale Bactéricide
CMI	Concentration minimale inhibitrice

SOMMAIRE

Liste des Abréviations	
Liste des Figures	
Liste des Tableaux	
Introduction Générale	01
Synthèse bibliographique	
I. Les protéines	04
I.1. Définition et Structure chimique des protéines	04
I.2. Classification des protéines	05
I.3. Rôles des protéines	06
I.4. Dosage des protéines	07
II. Généralités sur le <i>Moringa Oleifera</i>	08
II.1. Introduction	09
II.2. Classification systématique de <i>Moringa</i>	09
II.3. Description botanique	09
II.4. Valeur nutritive et applications des feuilles de <i>Moringa Oleifera</i>	10
II.5. Propriétés pharmacologiques	12
III. L'activité antibactérienne	13
Partie Expérimentale	
IV Matériels et Méthodes	15
IV.1. Matériels	15

IV.2. Méthodes	15
IV.2.1. Elimination des lipides	15
IV.2.2. Extraction des protéines	16
IV.2.3. Dosage des protéines	16
IV.2.4. Evaluation de l'activité antibactérienne par la méthode de diffusion de disques	18
IV.2.4.1 Origine et choix des souches bactériennes	18
IV.2.4.2 Choix des milieux de culture	19
IV.2.4.3. Test de sensibilité vis-à-vis les souches étudiés	19
V. Résultats et discussions	21
V.1. Rendement des lipides	21
V.2. Quantification des composés protéiques	21
V.3. L'évaluation de l'activité antibactérienne	28
Conclusion General	31
Références Bibliographiques	34
Annexes	42





Introduction Générale

I. Introduction

L'organisme utilise les protéines comme matériau de construction. Les protéines permettent de fabriquer les muscles, les os, les cheveux, les ongles, la peau, bref tous les organes, mais aussi de produire les hormones, les enzymes, les anticorps, les neurotransmetteurs... Tout ce dont notre organisme a besoin pour fonctionner correctement (Calvier, 2020).

Les viandes, les fromages et les œufs sont généralement riches en protéines avec un teneur qui va de 20 à 30% environ, cependant, leurs prix actuellement et très élevée, ils n'ont pas disponibles pour tout le monde se qui influe négativement sur le régime alimentaire et induit un déséquilibre dans l'organisme et des maladies comme la malnutrition.

Une alimentation naturelle, saine et équilibré est à l'heure actuelle la demande de la plupart des gens qui souffrent du non disponibilité de certains aliments (pauvres) ou mêmes ceux qui souffrent de surconsommation des aliments riches en graisses et en carbohydrates. L'existence d'une alternative végétale disponible, moins chère et sécurisé devient la responsabilité des chimistes, biologistes...

Les protéines qui ont des quantités substantielles des huit acides aminés essentiels sont dites de bonne qualité. Tous les acides aminés essentiels sont présents dans l'ensemble des aliments végétaux, et de nombreux végétaux présentent des teneurs en acides aminés essentiels adaptées aux besoins humains (Calvier, 2020). C'est le cas de nombreuses légumineuses, certaines céréales et certaines noix.

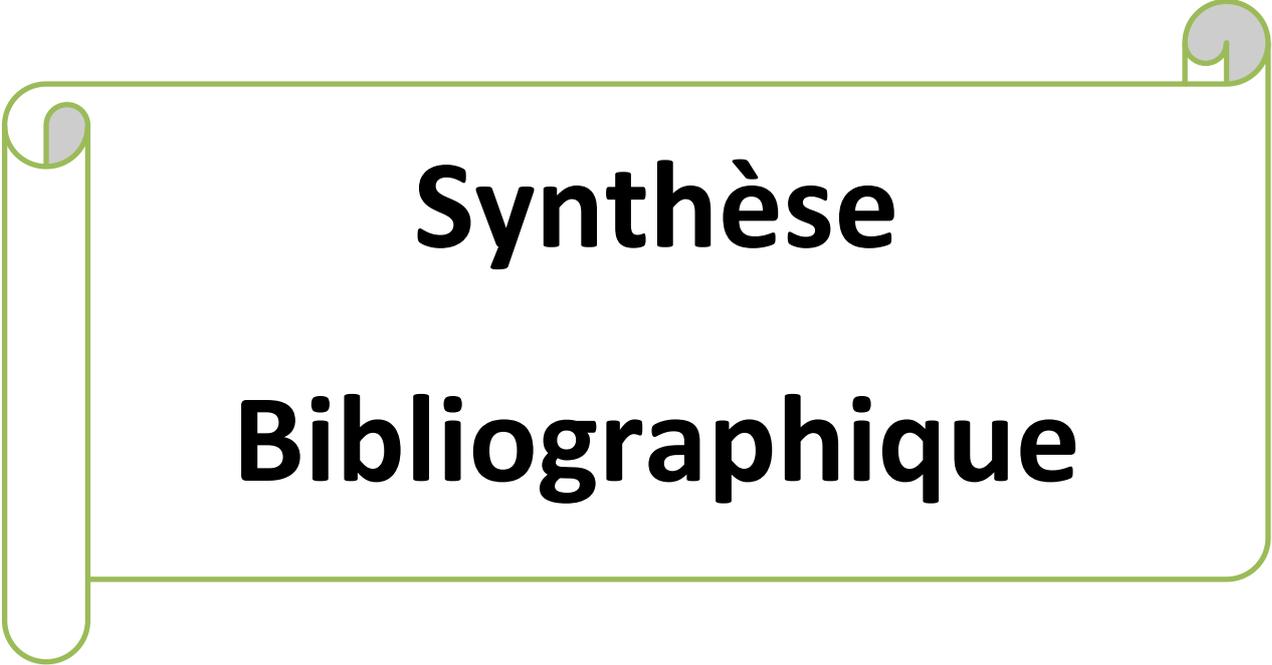
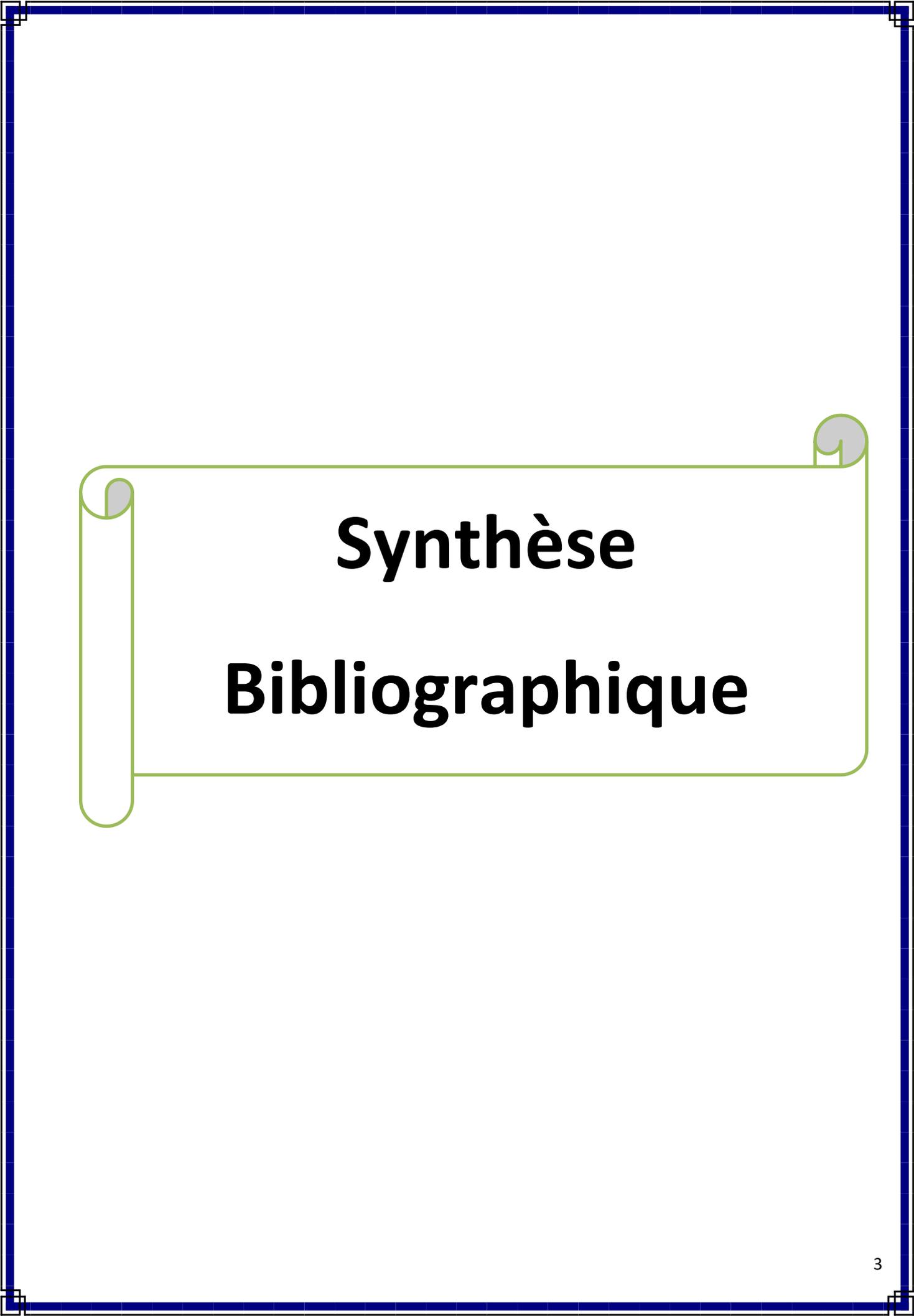
Le *Moringa Oleifera* est une plante médicinale, réputée depuis longtemps par leurs propriétés pharmacologiques, nutritionnelles et industrielles pour soigner la peau, traiter l'hypertension, le diabète, le cancer et pour purifier l'eau grâce à leur richesse en antioxydants telle: les fibres, les polyphénols et presque toutes les vitamines (Punitha et al., 2019; Palada et al., 2021). Tous les parties de Moringa sont utilisés en particulier leur feuilles dont la valeur nutritive est d'une richesse rarement observée. Les feuilles de Moringa contiennent une très grande quantité diversifiée en vitamines, des minéraux, du fer, du calcium, des protéines à tous les acides aminés essentiels et non essentiels, du zinc, du sélénium et des composés phénoliques dont notre organisme a besoin avec des taux suffisantes (Hekmat et al., 2015; Punitha et al., 2019). Les feuilles de Moringa contiennent 4 fois plus de calcium et 2 fois plus de protéines que le lait, 7 fois plus de vitamine C que l'orange, 3 fois plus de potassium

INTRODUCTION GÉNÉRALE

que la banane, 3 fois plus de fer que les épinards, 4 fois plus de vitamine A que la carotte (Bhagave et *al.*, 2015). Ce cocktail magique de tous les nutriments sert à combler les carences nutritives, lutter contre la malnutrition et stimuler le système immunitaire contre certaines maladies. En outre, insérer les feuilles de Moringa dans des formulaires alimentaires, condiments, ou à des fins culinaires, cosmétiques, pharmacologiques ou même industrielles permet de remettre l'accent sur les ressources disponibles localement et un atout économique, sociale et environnementale.

Dans ce contexte, ce travail a pour but de quantifier la teneur en composés protéiques dans les feuilles de *Moringa Oleifera* cultivée dans la région de Metlili (Ghardaïa), ce travail est un complément à un travail précédent sur le même sujet fait l'année passé. Plusieurs études sont consacrées à la quantification des composés phénoliques, néanmoins n'y a aucun étude sur l'étude des protéines de cette plante dans l'Algérie. Cette mémoire est divisée en deux parties: le premier est un aperçu théorique sur le Moringa, valeurs nutritive et effets pharmacologiques et industrielles, généralités sur les protéines : leur structure, leur rôle et méthodes d'analyse.

La deuxième concernant les matériels, les méthodes et les protocoles qui servent à extraire et quantifier les composés protéiques des feuilles de *Moringa Oleifera*, aussi d'évaluer leurs activité antimicrobienne, ensuite une discussion des résultats obtenus et en termine par une conclusion et des perspectives.



Synthèse

Bibliographique

I. Les protéines

Les plantes renferment de nombreux principes actifs participent dans la défense contre les ennemis, communication ou dans d'autres buts. Les protéines à côté des glucides et les lipides représentent l'un des principaux constituants des aliments. Les protéines jouent un rôle primordial dans l'organisme d'où vient son nom *protos* en grec qui signifie «celui qui vient en premier». Elles sont impliquées dans tous les processus biologiques essentiels à la vie (Bauer, 2010). Les protéines constituent la majeure partie de la viande de poulet et des œufs.

I.1. Définition et Structure chimique des protéines

Les protéines sont des macromolécules formées par la condensation d'un grand nombre d'unités appelées des acides aminés reliés par des liaisons peptidiques (Henry, 2001). Certains des acides aminés dits essentiels, ces huit acides sont indispensables au maintien de la santé de l'homme : la leucine, l'isoleucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la tyrosine, le tryptophane et la valine (Bauer, 2010). La composition en acides aminés des protéines peut concéder comme critère de qualité protéique de notre alimentation.

Les protéines sont des composés constitués de plusieurs éléments chimiques dont le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote et pour certaines protéines, le soufre et le phosphore (Bauer, 2010).

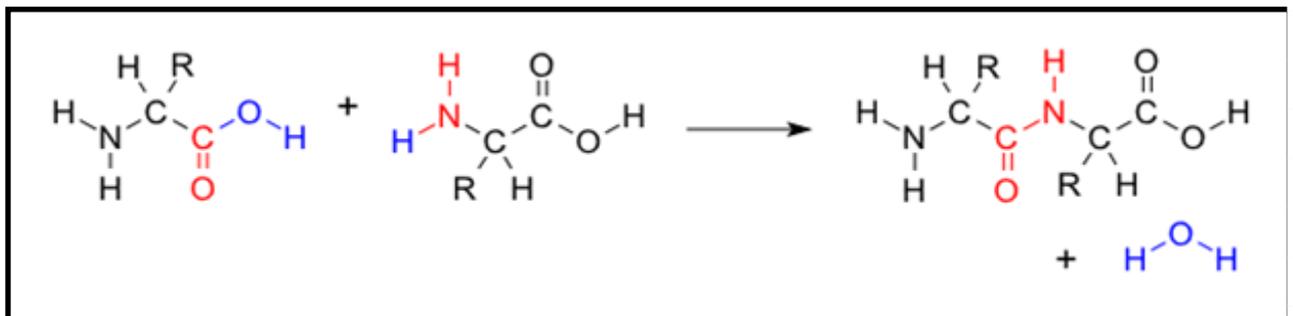


Figure I.1 : La formule chimique des protéines (Bauer, 2010).

Formation d'une liaison peptidique (en rouge) entre deux acides aminés, avec élimination d'une molécule d'eau (en bleu).

Synthese Bibliographique

Les protéines ne restent pas sous cette forme linéaire elles se replient sur elles-mêmes en une structure tridimensionnelle particulière (**Bauer, 2010**).

I.2. Classification des protéines

Les protéines jouent un rôle fondamental dans le maintien de la vie, où elles constituent des composants structuraux et métaboliques majeurs. Il existe de multiples classifications des protéines, établies selon différents critères, tels que la fonction (à activité biologique, de structure, de réserve...) ou la composition (hétéro et holoprotéines). Les holoprotéines sont composées d'albumines, globulines, prolamines, glutines (**Franck Patricia, 2008**).

Les protéines sont classées en : (**Bauer, 2010**)

- * **Leur composition:** Holoprotéines (simple) et Hétéroprotéines (conjuguée).
- * **Leur forme:** Scléroprotéines (fibreuses), Sphéroprotéines (globulaires).
- * **Leur solubilité :** La solubilité des protéines dans leur solvant naturel, solution saline isotonique, dépend de leur structure tertiaire. Elles sont distinguées en :
 - **Globulines :** sont des protéines solubles dans des solutions salines diluées (NaCl à 5%). Ce sont des glycoprotéines et des lipoprotéines.
 - **Albumine :** L'albumine est la principale protéine circulant dans le sang assure le transport de nombreuses substances. C'est un groupe de protéines simples formées de carbone, hydrogène, oxygène, azote et d'un petit pourcentage de soufre. Elle est soluble dans l'eau et précipite par addition de sulfate d'ammonium (70%-100% de saturation).
 - **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. Les protamines sont des petites protéines responsables de la condensation du matériel génétique.
 - **Globine:** Protéine qui compose l'hémoglobine du sang et la myoglobine, soluble dans des solutions salines.
 - **Prolamine et gluteline :** Les prolamines sont solubles dans les solutions étendues d'éthanol (65-75%), sont caractérisées par une forte teneur en acide glutamique (37 à 56%) et en proline (15 à 30%). La gluteline est un mélange de protéines est riche en acides aminés, l'acide glutamique et le linoléum, solubles dans les acides et les bases dilués (**Nizar Nasri, 2007**).
 - **Scléroprotéines :** est une protéine fibreuse, insoluble dans l'eau solubles dans les solutions salines, acides ou alcalines diluées.

Synthese Bibliographique

Il y a d'autres classifications, selon leur localisation (au niveau tissulaire ou au niveau cellulaire), classification selon leur fonction (protéine enzymatique, protéine transport, protéine de stockage, protéine régulatrice, protéine défensive, protéine contractile) (**Bauer, 2010**).

I.3. Rôles des protéines

- Les protéines sont importantes dans très nombreux produits alimentaires en leur conférant des propriétés structurales, organoleptiques, fonctionnelles et de réserve (**Henry, 2001; Bauer, 2010**).

- Elles ont un rôle catalytique (enzymes); dans la motilité; de régulation de la compaction de l'ADN ou d'expression des gènes, etc. Les protéines participent à tout l'événement physiologique.

- Elles ont un rôle clef dans tous les réactions qui se déroulent à l'intérieure de la cellule (synthèse des métabolites, formation des composés riches en énergie, élimination des déchets et des toxines).

- Les histones participent au contrôle de l'expression génétique dans les chromosomes. L'élastine et collagène sont des protéines de soutien. Les protéines membranaires en association avec des lipides contrôlent l'échange de matière de la cellule avec le milieu extérieure. L'actine et myosine protéines de contraction musculaire. L'albumine, la globuline, la caséine et les hormones protéiques sont des protéines globulaires jouent un rôle important dans le métabolisme. L'hémoglobine transporte l'oxygène dans l'organisme (**Henry, 2001; Bauer, 2010**).

- Les anticorps (γ globuline) représentent un véritable arsenal de défense de la cellule contre l'agression extérieure.

- Certaines protéines existant dans les graines de nombreux végétaux joue un rôle de stockage.

En fait, l'immense majorité des fonctions cellulaires est assurée par des protéines. La vérification d'apport énergétique et le besoin minimal du corps en protéines protège l'organisme contre la malnutrition et certaines maladies accompagnant (**Violet., 2021**).

Synthese Bibliographique

I.4. Dosage des protéines

La teneur en protéines peut déterminer par plusieurs méthodes: qui peuvent être des méthodes nécessitent la dégradation par voie chimique des protéines (méthode de Kjeldahls), des méthodes par titrage à la formaldéhyde, par fixation de colorant, par colorimétrie (Biuret, Lowry), par spectrométrie d'absorption dans l'infrarouge et l'ultraviolet ou par fluorescence dans l'ultraviolet, des méthodes turbidimétriques, des méthodes électrophorétiques, des méthodes chromatographiques, des méthodes immunologiques et par action d'exopeptidases carboxypeptidase A) (Sari Pihlasalo., 2011).

Tableau I.1: Comparaison entre les trois méthodes de dosage de protéines utilisées

Méthodes	Bradford	Biuret	Lowry
Références	Bradford, M. (1976) Anal. Biochem. 72, 248-256	Gornall et al. (1949) J. Biol. Chem. 177, 751	Lowry et al. (1951) J
Réactif	Le bleu de Coomassie	Le biuret (NH ₂ -CO-NH-CO-NH ₂)	Le biuret et le réactif de Folin-Ciocalteu (phosphomolybdate et phosphotungstate)
Groupements réactifs	Réaction avec l'Arg et, dans une moindre mesure, avec l'His, la Lys et les acides aminés aromatiques	Formation d'un complexe pourpre avec la liaison peptidique en présence de cuivre à pH basique	Le réactif de Folin-Ciocalteu réagit avec la Tyr et le Trp et dans une moindre mesure, avec la Cys, l'His et la liaison peptidique
Lecture	595 nm (bleu de Coomassie seul : 465nm)	545 nm (ou 300nm)	745nm
Sensibilité	Elevée (seuil = 1µg)	Faible (seuil=100µg)	Elevée (seuil = 1µg)
Rapidité et complexité	Méthodes simple et très rapide	Méthodes simple et moyennement rapide	Méthodes moyennement simple et moyennement rapide
Interférence	Dosage peu influence	Dosage influence par	Dosage fortement

Synthese Bibliographique

	par la présence d'autres molécules sauf les détergents et les bases fortes	les autres solutés	influence par les autres solutés
Variation d'une protéine à une autre	Forte : la protéine de référence (l'albumine de sérum bovin ou BSA, est une protéine globuline, parfois employée, est une protéine qui est une meilleure protéine de référence	Faible : la formation du complexe est à peu près équivalente pour toutes les protéines puisque le biuret réagit avec la liaison peptidique	Forte

II. Généralités sur le *Moringa Oleifera*

II.1. Introduction

Les protéines constituent la majeure partie de la viande de poulet, des œufs et les produits laitiers qui contiennent tous les acides aminés essentiels. Le non disponibilité de ces aliments ou la surconsommation affect le régime alimentaire et cause des maladies des fois chroniques (diabète, hypertension, maladies cardiovasculaires, malnutrition...). Cependant, les protéines végétales dont les oléagineux, légumineuses, les graines et les céréales sont concédées comme leur source, mais sont moins riches en acides aminés que les protéines de sources animales. Diverses études ont montré que les feuilles de légumineuses sont riches en éléments nutritifs et peuvent être utilisées comme sources protéiques (**W.Ossebi, 2010**). Étonnamment, les feuilles de *Moringa* contiennent tous les acides aminés. Il contient deux fois plus de protéines que le yaourt. Plus, qu'elles sont riches en protéines, vitamines et certains minéraux. De plus le *Moringa oleifera* est disponible, accessible et facile à cultiver et à utiliser.

Le *Moringa oleifera* est une plante médicinale de la famille *Moringaceae*, genre *Moringa* qui contient 13 espèces (**Fahey, 2005 ; Dihaj et Seddiki., 2021**).

Synthese Bibliographique

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

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

II.2. Description botanique

Le *Moringa Oleifera* est un arbre à usages multiples, largement cultivée au profit leur vertus. Le *Moringa* à croissance rapide, résistée la sècheresse (Laleye et al., 2015 ; Gérard et al., 2021). (Figure II.1).

- ✓ **Tronc:** Généralement droit. En général, il peut atteindre 7 à 12 m de hauteur. Le tronc est couvert d'une écorce lisse, grise à brunâtre, grossièrement lenticelle, à tranche verte en surface. De ce tronc une gomme blanche est exsudé, opaque devenant rouge foncée en surface (Laleye et al., 2015; Djaafri et al., 2021, Ghennai et al, 2022).
- ✓ **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, ovales ou en forme d'ellipse de 1 à 2 cm de long.
- ✓ **Fleure :** de couleur blanche ou crème. Elles sont de 2,5 cm de large et se présentent sous forme de panicules axillaires et tombantes de 10 à 25 cm.
- ✓ **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 atteint 15000 à 25000 graines par an.

Synthese Bibliographique

- ✓ **Racines** : sont de structure tubulaire, blanches, gonflées 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 (**Benarima, 2021**).



Figure II.1: Les différentes parties de *Moringa Oleifera* (original).

II.3. Valeur nutritive et applications des feuilles de *Moringa Oleifera*

Le *Moringa oleifera* est une plante médicinale magique, utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle pour soigner plus de 300 maladies (diabète, hypertension, anémie, fièvre et d'autre) (**Bouasla et al., 2020 ; Pérez et al, 2022**). Cette plante se caractérise par une forte teneur en nutriments, en antioxydants, en glucosinolates, en composés phytochimiques et par ses qualités organoleptiques. Cependant, le stade de maturation et la saison de récolte peuvent influencer ses teneurs, d'un facteur de 1,5 à 3, en particulier pour le β -carotène, le fer et les facteurs antinutritionnels (**Yang et al., 2006**).

De par la richesse de toutes les parties de Moringa par les fibres, la majorité des vitamines, des minéraux, des teneurs élevés en acide ascorbique, des flavonoïdes, des composés phénoliques (**Alhakmani et al., 2013**), caroténoïdes, glucides et d'autre composés nutritionnels avec des quantités rependant les apports énergétiques et nutritionnelles de cors humaine ou même l'animale en particulier en protéines constituant de tous les acides aminées dont les feuilles concèdent comme leur excellente source (35 % MS) avec le fer, le calcium et le potassium, un cocktail diversifié et équilibré peut renforcer la valeur nutritionnelle des aliments et repas où l'on ajoute, combattre le malnutrition et l'anémie surtout pour les enfants et les femmes enceintes et son qui allaitent, et stimuler le système immunitaire contre les

Synthese Bibliographique

maladies (Chikh et Idir, 2015; Bouasla et al., 2020; Pérez et al, 2022 ; Bouckekhou et Bouziaia, 2022). L'huile extraite de Moringa est d'une valeur nutritif semblable à celle d'huile d'olive avec près de 82% des acides gras insaturés (Foidl et al., 2001, Laleye et al., 2015, Benbalia et al, 2020).

Les feuilles de Moringa ont des multiples vertus culinaires, médicinales, nutritionnelles et industrielles : aliment des bétails, bois de chauffage, condiment, lubrifiant, biogaz, brise de vent, fabrication des papiers de journal, savon, cosmétiques-parfums, purification de l'eau (Panda et al., 2008).. Les feuilles de Moringa est un phénomène assez rare pour une plante.

Tableau II.1 : Les différents composants dans la poudre des feuilles de *Moringa Oleifera*

Composantes	Quantité en (g)
Calories	205
Protéine	27,1
Gras	2,3
Carbohydrates	38,2
Fibres	19,2
Calcium	2,003
Cuivre (mg)	0,57
Fer (mg)	28,2
Potassium	1,324
Magnésium (mg)	368
Phosphore (mg)	204
Souffre (mg)	870
Sélénium (mg)	0,09
Zinc (mg)	3,29
Acide Oxalique (mg)	1600
Vitamine A (mg)	18,9
Vitamine B1	2,64
Vitamine B2	20,5
Vitamine B3	8,2
Vitamine C	17,3
Vitamine E (mg)	113

Tableau II.2 : les acides amines dans 100 gramme des feuilles seches de Moringa

Les acides amines	(mg)
Arginine	1325
Histidine	613
Isoleusine	825
Leucine	1950
Lysine	1325
Metheionine	350
Phenilalanine	1388
Threonine	1188
Tryptophane	425
Valine	1063

Synthese Bibliographique

Tous les parties de Moringa sont utilisés à des fins aussi vastes que l'on peut les résumer dans le schéma suivant (**Figure II.2**).

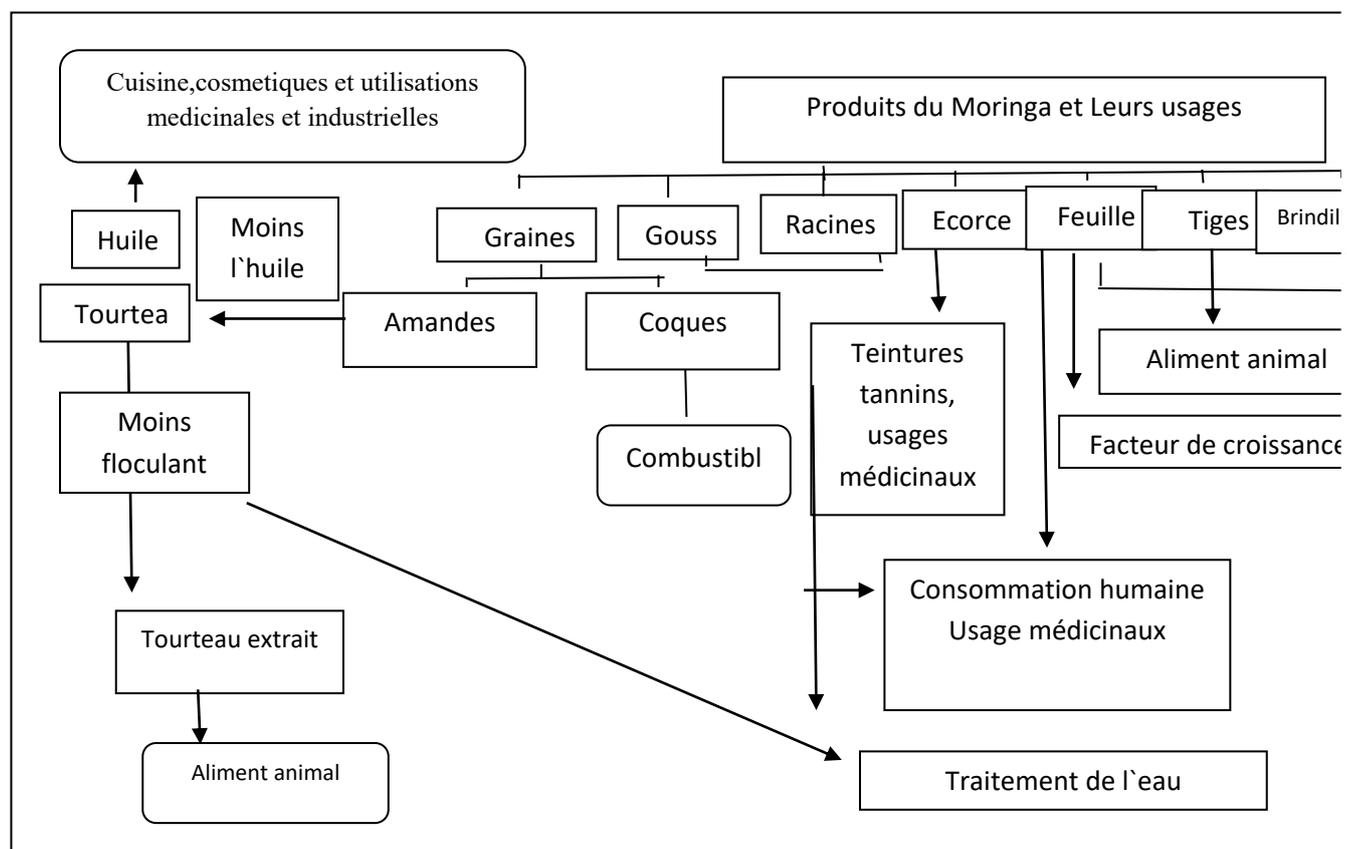


Figure II.2: Utilisations de différents organes de Moringa (Foidl et al., 2001).

II.4. propriétés pharmacologiques

Toutes les parties de *Moringa Oleifera*, les feuilles, les fruits, les graines, les racines, l'écorce mais aussi les fleurs possèdent chacun des vertus médicinales particulières. De par leur composition active, le Moringa est considéré comme un traitement contre l'anémie, la perte d'appétit et il augmente la lactation des femmes, les douleurs gastriques, l'ulcère à l'estomac, la diarrhée, la dysenterie, la colite et il peut être utilisé comme laxatif, purgatif et diurétique, les rhumes, bronchites, fièvre et maux de tête, les rhumatismes, les crampes musculaires, les infections cutanées, la gale, les mycoses, les piqûres d'insectes (Benissan et al., 2012; Boudjema et al., 2021; Mahato, et al. 2022).

Les feuilles de Moringa peuvent être utiles dans le traitement de diabète, comme antioxydants, antibactériennes, antifongiques (Laleye et al., 2015 ; Bouhalima A et Beressa Z, 2021), et même anticancéreuse et anti tumorale (José et al., 2020). Les feuilles de Moringa devenant une nouvelle source de revenus agricoles.

III. L'activité antibactérienne

Les infections bactériennes sont causées par différents micro-organismes et sont la cause des maladies les plus fatales et des épidémies les plus répandues. De nombreux antibiotiques sont développés pour les traiter, cependant leur utilisation abusive est à l'origine de l'apparition de la multi résistance bactérienne.

Un antibiotique est une substance antibactérienne produite par des micro-organismes (champignons et bactéries) ou de synthèse chimique capable d'inhiber la multiplication ou détruire les microorganismes (Mahamadou et Coulibaly., 2020).

Il existe plusieurs tests pour la détermination de l'activité antimicrobienne d'un extrait. Les tests se basent principalement sur la diffusion et la dilution, ils permettent soit d'évaluer le pouvoir antimicrobien, soit de le quantifier en termes de concentration minimale inhibitrice (CMI) et/ou bactéricide (CMB).

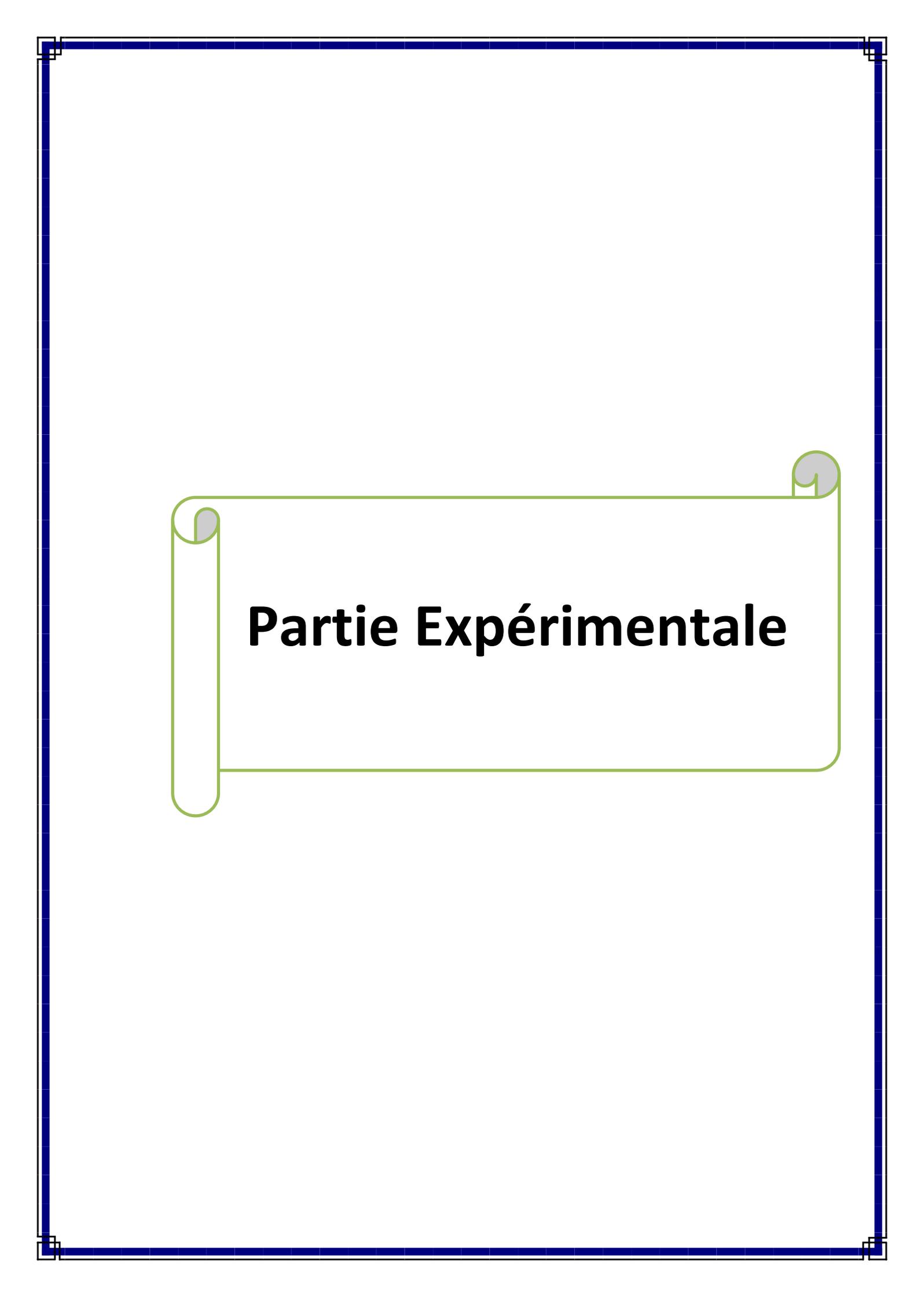
L'interprétation des résultats dans ce travail sera à base de sensibilité des bactéries vis-à-vis les extraits étudiés selon leur diamètre de zone d'inhibition en souches (Ponce et al., 2003):

-*Non sensible (-) ou résistante* : diamètre moins de 8 mm.

-*Sensible (+)* : diamètre entre 9 à 14 mm.

-*Très sensible (++)* : diamètre compris entre 15 à 19 mm.

-*Extrêmement sensible (+++)* : diamètre plus de 20 mm.



Partie Expérimentale

Partie Pratique

IV. Matériels et Méthodes

La partie expérimentale de ce mémoire est réalisé au sien du laboratoire pédagogique de département de génie de procédés, faculté de sciences et de la Technologie de l'université de Ghardaïa.

IV.1. Matériels

Préparation de la poudre végétale

Les feuilles de *M. oleifera* sont cultivées dans la région de Metlili le mois de décembre 2022. Les feuilles sont nettoyés, séchés à l'air puis broyés finement à l'aide d'un moulin à café et conservées (Figure IV.1).



Figure IV.1 : Etapes de préparation de poudre des feuilles de *M. Oleifera* pour l'analyse.

IV.2. Méthodes

IV.2.1. Elimination des lipides

La présence des lipides peut empêcher l'extraction des protéines et ralentir leur filtration, leur élimination considère une étape préliminaire importante. La délipidation est faite par macération à froid de 8 g de poudre de feuilles de Moringa par 50 ml d'hexane pendant 24 h à température ambiante. Après filtration, le solvant a été évaporé. La pâte verdâtre issue est pesée pour calculer le rendement en lipides selon la relation :

$$R\% = (M_{\text{Lipide}} / M_{\text{prise d'essai}}) * 100$$

IV.2.2. Extraction des protéines

Les protéines sont obtenues par extraction solide - liquide des tourteaux délipidés de poudre des feuilles de Moringa locale avec 20 ml de chaque solvant (H₂O, NaCl, Ethanol 70% et l'acide acétique 0.2N) selon Osborne (Teixeira et al., 2014).

Les protéines individuelles sont extraites d'une masse de 0,6 g des tourteaux délipidés des feuilles de Moringa par l'eau distillée par vortex pendant 15min pour obtenir de l'albumine (Alb). Par le même procédé on obtient la globuline (Glob) avec une solution aqueuse de NaCl (0.5M). La prolamine (Pro) est obtenue par macération du résidu dans l'éthanol 70% (V/V). En fin, l'acide acétique (0,2N) permet d'extraire le gluteline (Glut).

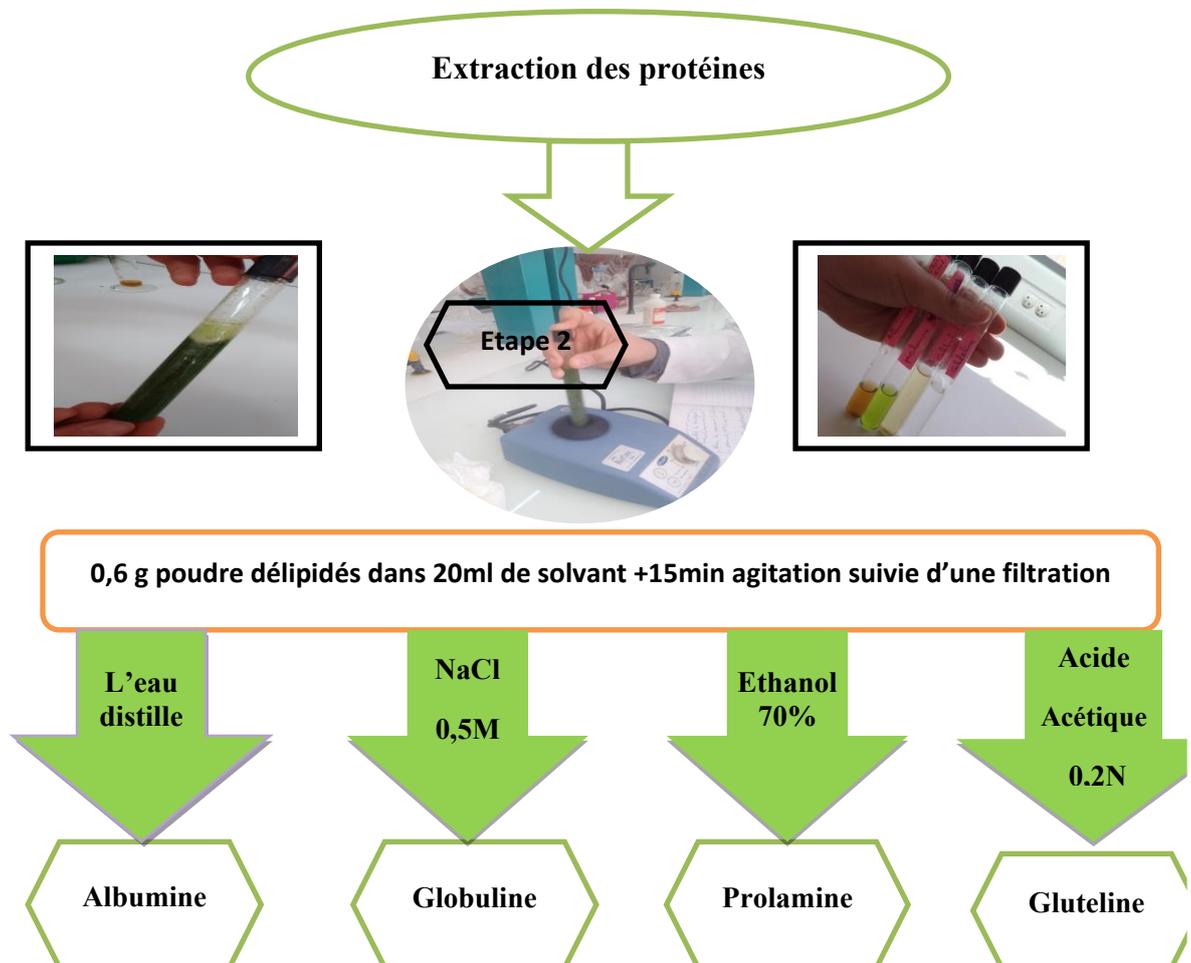


Figure IV.2 : protocole d'extraction des protéines individuelles des feuilles de *M. Oleifera*.

IV.2.3. Dosage des protéines

Les fractions protéiques extraites des feuilles de Moringa, sont dosés pour quantifier leur teneur en protéine par trois méthodes: La méthode de Biuret, de Bradford et celle de Lowry.

➤ **Méthode de Lowry**

La teneur en protéine dans les quatre fractions des feuilles de Moringa est évalué d'abord par la méthode de **Lowry, (1951)**, basée sur La réduction des ions de cuivre en milieu alcaline formant un complexe (cuivre- peptide) avec les protéines (réaction du Biuret) suivie d'une réduction du réactif de Folin-Denis par ce complexe de couleur bleu.

500 µl d'extrait sont mélangés à 2.5 ml de réactif de Lowry (50 ml de solution A, 0,5 ml de la solution B et 0,5 ml de la solution C), après incubation de 10 min à l'obscurité 0,25 ml d'une solution de réactif de Folin-Denis 50 % (v/v) est ajouté. La lecture des absorbances est faite par spectrophotomètre UV-Visible après incubation de 30 minutes à l'obscurité à 750 nm. Parallèlement, une droite d'étalonnage est effectuée à partir de l'albumine bovine (1mg/ml). Les taux des protéines sont exprimés en mg/ml.

➤ **Méthode de Biuret**

La teneur en protéines des extraits est déterminer par le test de biuret (**Gornall et al., 1949**). le réactif de Gornall forme avec les liaisons peptidiques un complexe stable de coloration violette en milieu très alcalin (**Gravriliare et al., 1996**).

A 1ml de chaque extrait 3 ml de réactif de Gornall ont été ajoutés suivie d'une incubation de 30 min à l'obscurité. La lecture est faite à 540 nm. Les teneurs en protéines sont déterminés à partir de courbe d'étalonnage de l'absorbance en fonction des concentrations d'une solution d'albumine bovine (10 mg/ml).

➤ **Méthode de Bradford**

En termes de sensibilité, nous avons utilisé le dosage par **Bradford, (1976)** en utilisant le réactif bleu brillant de coomassie (BBC). Ce réactif forme un complexe de couleur bleue lors de son contact aux chaines latérales des acides aminés basiques et aux groupements aromatiques des protéines en milieu acide.

Partie Experimentale

Pris de 100 µl de chaque extrait et ajouté à 1ml de réactif de Blue de Coomassie. Les extraits sont mis à l'obscurité pendant (15min) avant de mesurer l'absorbance à $\lambda = 595\text{nm}$ contre un blanc. Une courbe d'étalonnage est effectuée en utilisant du sérum albumine bovine (BSA) (1mg/ml) comme référence standard.

IV.2.4. Evaluation de l'activité antimicrobienne par la méthode de diffusion de disques

L'étude de l'activité antimicrobienne des quatre fractions extraites des feuilles de Moringa est faite par la méthode des disques en milieu gélosé Mueller-Hinton (MH). La diffusion de l'extrait dans la gélose permet d'inhiber la croissance des germes tout autour du disque traduit par l'apparition ou non d'une zone claire après incubation autour du disque, dit « Zone d'inhibition ». Cette méthode consiste à ensemencer une suspension bactérienne déposée sur milieu (Mueller-Hinton) coulée en boîte de pétri en contact au extrait imprégnée sur les disques. Durant l'incubation, la substance est alors censée diffuser dans la gélose (Richard et al., 2007).

IV.2.4.1. Origine et choix des souches bactériennes

Les souches bactériennes choisies sont des bactéries impliquées dans la contamination et l'altération des denrées alimentaires et donc sur le corps humain. Quatre bactéries : deux souches gram négatives (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) et deux autres à gram positive (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus*). Ces souches nous ont été isolées par le service de microbiologie au laboratoire d'analyses médicales « L'Hôpital Essalam » (Ghardaïa) où ce partie de mémoire a été réalisée.



Figure IV.3 : Les souches bactériennes utilisées.

Partie Experimentale

IV.2.4.2. Test de sensibilité vis-à-vis les souches étudiés

Le suspension bactérienne a été préparée avec de l'eau physiologique a partir d'une culture pure de 20 heures sur gélose nutritif. 15µl de cette suspension ont été déposés sur chaque boîte de Pétri contenant 20 ml de gélose MH, le surplus d'inoculum est éliminé ensuite par aspiration après 2 min d'imprégnation. Ensuite, des disques en papier Whattman de 6 mm de diamètre immergés dans l'extrait durant 15 à 20 min ont été déposés au centre des boites inoculées. Les boîtes sont laissées 15 min à température ambiante, puis les résultats sont enregistrés après incubation à 37°C pendant 24 heures. L'apparition ou non d'un halo clair autour du disque, avec un diamètre mesuré par un pied à coulisse.



Figure IV.4 : Préparation de milieu de la culture.

Partie Experimentale



Figure IV.5 : Les Suspensions bactériennes.

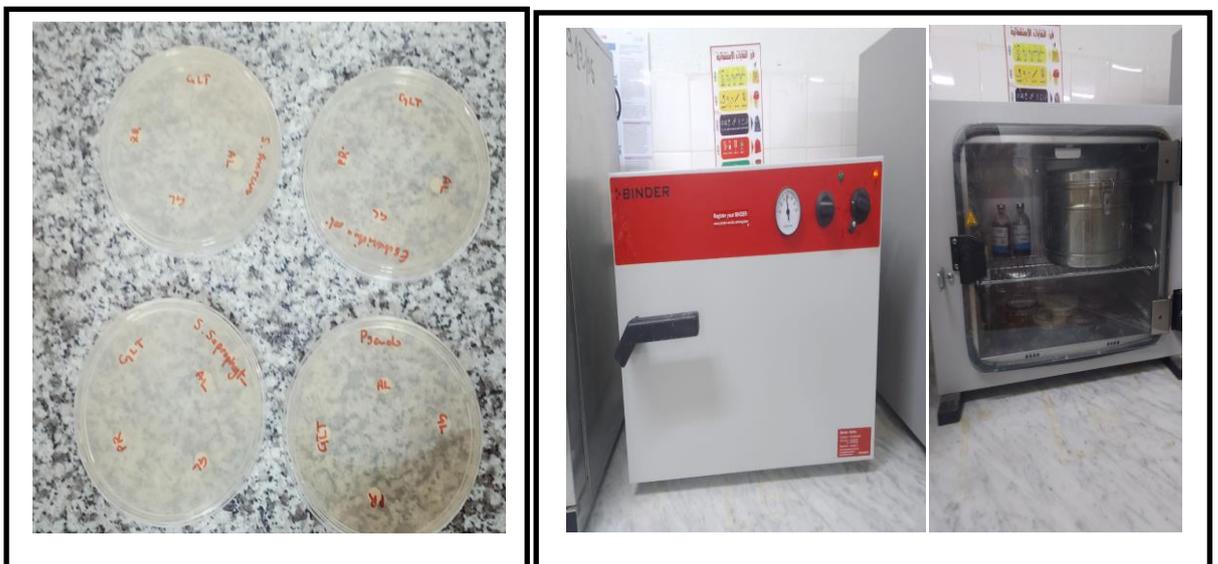


Figure IV.6: les disques imbibés d'extraits protéiques.

V. Résultats et discussions

V.1. Rendement en huiles (lipides)

Les lipides extraits des feuilles de Moringa par macération à froid pendant 24 h en utilisant l'hexane, sont sous forme patte verdâtre (**Figure V.1**).

Le taux des lipides est de 5,425%. Ce rendement est dans l'intervalle des résultats trouvés par (Abbas et *al.*, 2018, Atla et Ouled ElAid, 2020; Djloud et Sabrou, 2021).



Figure V.1 : l'extrait lipidique de feuilles de *Moringa* étudiées.

V.2. Quantification des protéiques individuelles

Les quatre fractions (Albumine, globuline, prolamine et gluteline) ont été extraites des tourteaux délipidés des feuilles de Moringa selon leurs solubilités. La quantité des protéines dans les extraits obtenus a été calculée d'après la courbe d'étalonnage de l'albumine bovin suivant chaque méthode (Biuret, Lowry et Bradford).

➤ 1. Méthode de Biuret

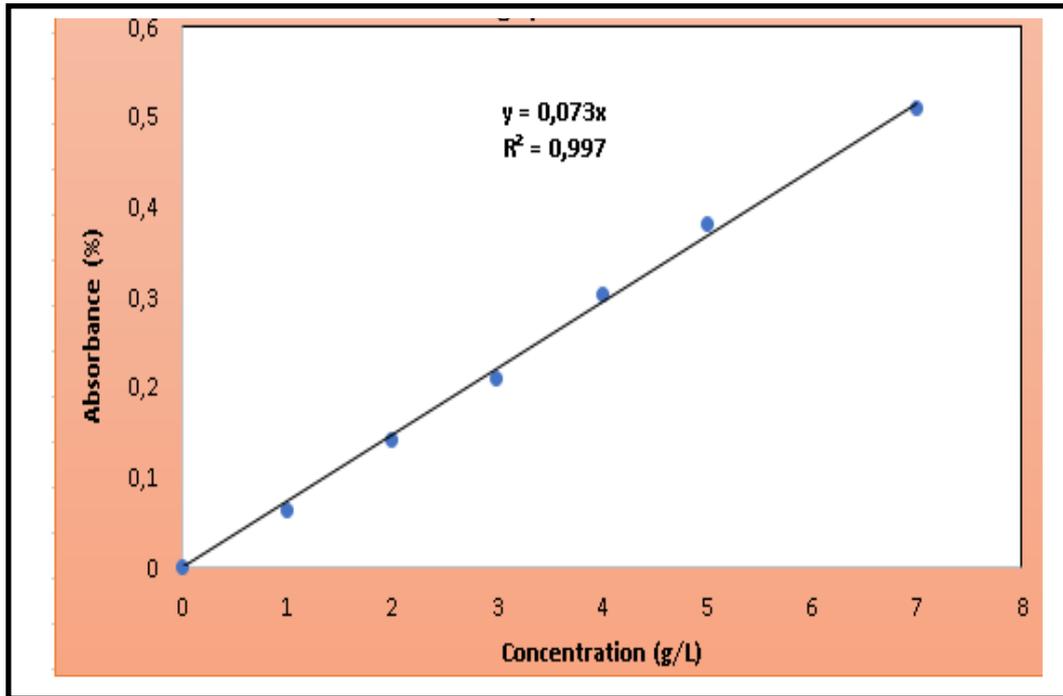


Figure V.2 : évolution de l'absorbance de l'albumine par leur concentration (méthode de Biuret).

Les résultats de dosage des protéines par la méthode Biuret, permettent de calculer les teneurs en protéines individuelles selon l'équation obtenue par la courbe d'étalonnage (**Figure V.2**). Les taux de protéines dans les feuilles de Moringa locale, exprimés en pourcentage allant de 12,236% à 1,08%.

D'après la synthèse des résultats illustrés dans la (**Figure V.3 et Tableau V.1**), les feuilles de *Moringa Oleifera* locale est riche en protéines avec un taux de 26,44%, dont les fractions d'albumine et prolamines sont les fractions majoritaires avec des taux de (12,236 % et 7,28 % MS) respectivement.

Tableau V.1 : les pourcentages des protéines selon la méthode biuret

	Albumine	Globuline	Prolamine	Gluteline	Total
Teneur (%)	12,236	6,36	7,28	1,08	26,44

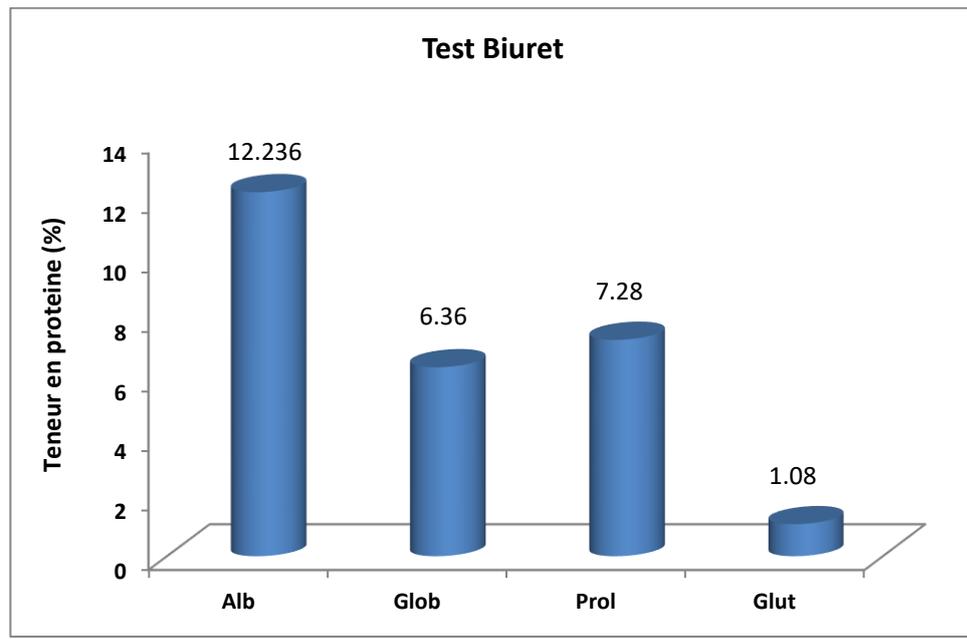


Figure V.3: Teneur en protéine dans les quatre fractions extraites des feuilles de Moringa évalué par la méthode Biuret.

➤ 2. Méthode de Lowry

- En s'appuyant sur la courbe de l'albumine (Figure V.4), les teneurs des protéines des extraits sont calculés.

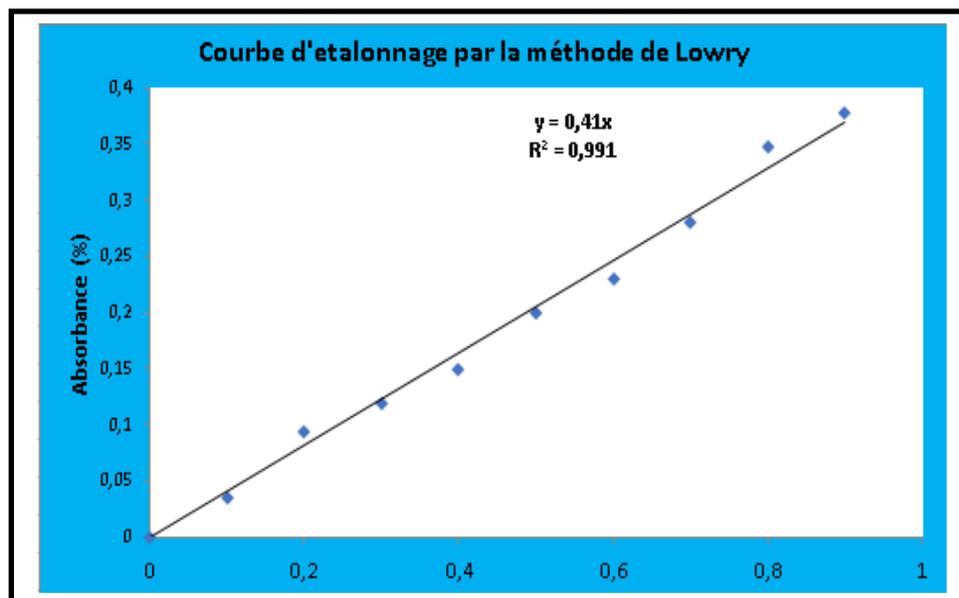


Figure V.4: Courbe d'étalonnage de l'albumine par la méthode de Lowry.

Partie Experimentale

Le contenu en protéines évalué par le test Lowry, permet de déterminer les quatre fractions dans les extraits protéiques avec des pourcentages variables allant de 8,84% pour l'albumine et 3,11% pour la glutéline. L'albumine et la globuline présentent les fractions protéiques majeures dans cette méthode (**Tableau V.5** et **Figure V.2**).

Tableau V.2: les pourcentages des protéines selon la méthode Lowry

	Albumine	Globuline	Prolamine	Gluteline	Total
Teneur (%)	8,84	10,08	5,584	3,11	27,614

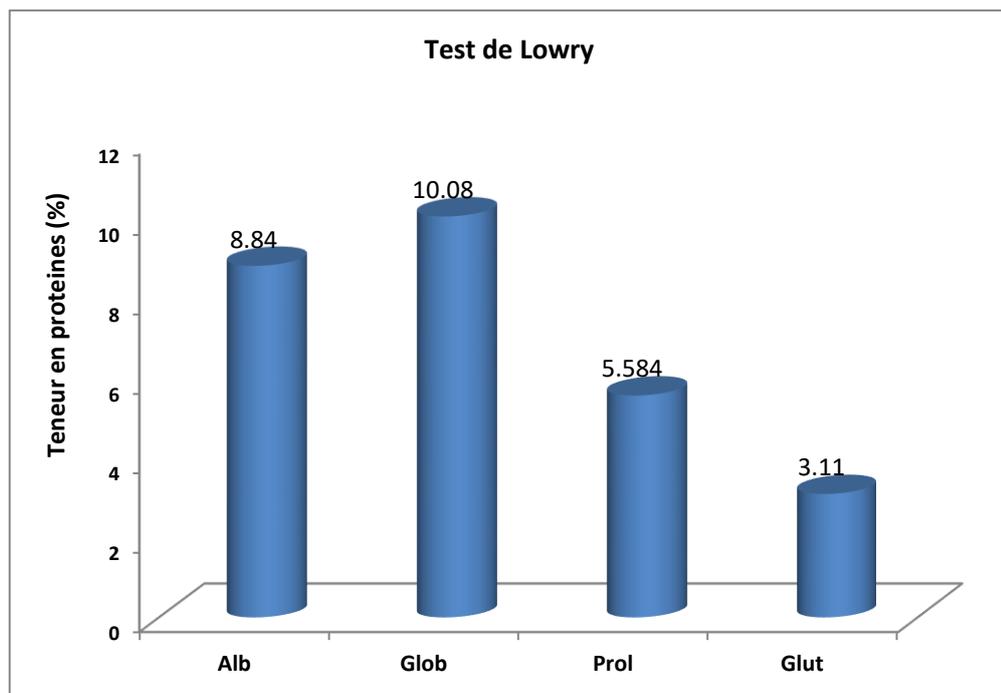


Figure V.5 : Teneur en protéine dans les quatre fractions extraites des feuilles de Moringa évalué par la méthode Lowry.

➤ 3. Méthode de Bradford

Les teneurs en protéines des fractions obtenus sont calculés à partir de courbe d'étalonnage établie par la méthode de Bradford (Figure V.6).

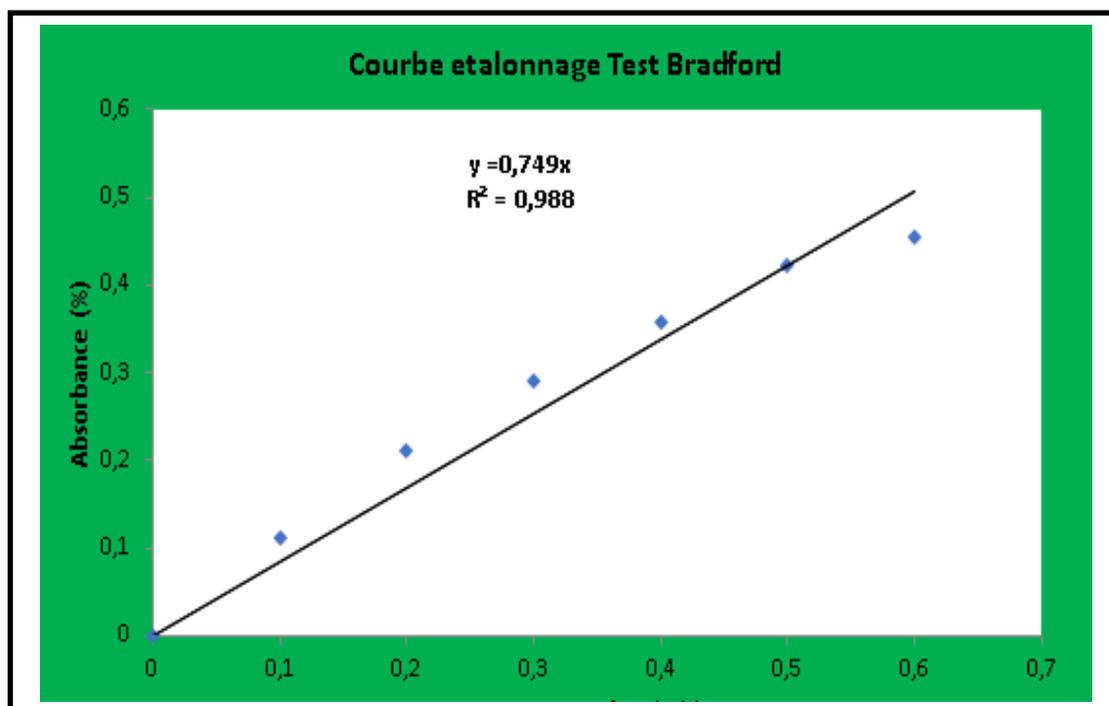


Figure V.6: Variation des absorbances de l'albumine selon leur concentration (méthode de Bradford).

Pour les quatre extraits des tourteaux délipidés des feuilles de Moringa, l'albumine est la fraction major déterminée par la méthode de Bradford avec un teneur de (21.455%) suivi de globuline (5.206%) et de prolamine et gluteline avec des faibles pourcentages (Figure V.7 et Tableau V.3).

Tableau V.3: Les pourcentages des protéines selon la méthode Bradford

	Albumine	Globuline	Prolamine	Gluteline	Total
Teneurs (%)	5,985	3,206	2,403	1,061	11,655

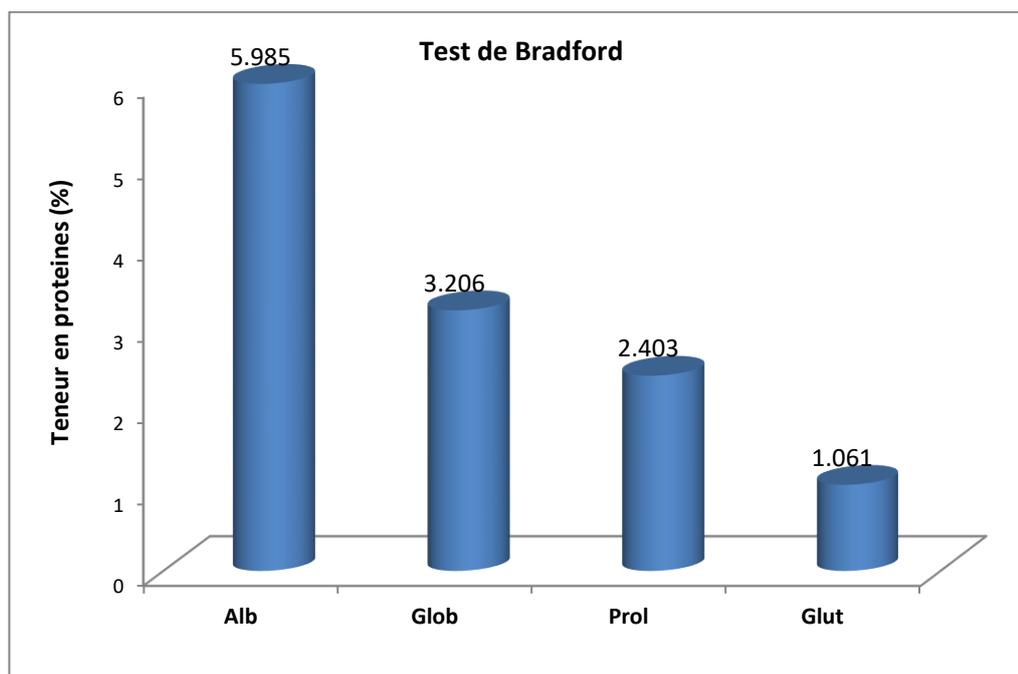


Figure V.7: Teneur en protéine dans les quatre fractions extraites des feuilles de Moringa évalué par le test Bradford.

Les résultats obtenus indiquent que la fraction de l'albumine est mieux par la méthode de biuret, cependant les meilleurs teneurs en fractions globuline, prolamine et gluteline sont celles obtenus par la méthode de Lowry.

Des résultats similaires sont trouvés lors de l'étude des extraits protéiques de la même plante de même région cultivée en différentes périodes et évalués par différentes méthodes. **Djloud et Sabrou, (2021)** ont démontré la présence des fractions protéiques testées dans leurs extraits dosés par la méthode de biuret, avec la prédominance des fractions de prolamine et l'albumine (10.786-9.857% MS), la même chose que la méthode de Lowry dont l'albumine présente un taux de 6.913% et le prolamine (6.871%). L'albumine et la prolamine sont les fractions majoritaires dans les extraits protéiques des feuilles de Moringa d'origine de Metlili cultivés en 2019 par la méthode de Biuret, avec des pourcentages de 32.967% pour l'albumine et 7.62% pour le prolamine et la globuline (**Atla et Oulad elaid, 2020**). Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par (**Chikh et Idir, 2015**) pour les mêmes fractions extraites des feuilles de Moringa d'origine de Tamanrasset dont l'albumine (30,72%) et la prolamine (14,81%) suivie de globuline et gluteline dosés par la méthode de Bradford.

Partie Experimentale

Ces résultats sont dans le même sens des autres travaux menées par **Chelghoum, 2016**, avec un teneur de 30.29 % dans des feuilles séchées, **Mune et al., (2016)**, avec une pourcentage des protéines de 18.63% dont, ils ont déclaré l'existence de certains acides aminés tels que la leucine, valine, méthionine et la cystéine. Cependant, des teneurs faibles sont remarques par (**Foidl et Makkar, 2001**), avec 3.1% d'albumine 0.3% de globuline, 2.2% prolamines et 3.5% gluteline.

La différence entre ces résultats est due au plusieurs facteurs : le solvant utilisée, l'origine géographique, période de récolte, méthodes d'extraction des protéines et celle de dosage.

Pour qu'un aliment soit considéré comme sources de protéine, il doit avoir une base de 12 % (**Person 1976**), ce qui permet de considérer les feuilles de *Moringa* d'origine de Metlili comme une source de protéines notamment en albumine, prolamine et globuline.

Les résultats de **Tableau V.4** et **figure V.8**, montrent que la teneur total en protéine dosé par la méthode de Lowry et Biuret est plus que celui obtenu par Bradford.

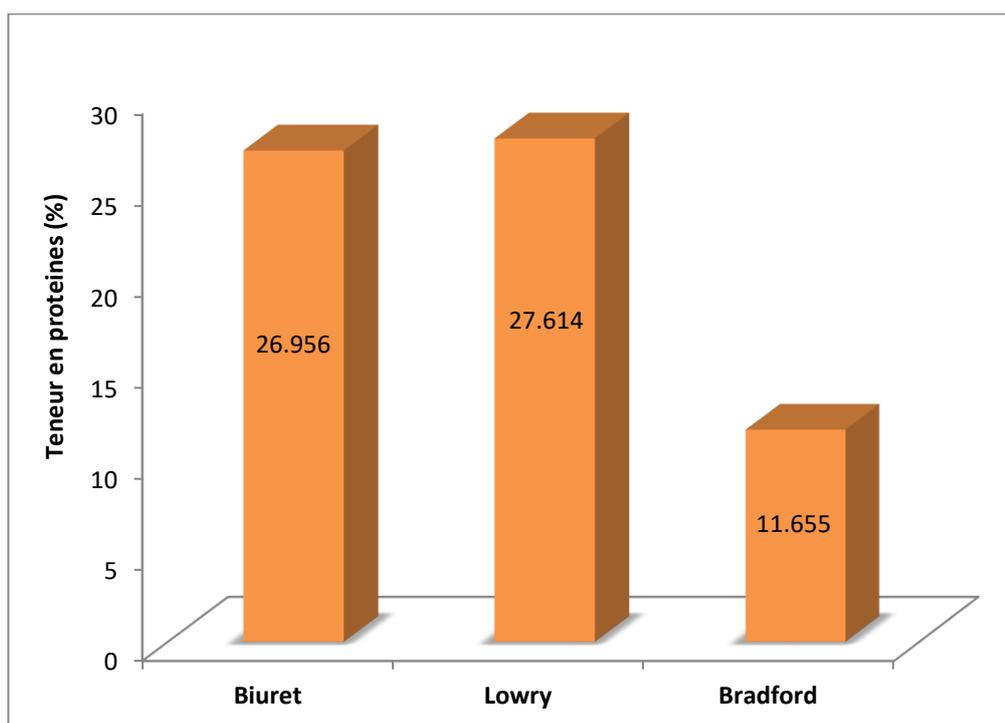


Figure V.8: Variabilité des teneurs en protéine quantifiés par trois méthodes.

Partie Experimentale

Tableau V.4 : Comparaison entre la teneur en protéine totale quantifiée par les trois méthodes.

Méthode	Biuret	Bradford	Lowry
Total	26,956	11,655	27,614

V.3. L'étude de sensibilité microbienne

L'étude de la sensibilité des souches bactériennes (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylocoque saprphiticus*, *Staphylocoque aureus*) vis-à-vis les fractions protéiques extraites des feuilles de Moringa *in vitro par* la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosé nous permet de les classer basant sur les valeurs de diamètre de leurs zones d'inhibition autour des disques contenant nos fractions après incubation de 24 h à 37°C.

Les résultats récapitulés dans le (Tableau V.5) ci-dessous indiquent que les différentes fractions possèdent des activités antimicrobiennes de degrés variables contre les souches testées.

L'interprétation des résultats dans ce travail sera à base de sensibilité des bactéries vis-à-vis les extraits étudiés selon leur diamètre de zone d'inhibition en souches (Ponce et al., 2003):

Tableau V.5 : Résultats de l'activité antimicrobienne.

	<i>E.coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. saprphiticus</i>	<i>S. aureus</i>
Alb	-	-	-	-
Glub	-	-	-	-
Pro	12 mm	-	-	12 mm
Glut	-	14 mm	12 mm	-

Partie Experimentale

A l'essor des résultats résumés dans le **Tableau V.5**. Nous enregistrons que

- ❖ Les quatre souches bactériennes présentent une résistance vis-à-vis les fractions de l'albumine et la globuline.
- ❖ Les souches *E.coli* et *S. aureus* s'avèrent les souches sensibles en contact les fractions de prolamine avec une zone d'inhibition de 12 mm.
- ❖ Cependant, les fractions de glutelines extraites des feuilles de Moringa exercent une activité antimicrobienne contre les souches bactériennes *P. aeruginosa* et *S. saprphiticus*.

Sachant que les souches testées sont des bactéries pathogènes très dangereuses, la sensibilité de ces bactéries vis-à-vis les extraits des feuilles de Moringa lui attribuent une activité biologique très intéressante.

Conclusion Générale

Conclusion Generale

Les protéines sont les briques de construction de notre corps, leur présence est indispensable pour plusieurs processus physiologiques. A part les viandes, les œufs et les produits laitiers les principales sources de protéines avec tous les acides aminés, les feuilles de *Moringa* de par leur richesse en substances actives en particulier des grands amonts des protéines avec tous les acides aminés lui permet une source potentiel de protéines, accessible, disponible, moins chers, à multiples applications culinaires, nutritionnelles, cosmétiques, médicinales et industrielles par leur incorporation dans des formulations alimentaires, compléments supplémentaires à grande valeur ajoutée et effets pharmacologiques intéressantes. Ce travail a pour but de valoriser les plantes médicinales locales telle le *Moringa oleifera* à travers la quantification de leurs composés protéiques et l'évaluation de leur propriété antimicrobienne.

Les lipides extraites des feuilles de *Moringa* à froide par hexane sont sous forme pâte de couleur verte jaunâtre, avec un pourcentage de (5,425%).

Le dosage des protéines de quatre fractions extraits des feuilles de *Moringa* d'origine de Metlili montre l'existence des fractions de l'albumine, globuline, prolamine et gluteline avec des niveaux variables dont l'albumine présente la fraction majeure (12.236%) identifier par trois méthodes Biuret, Lowry et Bradford.

Les fractions de globuline, prolamine et gluteline sont identifiés avec des faibles teneurs obtenus par les trois méthodes dont les meilleures valeurs sont celles obtenus par la méthode de lowry (10.08%, 5.58%, 3.11%) respectivement.

Il est bien noté que la teneur en protéines peut influencer par le solvant et la méthode d'extraction, la méthode de dosage, le taux d'humidité, la période de récolte des feuilles, l'origine géographique

Les feuilles de *Moringa* présentent des proportions élevées en protéines totaux dont la teneur le plus élevé est celui marqué par la méthode de Lowry (27.614%) et biuret (26.956%), des valeurs inférieures sont enregistrées par la méthode de Bradford (11.655%). Ces résultats montrent que les feuilles de *Moringa* sont une source potentielle en protéines serve à combattre la malnutrition et la carence nutritif.

L'étude de l'activité antimicrobienne *in vitro* par la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosé des fractions protéiques extraits des feuilles de *Moringa* vis-à-vis quatre souches bactériennes (*Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*, *S. saprophyticus* et *S. aureus*) nous permet de mettre en ouvre leur sensibilité.

Conclusion Generale

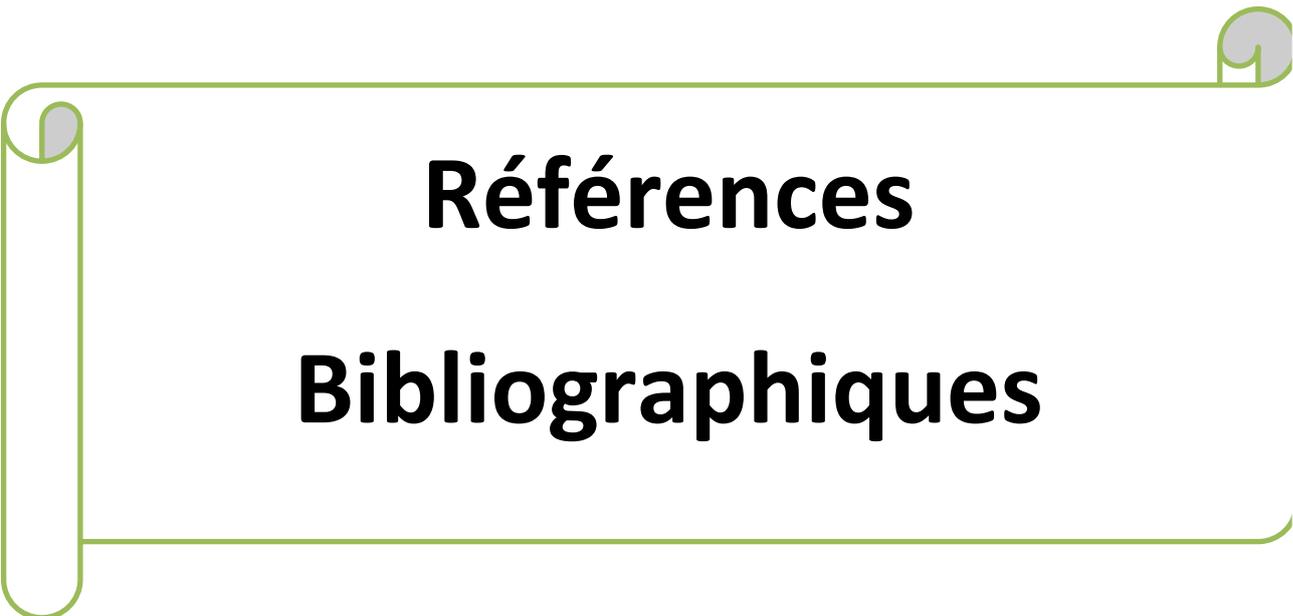
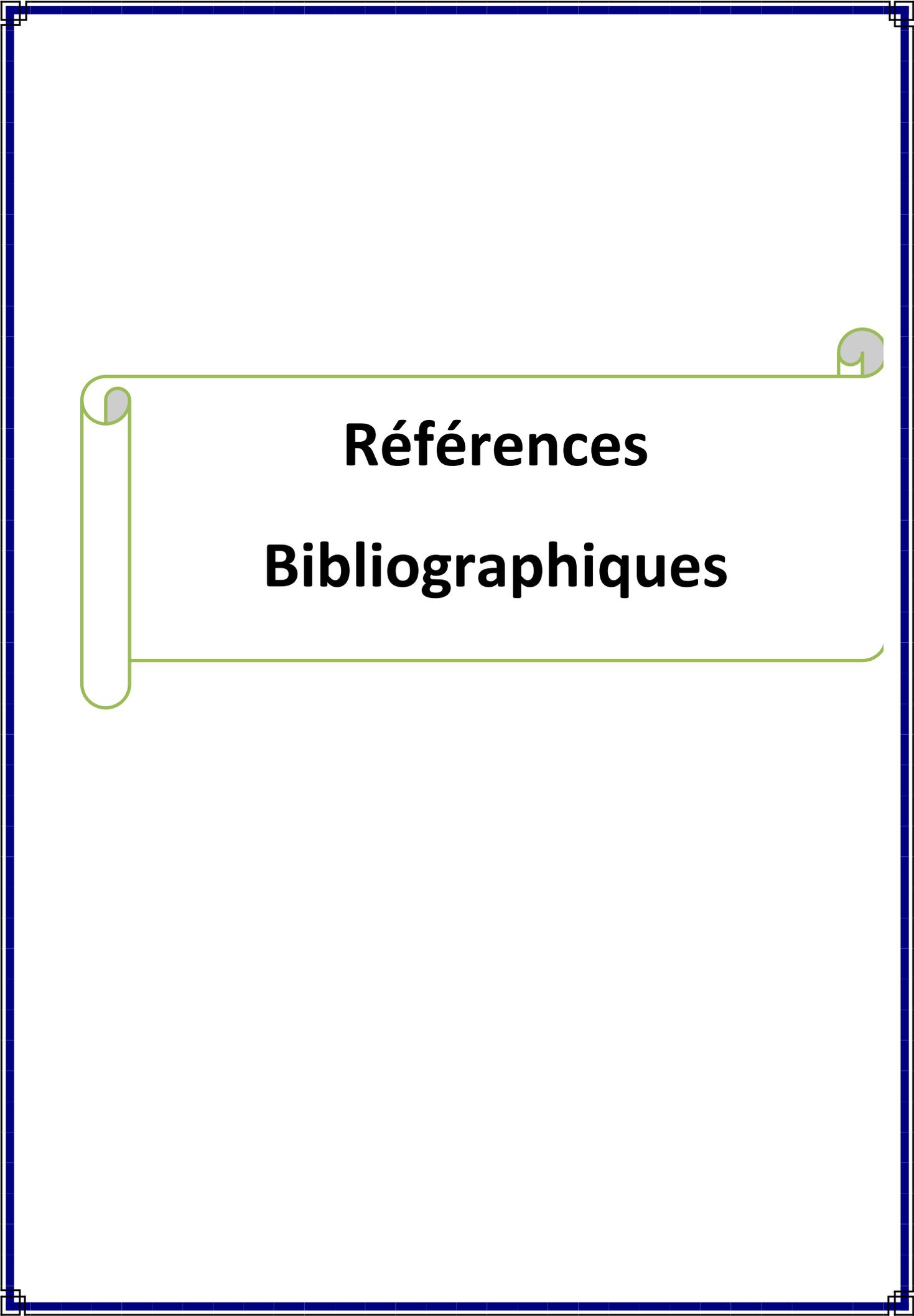
Les quatre souches bactériennes dévoilent une résistance vis-à-vis la fraction de l'albumine et la globuline. Les souches *E.coli* et *S. aureus* s'avèrent les souches sensibles en contact les fractions de prolamine avec une zone d'inhibition de 12 mm. Cependant, les fractions de gluteline et prolamine peuvent inhiber la croissance des souches *P. aeruginosa* et *S. saprphiticus*.

L'activité antimicrobienne de fractions protéiques extraites des feuilles de *Moringa* peut être due à la présence des substances actives telle que la glutelines et la prolamine.

Notons enfin l'importance de ce travail dans le domaine de valorisation des plantes médicinales locales à des utilisations en médecine traditionnelle dans la région de Ghardaïa, en termes de purification et d'isolement des substances actives responsables des propriétés pharmacologiques et biologiques intéressants.

-De réaliser des études phytochimiques afin d'isoler et de caractériser les différents composants de cette plante par des méthodes chromatographiques pour la bien valoriser.

- Essayer d'incorporer les feuilles fraîches ou séchés de *Moringa* dans le régime alimentaire et les préparations culinaires de la population dans la région de Ghardaïa.



Références

Bibliographiques

Références Bibliographiques

A.G. Ponce, R. Fritz, C. del Valle, S.I. Roura (2003) Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard, Volume 36, Issue 7, Pages 679-684

Abbas RK, Elsharbasy FS, Fadlemula 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.

Abderrezak Naziha, Alim Asma « *Moringa Oleifera*: Propriétés bioactives et utilisations », mémoire Technologie agroalimentaire et contrôle de qualité, Université de Bouira, 2020.

Ahlem Benbalia, Besma Baalia et Abir Aggoun, Etude de l'activité anti-inflammatoire d'une plante médicinale: *Moringa oleifera*, mémoire Master dans sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers, Université Guelma, 2020.

Alhakmani F., Kumar S., et Alam Khan Sh. 2013. Estimation of total phenolic content, in-vitro antioxidant and anti-inflammatory activity of flowers of *Moringa oleifera*. *Asian Pac J Trop Biomed.* 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.

Arab Noha et Baz Zaina, Extraction des molécules bioactives de *Moringa Oleifera* et étude de l'activité antibactérienne sur deux souches : *E.Coli* et *S.Aureus*, Mémoire master en sciences agronomiques, université de Tizi Ouzou, 2020.

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

Benarima Abdelhakim, Optimisation des conditions ultrasoniques d'extraction des composés phénoliques de *Moringa Oleifera* et leur activité antioxydante, mémoire doctorat LMD en génie des procédés, université de El oued. 2021.

Bouasla A, Lemmadi S et Meraghni R (2020) « Propriétés nutritionnelles de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* et son effet sur la qualité des pâtes alimentaires », *Revue Agrobiologia* 10(2): 2229-235.

Boudjema et al (2021) *Journal of Advanced Research in Science and Technology*, 8(1), 1-10.

Bouhalima asma et Beressa zohra « Activité antibactérienne des feuilles d'extrait de la *Moringa oleifera* », Master en nutrition et pathologie, université de Mostaganem, 2022.

Bradford M. M., 1976. “ A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the principle of Protein-dye binding”. Analytical biochemistry, vol. 72: 248-254.

Carole Tevi-Benissan, Mamoudou H. Djingarey , Rodrigue Barry , Mete Bonkougou , Sylvestre Tiendrebeogo , Rene Sebgo.... 2012 Effectively introducing a new meningococcal A conjugate vaccine in Africa: The Burkina Faso experience, Volume 30, Supplement 2, Pages B40-B45.

Chelghoum Nadine « Teneur en composés phénoliques et activité antioxydante d'extrait de fleurs de *Moringa Oleifera* », mémoire master en Sciences alimentaires, université Bejaia, 2016.

Chikh C et Idir L « Analyse phytochimique de produits de *Moringa oleifera* », Mémoire de Master en Biochimie Appliquée, université de Bejaia, 2015.

Dihaj Mebarka et Seddiki Halima Caractérisation de quelques paramètres physico-chimique de *Moringa oleifera* de la région d'Adrar, Sciences de la Matière Mémoires de Master, Université Adrar(2021)

Elodie Dimon, Youssouf Toukourou, Alassan Assaniseidou, Hilaire Sanni Worogol, Abdou Hamidou Soules et Ibrahim Alkoiret Traore (2020) Performances zootechniques des ovins Djallonké complémentés avec la feuille de *Moringa oleifera* au Centre du Bénin, Afrique SCIENCE 16(5) 189 – 202.

F.A. Kechia , E.A. Kouoto , T. Nkoa , E.I. Nweze , D.C.M. Fokoua , S. Fosso , M.R. Somo, Epidemiology of *Tinea capitis* among school-age children in Meiganga, Cameroon
Épidémiologie des teignes parmi les enfants d'âge scolaire à Meiganga, Cameroun, Volume 24, Issue 2, June 2014, Pages 129-134.

Fahey, J. W. (2005). *Moringa Oleifera* : à review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. Trees for life Journal, 1(5), 1-15.

Fekrar, Meriem Sidi Ahmed, Lilya (2022) Valorisation des feuilles de *Vitex agnus castus* L. « gattilier » et *Moringa oleifera* Lam « arbre de vie », de la région d'Adrar, comme amendement naturel et protecteur des sols, Mémoires de Master, Université de Tizi-Ouzou.

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.

Franck Patricia Influence des procédés industriels sur l'allergenicité des aliments, thèse de doctorat en Biologie Cellulaire et Nutrition, Université Henri Poincaré-Nancy Iufer Pharma. (2008)

Gérard Tremblin and Abderrazak Marouf (2021) Abrégé de biologie végétale appliquée, Chapitre 23 Les plantes à usages industriels et autres, EDP Sciences.

Gérard Tremblin and Abderrazak Marouf Abrégé de biologie végétale appliquée, Chapitre 23 Les plantes à usages industriels et autres, EDP Sciences(2021).

Gornall, A. G., Bardawill, C. J., & David, M. M. (1949). Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. J. biol. Chem, 177(2), 751-766.

Gravriliare M., Schwartz C., Gravriolovic J., Wallach M., Maginat J. 1996. Manipulation D'analyse Biochimique, PP 157-168 Collection Dirigé Par J. Figarella, F. Zonszain.

H. P. S. Makkar, k. Becker 1997, Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the Moringa oleifera tree, Journal of Agricultural Science, Vol 128, Issue 3 , May 1997 , pp. 311 – 322.

<https://dspace.univ-adrar.edu.dz/jspui/handle/123456789/5462>

José María García-Beltrán, Abdallah Tageldein Mansour, Ahmed Saud Alsaqafi, Hayssam M. Ali, María Ángeles Esteban 2020, Effects of aqueous and ethanolic leaf extracts from drumstick tree (*Moringa oleifera*) on gilthead seabream (*Sparus aurata L.*) leucocytes, and their cytotoxic, antitumor, bactericidal and antioxidant activities, Volume 106, Pages 44-55.

Julie Violet Révision optimale 3 en 1 _ Semestres 3 et 4 IFSI 2021

Karen Vieira, 2019. "Moringa the ultimate guide", The **Cassiopean Reserch team.**

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.

Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr, A.L., and Randall R.J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265–275.

M Udikala, Y Verma, S Sushma, S Lal (2017) "Phytonutrient and Pharmacological Significance of *Moringa oleifera*." *International Journal of Life-Sciences Scientific Research* (3.5) 1387-1391,

M. Mahamadou Moussa Coulibaly Evaluation de la prescription des antibiotiques chez les femmes enceintes au centre de santé de référence de la commune I du district de Bamako, Diplôme d'Etat pour l'Obtention du grade de Docteur en Pharmacie(2020)

Mahato,D. K., Kargwal, R., Kamle, M., Sharma, B., Pandhi, S., Mishra, S., & Kumar, P. (2022). Ethnopharmacological properties and Nutraceutical potential of *Moringa oleifera*. *Phytomedicine Plus*,2(1), 100-168.

Manoj Kumar, Pavidharshini Selvasekaran, Swati Kapoor “*Moringa oleifera* Lam. seed proteins: Extraction, preparation of protein hydrolysates, bioactivities, functional food properties, and industrial application, Volume 131, 2022, 107791.

Mansouri Yousra et Arabi Nour el Houda « Essai d'incorporation de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* dans une crème dessert (Houdna-Lait) », mémoire master en sciences alimentaires, université de Bouira, 2020.

Maouchi El-djida et Merar Katia « Incorporation de poudre de feuille de *Moringa oleifera* dans un yaourt Brassé », mémoire master en sciences alimentaires, université de Bejaia, 2017.

Mariette Désirée YEHE et Gildas Komenan GBASSI 2019, étude physico-chimique d'un coagulant naturel : la poudre de graines de *moringa oleifera* v(33), 287 – 299.

Marion M. Bradford (1976) rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, Volume 72, Issues 1–2 Pages 248-254.

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.

Nadeem, F., Hanif, M. A., Bhatti, I. A., Ahmed Basra, S. M. (2020). *Moringa*. Medicinal Plants of South Asia. pp 509–523.

Nizar Nasri, Saïda Triki, 2007 Les protéines de réserve du pin pignon (*Pinus pinea L.*) Storage proteins from seeds of *Pinus pinea L.*, Vol 330, Issue 5 , Pages 402-409.

Olson B.J. Markwell SC (2007) Assays for Determination of Protein Concentration. Curr. Protoc. Protein. Sci.

Oulad laid Meriem, Latla Saadia « Etude des fractions Lipidiques et Protéiques des extraits de quatre parties de *Moringa Oleifera L* (Feuilles, Fleurs, Gousses et Graines) Cultivée à Metlili (Ghardaïa). Mémoire master en génie chimique, Université de Ghardaïa, 2020.

Ouladlaid Fella et Hadjkouider Hafida « Criblage phytochimique et activité antioxydante et antibactérienne de différents extraits de feuilles de *Moringa oleifera L.* ».Master Biochimie appliquée, université Ghardaïa. 2018.

Pérez B, Garrido J, Endara A, Landázuri A, Ramírez-Cárdenas L 2022 “Optimization of the extraction and precipitation process of a leaf protein concentrate from *Moringa oleifera Lam* ». Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín 75(1): 9813-9821.

Punitha P., J.P.S.Dubas, Nishi S and Pratibha J, 2019, cultivating Moringa: A miracle Tree for health and wellbeing.

Radt Charlotte. Kerharo J. & Adam J. G. 1974La Pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plantes médicinales et toxiques. In : Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée, vol. 21, n°1-3, Janvier-février-mars. pp. 76-77.

Ruth Richards, MD, PhD 2007 Everyday Creativity and New Views of Human Nature

Siham Sebrou et Ikram Djelloud « Evaluation de l'activité antioxydant des extraits protéiques des Feuilles et Fleurs de *Moringa Oleifera* de la région de Ghardaïa, mémoire master génie chimique, université de Ghardaïa. 2022.

Souleymane Bachir DIAGNE, Jean-Loup AMSELLE, En quête d’Afrique : universalisme et pensée décoloniale, Paris, France, Albin Michel, 2018.

Talreja, M. S., Tiwari, S., Rajan, N., & Sagar, P. S. S. (2020) Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences, 11 (4): 8451– 8457, An Elsevier Indexed Journal, ISSN-2230-7346.

The Moringa Practical Guide **ALL ABOUT MORINGA**, 2017, 103 pages
<http://moringa.alismiri.com>.

Voet, E. van der, Oers, L. van, Moll, S., Schütz, H., Bringezu, S., Bruyn, S. de, ... Warringa, G. (2005). Policy review on decoupling: development of indicators to assess decoupling of economic development and environmental pressure in the EU-25 and AC-3.

Yala D, Merad A S, Mohamedi D and Ouar Korich M N (2001). Classification et mode d'action des antibiotiques. Médecine du Maghreb, n° 91.

Yang Liu, Xiao-yue Wang, Xue-min Wei, Zi-tong Gao , Jian-ping Han , Values, properties and utility of different parts of *Moringa oleifera*: an overview, Chinese Herbal Medicines (2018).

Younoussou Rabo, Sitou Lawali, Aissetou Yayé Drame, Ali Mahamane 2016, Analyse structurelle des systèmes agroforestiers à base de *Moringa oleifera Lam.* dans les vallées du fleuve Niger et du Goulbi de Maradi (Niger), Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(6): 2555-2565, 2015.

Z DJAAFRI, M YOUNSI « Etude de la purification de l'eau de foggara par l'utilisation des graines de Moringa dans la région d'Adrar », mémoire Master en chimie de l'environnement. (2021)

Annexes

ANNEXES

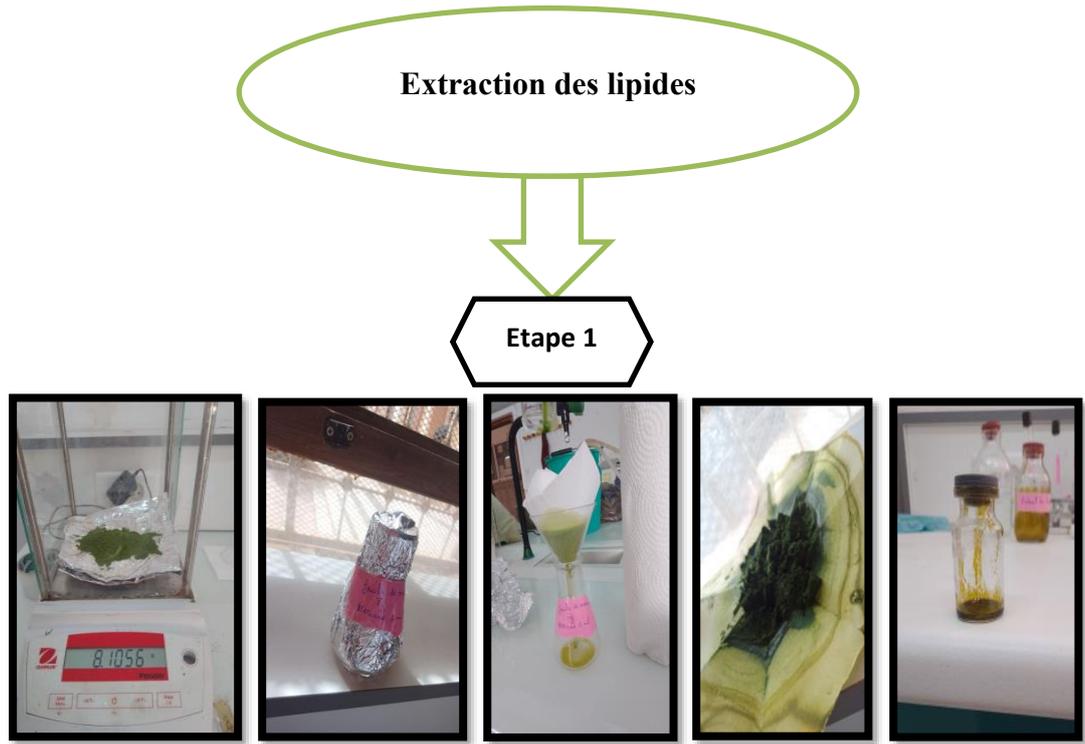
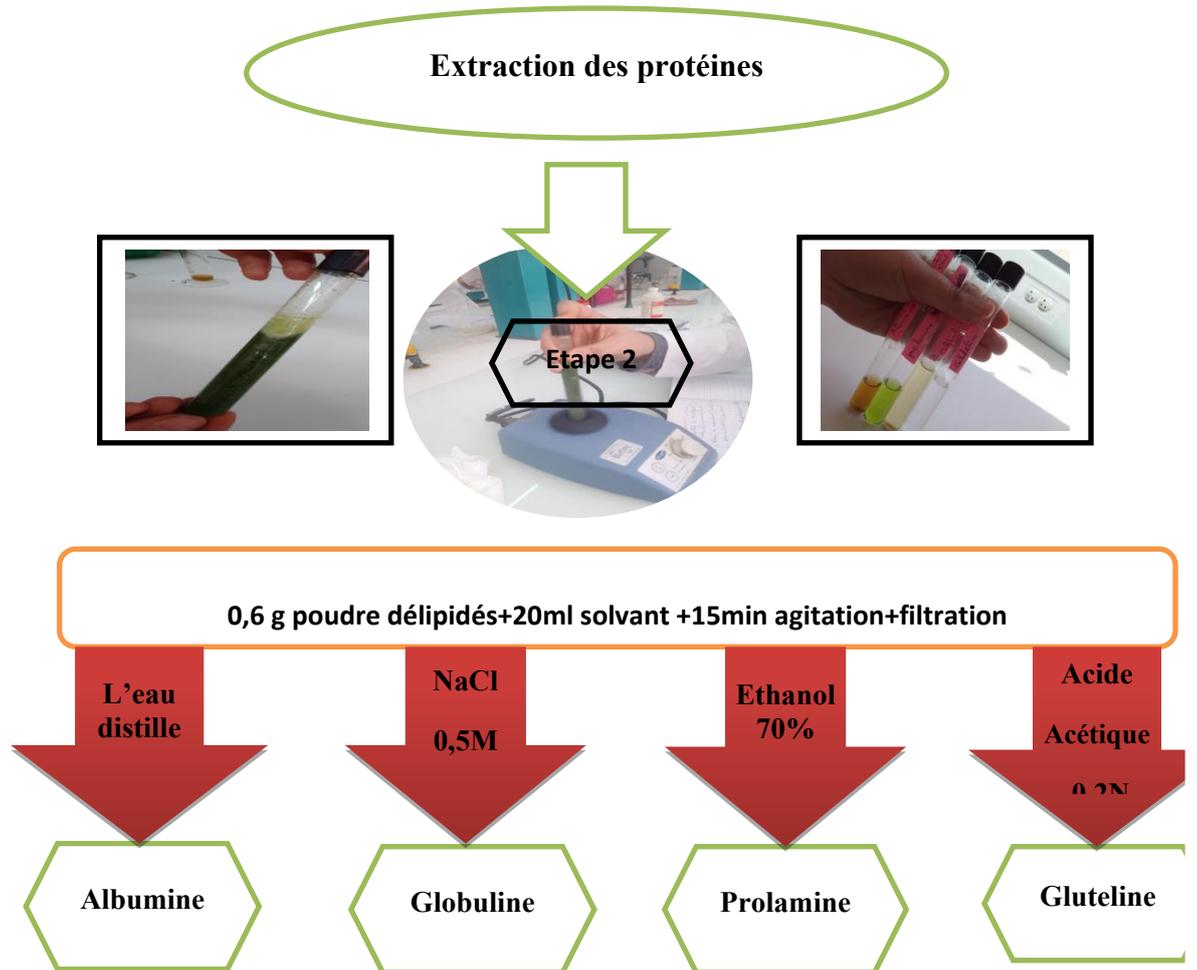
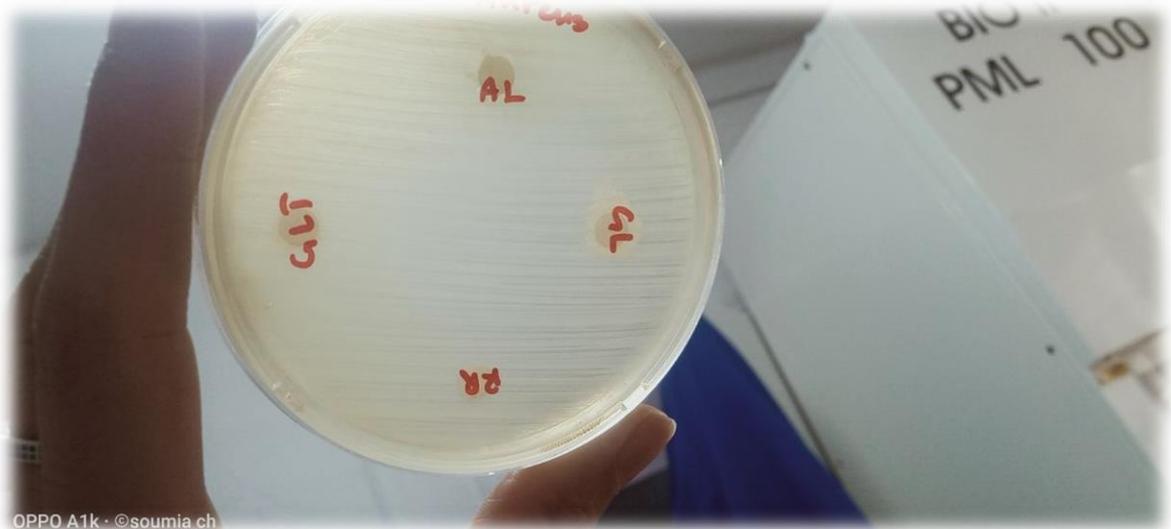


Figure 1 : Etapes d'extraction des lipides.

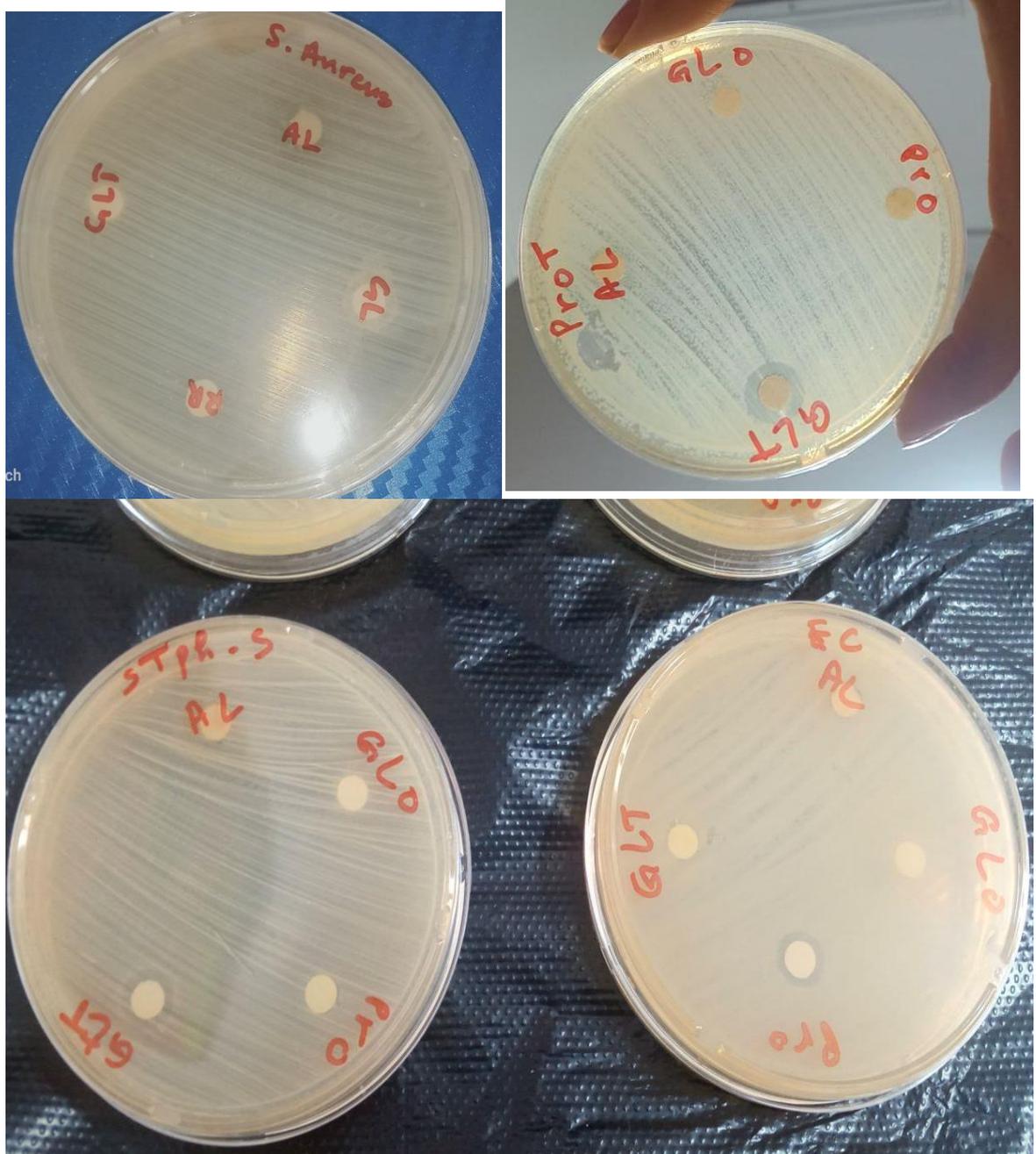




L'activité antibactérienne



OPPO A1k · ©soumia.ch



Sensibilités des bactéries étudiés vis-à-vis les extraits protéiques des feuilles de Moringa.

ANNEXES

