

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
Université de Ghardaïa

N° d'enregistrement
/...../...../...../...../.....



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

Optimisation des conditions d'extraction des composées
phénoliques de feuilles de *Moringa oleifera* locale

Présenté par :

CHELGUI Ouahiba

Soutenu publiquement le : 14 /09/2023.

Devant le jury :

BENCHEIKH Salah Eddine	MCB	Univ Ghardaïa	Président
LAGHOUITER Oum Kelthoum	MCB	Univ. Ghardaïa	Encadreur
KHAZEN Souad	MAA	Univ Ghardaïa	Examineur
RAACHE Imane	MCB	Univ Ghardaïa	Examineur

Année universitaire: 2022 / 2023.

Dédicaces

Avant tout, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné la force et le Courage pour accomplir ce travail et de ma réussite durant mes années d'études.

Je dédie ce travail

A ma famille, particulièrement, ma mère et Mon père qui m'a toujours soutenue à tout moment de ma vie, pendant les bons moments et les plus difficiles,

A mon mari et mes yeaux: Hiba et Mohammed.

Merci à tous ceux qui m'ont aidé, de près ou de loin.

Aux autres membres de mes familles.

A Mes amis, qui m'avez toujours encouragé durant ces années d'études.

En fin, je voudrais dédier le mérite de ce travail à celui qui a participé à mon soutien, jusqu'à la fin.

Je vous remercie tous.

Remerciements

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

A mes chers parents pour leur prières, encouragements, conseils.

Mes vifs remerciements vont particulièrement à mon encadreur M^{me} Laghouiter Oum Kelthoum qui a dirigée ce travail pour ses précieux conseils, sa contribution et soutien tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous remercions vivement au chef de département de Génies des procédés M^{me} Bouamer K et tous le corps académique et scientifique de la faculté de 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.

Mes sincères remerciements s'adressent aux responsables et ingénieurs de laboratoire de chimie à **Aouf D et Berthima M** pour m'avoir confiées un travail aussi intéressant, pour leurs soutiens, leurs orientations et pour mis à ma disposition le matériel nécessaire disponible.

Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

ملخص

استخلاص المركبات الطبيعية الفعالة ذات القيمة المضافة العالية من النباتات الطبية بغرض تثمينها واستغلالها بات شغل الباحثين نظرا لقدرتها العلاجية و قيمتها الغذائية دون آثار جانبية غير مرغوبة و في المتناول. هذا العمل يهدف الى تحسين شروط استخلاص المركبات الفينولية من أوراق نبات المورينجا أوليفيرا شجرة الحياة المقطوفة بمنطقة متليلي والمعروفة بغناها بأغلب العناصر الفعالة المقاومة لكثير من الامراض بدراسة تأثير بعض العوامل (نوع و تركيز المحلول، نسبة الكتلة / للسائل، زمن و درجة حرارة الاستخلاص) على مردود و كمية هذه المواد الفعالة.

تم الحصول على أعلى مردود للمركبات الفينولية عند استخلاص هذه المركبات بطريقة النقع البارد صلب سائل لمسحوق أوراق المورينجا، باستخدام الإيثانول 80% بنسبة (30/1 غ / مل) صلب/ للسائل خلال 48 ساعة مع التحريك، وفي درجة حرارة المخبر. أظهرت النتائج المتحصل عليها أن الإيثانول مذيب فعال لاستخلاص المركبات الفينولية من أوراق المورينجا.

اثبتت هذه الدراسة غنى اوراق المورينجا بمواد فعالة مضادة للاكسدة تؤكد استعمالاتها العلاجية و فعاليتها المضادة للاكسدة الا ان مردود هذه المواد مرتبط بشروط استخلاصها.

الكلمات المفتاحية: أوراق المورينجا اوليفيرا، المركبات الفينولية، المردود، تحسين، شروط الاستخلاص.

Résumé

L'extraction de substances actives naturelles à haute valeur ajoutée à partir de plantes médicinales en vue de les valoriser et bien exploiter devient l'intérêt des chercheurs en raison de leurs effets pharmacologiques et valeur alimentaire, sans effets secondaires indésirables et disponibles. Ce travail est consisté à optimiser les conditions d'extraction des composés phénoliques des feuilles de *Moringa oleifera* « arbre de vie » d'origine de Metlili, réputés par leur richesse par la majorité des substances actives qui agissent contre plusieurs maladies on étudiant l'influence de certains paramètres (type et concentration de solvant, rapport masse/solvant, durée d'extraction et taille de particules) sur le rendement en ces composés antioxydants.

Les résultats montrent que le meilleur rendement en polyphénols a été obtenu lors de l'extraction de poudre fine des feuilles de Moringa avec l'éthanol 80%, rapport solide/liquide de (1/30 g/ml) et durant 48 heures à température ambiante. Les résultats obtenus montrent que l'éthanol est un solvant efficace pour l'extraction des antioxydants des feuilles de Moringa.

Cette étude montre la richesse des feuilles de Moringa par des composés actives confirment leur utilisation pharmacologique et leur pouvoir antioxydant. Cependant leur teneur est dépendant de leurs conditions d'extraction.

Mots clés : *Feuilles de Moringa oleifera, composés phénoliques, rendement, optimisation, Conditions d'extraction.*

Abstract

The extraction of natural active components with high added value from medicinal plants for their valorization and exploitation is currently attracting researchers' interest because of their pharmacological properties and alimentary high value. This work aim was to optimize the extraction conditions of polyphénols from *Moringa oleifera* leaves by studying the influence of certain parameters (solvent concentration, mass/solvent ratio and time of extraction) on antioxidants yield.

The highest yield of phenolic compounds extracted from Moringa leaves powder, obtained by cold liquid-solid), using ethanol 80% as solvent, solid / liquid ratio of (1/30 g / ml) for 48 hours with agitation, at laboratory temperature.

This study, indicate the richness of Moringa leaves with antioxidants compouneds justify their pharmacological utilization and antioxidant activity under optimized conditions.

Mots clés: *Moringa oleifera* leaves, phenolic components, yield, optimization, extraction conditions.

Liste des Figures

N°	Titre	Page
Figure I.1	La plante de Moringa et leurs feuilles	05
Figure I.2	Classification des composés phénoliques (Bruneton, 2009).	07
Figure I.3	Structure de quelque acide phénolique et certains flavonoïdes (Bruneton, 2009).	07
Figure II.1	Etapes de préparation de poudre de sommités fleuries et feuilles de <i>M. Oleifera</i> .	12
Figure II.2	Délipidation des échantillons de <i>M. Oleifera</i> .	13
Figure II.3	Etapes d'extraction des composés phénoliques de feuilles de <i>M. Oleifera</i>	15
Figure II.4	Quantification des composés phénoliques de feuilles de <i>M. Oleifera</i>	17
Figure III.1	L'extrait lipidique des feuilles de <i>Moringa</i> .	18
Figure III.2	Influence de matière végétale sur le rendement en polyphénols dans les extraits des feuilles de Moringa	19
Figure III.3	Influence de concentration de solvant sur le rendement en composés phénoliques.	20
Figure III.4	Influence de type de solvant sur le rendement en composés phénoliques.	21
Figure III.5	Influence de rapport solide-liquide sur le rendement en composés phénoliques.	22
Figure III.6	Influence de durée d'extraction sur l'efficacité d'extraction.	24
Figure III.7	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	25

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau III.1	Rendement en polyphénols extraits par éthanol ou acétone à différentes concentrations.	19
Tableau III.2	Influence de ratio solide-solvant sur le rendement en polyphénols	21
Tableau III.3	Variation de rendement en polyphénols en fonction de temps d'extraction.	23
Tableau III.4	Variation de rendement en polyphénols en fonction de rapport solide-solvant à un temps de 24h.	23
Tableau III.5	Comparaison entre la teneur en polyphénols des feuilles et de mélange feuilles et fleurs de Moringa.	26

Liste des Abréviations

TPC	Total polyphenols content
DPPH	1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
GAE	Acid Galique Equivalent.
MF	Matière Fraiche
MS	Matière Sèche.
RE	Rutine équivalent.
Eth	Ethanolique
AC	Acétonique

Sommaire

Liste des Abréviations Liste des Figures Liste des Tableaux	
Introduction Générale	01
Synthèse bibliographique	
I.1. Généralités	04
I.1.1. Aperçu générale sur le <i>Moringa Oleifera</i>	04
I.1.2. Classification systématique de Moringa	04
I.1.3. Valeur nutritive et propriétés pharmacologiques des feuilles de Moringa	05
I.2. Les composés phénoliques	06
I.2.1. Structure chimique des polyphénols	06
I.2.2. Classification des polyphénols	06
I.2.3. Extraction des composées phénoliques	08
I.2.4. Les facteurs influent sur le rendement en composés phénoliques	08
I.2.4. 1. <i>Effet des procédés d'extraction</i>	08
I.2.7. 2. <i>Effet de la matière première</i>	09
I.2.7. 3. <i>Effet du solvant</i>	09
I.2.7. 4. <i>Effet du ratio liquide- solide</i>	10
I.2.7. 5. <i>Effet du couple température-temps</i>	10
Partie expérimentale	
II. Matériels et Méthodes	12

II.1. Matériels	12
II.1.1. Préparation de la poudre des feuilles de Moringa	12
II.2. Méthodes	12
II.2.1. Extraction des composés phénoliques	12
II.2.2. Optimisation des conditions d'extraction	13
II.2.3. Dosage des phénols totaux des extraits	16
III. Résultats et discussion	18
III.1. Rendement en huiles des feuilles de Moringa	18
III.2. Extraction des composés phénoliques de Moringa	18
III.2.1. Effet de matière végétale et solvant d'extraction	18
III.2.2. Effet de rapport Solide/ solvant	21
III.2.3. Effets de durée d'extraction	23
III.3. Dosage des composés phénoliques	25
Conclusion Générale	28
Références Bibliographiques	31
Annexes	38

Introduction Générale



Notre nourriture est notre médicament suivent l'adage d'Hippocrate. Une nourriture équilibrée, saine, variée et riche en éléments intrinsèques antioxydants naturels permettant à l'organisme de se maintenir en bonne santé. Le remède à toute maladie se trouve dans la nature.

Les polyphénols constituent l'un des principes actifs d'origine végétal, dont leur rôle remarquable et important dans la croissance cellulaire, la germination des graines, la formation des racines, et la maturation des fruits, la défense chimique des plantes contre divers stress (**Bruneton, 2009**).

Ces substances actives attirent l'attentions des chercheurs grâce à leurs caractéristiques pharmacologiques et biologiques en vue d'isoler des molécules agirent contre certaines maladies récentes induits au mauvaise ou la non contrôlable nourriture, au stress de vie, etc. Dans le cadre de la valorisation des plantes locales, de découvrir de nouveaux principes actifs et de les exploiter en divers domaine allant de cosmétique, médecine et l'industrie alimentaires (**Naczka et al. 2006**).

Les plantes médicinales constituent un patrimoine précieux et présentent un énorme intérêt économique sur le marché mondial. Le *Moringa oleifera* est une plante médicinale considérée comme un réservoir de nutriments aux usages pharmacologiques, cosmétiques et industriels étendus (**Bouasla et al. 2020 ; Pérez et al, 2022**)

Les feuilles de Moringa en particulier, sont très denses en nutriments, comprenant plus de protéines que le lait et œufs, plus de calcium que le lait, plus de fer que les épinards, plus de vitamine C que les oranges, et plus de vitamine A que les carottes (**Awad et al. 2014**).

La région de Ghardaïa, est un environnement favorable pour le développement et la valorisation du secteur des plantes à usage pharmacologique et industrielle grâce à leur richesse par des plantes spontanées ou cultivées à plusieurs vertus culinaires et cosmétiques. Bien que ces ressources soient disponibles telle le Moringa, aucune étude ou information n'a été consacrée sur leur composition chimique ou leurs caractéristiques nutritionnelles et pharmacologiques sauf quelques utilisations timides comme condiment, pour le traitement de diabète et contre la malnutrition, pour l'allaitement, d'où l'intérêt de cette étude en vue d'insérer les feuilles de Moringa dans des formulaires alimentaires.

Introduction générale

L'étude, la caractérisation et la purification des antioxydants nécessite une recherche sur la plante investiguée mais aussi leur environnement et la recherche des conditions opératoires donnant un meilleur rendement ou teneur avec une activité antioxydante caractéristique.

Ce sujet suscité un intérêt croissant par les chercheurs et les scientifiques. Dans ce contexte, ce travail porte sur l'optimisation des conditions d'extraction des composés phénoliques à partir des feuilles de *Moringa oleifera* collectés à Metlili (Ghardaïa) en vue de les exploiter et de les incorporer dans des formulations alimentaires en l'enrichir par divers éléments actives. A travers l'amélioration de concertation de solvant d'extraction, le rapport masse/volume qui convient ensuite le temps et la température d'extraction.

Ce travail est divisé en deux parties, la première consiste en une synthèse bibliographique présente un aperçu générale sur la plante *Moringa oleifera*, sur les composés phénoliques et leur intérêt. La deuxième partie décrivant le matériel ainsi que les méthodes et les protocoles expérimentaux utilisés pour l'extraction et la quantification des composés phénoliques des feuilles de Moringa, ainsi la discussion des résultats obtenus et on terminera ce travail par une conclusion générale et des perspectives qui feront l'objectifs d'ultérieurs travaux.

Synthèse bibliographique



I.1. Généralités sur le *Moringa Oleifera*

La phytothérapie est la science des plantes médicinales ou la médication par les plantes, à travers la recherche, l'isolement de leurs molécules actives et l'étude de leurs propriétés pharmacologiques et biologique afin de les valoriser, d'exploitation des antioxydants pour prévenir contre les différentes maladies, d'enrichir notre organisme par des agents de défense qui agir sur l'équilibre et le contrôle de fonctionnement de différents organes (**Beloud., 2001**).

Moringa oleifera (*Moringaceae*), originaire du sud d'Asie, Afrique et des îles de caraïbes est l'un des plantes médicinales à croissance rapide, résistée la sécheresse, disponible, accessible, largement à cultiver et facile à utiliser au profit leur vertu (**Gérard et al. 2021**). Elle est très connue et utilisée dans les anciennes civilisations mais récemment connu dans nos régions où leur utilisation reste méconnue appart quelque application médicinale (traitement de diabète, malnutrition..), purification de l'eau, dépollution d'air, comme condiment et aliment de bétail (**Alhakmani et al. 2013 ; Pérez et al, 2022**). Cette plante magique rassemble des propriétés pharmacologiques, médicinales (traiter l'hypertension, le diabète, le cancer), nutritionnelles et industrielles à leur richesse en antioxydants en particulier leur feuilles (**Punitha et al. 2019; Palada et al. 2021 ; Boudjema et al, 2021; Mahato, et al. 2022**).

I.1.1. Classification systématique de *Moringa*

Moringa Oleifera (Laleye et al. 2015)

Règne : *Planta*.

Sous-règne : *Tracheobionta*.

Super Division: *Spermatophyta*.

Division : *Magnoliophyta*.

Classe : *Magnoliopsida*.

Sous-classe : *Dilleniidae*.

Ordre : *Capparales*.

Famille : *Moringaceae*.

Genre : *Moringa*.

Espèce : *Moringa Oleifera*





Figure I.1 : La plante de Moringa et leurs feuilles.

I.1.2. Valeur nutritive et propriétés pharmacologiques des feuilles de Moringa

Les feuilles de Moringa jeunes ou séchées sont riches en divers vitamines, en fibres (7–35% MS), lipides (7–20% MS), glucides, minéraux spécialement le fer, le magnésium, cuivre et calcium (11% MS) (**Ruiz-Hernandez et al. 2022**). Elles sont une excellente source de protéines (20–35% MS) avec presque tous les acides aminés essentiels pour une bonne nutrition (**Punitha et al. 2019**).

Les polyphénols sont l'un des métabolites secondaires responsables des effets antioxydants, pharmacologiques, antibactériennes et plus, des propriétés intéressantes que les feuilles de Moringa sont riches avec des taux importants (10-82 mg/g MS), représentés dans les acides phénoliques, flavonoids, tannins, alcaloïdes, et carotenoids (17.6-39.6 mg/g MS) (**Olvera-Aguirre et al. 2022**).

Les feuilles de Moringa servent à traiter la perte d'appétit, d'augmenter la lactation des femmes, les douleurs gastriques, les infections cutanées (**Boudjema et al, 2021; Mahato, et al. 2022**).

I.2. Les composés phénoliques

Les propriétés pharmacologiques, la valeur nutritionnelle et les activités biologiques de nombreux aliments sont liées à leur contenant en phytonutriments, ou substances phytochimique, qui peuvent être regroupés en polyphénols, terpènes et composés soufrés (**Sarni-Manchado et cheynier 2006**).

I.2.1. Structure chimique des polyphénols

Les composés phénoliques constituent une famille comprend un grand nombre des métabolites secondaires qui diffèrent par leur structure chimique et leur réactivité, allant des composés simples (les acides phénoliques) à des composés hautement polymérisés (les tanins), et dérivent de la phénylalanine et la tyrosine (**Sarni-Manchado et cheynier 2006**). Ce sont des composés formés d'un ou de plusieurs cycles aromatiques portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide (**Li et al. 2014**).

Les polyphénols sont présents dans toutes les parties de plante avec des proportions variables et un profil phénolique caractéristique, dont le rôle est la germination des graines, la maturation des fruits, la défense contre divers stress, notamment oxydatif (**Bruneton, 2009**). Ils contribuent à la qualité organoleptique des aliments issus des végétaux, ils ont utilisés comme additif, colorant, agent de conservation. (**Sarni-Manchado et cheynier 2006**).

Les flavonoïdes possèdent potentiellement des activités biologiques, anti-inflammatoire, anti-cancérigène, antimicrobiennes, antioxydant, hypotenseur et diurétiques (**Bruneton, 2009**).

1.2.2. Classification des polyphénols

Les polyphénols peuvent divisés en deux classes principales: les flavonoïdes et les non flavonoïdes, et les tannins (polyphénols complexes) (**Bruneton, 2009**).

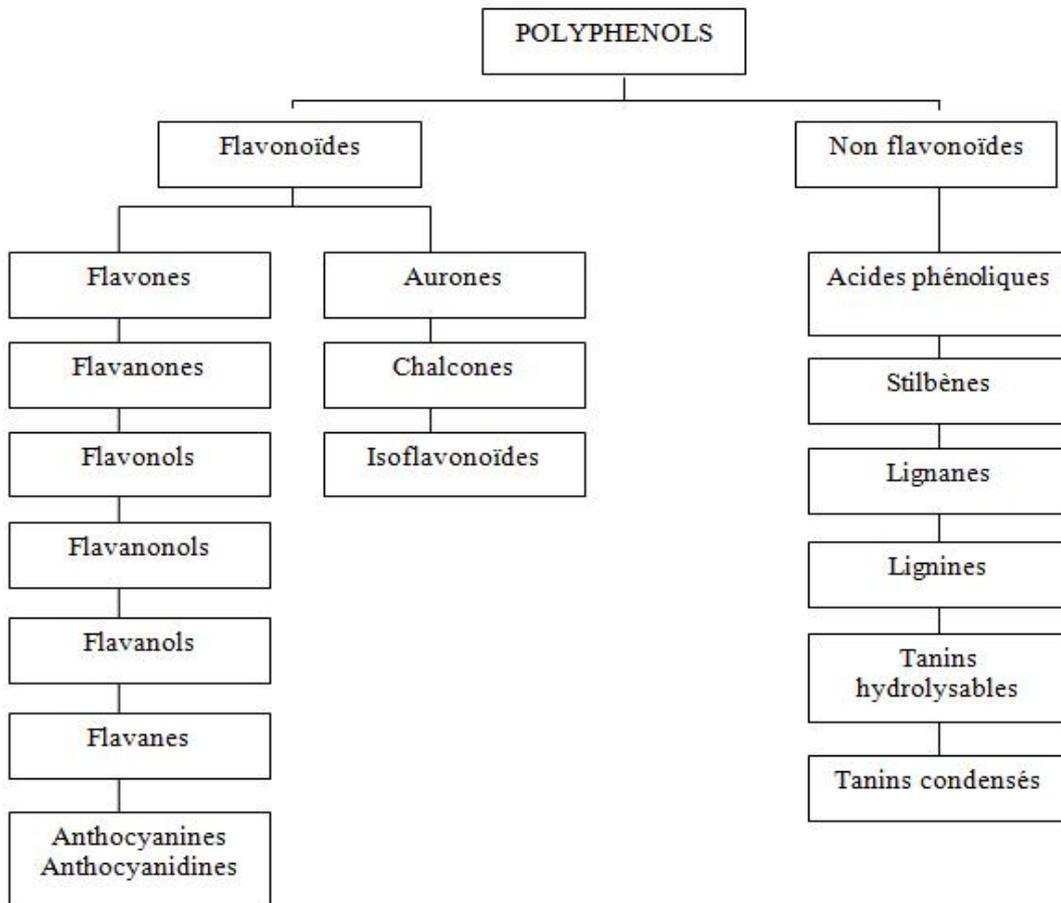


Figure I.2: Classification des composés phénoliques (Bruneton, 2009).

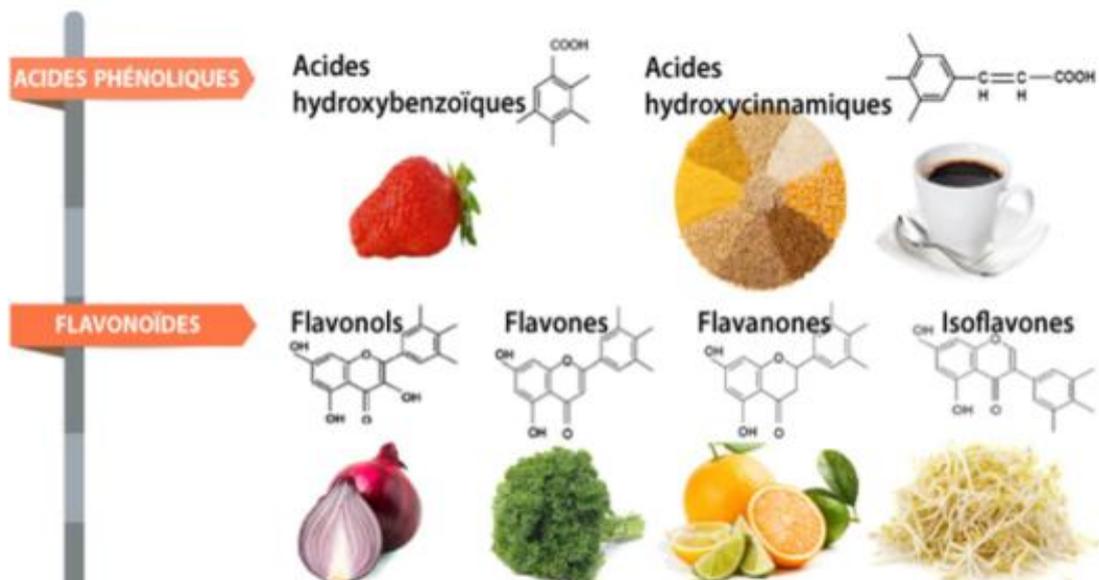


Figure I.3: Structure de quelques acides phénoliques et certains flavonoïdes.

Source : www.phenol-explorer.eu; <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>

I.2.3. Extraction des composés phénoliques

L'extraction des composés phénoliques est généralement un processus très difficile voire la variété des composés qu'ils constituent. Plusieurs facteurs expérimentaux peuvent contribuer à l'efficacité d'extraction et la quantité des composés phénoliques extraite telles : la méthode d'extraction, le type, la polarité et la concentration de solvant utilisé, la taille des particules de plante, la température et le pH d'extraction, le temps d'extraction et le rapport solvant / masse, la diversité des classes phénoliques qui peuvent être présentes dans la matière première, ainsi que leurs interactions avec d'autres macromolécules, comme les protéines (Nazck et Shahidi, 2004; Mehganathan et al., 2022). L'obtention d'un rendement élevé est parfois compliquée.

I.2.4. Les facteurs influent sur le rendement en composés phénoliques

I.2.4. 1. Effet des procédés d'extraction

Généralement pour l'extraction des composés phénoliques, l'extraction par macération ou par reflux (Soxhlet) sont les plus utilisés pour leur disponibilité, simplicité et non pas coûteuses. D'autres méthodes sont apparues récemment dites vertes comme l'extraction assistée par ultrasons, l'extraction enzymatique, l'extraction assistée par micro-ondes et l'extraction par fluide supercritique. Ces méthodes sont coûteuses mais rapides utilisent moins des solvants, moins de temps, moins de matière première mais peuvent poser la dégradation des composés extraits.

L'extraction solide-liquide ou macération consiste à laisser un matériel végétal dans un solvant, dans le but d'extraire les molécules solubles. Cette méthode est disponible et permet l'utilisation d'un mélange de solvants et de contrôler la température d'extraction. Cependant, elle nécessite une filtration et évaporation de solvant (Khenfer- Medjouel, 2016; Pradal, 2016; Adjal-Choudani, 2017).

Vongsak et al. (2013), ont montré que le meilleur rendement (25.75%) en composés phénoliques extraites des feuilles sèches de Moringa par extraction assistée par micro-onde avec l'éthanol 42% durant 20 min à température 158°C.

1.2.4. 2. Effet de la matière première

La matière première aussi influence le procédé d'extraction selon deux variantes: la taille et la structure. La réduction de taille des particules par broyage ou découpe, est un facteur important à prendre en compte dans l'élaboration d'un extrait riche en composés antioxydants, il permet d'améliorer le transfert de matière, et facilite la pénétration de solvant aux tissus et d'extraire les composés recherchés. En effet, dans le cas des feuilles de Moringa, plus la poudre est fine plus le rendement en antioxydants sera grand (**Laghouiter, 2018 ; Mehganathan et al. 2022**).

Le séchage et l'exposition à la lumière et l'air peut également affecter la composition des polyphénols. **Vongsak et al., (2013)**, lors de leur étude indique l'influence de séchage des feuilles de Moringa sur le rendement en polyphénols, dont les feuilles séchées sont riches en flavonoïdes et présente un rendement plus élevé que celles fraîches.

1.2.4. 3. Effet du solvant

La sélectivité de solvant est très importante pour l'obtention des antioxydants. La solubilité des molécules ciblées est attachée au type, polarité et concentration de solvant choisi. Par ailleurs même si l'efficacité du méthanol en termes d'extraction des composés phénoliques est supérieure à celle de l'éthanol, ce dernier est plus sécurisé (**Boussetta et al. 2012**).

Un mélange d'éthanol-eau à certains concentration permet d'obtenir un meilleur rendement en composés phénoliques a partir des feuilles de Moringa quelque soit la méthode d'extraction utilisée (**Saleem et al. 2020 ; Safdar et al. 2021**). L'éthanol 50-80% et l'acétone 70% restent les meilleurs systèmes d'extraction des composés phénoliques (**Al-Farsi et Lee, 2008**).

Le solvant doit avoir une affinité importante pour les molécules ciblées et posséder une grande capacité de dissolution. Il est toujours préférable d'utiliser des solvants ininflammables, non toxiques, non explosifs et disponibles (**Adjal-Choudani, 2017**).

I.2.4. 4. *Effet du ratio liquide- solide*

Le rendement d'extraction est maximisé lorsque le ratio solide/liquide est grand et alors la quantité des composés extraits est élevée (**Telli et al.,2010**). Cependant, l'utilisation de grandes quantités de solvant nécessite plus d'énergie pour l'éliminer. De plus, la concentration en composés actifs est faible. Généralement, le choix de ce parametre dépend de la composition en polyphénols (**Al-Farsi et Lee, 2008**).

I.2.4. 5. *Effet du couple température-temps*

Le temps d'extraction est dépend de température et de partie étudié. Cependant le chauffage et les longs temps d'extraction peuvent entraîner l'oxydation et la décomposition des composés souhaités. **Nepote et al. (2005)** ont montré que l'extraction des polyphénols d'arachide par macération nécessite 60 min pour extraire la même quantité de polyphénols extraits par la méthode d'agitation en 10 min (**Galili et Hovav, 2019**). Il est démontré que la température est le paramètre le plus influant sur la modification des polyphénols.

Partie expérimentale



II. Matériels et Méthodes

La partie expérimentale de ce mémoire a été réalisée dans le laboratoire de département de Génie des procédés à l'université de Ghardaïa.

II.1. Matériels

II.1.1. Préparation de la poudre des feuilles de Moringa

Les feuilles et un mélange de (feuilles et fleurs) de *M. oleifera* sont collectés dans les oasis de Metlili en décembre 2022 durant la période de floraison. Après séchage, les feuilles de Moringa sont broyées finement par moulin à café et conservées (**Figure II.1**).

Le choix de plante apporté sur leur disponibilité, leur potentialité nutritionnelle et pharmacologique dans la région de Metlili.



Figure II.1 : Etapes de préparation de poudre de sommités fleuries et feuilles de *M. Oleifera*.

II.2. Méthodes

II.2.1. Extraction des composés phénoliques

Avant l'extraction des polyphénols, une quantité de poudre des feuilles et de mélange (feuilles et fleurs) de Moringa sont macérés par 50 ml d'hexane pendant 24 heures à température ambiante afin d'éliminer les graisses et les lipides. Pendant 24 h. Après filtration, l'hexane a été éliminé par rotavapeur.



Figure II.2 : Délipidation des échantillons de *M. Oleifera*.

II.2.2. Optimisation des conditions d'extraction

Dans le but de maximiser l'efficacité d'extraction des composés phénoliques à partir de feuilles et de mélange (feuilles et fleurs) de Moringa locale, nous avons essayé d'améliorer certains paramètres d'extraction (matière végétale, type et concentration de solvant, rapport masse/volume de solvant et temps d'extraction).

1 g de poudre délipidée de feuilles ou de mélange (feuilles et fleurs) sont mise à macération par 20 ml d'éthanol ou d'acétone à différents concentrations (50, 60, 70 et 80%) pendant deux jours à température ambiante selon le protocole (**figure II.3**). Après filtration, extraction liquide-

liquide par acétate d'éthyle puis une deuxième filtration et évaporation de solvant, l'extrait phénolique est conservé dans 5 ml de l'éthanol.

Le rendement d'extraction est calculé selon la relation suivant :

$$R_{\text{polyphénols}\%} = \frac{\text{Poids de polyphénols extraits} * 100}{\text{Poids de prise d'essais}}$$



1. Macération



2. Agitation des échantillons par vortex



3. Filtration



4. Extraction par acétate d'éthyle



5. Evaporation de solvant



6. Extrait phénolique

Figure II.3 : Etapes d'extraction des composés phénoliques de feuilles de *M. Oleifera*.

Pour étudier l'effet de rapport solide-liquide et le temps nécessaire pour avoir un meilleur rendement en polyphénols, nous avons utilisé le même protocole d'extraction en changeant chaque fois le paramètre étudié. Alors, une masse de la poudre délipidés de mélange (feuilles et fleurs) de Moringa sont macérées dans l'éthanol 80% avec des rapports solide/solvant (1/4, 1/5, 1/10, 1/20, 1/30 et 1/40 g/ml) pendant 48 heures, en fixant le temps et la température d'une part, et d'autre part, nous avons fixé la température et la fraction optimisé en changeant le temps : 24h avec renouvellement de solvant, 48h et 72h, pour optimiser le temps en utilisant les paramètres déjà optimisés.

Les erlenmeyers sont couverts par papier aluminium pour limiter l'évaporation du solvant et la dégradation ou molécules bioactives par l'air et la lumière. Après filtration les extraits obtenus sont pesés pour calculer le rendement en polyphénols puis conservés à 4 °C.

II.2.3. Dosage des phénols totaux des extraits

La teneur en composés phénoliques dans les extraits des feuilles de Moringa est faite selon le protocole décrite par **Singleton et Rossi (1999)** à l'aide de réactif de *Folin Denis*. Ce réactif est réduit en oxydes bleus de tungstène, et de molybdène de coloration bleu en milieu alcalin lors d'une oxydation des phénols.

500µl du réactif de Folin-Denis (dix fois dilué) sont ajoutés à 100 µl d'extrait phénolique, puis 2 ml d'une solution de carbonate de sodium (Na₂CO₃) à 5% sont additionnés au mélange. L'absorbance est lue à 760 nm après incubation de 30 minutes à l'obscurité.

La teneur en composés phénoliques est calculée par rapport à un courbe d'étalonnage de l'acide galliques et exprimée en milligramme équivalent d'acide gallique par 100g d'échantillon (mg GAE/100g).

Selon la relation suivante :

$$C(\text{mg/g}) = \frac{A}{K} * f * \frac{V}{P} * 100$$

A : absorbance des extraits à 760 nm.

K : La pente de courbe d'évolution d'absorbance de l'acide gallique en fonction de leur concentration.

V : volume de solvant d'extraction (ml).

P : masse de la prise d'essai (g).

F : Facteur de dilution.

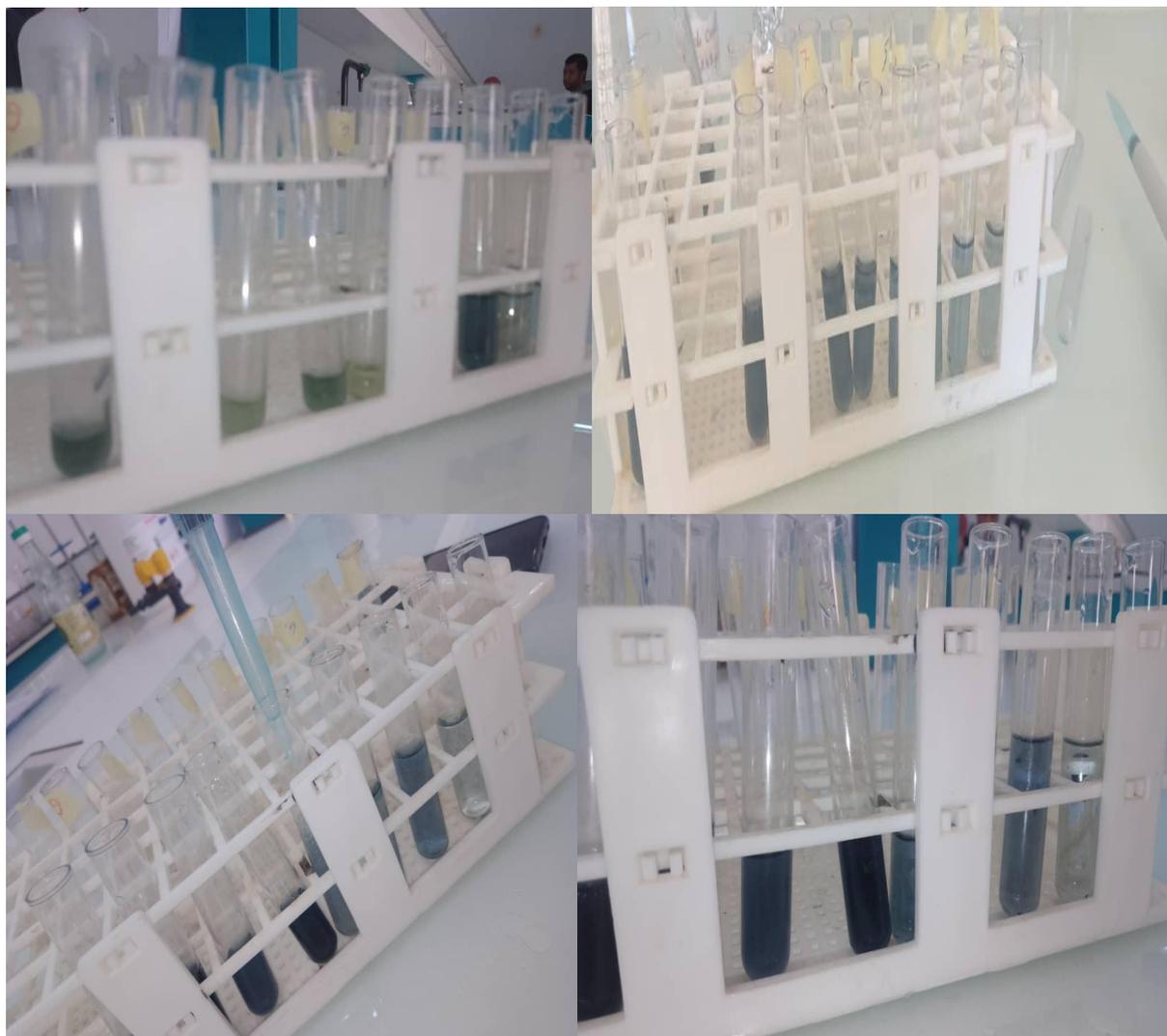


Figure II.4 : Quantification des composés phénoliques de feuilles de *M. Oleifera*.

III. Résultats et discussion

III.1. Rendement en huiles des feuilles de Moringa

Les feuilles de Moringa présentent un rendement de 8.8% des lipides sous forme d'une pâte jaune verdâtre (**Figure III.1**).



Figure III.1 : L'extrait lipidique des feuilles de *Moringa*.

III.2. Extraction des composés phénoliques de Moringa

III.2.1. Effet de matière végétale et solvant d'extraction

D'après les résultats de **figure III.2**, **figure III.3** et **Tableau III.1**, on peut constater que, plus la taille de matière végétale est fine plus l'extraction des polyphénols est efficace. **Mehganathan et al. 2022**, citent que les procédés de préparation de matière végétale (séchage, lavage, broyage et stockage) peut affecter la teneur et le rendement en composés phytochimiques extraits.

Plus la matière végétale est fine, plus le rendement en antioxydants extraits ne sera grand. Cependant, les particules de taille très fine risquent de s'agglomèrent ce difficile la pénétration de solvant à l'intérieur de la matrice (**Pradal, 2016**).

Tableau III.1 : Rendement en polyphénols extraits par éthanol ou acétone à différents concentrations.

		Concentration de solvant (%)				
R (%)	Solvant	Matière végétal	50%	60%	70%	80%
		Ethanol	Feuilles Eth	4	4	4,3
Mélange Eth			3	4	5	5
Acétone		Feuilles Ac	3	/	5	/
		mélange Ac	2	/	3	/

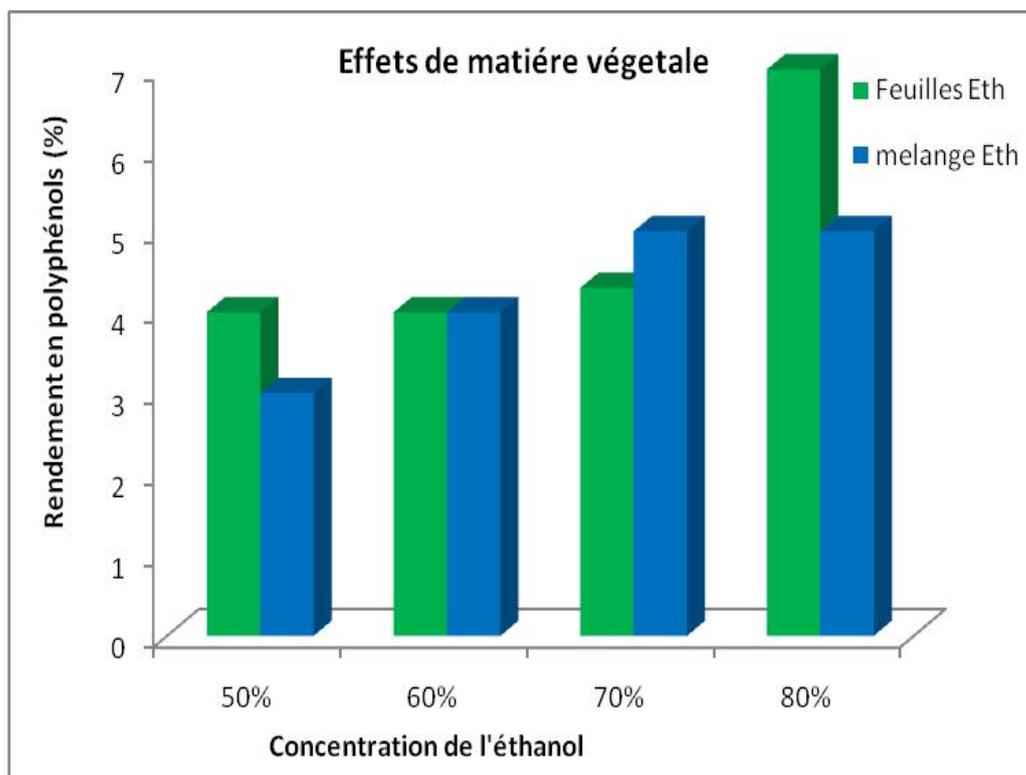


Figure III.2: Influence de matière végétale sur le rendement en polyphénols dans les extraits en fonction de la concentration de solvant.

D'une façon générale, la poudre des feuilles possède un taux en composés phénoliques plus élevé que celui enregistré par celle de mélange fleurs et feuilles de Moringa.

Cependant, n'y a pas de différence significative entre les rendements en polyphénols quelque soit le solvant utilisé jusqu'à une concentration de solvant (éthanol) 80% où on obtient un rendement maximal de 7%.

Pour les extraits acétoniques, il est bien clair que le rendement des composés phénoliques extraits de feuilles de Moringa est supérieur à celui de mélange feuilles et fleurs.

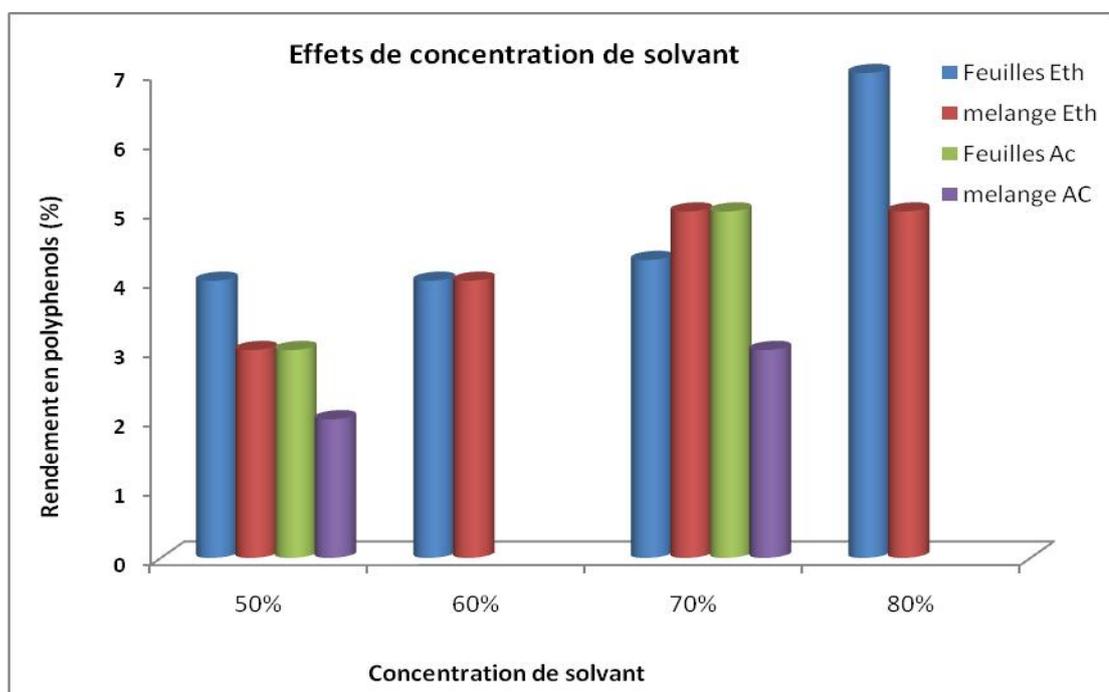


Figure III.3: Influence de concentration de solvant sur le rendement en composés phénoliques.

Concernant les solvants utilisés, et pour l'extraction par l'éthanol ou l'acétone de même concentration (50% ou 70%), on a trouvé que l'éthanol est le solvant efficace d'extraction des composés phénoliques des feuilles ou de mélange des sommités fleurées de Moringa (**figure III.3 et figure III.4**). De plus, une concentration de 80% pour l'éthanol ou 70% pour l'acétone permet de recueillir plus des composés phénoliques. Toutefois, ces résultats confirment ce que on a vu dans la partie théorique, dont l'éthanol 80% et l'acétone 70% ont été les meilleurs systèmes d'extraction des composés phénoliques (Al-Farsi et Lee 2008; Laghouiter, 2018).

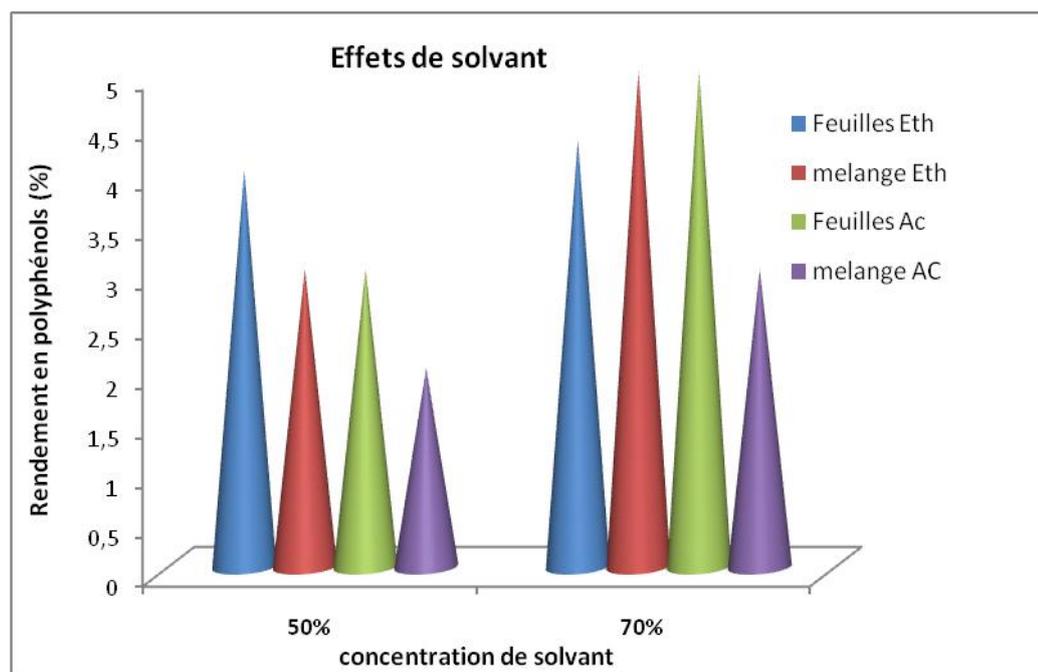


Figure III.4: Influence de type de solvant sur le rendement en composés phénoliques.

III.2.2. Effets de durée d'extraction

Le temps d'extraction est un paramètre plus important qu'il faut prise en compte lors d'extraction des composés phénoliques, une durée optimale est suffisante permet d'extraire le maximum de ces composés.

Dans cette étude et d'après les résultats illustrés dans la **figure III.5** et le **Tableau III.2**, il apparu qu'une durée de macération de 48 heures permet d'obtenir le rendement le plus élevé (5 %) en utilisant l'éthanol 70% comme solvant et un ratio de 1/20 (g/ml).

Tableau III.2 : Variation de rendement en polyphénols en fonction de temps d'extraction.

Temps	R (%)
24 h	5
48 h	5
72 h	1

Le temps d'extraction doit être optimisé car une courte durée n'est pas suffisante pour extraire les composés des plantes, par contre un temps plus long d'extraction risque de fermentation et dégradation des molécules actives (Al-farsi et Lee, 2008).

Dans cette étude, on a remarqué que la durée d'extraction est influencée par le rapport masse-solide, dont l'extraction des composés phénoliques par macération à l'éthanol et agitation par vortex durant 48 heures avec des rapports variables nous permet de constater qu'un meilleur rendement est celui correspond à un ratio (1/20 g/ml) (Tableau III.4).

Le temps d'extraction dépend de température et la méthode d'extraction, aussi de solvant utilisé (solubilité), de type de matière végétale (noyau, feuilles,...) et de principe actif extrait (Spigno et al, 2007).

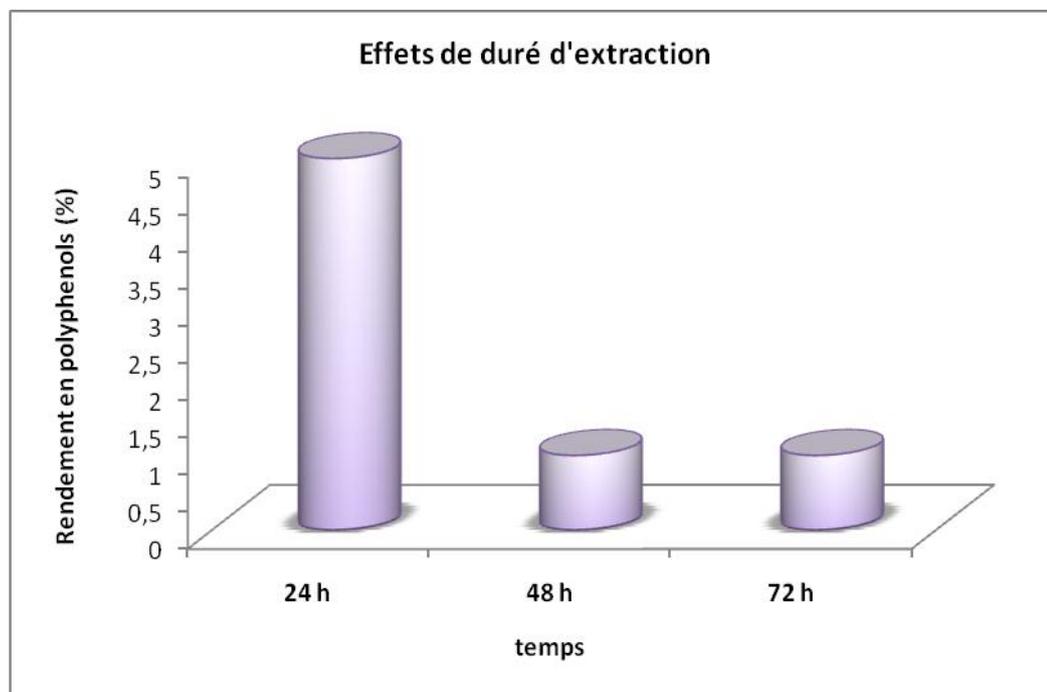


Figure III.5: Influence de durée d'extraction sur l'efficacité d'extraction.

Quelque soit les résultats obtenus lors de cette étude et d'après des études précédentes par nos collègues (Latela et Ouledelaid, 2020 ; Ouladlaid et Hadjkouider, 2018) ou d'autres intérieurs sur l'extraction des polyphénols des feuilles de Moringa (Chelghoum, 2016 ; Olvera-Aguirre et al, 2022), il est intéressant de signaler que la polarité et la concentration de solvant, rapport masse- volume, méthodes d'extraction et d'autres critères que l'on doit optimiser afin d'extraire le maximum des molécules actives et alors un rendement ou teneur plus élevé. Ce

paramètre dépend du type de solvant et de la matière végétale ainsi que la nature des composés extraits.

III.2.3. Effet de rapport Solide/ solvant

Toujours dans le but de maximiser le rendement d'extraction des composés phénoliques extraits des feuilles de Moringa, les résultats de cette étude (**Figure III.5 et Tableau III.2**), indiquent qu'on peut obtenir des meilleurs rendements (5%) en métabolites secondaires avec des rapports solide- solvant de 1/40 et 1/30 (g/ml) en utilisant l'éthanol 80% comme solvant d'extraction par macération durant 48 heures et à température ambiante.

Tableau III.3 : Influence de ratio solide-solvant sur le rendement en polyphénols.

Rapport Solide/Solvant	R (%)
1/40	5
1/30	5
1/20	3
1/10	1
1/4	1,2

Un rapport 1/20 (g/ml) est efficace pour une extraction des polyphénols par l'eau distillée ou l'éthanol 50% durant 2 heures donnant un rendement de 26.9% selon **Olvera, Aguirre et al., 2022**. De même pour **Vongsak et al. 2013**, qui ont déclaré que l'éthanol 70% est le solvant de choix pour l'extraction des polyphénols des feuilles de Moringa avec un rapport de 1/40 (g/ml) pendant 72 heures.

Le bon choix de ratio solide-solvant permet une extraction efficace des composés phytochimiques, la matrice doit être bien immergée dans le solvant (**Lee et al. 2003**).

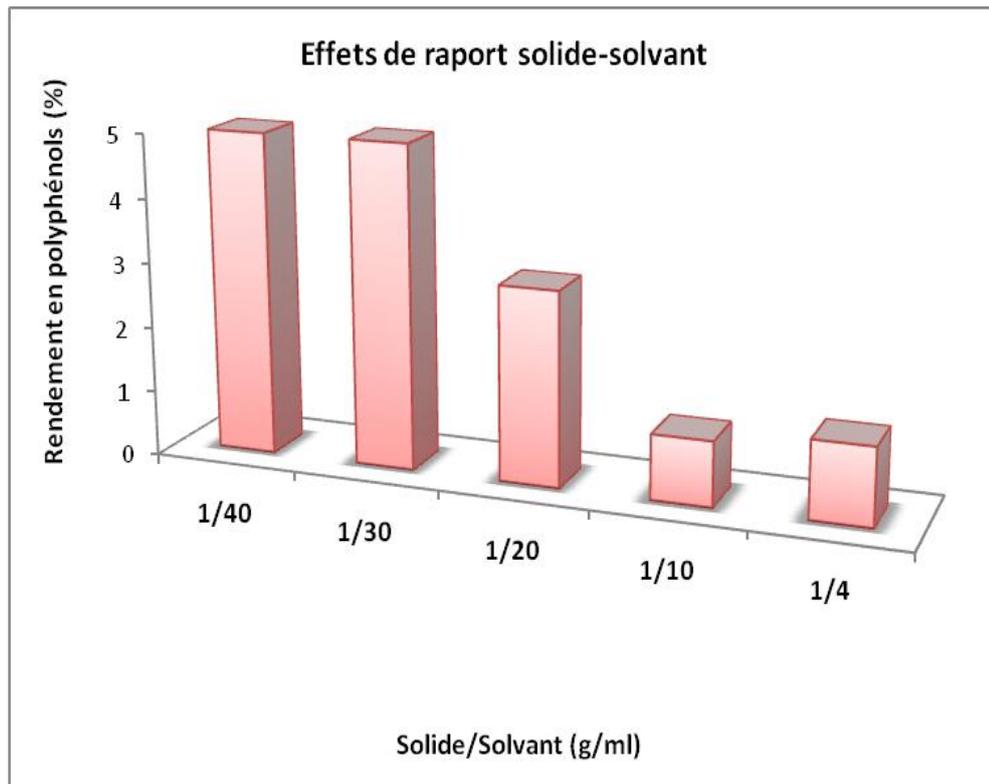


Figure III.6: Influence de rapport solide-liquide sur le rendement en composés phénoliques.

Tableau III.4 : Variation de rendement en polyphénols en fonction de rapport solide-solvant à un temps de 24h.

Masse/volume (g/ml)	R (%)
1/20	5
3/20	4
5/20	1.2

Nous avons procédé à l'extraction des polyphénols des feuilles de Moringa dans ce travail par macération qu'elle est une méthode d'extraction solide-liquide disponible, facile à manipuler, à contrôler.

L'extraction par un mélange hydroalcoolique ou hydroacétonique est toujours favorisé pour l'extraction des composés phénoliques, cette combinaison contribue peut faciliter l'extraction des substances chimiques qui sont solubles dans l'eau et / ou dans le solvant utilisé (Lee et al. 2003 ; Penchev et al. 2010).

III.3. Dosage des composés phénoliques

Après fixation des conditions optimales qui peuvent améliorer le rendement en composés phénoliques extraits des feuilles de Moringa locale, on a procédé à quantifier la teneur en ces composés dans les extraits présentent les rendements les plus élevés dans chaque expérience en utilisation le réactif de Folin-dénis.

La teneur en polyphénols est estimée en référence à une courbe d'étalonnage de l'acide gallique établie dans les mêmes conditions de dosage des extraits examinés (Figure III.7).

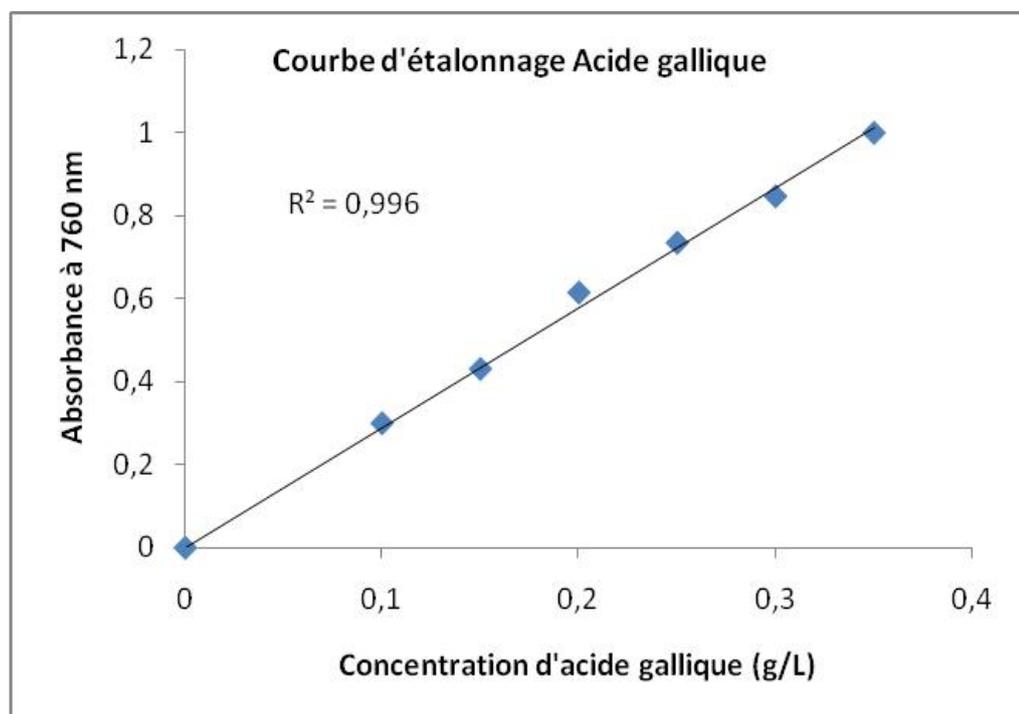


Figure III.7: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

A la lumière des résultats visionnés dans le **tableau III.5**, et pour les extraits phénoliques obtenus par l'éthanol 80% à partir des feuilles et de mélange, on peut dire que pour ces

échantillons un grand rendement correspond à un grande teneur en composés phénoliques et alors une activité antioxydant intéressante due à la présence de ces substances.

Tableau III.5 : comparaison entre la teneur en polyphénols des feuilles et de mélange feuilles et fleurs de Moringa.

	Feuilles	Mélange fleurs et feuilles
R (%)	7	5
Teneur (mg EAG/g MS)	1.205	0.82

Conclusion Générale



Conclusion Générale

Ghardaïa est une région riche et diversifiée en plantes médicinales à des utilisations locales variant de cosmétique, traitements pharmacologiques, culinaires et d'autres sous forme de recettes ou des applications basés sur l'observation puis l'expérimentation.

La valorisation de ces plantes afin de bénéficier de leurs vertus et d'isoler les molécules actives pour les incorporer dans des formulations médicales, pharmaceutiques, agroalimentaires ou industrielles commence par l'extraction de ces composés qui parfois résulte d'une teneur médiocre insuffisant pour les investigations scientifiques, non rentable à l'échelle économique, ce qui fait appel à l'optimisation des conditions d'extraction.

Dans le cadre de maximiser le rendement d'extraction des composés phénoliques par macération des feuilles de Moringa d'origine de Metlili, ce travail vise à améliorer le choix de solvant, de rapport masse-volume et temps d'extraction.

A l'essor de ces résultats, le rendement maximal des composés phénoliques peut avoir dans les conditions suivantes :

- Pour une extraction par macération, l'éthanol 80 % semble le solvant efficace pour extraire des polyphénols de poudre des feuilles de Moringa suivi de l'acétone 70%. De plus l'éthanol est moins toxique, disponible au laboratoire et plus utilisé dans l'extraction de ces composés.
- Une fraction solide /liquide de 1/30 (g/ml) peut assurer une émergence totale des matières végétale dans l'éthanol et alors l'extraction de maximum des composés phénoliques.
- Une durée d'un jour (48 h) peut concédée comme un temps optimal pour une extraction à Température ambiante avec agitation. Cependant, ce paramètre influe par le rapport solide-liquide, le solvant utilisé (polarité et concentration) et le type de composés extraits.

Conclusion Générale

D'autres paramètres qui ne sont pas mentionnés dans ce travail mais jouent un rôle important dans l'opération d'extraction des molécules bioactives, et par la suite sur leurs teneurs et propriétés, peuvent conserver comme perspectives pour des études ultérieures accomplissent ce travail telle :

- L'utiliser des méthodes d'extraction vertes, et des techniques de caractérisation avancées (CCM, HPLC, CPG, ...).
- L'utilisation des méthodes d'optimisation plus précise notamment le plan d'expériences et des logiciels plus surs.

Références
Bibliographiques

Références Bibliographiques

Al-Farsi M. A. et LEE C. Y. (2008). Optimization of phenolics and dietary fiber extraction from date seeds; *Journal of Food Chemistry*, Vol. 108, pp977-985.

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.

Allel Fatima Zahra, Bouras Zahra et Bouteghane Imene. Optimisation des conditions d'extraction des composés phénoliques des graines de pin d'Alep », Master en Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire, Université de Guelma. 2020.

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.

Awad, S., Ameri, A., Yaaqoub, F., Shaibani, A., Cheruth, A. J., Al-Awad, I., Al Yafei, M. A S., Karthishwaran, K., & Kurup, S. S. (2014). Comparative phytochemical analysis of *Moringa oleifera* and *Moringa peregrina*. *Pharmacologyonline*, 3, 216–221.

B. Vongsak, P. Sithisarn, S. Mangmool, S. Thongpraditchote, Y. Wongkrajang, et al. Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaf extract by the appropriate extraction method. *Industrial Crops and Products*. 2013; 44: 566–571.

Bancessi, A., Bancessi, Q., Baldé, A., & Catarino, L. (2019). Present and potential uses of *Moringa oleifera* as a multipurpose plant in Guinea-Bissau. *South African Journal of Botany*, 129, 206-208.

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

Références Bibliographiques

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.

Bensaci C. Ghiaba Z. et Saidi M. (2015). L'extraction des antioxydants de datte. J chem pharm Res., 7(7); 27-31.

Boizot N, Charpentier J.P, 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier, INRA - Amélioration, Génétique et Physiologie Forestières, Laboratoire d'Analyses Biochimiques. Le Cahier des Techniques de l'Inra, p 79-82.

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.

Bouterfas K, Mehdadi Z, Benmansour D, Khaled M.B, B, Bouterfas, M, Ali Latreche, A. 2015. Optimization of Extraction Conditions of Some Phenolic Compounds from White Horehound (*Marrubium vulgare L.*) Leaves. International Journal of Organic Chemistry, 2014, 4 292-308.

Bruneton J, 2009. Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales. 4ème Ed. Tec & Doc. Paris. France. 1288 p.

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, née Khobzaoui Somia. Etude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne et antifongique des extraits des noyaux des dattes variété « AJWA", mémoire master en Biologie 2014. Université Tlemcene.

Delphine Pradal « Eco procédés d'extraction de polyphénols antioxydants à partir d'un coproduits agro-alimentaire. Thèse doctorat, université de Lille 1, 2016.

Références Bibliographiques

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

DJAHRA Ali Boutlelis. Cours Phytochimie II *2ème Année Master* Université Echahid Hamma Lakhdar El Oued 2015.

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.

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

Ghedira K. 2005. Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytotherapie* 3(4), 162-169.

Jerez M., Pinelo M., Sineiro J. Et José Núñez M.; (2006). Influence of extraction conditions on phenolic yields from pine bark: assessment of procyanidins polymerization degree by thiolysis; Journal of Food Chemistry, Vol. 94, pp 406-414.

Khenfer Siham et Medjouel Maroua « Optimisation des conditions d'extraction des composés phénoliques d'une plante médicinale de la région sud du Sahara Algérien », master biologie, université de Ouargla, 2016.

Laghouiter O.K (2018) Valorisation phytochimique des noyaux de quelques variétés du Palmier dattier de l'Algérie (Metlili). Thèse Doctorat en sciences université de Laghouat.

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.

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.

Maqsood S., Kittiphattanabawon P., Benjakul S., Sumpavapol P. and Abushelaibi A. 2015. Antioxidant activity of date (*Phoenix dactylifera* var. Khalas) seed and its preventive effect on lipid oxidation in model systems. IFRJ 22(3):1180-1188.

Références Bibliographiques

Mehganathan P and Rosli NA. A Review on Extraction of Bioactive Compounds from *Moringa oleifera* Leaves: Their Principle, Advantages, and Disadvantages. *Austin Chem Eng.* 2022; 9(1): 1090.

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

Nadia BOUSSETTA. Intensification de l'extraction des polyphénols par électrotechnologies pour la valorisation des marcs de champagne, Thèse Doctorat Génie des procédés industriels, université de Technologie Compiègne, 2010.

Nazck M. et Shahidi F. (2004) Extraction and analysis of phenolics in food; *Journal of Chromatography A*, Vol. 1054, pp 95-111.

Olvera-Aguirre, G.; Mendoza-Taco, M.M.; Moo-Huchin, V.M.; Lee-Rangel, H.A.; Roque-Jiménez, J.A.; Gómez-Vázquez, A.; Dzib-Cauich, D.A.; Vargas-Bello-Pérez, E.; Chay-Canul, A.J. Effect of Extraction Type on Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of *Moringa oleifera* Lam. Leaves. *Agriculture* **2022**, 12, 1462.

Oulad Iaid 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**.

Oulad Iaid 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.

Pracheta, V., Sharma, R., Paliwal, S., Sharma and Singh .L. (2011). Chemoprotective activity of hydro-ethanolic extract of *Euphorbia nerrifolia* Linn. Leaves against DENA-induced liver carcinogenesis in mice. *Biological Med.* 3: 36-44.

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

Radice, S., Arena, M.E., Gómez Castro , F. and Giordani, E. (2021). Phenol content and scavenging activity on DPPH radicals in moringa leaves from Argentina. *Acta Hort.* 1306, 179-184.

Références Bibliographiques

- Rocha-Guzma'n N.E; Herzog A, Gonza'lez-Laredo R.F; Ibarra-Pérez F.J; Zambrano-Galvan G; Gallegos-Infante J.A. 2007.** Antioxidant and antimutagenic activity of phenolic compounds in three different color groups of common bean cultivars (*Phaseolus Vulgaris*). Food chemistry. Vol 103, N°2, p 521-527.
- Ruiz-Hernandez, R.; Hernandez-Rodriguez, M.; Cruz-Monterrosa, R.G.; Diaz-Ramirez, M.; Martinez-Garcia, C.G.; Garcia-Martinez, A.; Amor, A.A.R.** *Moringa Oleifera Lam.: A Review of Environmental and Management Factors that Influence the Nutritional Content of Leaves.* Trop. Subtrop. Agroecosyst. **2022**, 25.
- Safdar, M.N.; Baig, U.Y.; Riaz, M.M.; Mumtaz, A.; Jabbar, S.; E-Zehra, D.; Ur Rehman, N.; Ahmad, Z.; Malik, H.; Yousaf, S.** Extraction of polyphenols from different herbs for the development of functional date bars. Food Sci. Technol. **2021**, 42, e43521.
- Saleem, A.; Saleem, M.; Akhtar, M.F.** Antioxidant, anti-inflammatory and antiarthritic potential of *Moringa oleifera Lam*: An ethnomedicinal plant of *Moringaceae* family. S. Afr. J. Bot. **2020**, 128, 246–256.
- Sanchez-Moreno, C. (2002).** Review: Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in food and biological systems. Food Sci Tech Int, 8(3): 121-137.
- Sarni- manchado P et cheynier V.** 2006. Les polyphénols en agroalimentaire. Ed Tec et Doc Lavoisier.
- Singleton V.L. and Rossi Jr., J.A.** 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic. 16:144-158.
- Spigno G., Tramelli L. et De Faveri D. M. (2007)** Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics; Journal of Food Engineering, Vol. 81, pp 200-208,
- Tabart J., Kevers C., Pincemail J., Defraigne J., Dommès J.** 2009. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. Food Chemistry, 113, 1226-1233.
- Telli A., Mahboub N., Boudjeh S., Siboukeur O. E. K. Et Moulti-Mati. F. (2010).** Optimisation des Conditions d'extraction des Polyphenols de Dattes Lyophilisées (Phoenix *Dactylifera L*) Variété Ghars. Annales des Sciences et Technologie, Vol. 2, N° 2.

Références Bibliographiques

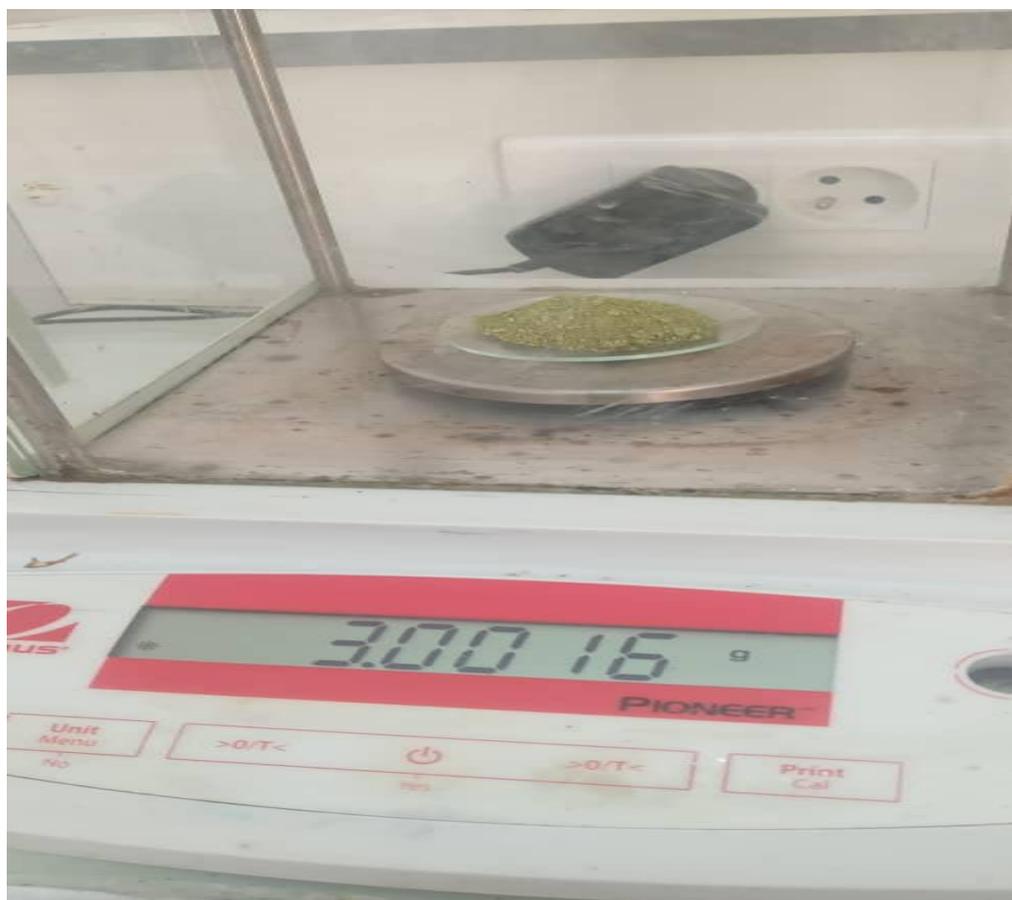
Vidhya Jaganathan, Shanmugavadivu M, Sandhya Ganesh. (2018). Preliminary phytochemical screening and antibacterial activity of date seed methanolic extract. *Int. J. Adv.Res. Biol. Sci.* 5(2): 209-215.

Vihakas M. 2014. Flavonoids and other phenolic compounds: characterization and interactions with lepidopteran and sawfly larvae. Department of Chemistry. *Annales Universitatis Turkuensis-sarja*, university of Turku.

Watson, Ronald Ross. Polyphenols in plants: isolation, purification and extract preparation, 2nd Ed. Elsevier, 2019. Shmuel Galili, Ran Hovav, Determination of Polyphénols, Flavonoids, and Antioxidant Capacity in Dry Seeds chapter 16 Agricultural Research Organization, The Volcani Center, Bet Dagan, Israel.

Annexes

Annexes



Annexes



Annexes

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
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم هندسة الطرائق
Faculté des sciences et Technologie
Département génie Des procédés
Université de Ghardaïa

Autorisation d'impression finale d'un mémoire de master

	Nom et prénom	Signature
Le président de jury	Bencheikh Sahel	
Examineur 1	Khazen Souad	
Examineur 2	Raadia Imene	
Encadrant	Laghuiter Oukeltem	

Soussigne Dr .:

Président de jury des étudiant (s) -
- *Chelqui Waliba*

Filière : Génie des procédés ; Spécialité : Génie chimique

Thème *Optimisation des conditions d'extraits et des composés phénoliques de feuilles de Moringa Oleifera locale*

Autorise-le (s) étudiant (s) mentionné (s) ci-dessus à imprimer et déposer leur (s) manuscrit final au niveau du département.

Ghardaïa le 2024 *أكتوبر*

Le président de jury

Le chef de département

رئيس قسم هندسة الطرائق
بوعسامر حاضرة نق-1
الكلية العلوم و التكنولوجيا

Annexes
