

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued



FACULTE DE LATECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES ET PETROCHIMIE

Mémoire de fin d'étude

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et Technologie

Filière: Génie des Procédés

Spécialité: Génie chimique

Présenté par:

MESBAHI Nadia

MEFTAH Maroua

SOUFIA Amir

Thème

***Teneur en composés phénoliques et activité
antioxydante des différentes parties de la
Moringa Oleifera***

Devant le jury composé de :

Président: Mr. BOUDOUH issam	MCB	Université d'El- Oued
Examineur: Mr.ROUAHNA Nouredine	MAA	Université d'El- Oued
Rapporteur: Mr. LAOUINI Salah eddine	MCA	Université d'El- Oued

Année Universitaire: 2019 – 2020

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*Aux deux êtres qui me sont les plus chers au monde mon père et ma mère à qui je
dois le mérite d'être arrivée là, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde
gratitude et mon affection.*

*A toutes les mains qui m'ont été tendues, en particulier
M. Abdelhakim Ben Arrima.*

À mes frères et sœurs.

À mes amis.

À mes enseignants.

*Enfin je remercie tous les enseignants, pour leur patience et pour tout ce qu'il nous
avons offert comme enseignements et son conseils durant ce long cycle de formation,
et tous ceux qui ont participé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.*

NADIA

Dédicaces

À...

Les parents généreux ont été fournis par Dieu pour la santé et le bien-être.

★ ★ ★

Mon corps et mon âme sont mon cher frère Islam.

★ ★ ★

Mes frères bien-aimés Abdul Hafeez et Nidal.

★ ★ ★

Mes sœurs sont des crèmes.

★ ★ ★

*Le sens de l'amitié et les frères Swakar Mohammed al-Saleh et Bin Yamma Abdul
Ghani.*

★ ★ ★

Mr. BENARIMA Abdelhakim

★ ★ ★

*Pour tous ceux qui ont donné et déployé leurs efforts pour faire ce travail, les
professeurs et les collègues.*

Tous ceux avec qui j'ai une association de parenté et de science.

Amir

Dédicaces

Avec un énorme plaisir, je dédie ce humblement ce travail à:

Mes chers parents, la force qui brise mes chaînes, le sang qui coule dans mes vaisseaux, mes supports de vie, qui m'ont accompagné par leur encouragement et leurs sacrifices.

À toute ma famille.

À tous amis avec qui j'ai partagé mes moments de malheur et de bonheur.

À tous mes enseignants

À tous ceux qui me sont chères.

Maroua

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné l'envie et la force pour mener à terme ce travail.

*Ce travail a été réalisé au sein de laboratoires du département de Génies des Procédés à l'université Echahid Hamma Lakhdar el oued, dirigé par le Monsieur **LAOUINI Salaheddine** Maître de conférences (A) au département de génie des procédés. Nous exprimons toutes nos reconnaissances pour avoir assuré la direction de ce travail.*

Tout d'abord, mes respectueux remerciements à tous les membres du jury qui m'ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de notre travail.

*Nous remercierons également et particulièrement le doctorant **BENARIMA Abdelhakim** pour ses efforts pour achever la recherche, son assistance et ses conseils.*

*Nous remercierons également l'ensemble du personnel du laboratoire génie des procédés et particulièrement les dames : **KAROUI Radja**, **BERRA Djamila** et **FOUNAS Louiza**, pour leurs accueils chaleureux, pour leurs aides et leurs conseils.*

Enfin nos remerciements plus particulièrement nos familles et nos ami(e)s qui ont nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter tous au long des années.

Merci à tous.

ملخص:

كجزء من تعزيز الثروة النباتية المحلية وخاصة النباتات الطبية الموجودة في ولاية واد سوف-الجزائر. يهدف هذا البحث إلى دراسة القياس الكمي للمحتوى الفينولي واختبار النشاط المضاد للأكسدة لأجزاء مختلفة من نبات المورينجا أوليفيرا. في هذا العمل استخرجنا المركبات الفينولية من أجزاء مختلفة من نبات المورينجا: البذور، الفروع، الزهور، الأوراق، اللحاء، القرون باستخدام جهاز الموجات فوق الصوتية وحصلنا على النسب التالية: 17.66، 20.17، 25.83، 15.16، 13.51 و 13.33٪ على التوالي. ثم تم قياس كمية البوليفينول والفلافونويد والفلافانول الكلي للمستخلصات المختلفة باستخدام جهاز التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية والمرئية وأظهرت النتائج أن هذه المستخلصات غنية بالمواد الكيميائية النباتية. تمت دراسة نشاط مضادات الأكسدة أيضًا عن طريق اختبار CAT وحصلنا على نتائج تؤكد أن جميع مستخلصات المورينجا لها خصائص مضادة للأكسدة.

الكلمات المفتاحية: المورينجا أوليفيرا، الموجات فوق الصوتية، الاستخلاص، المركبات الفينولية، النشاط المضاد للأكسدة.

Résumé:

Dans le cadre de la valorisation de la richesse végétale locale, en particulier les plantes médicinales trouvées dans la province d'Oued Souf-Algérie. Cette recherche est d'étudier la quantification de la teneur en phénolique et de tester l'activité antioxydante de diverses parties de la plante Moringa Oleifera. Dans ce travail, nous avons extrait les composés phénoliques de différentes parties de la plante Moringa graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses à l'aide d'un appareil à ultrasons et nous obtenons les ratios suivants : 17,66, 15,17, 25,83, 20,17, 13,51 et 13,33% respectivement. Les polyphénols, les flavonoïdes et le flavanol total ont ensuite été quantifiés pour les différents extraits à l'aide d'un dispositif de spectroscopie pour les rayons ultraviolets et visibles et les résultats ont montré que ces extraits sont riches en phytochimiques chimiques. L'activité antioxydante a également été étudiée par test CAT et nous obtenons des résultats qui confirment que tous les extraits de Moringa ont des propriétés antioxydantes.

Mots clés : Moringa Oleifera; Ultrason ; Extraction; Composés phénoliques; Activité

Abstract:

As part of the enhancement of local plant wealth, in particular medicinal plants found in the province of Oued Souf-Algeria. This research is to study the quantification of the phenolic content and to test the antioxidant activity of various parts of the Moringa Oleifera plant. In this work, we extracted the phenolic compounds from different parts of the Moringa plant: seeds, branches, flowers, leaves, bark and pods pods using an ultrasonic device and we obtain the following ratios: 17, 66, 15.17, 25.83, 20.17, 13.51 and 13.33% respectively. Polyphenols, flavonoids and total flavanol were then quantified for the different extracts using an ultraviolet and visible ray spectroscopy device and the results showed that these extracts are rich in chemical phytochemicals. Antioxidant activity has also been studied by CAT test and we get results that confirm that all Moringa extracts have antioxidant properties.

Keywords: Moringa Oleifera; ultrasound; extraction; phenolic compounds; antioxidant activity.

Listes symboles et abréviations

symboles et abréviations	Désignation
ADN	Acide Désoxyribo- Nucleique
CAT	Capacité anioxydante totale
EAG	Equivalent d'acide gallique
ER	Equivalent de rutine
EQ	Equivalent de quercétine
FLT	Flavanols totaux
FVT	Flavonoïdes totaux
GPx	Glutathion peroxydase
GR	Glutathion réductase
GSH	Glutathion réduit
GSSG	Radical thyl oxydé
G	Gramme
H₂O₂	Peroxyde d'hydrogène
JC	Jésus christ
MS	Matière sèche
mg	Milligrammes
ml	Millilitres
NADPH	Nicotinamide Adénine Dinucléotide phosphate
PPT	Polyphénols totaux
PH	Potentiel d'hydrogène
ROS	Reactive oxygen species
RNS	Reactive Nitrogen species
R[°]	Radical libre ascorbyl
SOD	Superoxyde dismutase
UV- visible	Spectrophotométrie ultra violette
Vit C	Vitamine C
Vit E	Vitamine E

Liste des Figures

CHAPITRE I : Généralités sur la plante

Figure I-01: Zones au monde où pousse la plante <i>Moringa Oleifera</i>	6
Figure I-02 : Purification de l'eau avec des graines de <i>Moringa Oleifera</i>	13
Figure I-03 : Différents usages de <i>Moringa Oleifera</i> en fonction des isohyètes.	15

CHAPITRE II : Polyphénols et activité antioxydante

Figure II.1: Exemple des tanins hydrolysables.	27
Figure II.2: Exemple des tanins condensés.	28
Figure II.3 : Formes mésomères du phénol.	28
Figure II.4: Radicaux libres.....	31
Figure II.5 : Graphique montrant l'intégration de l'action des antioxydants enzymatiques ..	33
Figure II.6: Montrela structure de l'acide ascorbique.	33
Figure II.7: Affiche la structure de la vitamine E	34

Chapitre III: Matériels et méthodes

Fig. III. 1. Localisation géographique de la zone d'étude (Oued Souf).	42
Fig .III.2 : Protocole de préparation des extraits.	47
Fig. III. 3 : Protocole de dosage polyphénols totaux (PPT).	50
Fig. III. 4: Courbes d'étalonnages pour le dosage des polyphénols totaux.....	50
Fig. III. 5: Protocole de dosage des flavonoïdes.....	50
Fig. III. 6: Courbes d'étalonnages pour le dosage des flavonoïdes totaux.	51
Fig. III. 7: Protocole de dosage des Flavanols.	51
Fig. III. 8: Courbes d'étalonnages pour le dosage des flavonols totaux.	52
Fig. III. 9: Protocole d'Activité antioxydante totale (CAT).	52
Fig. III. 10: Courbes d'étalonnages pour la mesure de la capacité antioxydante.	53

CHAPITRE IV: Résultats et discussion.

Figure .IV.1: taux d'humidité dans différents échantillons de <i>Moringa</i>	57
Figure .IV.2: rendements des extractions pour chaque échantillon.....	58
Figure .IV.3: La teneur des PPT dans les différents extraits des <i>Moringa Oleifera</i>	59
Figure .IV.4. La teneur des FVT dans les différents extrait des <i>Moringa Oleifera</i>	59
Figure.IV.5: La teneur des FLT dans les différents extrait des <i>Moringa Oleifera</i>	60
Figure.IV.6: La teneur des CAT dans les différents extrait des <i>Moringa Oleifera</i>	61

Liste des Tableaux

CHAPITRE I : Généralités sur la plante

Tableau I.1. : Classification classique de la plante	5
Tableau I.2.: Noms pour Moringa dans différentes langues.....	5
Tableau I.3.: Description botanique de différentes parties du Moringa Oleifera Lam.	7
Tableau I.4.: Condition environnementales de Moringa Oleifera	9
Tableau I.5.: Composants chimiques de Moringa Oleifera	9
Tableau I.6.: Phytothérapie de différentes parties du Moringa Oleifera Lam.	11

CHAPITRE II : Polyphénols et activité antioxydante

Tableau. II.1 : Les principales classes des composés phénoliques.	22
Tableau .II. 2 : Principaux acides hydroxybenzoïques	22
Tableau .II. 3 : Principaux acides hydroxycinnamiques	23
Tableau .II. 4: Structures chimiques des flavones avec quelques exemples.	24
Tableau .II. 5: Structures chimiques des flavonoles avec quelques exemples.....	24
Tableau. II.6: Structures chimiques des flavanones avec quelques exemples.....	24
Tableau .II. 7: Structures chimiques des dihydroflavonoles avec quelques exemples.	25
Tableau. II. 8: Structures chimiques des isoflavones avec quelques exemples	25
Tableau. II. 9: Structures chimiques des flavanols avec quelques exemples.	25
Tableau .II.10: Structures chimiques des anthocyanidines avec quelques exemples.	26
Tableau .II.11: Structures chimiques des chalcones avec quelques exemples.	26
Tableau .II.12: Structures chimiques des aures avec quelques exemples.	26
Tableau .II.13: Exemples de ROS et RNS.....	30

Sommaire

Dédicaces	
Remerciements	
Résumé:	
Listes symboles et abréviations	
Liste des Figures	
Liste des Tableaux	
Sommaire	
Introduction générale	1
Références bibliographiques	2

1ère PARTIE REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Généralités sur la plante

I. Moringa Oleifera Lam :	5
I.1. Classification classique :	5
I.2. Systématique et nomenclature :	5
I.3. Historique et répartition géographique :	5
I.4. Description botanique :	6
I.5. Ecologie de <i>Moringa Oleifera</i> :	8
I.6. Composition chimique :	9
I.7. Domaine d'utilisation de Moringa Oleifera Lam:	10
I.7.1. Alimentation :	10
I.7.1.1. Humaine :	10
I.7.1.2. Animale :	10
I.7.2. Phytothérapie :	11
I.7.3. Industrie :	12
I.7.4. Purification d'eau :	12
I.7.5. Biodiesel :	13
I.7.6. Autres utilisations :	13
I.8. Activités biologiques de Moringa Oleifera Lam :	14
I.9. Importance Socio-économique :	14
Références bibliographiques :	16

CHAPITRE II : Polyphénols et activité antioxydante

II. Les composés phénoliques :	21
II.1. Généralités :	21
II.2. Classification :	21

II.2.1. Acides phénoliques :	22
II.2.2. Flavonoïdes:.....	23
II.2.2.1. Définition:	23
II.2.2.2. Structure des flavonoïdes :	23
II.2.2.3. Classification des flavonoïdes :	23
II.2.3. Les tannins :	27
II.3. Propriétés chimiques majeures des polyphénols :	28
II.4. Activité antioxydante :	29
II.4.1. Radicaux libres :	29
II.4.1.1. Définition des radicaux libres :	29
II.4.1.2. Sources de radicaux libres :	29
II.4.1.3. Les types des radicaux libres :	30
II.4.2. Les antioxydants :	31
II.4.2.1. Antioxydants enzymatiques :	31
II.4.2.2. Antioxydants non enzymatiques :	33
Références bibliographiques	36

2ème PARTIE ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

Chapitre III: Matériels et méthodes

III. Matériels et méthodes	42
III.1. Matériel :	42
III.1.1. Présentation géographique de la région d'étude :	42
III.1.2. Matériel végétale :	43
III.1.3. Préparation des échantillons :	43
III.1.4. Test d'humidité :	44
III.1.5. Matériel du laboratoire	45
III.2. Méthodes :	46
III.2.1. Extraction Par Ultrason :	46
III.2.2. Techniques d'identification :	48
III.2.2.1. La spectrophotométrie UV-visible :	48
III.2.3. Dosage des composées phénoliques	48
III.2.3.1. Dosage des polyphénols totaux (PPT) :	48
III.2.3.2. Dosage des flavonoïdes totaux (FVT):	50
III.2.3.3. Dosage des Flavanols :	51
III.2.4. Evaluation de l'activité antioxydante	52
III.2.4.1. Activité Antioxydante Totale (CAT) :	52

Références bibliographiques	54
CHAPITRE IV: Résultats et discussion.	
IV.Résultats et discussion :	57
IV.1. Humidité de la matière végétale :	57
IV.2. Rendement d'extraction des composés phénoliques :	57
IV.3.Etude Phytochimique :	58
IV.3.1. Dosage Des Composés Phénoliques Totaux :	58
IV.3.2. Dosage Des Flavonoïdes Totaux :	59
IV.3.3. Dosage Des Flavanols Totaux:	60
IV.4. Evaluation De L'activité Antioxydante :	61
IV.4.1.Capacité Anioxydante Totale (CAT) :	61
Conclusion générale	63
Annexes	64

Introduction générale

Introduction générale

Les plantes sont répandues dans le monde entier, dans le désert, le froid, les zones tempérées, dans l'eau de mer et même dans les zones où la vie est presque rare, et depuis les temps anciens dans leur vie précoce, l'homme a commencé à reconnaître les plantes et de distinguer le bénéfique de la nocive si sa vie est étroitement liée à eux pour répondre à ses besoins nutritionnels et pharmaceutiques.[1] Les plantes sont fortement riches en grandes quantités de produits chimiques qui ont le potentiel de prévenir et de guérir de nombreuses maladies.[2]

Moringa Oleifera Lam est l'une des 13 espèces appartenant au genre *Moringa* et est le seul sexe dans une famille des *Moringaceae*. Le *Moringa* est répandu en Afrique, en particulier en Éthiopie, au Kenya et au Soudan, se développant sous les tropiques, à l'origine de l'Inde, mais bien connu en Afrique centrale.[3]

Moringa Oleifera est un arbre médicinal qui bénéficie à toutes ses parties (feuilles, fleurs, branches, gousses, graines et écorce).[4] *M. Oleifera* est consommé non seulement pour ses valeurs nutritionnelles, mais aussi pour ses bienfaits médicaux. *M. Oleifera* feuilles sont riches en bêta-carotène, vitamine C, vitamine E, et polyphénols et sont une bonne source d'antioxydants naturels. [5] Et nous voulons dans cette modeste étude extraction assisté aux ultra-sons des composés phénolique et activité antioxydante de *Moringa Oleifera* lam. À cet égard, nous avons soulevé le problème suivant : quelle est la mesure dans laquelle l'arbre de *Moringa* contient des composés phénoliques et des antioxydants ?

Pour répondre aux questions soulevées, cette étude a été conçue comme suit :

Chapitre I: Nous avons discuté des généralités sur la plante.

Chapitre II: Comprend des généralités sur les polyphénols et l'activité antioxydante.

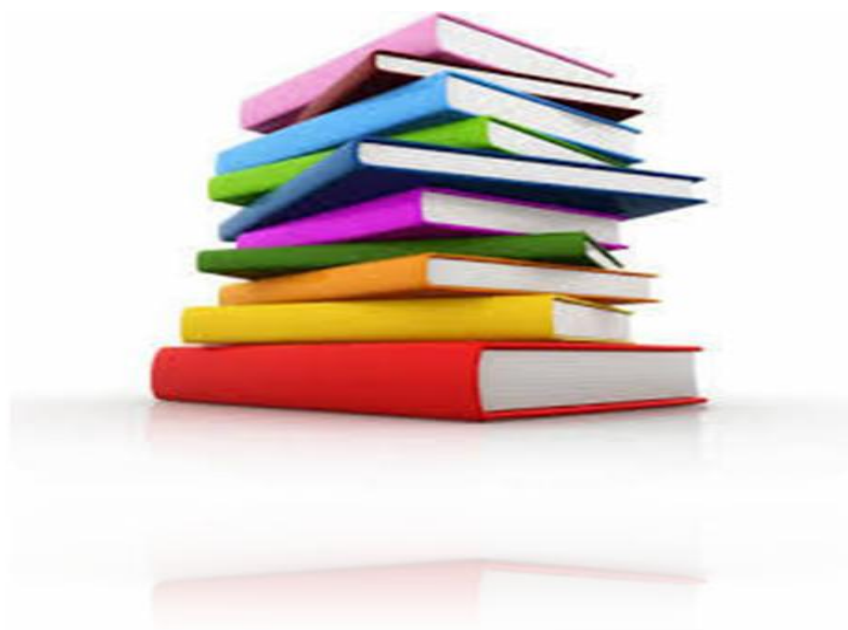
Chapitre III: Matériels et méthodes.

Chapitre IV: Résultats et discussion.

Références bibliographiques

- [1]K. Jabo and Z. Dakar, “Contribution à l’étude de l’efficacité antioxydante et anti-corrosion des aciers X70 en milieu acide d’extraits de plantes de Moringa Moringa oliefera (L),” Université de Qasdi Marbah et Rhéla, 2017.
- [2]I. H. A. Al-Dugji, A. R. O. Hassan, and H. S. Sheno, “L’effet d’inhibition de l’extrait de feuille sèche moringa oleifera Lam,” *Kufa J. Agric. Sci.*, vol. 7, no. 3, pp. 29–39, 2015.
- [3]I. M. K. Al-Khalawi, “L’effet de la concentration de nanoiron, de geperine et de compost dans la croissance, la teneur en minéraux et en enzymes et la production de la substance active des feuilles du Moringa oleifera Lam.,” Université Al-Qadisiyah, 2017.
- [4]G. A. H. Ghameied, “Étude biochimique et biologique de certains extraits organiques de moringa Oleifera,” Université Sabha, 2019.
- [5]X. Kou, B. Li, J. B. Olayanju, J. M. Drake, and N. Chen, “Nutraceutical or pharmacological potential of Moringa oleifera Lam.,” *Nutrients*, vol. 10, no. 3, 2018, doi: 10.3390/nu10030343.

1ère PARTIE
REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE



CHAPITRE I :

Généralités sur la plante

I. *Moringa Oleifera* Lam :

Moringa Oleifera est un type de grand arbre qui peut être jusqu'à 10 mètres de haut et est aussi un arbre à croissance rapide. Il appartient à la famille des Moringaceae et au système du caporal. Il est originaire du nord de l'Inde et est maintenant répandu dans de nombreux pays du monde.[1]

I.1. Classification classique :[2,3]

Tableau I.1. : Classification classique de la plante

Classification	Nom spécifiques
Royaume	Plantae– Plantes
Division	Magnoliophyta - Plantes à fleurs
Classe	Magnoliopsida– Dicotylédones
Commande	Capparales (Brassicales)
Famille	Moringaceae - Famille d'arbres de raifort
Genre	<i>Moringa</i> Adans. – <i>Moringa</i>
Espèces	<i>Oleifera</i> Lam - arbre de raifort

I.2.Systématique et nomenclature :

Tableau I.2.: Noms pour *Moringa* dans différentes langues.

Français	Anglais	Arabe
Mouroungue, <i>Moringa</i> ailé, Benzolive, pois quénique et Néverdier ben ailé, Noix de behen, Moringoa ou <i>Moringa</i>.	Radish Tree, Never die tree, Drumstick tree,	شجرة ألبان، شجرة الحياة، الشجرة المعجزة، شجرة اليسر، شجرة الرواق السودان، اليم.

I.3. Historique et répartition géographique :

Moringa remonte à 150 avant JC. Les preuves historiques révèlent que les anciens rois et reines utilisaient la nourriture à base de plantes et de fruits de *Moringa* pour maintenir la vigilance mentale et une peau saine. [4]

Moringa Oleifera est originaire de la région d'Agra et d'Oud dans le nord-est Inde, au sud de l'Himalaya [5]de en l'Inde, la culture du *Moringa* s'est propagée au Moyen-Orient puis en Afrique, et le long de la ceinture équatoriale, jusqu'à atteindre les Antilles, qui ont ensuite été réparties en Amérique centrale, en Amérique du Nord et dans les Caraïbes Une extension

géographique très sophistiquée. [6] Il est maintenant largement cultivé dans les régions tropicales et subtropicales Des régions du monde. [7]

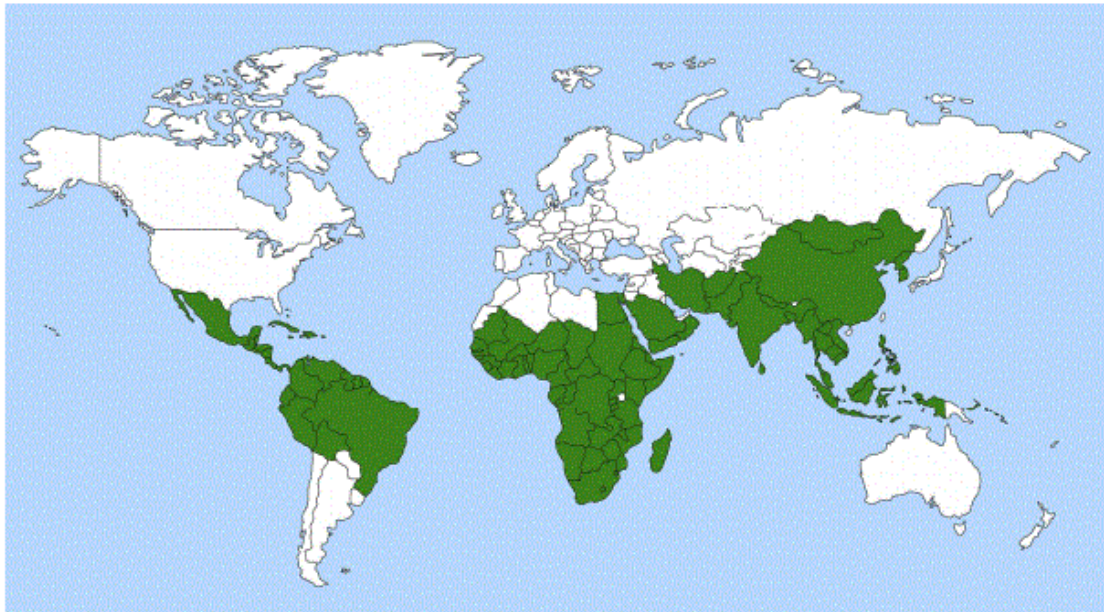


Figure .I.1: Zones au monde où pousse la plante *Moringa Oleifera*[8]

M. Oleifera s'adapte à la pluie de 250 à 300 mm et supporte un large éventail de conditions du sol (pH 5,0-9,0), généralement préféré Légèrement neutre à pH (6,3-7,0) et les sols sableux ou limoneux sont bien drainés. Généralement la meilleure plage de température [25-35°C], mais l'arbre peut supporter jusqu'à 48°C à l'ombre et peut résister au gel.[9]

I.4. Description botanique :

Il est issu d'une famille de plantes à fleurs, appartient à une famille monogène d'arbres et d'arbustes qui comprend environ 31 espèces et est un arbre vivace de la famille (*Moringaceae*), d'une hauteur de (6 à 15 m) et d'un diamètre compris entre (20-40 cm) caractérisé s'agit d'un bois relativement mou, d'une texture douce ou grossière, généralement non fissuré, d'un arbre dont les branches sont vertes en général, les branches poussent irrégulièrement et sous la forme d'un parapluie solaire, laissant tomber leurs feuilles de (Décembre-Janvier) et la saison de floraison s'étend de (Janvier-Mar) Q) Les fruits sont cuits à partir(d'Avril-Juan), toutes les parties de la plante sont importantes, racines, graines (fruits), fleurs, cosses de graines . [6,10] Description botanique de *Moringa Oleifera* est illustrée par le tableau I.3:

Tableau I.3.: Description botanique de différentes parties du *Moringa Oleifera* Lam.

Forme	Description botanique
 [11]	Branches: Les branches poussent irrégulièrement et forment un parapluie .[10,12]
 [11]	Les Feuilles: Se développe principalement dans la partie périphérique des branches la forme de feuilles tri-plumes avec de longues feuilles composées de 8-10 paires de plumes réfléchissant dans la direction, la couleur tend entre vert et vert foncé ovale de longueur entre (1-2 cm) .[10,12]
 [11]	Fleurs: Donnez une bonne odeur, être de couleur blanche ou crèmeuse, avec des points jaunes à la base, portant sur les jambes minces 10-25 cm de long et 2 cm de fleur de large composé de cinq feuilles.[13]

 [11]	Les fruits (Gousses) : sont une capsule à triple lobule, souvent appelée gousse, divisée en trois parties, d'une longueur de 30 à 120 cm, lorsqu'elles sont sèches, d'une largeur de 1,8 cm. Les gousses immatures sont de couleur verte à maturité, suspendues et triangulaires. Chaque fruit contient environ 26 graines pendant sa phase de croissance. La production de fruits se produit principalement en mars et avril .[13,14]
 [11]	Graines : Nous trouvons des grains de forme ronde ou triangulaire, de forme complète ou triangulaire, et le noyau est entouré d'un placage en bois clair avec trois ailes. Le poids moyen d'une pilule est de 0,3 grammes et chaque arbre peut produire environ 15.000 à 25.000 pilules par an, et la coque représente 25% du poids de la graine. [15]
 [11]	Écorce et bois: L'écorce des arbres est généralement jaunâtre, épaisse, lisse et fissurée, et le bois est tendre.[10,16]

I.5. Ecologie de *Moringa Oleifera* :

Le Moringa est à l'origine un arbre de zones chaudes semi-arides, qui adapte un large éventail de conditions environnementales ; des conditions chaudes et sèches aux conditions

chaudes, humides et humides. L'arbre est tolérant aux gelées légères, le Moringa tolère la sécheresse qui peut vivre jusqu'à quatre mois sans eau, il est bien adapté à un large éventail d'environnements nocifs qui ne conviendraient pas aux cultures fruitières, aux noix et autres arbres. Le Moringa pousse plus rapidement, atteignant de hautes altitudes, lorsqu'il se trouve dans un sol bien drainé avec une eau abondante, mais il tolère les sols sablonneux, les sols argileux lourds et les conditions d'eau limitées.[17,18]

Tableau I.4.: Condition environnementales de Moringa Oleifera .[19,20]

Paramètres	Optimal
Climat	Tropical ou subtropical
Température	25-35°C
Pluviométrie	250-3000 mm
Altitude	0-1200 m
Type de Sol	Limoneux, sableux ou sablo-limoneux
PH du Sol	Acide à alcalin PH (5.0-9.0)

I.6. Composition chimique :

Moringa Oleifera Lam contient une riche source de tanins, de composés phénoliques, de stéroïdes, Flavonoïdes et terpènes car ils contiennent divers nutriments Tels que les fibres alimentaires, les glucides, les protéines, les graisses, les vitamines et les minéraux. Mis à part ces derniers, Il y a des glycosides, du sitostérol assis, des protéines, des acides aminés essentiels.[21]

De plus, il est riche en composés qui Il contient du sucre simple: Un groupe de composés appelés Glucosinolate et isothiocyanate.[22]

Les constituants chimiques de Moringa Oleifera sont résumés dans le tableau I.5 :

Tableau I.5.: Composants chimiques de Moringa Oleifera .[19,20]

Une partie de la plante	Composition chimique
Feuilles	1. Riche en Vit. A et C 2. Niazirin Et Niazirinin trois glycosides d'huile de moutarde, 4 - [(4'-O acétylalpha-L-rhamnosyloxy) benzyl] isothiocyanate. 3. Alcaloïde pyrrole (pyrrolemarumine 400-O-a-L-rhamnopyranoside) et 40-hydroxyphényléthanamide (marumosides A et B)

	4. α et γ - tocophérol.
Gousses	1. Le polysaccharide d-galactose, 6-O-Me-D-galactose, acide D-galacturonique, l-arabinose et l-rhamnose dans un rapport molaire de 1: 1: 1:1 2. nitriles, isothiocyanate et thiocarbamates
Graines	1. 4- (alpha-l-rhamnopyranosyloxy) –benzylglucosinolate 2. vitamine E (0,01%) et bêta-carotène (0,014%) 3. Un glycoside de formule moléculaire C ₁₅ H ₂₀ O ₇ nommé moringyne.
Écorce	1. Moringine et Moringinine. 2. Phytostérols comme β -sitostérol, le β -sitostérone . 3. Glucosinolates comme le 4- (α -L-rhamnopyranosyloxy) benzylglucosinolate.
Fleurs	Acides aminés, saccharose, d-glucose, traces d'alcaloïdes, cire Flavonoïdes - quercétine, kaempférol, isoquercitrine, rhamnetine, kaempféritrine Minéraux - potassium, calcium
Branches	Vanilline, β -sitostérol, β -sitosténone, 4-hydroxymelléine et acide octacosanoïque

I.7. Domaine d'utilisation de *Moringa Oleifera* Lam:

I.7.1. Alimentation :

I.7.1.1. Humaine :

Fait intéressant, chaque partie de la plante *M. oleifera*, y compris les feuilles, les racines, L'écorce, les graines, la fleur et la gousse sont comestibles et contiennent des composés Important pour la santé humaine .[25]L'arbre peut être utilisé pour les sauces, , les currys, les jus, les épices, le lait et le pain. Nouilles, boissons gazeuses, thé et autres. La valeur nutritive de cet arbre est beaucoup plus élevée qu'Oranges, carottes, lait, bananes et protéines de yaourt. [26]Approuvé comme source de nutriments pour tous les groupes d'âge. Par exemple, au Sénégal et en Haïti, les agents de santé ont été traités pour malnutrition chez les jeunes enfants et les femmes enceintes et allaitantes avec de la poudre de plante de *Moringa*. [27]

I.7.1.2. Animale :

Les propriétés nutritionnelles de l'arbre Moringa sont excellentes pour une utilisation comme aliment. [28] Les feuilles de Moringa ajoutées à l'alimentation du bétail augmentent le gain de poids quotidien jusqu'à 32 pour cent. Les aliments pour vaches laitières ont reçu 15 à 17 kg de feuilles de Moringa fraîches par jour et la production de lait de vache a augmenté de 43 pour cent. Les aliments complétés par 2 kg de matière sèche et la production de lait ont augmenté de 58 pour cent. Ensuite, la nutrition est complétée par 3 kg de matière sèche par jour et la production de lait augmente de 65%. Imaginez ce qui pourrait être réalisé si la production de lait dans les pays en développement pouvait être augmentée de cette manière Il peut prévenir des souffrances indicibles pour les personnes souffrant d'une carence en protéines.[4]

I.7.2. Phytothérapie :

Moringa Oleifera est une plante couramment utilisée en médecine traditionnelle dans divers pays en voie de développement et en médecine moderne. Les diverses parties du Moringa Oleifera telles que les feuilles, les racines, la graine, l'écorce, le fruit, les fleurs et les gousses non mûres sont utilisées par les tradipraticiens dans le traitement de diverses maladies (infections de la peau, etc.). Elles agissent comme des stimulants cardiaques et circulatoires et possèdent des activités antitumorales, antipyrétiques, antiépileptiques, anti-inflammatoires, antiulcèreux, antispasmodiques, antioxydantes, antidiabétiques, antibactériennes, antifongiques, antidiarrhéiques, diurétiques et antihypertensives. Elles sont également hypocholestérolémiques, hépatoprotecteurs, laxatives et sont utilisées pour le traitement de différents maux. Au Sénégal et au Mali, les feuilles de M. oleifera sont utilisées pour traiter les enfants rachitiques, bronchitiques, fiévreux, souffrant de céphalées, névralgies et servent à stabiliser le taux de sucre dans les cas de diabète chez les adultes .[29,30]

(Tableau I.6) présente les formulations nutritionnelles et les usages médicaux des différentes parties de Moringa Oleifera, comme un moyen de connaître les nutriments les plus importants pour chaque partie de la plante, et les maladies les plus importantes qui peuvent être traitées avec cette partie.

Tableau I.6.: Phytothérapie de différentes parties du Moringa Oleifera Lam. [31,23]

Partie d'un arbre (<i>Moringa Oleifera</i>)	Utilisations médicales
Les feuilles	Les feuilles sont utilisées pour traiter l'asthme, l'hyperglycémie, la grippe, les brûlures d'estomac, le paludisme, la pneumonie, la

	diarrhée, les maux de tête, les maladies Dermatite, bronchite, sinusite. Il réduit également la pression artérielle, le cholestérol et agit comme un anticancéreux, antimicrobien, antioxydant, antidiabétique et anti-durcissement des artères.
Les graines	Les graines de Moringa aident à traiter l'hyperthyroïdie, l'arthrite, les virus antibactériens, les rhumatismes, la goutte, la déchirure musculaire, l'épilepsie, et comme agents antimicrobiens et anti-inflammatoires.
Les racines	Les racines agissent comme des ulcères d'estomac anti-inflammatoires et anti-ulcères.
Les fleurs	Les fleurs de Moringa sont utilisées comme traitement anti-arthrite et froid.
Les gousses	Les gousses de Moringa sont un traitement pour la diarrhée, les problèmes de foie et de rate et les douleurs articulaires.

I.7.3. Industrie :

Moringa est important dans la fabrication du savon (produits de lavage des mains) car il est efficace, disponible et utile dans les pays en développement pour contrôler les organismes vivants et causer des maladies transmises par les mains contaminées. Ils sont également utilisés dans les cosmétiques, les parfums et la coiffure .[2]

I.7.4. Purification d'eau :

Plusieurs études ont montré que les graines de Moringa Oleifera ont d'excellentes propriétés adsorbants. L'étude de la capacité d'adsorption de la graine est due à la présence de protéines, la capacité de la graine à éliminer les métaux lourds a mis en évidence des interactions acides aminés-métal responsable du phénomène d'adsorption par le mécanisme de charge du patch électrostatique. Ce mécanisme de la coagulation avec les graines de Moringa Oleifera consiste en l'adsorption et la neutralisation des protéines chargées positivement issues de celles-ci.[32]

Les molécules protéiques dissoutes dans l'eau chargée positivement, qui sont de faible poids moléculaire de 1000 à 6500 Dalton, sont connectés et travaillent à se combiner avec des particules d'argile, des bactéries et de la poussière, qui sont chargés d'une charge négative, formant de grandes molécules qui sont déposées vers le bas, ce qui les rend plus faciles à séparer de l'eau et d'agir. Réduire les bactéries de 99 % et éliminer le parasite de 88-99 car il est moins cher et sans effets secondaires par rapport aux produits chimiques conventionnels et

l'application de ce produit naturel disponible dans le cadre de la technologie de traitement de l'eau est une solution pour la production d'eau potable dans certains pays en développement.[33,34]



Figure I-02 : Purification de l'eau avec des graines de *Moringa Oleifera* .[35]

I.7.5. Biodiesel :

Les graines de Moringa contiennent 40% d'huile et le profil de l'acide gras de l'huile démontre qu'elles contiennent 73% d'acide oléique. L'huile de Moringa se rapproche donc d'une huile de qualité supérieure –telle que l'huile d'olive, l'huile de Moringa peut être utilisée comme huile végétale comestible et huile de cuisson (elle rancie très lentement) ; ou comme huile de qualité dans l'industrie cosmétique et de parfums ou encore comme huile d'éclairage dans les lampes à huile car elle produit une lumière claire presque sans fumée ou enfin, comme base pour les peintures fines.[36]

L'huile extraite de graines de Moringa peut être utilisée comme biocarburant, car le biodiesel est une alternative renouvelable aux carburants à base de pétrole, qui peut être mélangé à n'importe quel niveau avec l'essence et le diesel. Les huiles végétales, telles que les huiles Moringa Oleifera, peuvent être fabriquées par Trans-pasteurisation, un processus dans lequel les triglycérides (graisses/huile) interagissent avec l'alcool (méthanol ou éthanol), en présence d'un catalyseur pour la production d'esters d'acide gras allylique (biodiesel). Le biodiesel à partir d'huiles Moringa Oleifera a été décrit comme un carburant de haute qualité .[37]

I.7.6. Autres utilisations :

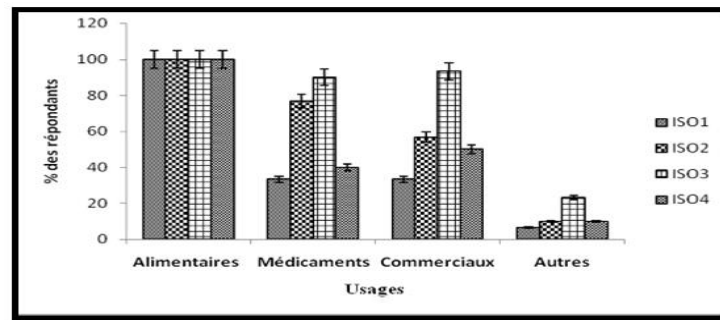
Parmi les utilisations de cet arbre, on peut citer, aliment pour les poissons (ex : les carpes), fertilisation et prévention de certaines maladies des plantes (ex : Pythium de baryanum) , substance nutritive pour l'appareil foliaire (augmentation du rendement des récoltes de plus de 30%), engrais vert, fabrication de papier, de cordes, etc....[36]

I.8. Activités biologiques de *Moringa Oleifera* Lam :

Moringa Oleifera Lam est une plante bien connue et largement utilisée pour ses propriétés nutritionnelles et médicinales dans le monde entier. Toutes les parties de l'arbre *Moringa* ont des propriétés médicinales, grâce à leur richesse exceptionnelle en composants végétaux biologiquement actifs tels que les flavonoïdes, les polyphénols, les alcalins, les caroténoïdes et les glycosides ainsi que les acides aminés, les minéraux et les vitamines. Ce mélange unique de composants végétaux bioactifs rares mène à une variété d'utilisations traditionnelles et scientifiquement approuvées pour le *Moringa* dans le traitement de diverses maladies, malnutrition et conditions de santé. [38] Grâce à ses activités biologiques : antioxydants, antimicrobiens, diabète, anti-inflammatoires, anti-asthme, anti-tumoral, ulcères anti-tumoral, cholestérol bas et pression artérielle basse. [39]

I.9. Importance Socio-économique :

Le *Moringa* est l'un des arbres tropicaux les plus utiles. La relative facilité avec laquelle il se propage à travers à la fois sexuelle et asexuée et sa faible demande en nutriments du sol et en eau après la plantation faciliter sa production et sa gestion. Introduction de cette plante dans une exploitation agricole l'environnement de la biodiversité peut être bénéfique à la fois pour le propriétaire de la ferme et pour l'écosystème environnant. [20] La valeur socio-économique de la diversité biologique ne réside pas seulement dans l'utilisation directe on fait des ressources biologiques, mais aussi dans les utilisations indirectes, telles que services (par exemple: amélioration de la qualité de l'eau et de l'air, fixation de l'azote, formation des sols), usages socioculturels (ex.: fonctions religieuses et culturelles), loisirs et les usages esthétiques (ex: tourisme de vision), etc.[19] *M. Oleifera* était connu du monde antique, mais ce n'est que récemment qu'il a été découvert comme un arbre polyvalent avec une grande variété d'utilisations potentielles [18]. Importance sociale et économique *Moringa Oleifera* le fournit aux habitants de la région soudano-sahélienne du Cameroun en figure 5.



ISO1 : Isohyète 1 ; ISO2 : Isohyète 2 ; ISO3 : Isohyète3 ; ISO4 : Isohyète 4.(Isohyète) : zone agro-économique.

Figure I-03 : Différents usages de Moringa Oleifera en fonction des isohyètes.

Références bibliographiques :

- [1] W. N. Oumarou Palou Madi, Sali Bourou, “Utilisations et importances socio-économiques du *Moringa oleifera* Lam . en zone de savanes d ’ Afrique Centrale . Cas de la ville de Maroua au Nord-Cameroun .,” *J. Appl. Biosci.*, vol. 4421– 4432, p. 12, 2012.
- [2] I. M. K. Al-Khalawi, “L’effet de la concentration de nanoiron, de geperine et de compost dans la croissance, la teneur en minéraux et en enzymes et la production de la substance active des feuilles du *Moringa oleifera* Lam.,” Université Al-Qadisiyah, 2017.
- [3] M. Lam, “Usage ;,” pp. 0–1.
- [4] K. T. Mahmood, T. Mugal, and I. U. Haq, “*Moringa oleifera*: A natural gift-a review,” *J. Pharm. Sci. Res.*, vol. 2, no. 11, pp. 775–781, 2010.
- [5] T. MALO, “Effet de la fertilisation sur la croissance et la production de *Moringa oleifera* local et *Moringa oleifera* PKM-1 dans la Région des Cascades (Burkina Faso),” UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO, 2014.
- [6] H. Frah and H. Bouzad, “Evaluation de l’effet antibactérien et antiparasitaire des graines de *Moringa oleifera* dans le domaine de traitement des eaux usées,” Université Djilali Bounaama Khemis Miliana, 2018.
- [7] K. Gandji, F. J. Chadare, R. Idohou, V. K. Salako, and A. E. Assogbadjo, “STATUS AND UTILISATION OF *Moringa oleifera* Lam : A REVIEW *Moringa oleifera* Lam . is the most widely cultivated species of the tropical flowering plant family Moringaceae containing thirteen diverse species (Shahzad et al . , 2013). *Moringa oleifera* is i,” vol. 26, no. 1, pp. 137–156, 2018.
- [8] V. R. Rakotosamimanana, “« Etude des pratiques et croyances alimentaires pour comprendre la malnutrition à Madagascar . Intérêt de l ’ introduction de feuilles de *Moringa oleifera* »,” UNIVERSITE DE BOURGOGNE, 2014.
- [9] M. Domenico, C. Lina, and B. Francesca, “Sustainable Crops for Food Security: *Moringa* (*Moringa oleifera* Lam.),” in *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*, vol. 1, Elsevier, 2019, pp. 409–415.
- [10] K. Jabo and Z. Dakar, “Contribution à l’étude de l’efficacité antioxydante et anti-corrosion des aciers X70 en milieu acide d’extraits de plantes de *Moringa Moringa oleifera* (L),” Université de Qasdi Marbah et Rhéla, 2017.
- [11] L. F. Heuzé V., Tran G., Hassoun P., Bastianelli D., “*Moringa* (*Moringa oleifera*),” *Feed. Anim. Feed Resour. Inf. Syst.*, p. 19, 2016.

-
- [12] F. Anwar and M. A. and A. H. G. , Sajid Latif, "Moringa oleifera: A food plant with multiple medicinal uses," *Phyther. Res.*, vol. 22, no. 4, pp. 544–549, 2008, doi: 10.1002/ptr.
- [13] S. K. Das, D. D. Juyal, and M. Ali, "Comparative Phytochemical Evaluation, Investigation and Activity of Moringa Oleifera Leaves and Flowers Extract," *World J. Pharm. Res.*, vol. 4, no. 12, pp. 1348–1362, 2015.
- [14] T. Radovich, "Moringa," Farm For. Prod. Mark. Profile Moringa by Ted Rad., p. 12, 2019.
- [15] K. Amina and W. Khadija, "Contribution à l'étude des huiles végétales africaines Moringa oleifera Lam," Université arabie ben Mehidi um Al-Bawaqi, 2015.
- [16] B. Koul and N. Chase, "Moringa oleifera Lam.: Panacea to several maladies," *J. Chem. Pharm. Res. 2015*, 7(6)687-707 Rev., vol. 7, no. 6, pp. 687–707, 2015.
- [17] F. Al, G. Hassan, and M. A. Ibrahim, "Moringaoleifera : Nature is Most Nutritious and Multi-Purpose Tree," *Int. J. Sci. Res. Publ.*, vol. 3, no. 4, pp. 1–5, 2013.
- [18] V. E. Emongor, "Moringa (Moringa oleifera Lam.): A review," *Acta Hortic.*, vol. 911, pp. 497–508, 2011, doi: 10.17660/ActaHortic.2011.911.58.
- [19] N. and C. Jee, "REVIEW OF HIGH-POTENTIAL PLANT MORINGA OLIEFERA (DRUMSTICK)," *Int. J. Curr. Med. Pharm. Res.*, vol. 5, no. 01, pp. 4014–4019, 2015.
- [20] M. C. P. and L. C. Chang, "Suggested Cultural Practices for Moringa," *Int. Coop. Guid.*, pp. 1–8, 2003.
- [21] S. Lakshmana Prabu, A. Umamaheswari, and A. Puratchikody, "Phytopharmacological potential of the natural gift Moringa oleifera Lam and its therapeutic application: An overview," *Asian Pac. J. Trop. Med.*, vol. 12, no. 11, pp. 485–498, 2019, doi: 10.4103/1995-7645.271288.
- [22] O. Arnould *et al.*, "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) Bibliographic study of three antidiabetic," *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 9, no. 1991-8631 (Print), pp. 2682–2700, 2015.
- [23] M. Rajani, N. Saxena, M. N. Ravishankara, N. Desai, and H. Padh, "Evaluation of the antimicrobial activity of ammoniacum gum from Dorema ammoniacum," *Pharm. Biol.*, vol. 40, no. 7, pp. 534–541, 2002, doi: 10.1076/phbi.40.7.534.14686.
- [24] A. Pandey, R. D. Pandey, P. Tripathi, and S. B. and A. . S. , P.P. Gupta , Jamal Haider2, "Moringa Oleifera Lam. (Sahijan)-A Plant with a Plethora of Diverse Therapeutic
-

- Benefits: An Updated Retrospection. Medicinal & Aromatic Plants,” *Med. Aromat. Plants*, vol. 1, p. 8, 2012, doi: 10.4172/map.1000101.
- [25] A. B. Falowo, F. E. Mukumbo, E. M. Idamokoro, J. M. Lorenzo, A. J. Afolayan, and V. Muchenje, “Multi-functional application of *Moringa oleifera* Lam. in nutrition and animal food products: A review,” *Food Res. Int.*, vol. 106, pp. 317–334, 2018, doi: 10.1016/j.foodres.2017.12.079.
- [26] K. S. N. and M. P. Ajay Bhargave, Isha Pandey, “*Moringa oleifera* Lam. – Sanjana (Horseradish Tree) – A Miracle food plant with multipurpose uses in Rajasthan-India- An overview,” *Int. J. Pure Appl. Biosci.*, vol. 3, no. 6, pp. 237–248, 2015, doi: 10.18782/2320-7051.2169.
- [27] K. R. Vijayalatha, “*Moringa* for nutritional security (*Moringa oleifera* Lam .),” *Int. J. Bot. Stud.*, vol. 4, no. 1, pp. 21–24, 2019.
- [28] N. Foidl, H. Makkar, and K. Becker, “the Potential of *Moringa Oleifera*,” *Dar Es Salaam*, p. 20, 2001.
- [29] H. Bello, “Essai d’incorporation de la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans l’alimentation chez les poulets indigènes du Sénégal: Effets sur les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et le résultat économique,” UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, 2010.
- [30] A. James and V. Zikankuba, “*Moringa oleifera* a potential tree for nutrition security in sub-Sahara Africa,” *Am. J. Res. Commun.*, vol. 5, no. 4, pp. 1–14, 2017.
- [31] L. Gopalakrishnan, K. Doriya, and D. S. Kumar, “*Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application,” *Food Sci. Hum. Wellness*, vol. 5, no. 2, pp. 49–56, 2016, doi: 10.1016/j.fshw.2016.04.001.
- [32] K. Ravikumar and A. K. Sheeja, “Heavy Metal Removal from Water using *Moringa oleifera* Seed Coagulant and Double Filtration,” *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 4, no. 5, pp. 10–13, 2013.
- [33] M. Sulaiman, D. M. Umar, B. Aliyu, and F. A. Manan, “*Moringa oleifera* seed as alternative natural coagulant for potential application in water treatment : A review Akademia Baru Journal of Advanced Review on Scientific potential application in water treatment : A review,” *J. Adv. Rev. Sci. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2017.
- [34] H. Hendrawati, I. R. Yuliasri, Nurhasni, E. Rohaeti, H. Effendi, and L. K. Darusman, “The use of *Moringa Oleifera* Seed Powder as Coagulant to Improve the Quality of Wastewater and Ground Water,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 31, no. 1, p. 11, 2016, doi: 10.1088/1755-1315/31/1/012033.

-
- [35] M. El-djida and M. Katia, "Incorporation de poudre de feuille de *Moringa oleifera* dans un yaourt Brassée," Université A. MIRA - Bejaia, 2017.
- [36] Medecinedelanature, "Moringa Oleifera – l'arbre de la vie," p. 3.
- [37] A. Aliyu, "Quality Parameters of Biodiesel Produced from Locally Sourced *Moringa oleifera* and *Citrullus colocynthis* L. Seeds Found in Kaduna, Nigeria," *Int. Res. J. Pure Appl. Chem.*, vol. 3, no. 4, pp. 377–390, 2014, doi: 10.9734/irjpac/2014/4425.
- [38] H. J. Mahdi, N. Abdul, K. Khan, R. Mahmud, M. Zaini, and B. Asmawi, "LC / MS , GC / MS screening and in vivo anti-inflammatory activity of Malaysian *Moringa oleifera* Lam leaf extracts and fractions against carrageenan -induced paw oedema in rats," *Jounal Innov. Pharm. Biol. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 48–54, 2017.
- [39] F. Farooq, M. Rai, A. Tiwari, A. A. Khan, and S. Farooq, "Medicinal properties of *Moringa oleifera*: An overview of promising healer," *J. Med. Plants Res.*, vol. 6, no. 27, pp. 4368–4374, 2012, doi: 10.5897/JMPR12.279.

CHAPITRE II :

Polyphénols et activité
antioxydante

II. Les composés phénoliques :

II.1. Généralités :

Les composés phénoliques constituent une grande surface dans le domaine des produits naturels, comme facteur de leur grand nombre et de la variation de leur structure structurale, et plus de 8 000 phénols compound ont été isolés, identifiés et distribués dans différentes sections en termes de structure carbone.

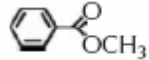
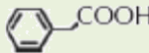
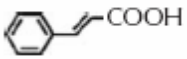
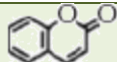
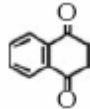
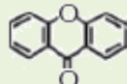
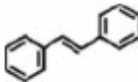
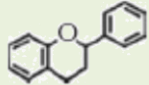
Les composés phénoliques sont définis comme des métabolites secondaires dans les plantes, dont l'infrastructure est caractérisée par un ou plusieurs anneaux aromatiques associés à plusieurs hydroxyl aggregates libres, ou associés à d'autres groupes tels que l'aster, l'éther, le méthyle... Et la différence dans le nombre d'anneaux et le nombre et le type de totaux qui leur sont associés les divise en plusieurs groupes, dont les plus importants sont les acides phénoliques, les flavonoïdes, le bronzage, où les flavonoïdes représentent la majeure partie d'entre eux.

De nombreux phénols se trouvent dans de nombreux aliments d'origine végétale, en particulier dans les fruits, les légumes et les boissons (vin rouge, thé, café, jus de fruits), les céréales, les oléoles et les légumineuses, et les fruits et légumes sont considérés comme les sources les plus importantes de nombreux phénols, qui contiennent environ la moitié de la quantité de phénol et d'autres quantités se trouve dans les boissons telles que les jus de fruits, le café, le thé et le vin.[1,2]

II.2. Classification :

Les polyphénols forment un très vaste ensemble de substances chimiques, ils peuvent être classifiés selon le nombre et l'arrangement de leurs atomes de carbones (Tableau II.1). Ces molécules sont généralement trouvés conjuguées aux sucres et les acides organiques.

Tableau. II.1 : Les principales classes des composés phénoliques.[3]

Nombre de carbones	Squelette	Classification	Exemple	Structure de base
7	C6-C1	Acidesphénols	Acidegallique	
8	C6-C2	Acétophénones	Gallacetophénone	
8	C6-C2	Acidephénylacétique	Acidep-hydroxyphénylacétique	
9	C6-C3	Acideshydroxycinamiques	Acidep-coumarique	
9	C6-C3	Coumarines	Esculitine	
10	C6-C4	Naphthoquinones	Juglone	
13	C6-C1-C6	Xanthones	Mangiferine	
14	C6-C2-C6	Stilbènes	Resveratrol	
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes	Naringénine	

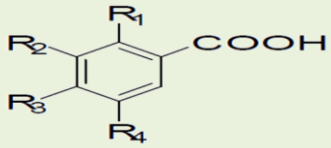
II.2.1. Acides phénoliques :

Les acides phénoliques font partie des formes les plus simples des composés phénoliques et se séparent en deux grands groupes distincts qui sont les acides hydroxybenzoïques et les acides hydroxycinnamiques .[4]

- Acides hydroxybenzoïques:**

Les acides hydroxybenzoïques sont dérivés de l'acide benzoïque et ont une formule de base de type (C6-C1) (**Tableau .II. 2**). Ils existent souvent sous forme d'esters ou de glycosides.[4]

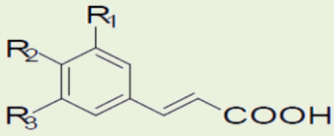
Tableau .II. 2 : Principaux acides hydroxybenzoïques .[5]

Structure	R1	R2	R3	R4	Acide phénolique
	H	OH	OH	OH	Acide gallique
	OH	H	H	OH	Acide Protocatechimique
	OH	H	H	H	Acide salicylique

- **Acides hydroxy cinnamiques :**

Dérivent de l'acide cinnamique (**Tableau .II. 3**), ils ont une structure générale de base de type (C6-C3), existent souvent sous forme combinée avec des molécules organiques, se présentent majoritairement sous formes libre et peuvent exister sous forme estérifiée par l'acide quinique.

Tableau .II. 3 : Principaux acides hydroxy cinnamiques .[5]

Structure	R1	R2	R3	Acide phénolique
	H	H	H	Acide cinnamique
	OH	OH	H	Acide caféique

II.2.2. Flavonoïdes:

II.2.2.1. Définition:

Les flavonoïdes sont considérés comme l'une des sections les plus importantes des composés phénoliques, dont l'origine vient du mot latin flavus, qui signifie jaune [6], et est concentré

Surtout dans la partie aérienne de la plante sous forme de composés à base de sucre (la présence de sucre dans la molécule lui donne la capacité de se dissoudre dans l'eau) ou sous forme de composés libres dans les cavités et le cytoplasme. En tant que membranes fibreuses, plus de 4000 flavanols naturels ont été extraits. [7]

II.2.2.2. Structure des flavonoïdes :

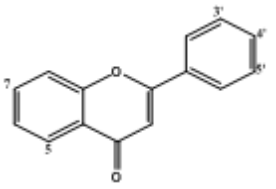
Les flavonoïdes partagent une structure chimique commune (**figure 1**) sur la base du squelette C6-C3-C6, où Deux cycles aromatiques sont connectés à une triple chaîne carbonée qui forme un cycle hétérogène, [8] les atomes de carbone individuels sont basés sur Le système de numérotation qui utilise des nombres réguliers Avec les nombres A, C et «préparés» Pour l'épisode B. [9]

II.2.2.3. Classification des flavonoïdes :

Les flavonoïdes peuvent être subdivisés en différents sous-groupes en fonction du carbone du cycle C sur lequel le cycle B est fixé et du degré d'insaturation et d'oxydation du cycle C.[10]

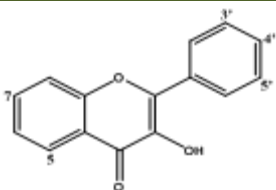
Les flavones : sont caractérisées par la présence d'un groupe céto en C4 et d'une double liaison C2 ,3. Le cycle A de la majorité des flavones est dérivé du phloroglucinol et le cycle B peut être substitué aux positions C3 ' , C4' ou C5 ' . [11]

Tableau .II. 4: Structures chimiques des flavones avec quelques exemples. [11]

Structure	Exemples	Substitutions					
		5	6	7	3'	4'	5'
 Flavones	Apigénine	OH	H	OH	H	OH	H
	Chrysin	H	H	OH	H	H	H
	Lutéoline	OH	H	OH	OH	OH	H

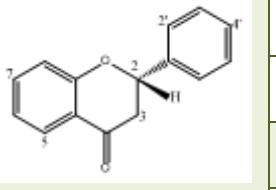
- **Les flavonols:** ont une double liaison entre C2 et C3, avec un groupe hydroxyle en position C3.[12]

Tableau .II. 5: Structures chimiques des flavonole avec quelques exemples. [11]

Structure	Exemples	Substitutions					
		5	6	7	3'	4'	5'
 Flavonols	Fiséline	H	H	OH	H	OH	OH
	Quercétine	OH	H	OH	OH	OH	H
	Myricétine	OH	H	OH	OH	OH	OH

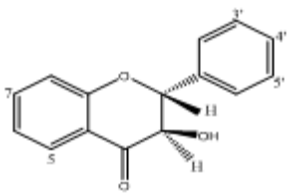
- **Les flavanones** : montrent un groupe céto en C4 sans la double liaison C2, 3, trouvée dans les flavones. Ils possèdent un centre chiral à C2.[11]

Tableau. II.6: Structures chimiques des flavanones avec quelques exemples.[11]

Structure	Exemples	Substitutions					
		5	6	7	3'	4'	5'
 Flavanones	Eriodictyol	OH	H	OH	OH	OH	H
	Naringenin	OH	H	OH	H	OH	H
	Butin	H	H	OH	H	OH	OH

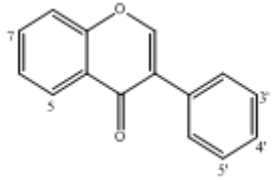
- **Les dihydro flavonols** : sont caractérisés par l'absence C2-C3 double liaison et à centres symétriques, Il se distingue des flavanones par la présence d'hydroxyl À partir du site Web C-3.[13]

Tableau .II. 7: Structures chimiques des dihydro flavonoles avec quelques exemples. [11]

Structure	Exemples	Substitutions					
		5	6	7	3'	4'	5'
 Dihydroflavonols	Taxifoline	OH	H	OH	OH	OH	H
	Fustin	H	H	OH	OH	OH	H
	Ampélopsine	OH	H	OH	OH	OH	OH

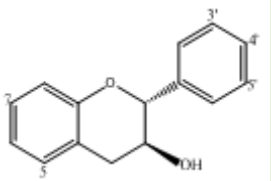
- **Les isoflavones:** sont caractérisées par le fait que l'anneau B est fixé en C3 plutôt que Position C2.[13]

Tableau. II. 8: Structures chimiques des isoflavones avec quelques exemples.[11]

Structure	Exemples	Substitutions					
		5	6	7	3'	4'	5'
 Isoflavones	Daidzein	H	H	OH	H	OH	H
	Genistéine	OH	H	OH	H	OH	H
	Orobol	OH	H	OH	OH	OH	H

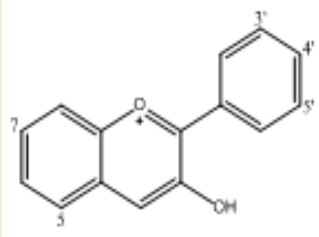
- **Les flavanols:** contiennent une chaîne à trois atomes de carbone saturée avec un groupe hydroxyle dans le C3.[12]

Tableau. II. 9: Structures chimiques des flavanols avec quelques exemples.[11]

Structure	Exemples	Substitutions					
		5	6	7	3	4	5
 Flavanols	Catéchine	OH	H	OH	OH	OH	H
	Gallocatéchine	OH	H	OH	OH	OH	OH
	Afzelecho	OH	H	OH	H	OH	H

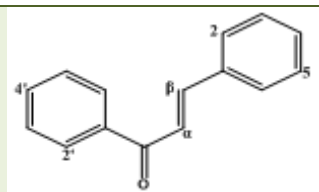
- **Les anthocyanidines :** possèdent un squelette basé sur le cation pyrylium. Ils sont caractérisés par la présence d'une charge cationique et ne se trouvent généralement pas sous forme d'aglycons libres. [11]

Tableau .II.10: Structures chimiques des anthocyanidines avec quelques exemples. [11]

Structure	Exemples	Substitutions					
		5	6	7	3	4	5
 Anthocyanidines	Pelargonidin	OH	H	OH	H	OH	H
	Cyanidine	OH	H	OH	OH	OH	H
	Pelargonidin	OH	H	OH	H	OH	H

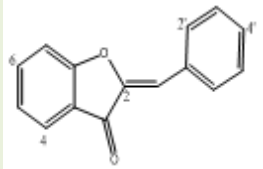
- **Les chalcones** : n'a pas d'hétérocyclique central noyau et sont caractérisés par la présence d'une chaîne à trois carbones avec une fonction cétone et insaturation α , β , les substitutions sur l'anneau A sont le plus souvent identiques à ceux des autres flavonoïdes, où car l'anneau B est assez souvent non substitué.[14]

Tableau .II.11: Structures chimiques des chalcones avec quelques exemples.[11]

Structure	Exemples	Substitutions					
		2'	3'	4'	6'	3	4
 Chalcones	Davidigenin	OH	H	OH	H	H	OH
	Isoliquiritigenin	OH	H	OH	H	H	OH
	Butein	H	H	OH	OH	OH	OH

- **Les aurones**: composés caractérisés par un cycle C avec une boucle à cinq pointes. [15]

Tableau .II.12: Structures chimiques des aurones avec quelques exemples. [11]

Structure	Exemples	Substitutions					
		4	6	7	3'	4'	5'
 Aurones	Maritimetin	H	OH	OH	OH	OH	H
	Aureusidin	OH	OH	H	H	OH	OH
	Bracteatin	OH	OH	H	OH	OH	OH

II.2.3. Les tannins :

Depuis les temps anciens, il a été connu que certaines matières organiques possèdent des propriétés de bronzage et sont capables de bronzer les peaux animales, et les tanins sont un mot dérivé du nom de Français Tanin (un matériau utilisé dans le bronzage) appartenant au groupe naturel de polyphénols. [16] Tannin est un composé phénolique avec des poids moléculaires assez grands allant de 500 à 20.000 dalton. [17] Les tanins sont des molécules fortement hydroxylées et peuvent former des complexes insolubles avec des glucides, des protéines et des enzymes digestives, réduisant ainsi la digestibilité alimentaire. Ils peuvent également lier la cellulose et de nombreux éléments minéraux. [18] Et c'est deux types :

- **Tanins hydrolysables :**

Sont formés par liaison de plusieurs acides galliques à un carbohydrate (généralement le glucose). On parle de gallo tannins, aussi des unités galloyles peuvent être ajoutées par liaisons esters, généralement en position C3 de l'acide gallique. Et les unités d'acide gallique voisines s'accouplent formant les esters d'acide hexahydroxydiphénique, dits : ellagitannins.

Ces deux groupes, les gallotannins et les ellagitannins sont appelés tanins hydrolysables. Comme leur nom l'indique, ces composés peuvent être dégradés en fragments simples (acides phénols et sucres). [19]

L'acide gallique provient de la β -oxydation des composés C6-C3, comme l'acide coumarique ou les acides oxygénés correspondants. Mais, l'acide shikimique est considéré comme le meilleur précurseur. Tanins hydrolysables ne sont présents que dans les quantités infimes dans les aliments couramment consommés. [18]

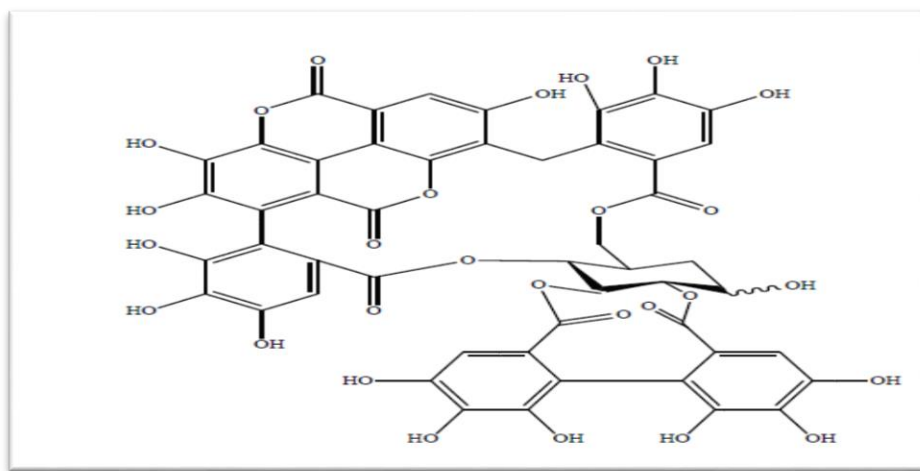


Figure II.1: Exemple des tanins hydrolysables.[20]

- **Les tannins condensés :**

Les tannins condensés ou les pro anthocyanidines sont des polymères constitués d'unités flavane reliées par des liaisons entre les carbones C4 et C8 ou C4 et C6 .[21] Les tannins condensés sont largement distribués dans les légumes, les fruits, le cacao et certains grains. [18]

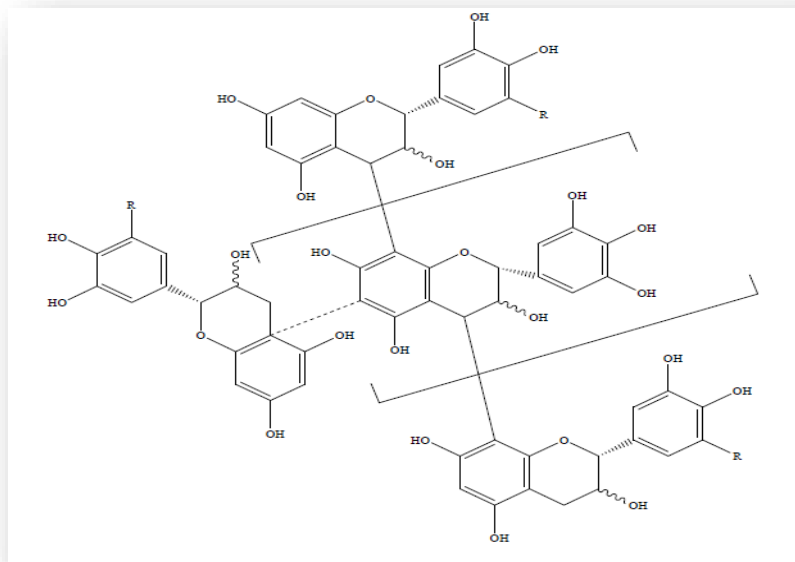


Figure II.2: Exemple des tanins condensés.[20]

II.3. Propriétés chimiques majeures des polyphénols :

Les propriétés chimiques des polyphénols sont essentiellement liées à celles des noyaux phénoliques¹⁰, particulièrement des substituants à effet mésomère attracteur d'électrons (- M) et substituants à effet mésomère donneur (+M). La conjugaison d'une des deux paires libres de l'atome O avec le cycle traduit l'effet (+M) du groupe OH. Ce phénomène augmente la délocalisation électronique et produit une charge négative partielle sur les atomes C2, C4, C6. L'effet (+M) peut être représenté par quatre formes mésomères.[22] (**figure II.3**)

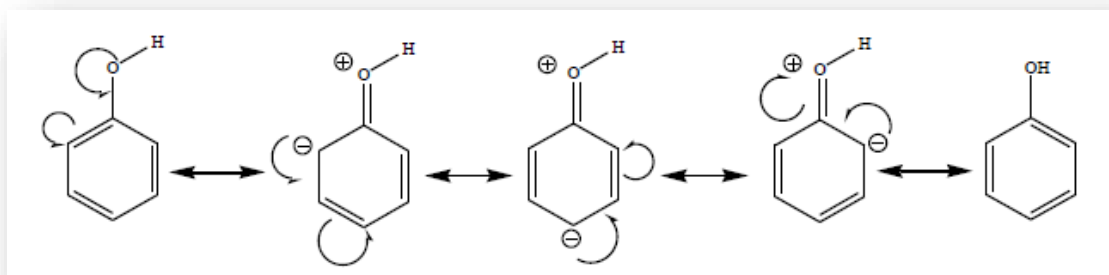


Figure II.3 : Formes mésomères du phénol.[5]

Les fonctions phénoliques acides peuvent changer beaucoup en fonction de la structure générale partielle, par exemple la méthylation : 4,6, Trinirophénol acide fort (PH-0,71) et donc nous constatons que le groupe carbonyle (C=O) dans les véhicules (flavonol et Flavone) a un effet remorqueur-de-glytique des électrons de ring de benzène augmentant la polarisation Le lien (O-H) et donc le mouvement de H c'est-à-dire la propriété acide. [15]

II.4. Activité antioxydante :

Chaque partie du corps humain souffre d'environ 10 000 attaques de radicaux libres par jour. Cette attaque est principalement axée sur le matériel génétique en plus du fait que les membranes cellulaires, les protéines et les graisses sont également attaquées par les radicaux libres et au cours de 70 ans de vie humaine, le corps génère l'équivalent d'environ dix-sept tonnes de radicaux libres. Donc le corps humain a besoin de défenses anti-oxydantes efficaces en tout temps, alors qu'est-ce que les radicaux libres ?

II.4.1. Radicaux libres :

II.4.1.1. Définition des radicaux libres :

Les radicaux libres sont des atomes ou des molécules Il contient un ou plusieurs électrons dans la coquille de valence Ou orbite extérieure et capable d'existence indépendante. Le Un nombre impair d'électron (s) pour le radical libre le rend Instable, éphémère et très réactif. À cause d'eux Très interactifs, ils peuvent retirer les électrons d'autres véhicules de stabilisation. Ceci est la molécule attaquante Dès le départ, il perd son électron et devient radical La cascade est une chaîne de réactions qui finit par faire mal Cellule vivante. [23]

II.4.1.2. Sources de radicaux libres :

- ✓ Sources internes
- ✓ Source externe
- ✓ Facteurs physiologiques
- **Sources internes :**

Il peut s'agir de réactions enzymatiques, qui servent de source de radicaux libres. Ceux-ci incluent ceux réactions impliquées dans la chaîne respiratoire, dans la phagocytose, dans la synthèse des prostaglandines et système du cytochrome P450. Certaines sources internes de génération de radicaux libres sont les mitochondries, xanthine oxydase, phagocytes, réactions impliquant le fer et d'autres métaux de transition, peroxyosomes, Voies arachidonates, exercice, ischémie / reperfusion, inflammation.

- **Sources externes :**

Il s'agit notamment des réactions non enzymatiques de l'oxygène aux composés organiques. Electrolytes libres Ils surviennent également lors de réactions qui commencent par des Rayonnement ionisant. [24]. Certaines sources externes de radicaux libres sont : la fumée de cigarette, les polluants environnementaux, les radiations, certains médicaments et pesticides de solvant industriel, et l'ozone. [25]

- **Facteurs physiologiques :**

L'état mental comme le stress, les émotions, etc. et les maladies sont également responsables de la formation de radicaux libres. [24]

II.4.1.3. Les types des radicaux libres :

Les radicaux libres se trouvent à l'intérieur du corps humain ou des mammifères sous la forme d'images efficaces d'oxygène Actif , (ROS) (Réactive oxygenspecies) [26] dérivées de l'oxygène moléculaire. De plus, il existe une autre catégorie gratuite Les racines sont appelées azote (RNS) (Réactive nitrogenspecies). [27]

Tableau .II.13: Exemples de ROS et RNS.[27]

Les espèces réactives de l'oxygène	Espèces réactives de l'azote
Anion superoxyde($O_2 \cdot^-$)	L'oxyde nitrique ($NO\cdot$)
Peroxy de d'hydrogène (H_2O_2)	Dioxyde nitrique ($NO_2\cdot$)
Radical hydroxyle ($OH\cdot$)	Peroxynitrite($ONOO^-$)

Les radicaux libres d'oxygène et d'azote peuvent être convertis en d'autres espèces réactives non radicalaires, Par produit chimique enzymatique ou non enzymatique Des réactions qui peuvent à leur tour conduire à de nouvelles racines comme le peroxyde d'hydrogène, acide hypochloreux ($HOCl$), acide hypobromeux ($HOBr$) et peroxynitrite ($ONOO$). [27,28]

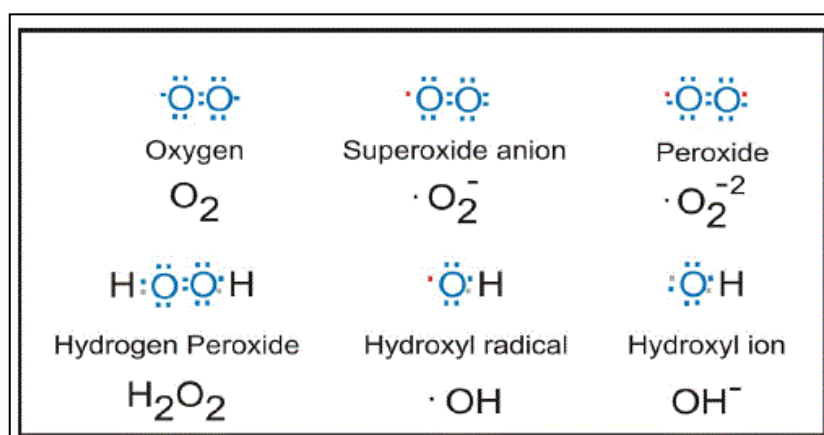


Figure II.4: Radicaux libres. [27]

II.4.2. Les antioxydants :

Les antioxydants sont s'agit d'une combinaison d'éléments et de composés qui ont la capacité de prévenir ou de ralentir le processus d'oxydation en protégeant d'autres composés de l'axone. Les antioxydants se trouvent dans le corps de l'organisme sous forme de co-enzymes ou de composés contenant une capitulation réduite comme le Glutathione. Les antioxydants se trouvent aussi naturellement dans les légumes, les fruits, les céréales et la plupart des herbes médicinales. L'utilisation d'antioxydants a augmenté ces dernières années en raison de leur capacité à fortifier le corps contre l'invasion et l'élimination des bactéries et de protéger le corps contre les maladies courantes de l'époque. Les fonctions antioxydantes sont multipliées pour couvrir la plupart des dommages et l'ADN inhibe les besoins du corps humain de protection, de guérison, de tissu et de parties du corps. Il protège également l'action des radicaux libres. Bien que la machine d'action antioxydant en 'est pas clairement claire, la recherche scientifique et les études statistiques ont confirmé son niveau élevé de morbidité et de résistance. Les systèmes antioxydants sont divisés en systèmes enzymatiques et non enzymatiques.[29,30]

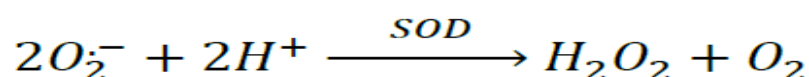
II.4.2.1. Antioxydants enzymatiques :

Les enzymes antioxydantes sont la première ligne de défense du corps contre les radicaux libres, et sont l'un des systèmes antioxydants cellulaires et de travail pour se débarrasser des résidus de monooxyg en et existent dans les formes oxydées ou réduites où ces enzymes jouent un rôle actif dans la protection du corps contre l'effet destructeur des radicaux libres et Le corps produit quelques enzymes antioxydantes: Super Oxide Dismutase (SOD), Glutathione (GSH) et les suppléments(CAT) sont disponibles pour fournir le stock du corps à nouveau et les minéraux sont impliqués dans la synthèse de ces enzymes.

Grâce à son activité stimulante, différentes enzymes assurent l'apparition rapide d'un grand nombre de réactions chimiques dans le corps ou à l'extérieur, de sorte que les enzymes sont les véritables moteurs de tous les processus vitaux.[31]

- **Super Oxide Dismutase :**

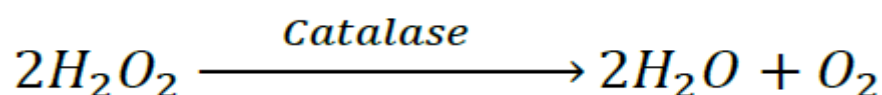
Cette enzyme est l'une des enzymes les plus importantes actives en tant qu'antioxydant, elle enlève les racines au-dessus de l'oxygène en accélérant le taux d'élimination d'environ quatre fois à l'aide de certains minéraux tels que le sélénium, le cuivre et le zinc [32]comme le montre la réaction suivante [31]:



(SOD) est à la fois oxydant et réduit, cette enzyme protège les organismes aérobies contre les effets nocifs de cette radical .[33]

- **Catalase :**

On le trouve dans les corps béoxiens dans les cellules des tissus des organismes haut de gamme tels que le sang, la moelle osseuse, les muqueuses, les reins et le foie. Ces corps sont également enrichis par un autre système, Oxidase. Lorsque l'équateur xydas est formé par H_2O_2 , le catalase le brise et le transforme en eau et en oxygène. L'eau et l'oxygène qui en résultent sont stables, stables et inoffensifs.[7]Selon le mécanisme suivant [31]:

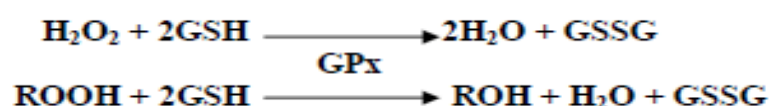


Les molécules d'eau et d'oxygène qui en résultent sont stables et stables et ne causent aucun dommage aux cellules.

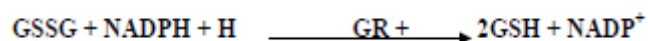
Les hydroxydases, également présentes dans les corps peroxystes, protègent le corps contre les acas nocifs, car l'accumulation d'acas conduit à des radicaux libres affectant les membranes cellulaires et causant le cancer et les maladies cancérogènes. La peroxidase se trouve dans le lait et dans les cellules du sang léger.[7]

- **Glutathione Peroxydase :**

Cette enzyme se trouve dans les globules rouges et d'autres tissus, et d'une part, il retourne H_2O_2 à l'eau et d'autre part convertit la racine de l'hydropéroxyde ROOH en alcool, cette réaction nécessite l'intervention de deux molécules de GSH qui se transforment en GSSG[31]. selon les mécanismes suivant[31]:



Glutathion réductase GR produit GSH en utilisant NADPH comme complément.[17]



G6PD intervient pour convertir NADP^+ en NADPH, de sorte que l'intégration des rôles antioxydants entre les enzymes peut être résumée par la forme :

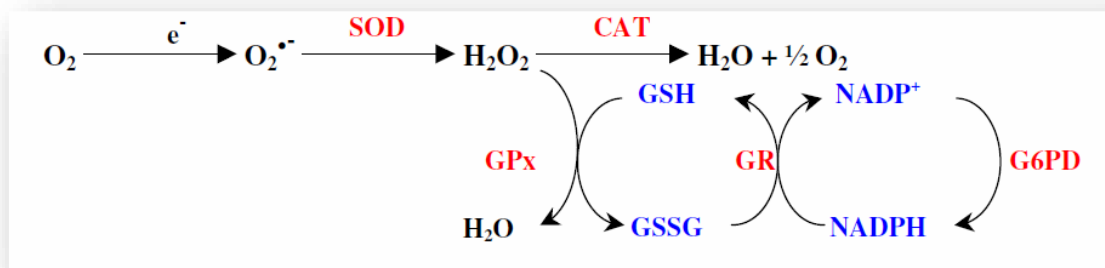


Figure II.5 : Graphique montrant l'intégration de l'action des antioxydants enzymatique .[16]

II.4.2.2. Antioxydants non enzymatiques :

Contrairement aux antioxydants enzymatiques, la plupart de ces composés ne sont pas produits par les produits biologiques et peuvent provenir d'aliments ces composés comprennent les deux petites molécules telles que les vitamines Vit. C et Vit. E, le glutathion et l'ubiquinone peuvent également être d'origine interne comme le coenzyme Q, la mélatonine et l'acide d'urée. Les antioxydants non enzymatiques sont caractérisés par de faibles poids moléculaires et la capacité de prévenir et/ou de réduire les dommages au stress oxydatif.[34]

- **Vitamin C :**

Il est également appelé Acide Ascorbique, un antioxydant dissous dans l'eau et fonctionne dans la cellule et peut réduire les radicaux libres, il soutient également le système de défense de l'organisme et est également utilisé dans les machines du corps pour éliminer la toxicité de certains produits chimiques et a un rôle important dans le processus d'oxydation et de réduction du corps. Cette vitamine a également un rôle anti-apoptose et affecte également certaines substances anti-prolifération. En général, Vitaman C joue un rôle important dans le maintien de la santé publique, la prévention des maladies, le renforcement des membranes cellulaires et la neutralisation de l'acte des toxines et des radicaux libres. Parce que le corps humain ne peut pas produire ces deux aliments, il est obligatoire de manger des aliments qui le contiennent, comme les acides, en particulier par les personnes qui fument.[35,36]

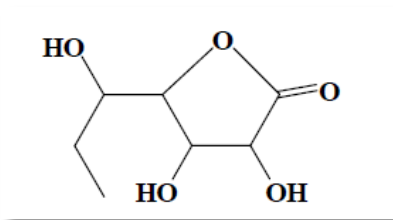
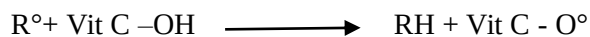


Figure II.6: Montre la structure de l'acide ascorbique. [37]

- **Vitamine E :**

Vitamine E (tocopherolstocopherols) nom scientifique Tocopherol (tocopherol) de l'important nutriment se dissout dans la graisse et l'insuffisance organique de solvant conduit à l'anémie hémolytique, la rétinite est obtenue à partir des plantes, trouvées dans les huiles végétales, graines, blé, graisse. Il est ajouté en quantités de 500ppm - 300ppm dans les aliments, et sa formule est décrite dans la figure II.7.[37,38]

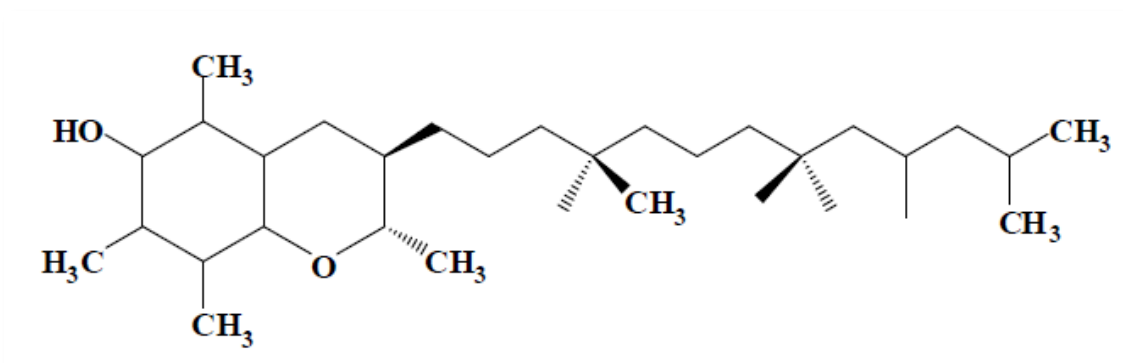


Figure II.7: Affiche la structure de la vitamine E .[37]

- **Glutathione :**

Il s'agit d'une main courte composée de trois acides aminés : Glutamique, Cystine et Glycine Glutathione se trouve dans le tissu cellulaire et joue un rôle important en tant qu'antioxydant qui protège la cellule contre les dommages oxydatifs et la décourage. Radicaux libres dans la cellule, stimulés par la réduction de peroxidase, re-forme réduite glutathéon (GSH) de 2GS par la réduction de glutathion, qui dépend de la présence de NADPH.[39]

Il existe de nombreuses substances toxiques et e-toxiques toxiques électrophiles qui sont associées à GSH, qui se trouve dans les volumes élevés dans le foie et dans de plus petits volumes dans d'autres tissus. Si le matériau de ghreb n'est pas associé au glutathe, il sera associé aux protéines ADN, ARN ou cellulaires, ce qui entraînera une destruction cellulaire majeure. Ceci, par conséquent, gsh a un rôle important en tant que défense contre les composés toxiques tels que les sapers et les cancérrogènes.[40]

- **Antioxydants métalliques :**

Le rôle du cuivre, du zinc et du cellupoon en tant qu'antioxydants par leur rôle de Co-agents des enzymes SOD-Catalase-Gpx .[41]

- **Zinc :**

L'un des éléments minéraux nécessaires du corps humain et l'entrée de zinc dans la concentration de nombreuses concentrations nécessaires à la représentation nutritionnelle des

protéines, des glucides et des graisses, il pénètre dans la paroi du corps, et le manque de zinc dans les aliments à emporter conduit à un manque de croissance.[7]

- **Sélénium:**

- Un facteur important pour la construction de l'indiscipline du glutathione.
- Il active les enzymes antioxydantes et est un antioxydant qui aide à protéger le corps contre le cancer et contient les maladies programmées pour éliminer le cancer.

Des études ont montré que la prise de 200 mg de celui-ci pendant sept ans a réduit le taux d'augmentation du cancer de 50% et le taux de cancer de la prostate a diminué de 65% lors de sa prise.

La meilleure source est la levure, tous les grains et fruits de mer, adapté pour une personne de 200 mg par jour.[7]

Références bibliographiques

- [1] J. Dai and R. J. Mumper, "Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties," *Molecules*, vol. 15, no. 10, pp. 7313–7352, 2010, doi: 10.3390/molecules15107313.
- [2] A. E. R. Ben Salameh, "Activités antioxydantes et oxydantes de l'enzyme oxydante xanthin pour les extraits de feuilles *Hertia cheirifolia*. L," Université de Farhat Abbas Sétif, 2012.
- [3] M. B. N. B. NABILA, "Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien," Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen Faculté, 2012.
- [4] C. Chanforan, "Stabilité de microconstituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de pr," no. THESE présentée pour obtenir le grade de Docteur en Sciences de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, p. 399, 2010.
- [5] C. BOUBEKRI, "Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de *Solanum melongena* par des techniques électrochimiques," 2014.
- [6] H. F. Z. et N. A. H. Habitude, "Contribuer à l'étude de la purification de l'eau potable et des extraits phénoliques de la plante *Rhetinolepis Lonadioides* Coss pour la zone imprenable," Université de Qasdi Marabah et Warqa, 2019.
- [7] K. Asiri, "Étude des leids et des phénols dans certaines dates locales," 2013.
- [8] Caro-Ordieres *et al.*, "The Coming Age of Flavonoids in the Treatment of Diabetic Complications," *J. Clin. Med.*, vol. 9, no. 2, p. 346, 2020, doi: 10.3390/jcm9020346.
- [9] A. Tapas, D. Sakarkar, and R. Kakde, "Flavonoids as Nutraceuticals: A Review," *Trop. J. Pharm. Res.*, vol. 7, no. 3, pp. 1089–1099, 2008, doi: 10.4314/tjpr.v7i3.14693.
- [10] P. Karak, "Biological activities of flavonoids: an overview," *Int. J. Pharm. Sci. Res.*, vol. 10, no. 4, pp. 1567–1574, 2019, doi: 10.13040/IJPSR.0975-8232.10(4).1567-74.
- [11] Y. Malbert, "Flavonoid glucodiversification with engineered sucrose-active enzymes Yannick Malbert To cite this version : HAL Id : tel-01219406," l'université de toulouse, 2014.
- [12] M. D'Archivio, C. Filesi, R. Di Benedetto, R. Gargiulo, C. Giovannini, and R. Masella, "Polyphenols, dietary sources and bioavailability," *Ann. Ist. Super. Sanita*, vol. 43, no. 4, pp. 348–361, 2007.

-
- [13] B. ADLEN, "ETUDE PHYTOCHIMIQUE ET DE LA PHASE BUTANOLIQUE DE L'ESPECE *Inula crithmoides* L. So," UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE FACULTE, 2008.
- [14] S. Ahamad and S. Verma, "Potent Medicinal value of Flavonoids and its mechanism," *J. Phytopharm.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–12, 2012.
- [15] K. Hana, "L'effet des solvants dans l'extraction de composés phénoliques d'une plante de *Rosmarinus officinalis* .," kasdi Mrabeh ouregla, 2011.
- [16] B. Chaima, "Évaluation de l'efficacité antioxydante et antibactérienne des composés phénoliques pour certaines variétés de date de la région de Rig Valley de différentes manières," Université de Qasdi Marbah ouRhela, 2018.
- [17] J. Saliha, "Estimer la teneur vénézuélienne et l'effet antioxydant des extraits de certaines plantes médicinales traditionnellement utilisés dans le traitement des troubles digestifs et de l'hypertension," Université Farhat Abbas, 2009.
- [18] A. Akurd, H. R. Takruri, and H. Al-sayyed, "Tannin Contents of Selected Plants Used in Jordan," *Jordan J. Agric. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 265–274, 2008.
- [19] R. Algerienne and D. Et, "Etude de l'effet du milieu d'extraction sur la composition des feuilles de *Matricaria Pubescens*," UNIVERSITÉ ECHAHID HAMMA LAKHDAR EL OUED, 2018.
- [20] S. Derbel and K. Ghedira, "Les phytonutriments et leur impact sur la santé," *Phytotherapie*, vol. 3, no. 1, pp. 28–34, 2005, doi: 10.1007/s10298-005-0061-6.
- [21] A. Sabiha, "Polyphénols de l'alimentation :EXtraction , pouvoir antioxydant et interaction avec des ions métalliques," UNIVERSITE A. MIRA-BEJAIA, 2013.
- [22] E. NKHILI, "Polyphénols de l'Alimentation : Extraction , Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre , Oxydation et Pouvoir antioxydant Par Remerciements," UNIVERSITÉ CADI AYYAD - FACULTÉ DES SCIENCES SEMLALIA – MARRAKECH, 2009.
- [23] A. Phaniendra, D. B. Jestadi, and L. Periyasamy, "Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases," *Indian J. Clin. Biochem.*, vol. 30, no. 1, pp. 11–26, 2015, doi: 10.1007/s12291-014-0446-0.
- [24] S. Kumar, "Free Radicals and Antioxidants: Human and Food System," *Adv. Appl. Sci. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 129–135, 2011.
- [25] V. Lobo, A. Patil, A. Phatak, and N. Chandra, "Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health," *Pharmacogn. Rev.*, vol. 4, no. 8, pp. 118–126, 2010, doi: 10.4103/0973-7847.70902.
-

-
- [26] M. A.-A. BalFar, "Contribuer à l'étude de la capacité antioxydante de la propolis dans le sud de l'Algérie par des méthodes chimiques et électrochimiques," Université de Qasdi Marbah Ouregla.
- [27] Z. N. Kashmiri and S. A. Mankar, "Free radicals and oxidative stress in bacteria," *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, vol. 3, no. 9, pp. 34–40, 2014.
- [28] Y. Z. Fang, S. Yang, and G. Wu, "Free radicals, antioxidants, and nutrition," *Nutrition*, vol. 18, no. 10, pp. 872–879, 2002, doi: 10.1016/S0899-9007(02)00916-4.
- [29] N. Balasundram, K. Sundram, and S. Samman, "Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses," *Food Chem.*, vol. 99, no. 1, pp. 191–203, 2006, doi: 10.1016/j.foodchem.2005.07.042.
- [30] J. Miquel, "Can Antioxidant Diet Supplementation Protect against Age-related Mitochondrial Damage," *Ann N Y Acad Sci*, vol. 959, pp. 508–516, 2002.
- [31] R. A. Karim, "Appréciation de l'efficacité phénolique et antioxydante des produits apiculteurs en Algérie par des méthodes électrochimiques.," Université de Qasdi Marbah - Ouregalla, 2016.
- [32] P. B. Desai, S. Manjunath, K. Sumangala, K. Chetana, and J. Vanishree, "Oxidative stress and enzymatic antioxidant status in rheumatoid arthritis: A case control study," *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.*, vol. 14, no. 11, pp. 959–967, 2010.
- [33] M. Valko, C. J. Rhodes, J. Moncol, M. Izakovic, and M. Mazur, "Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer," *Chem. Biol. Interact.*, vol. 160, no. 1, pp. 1–40, 2006, doi: 10.1016/j.cbi.2005.12.009.
- [34] A. Amal, "Rôle de la vitamine C, E et extrait botanique de suaveolens de rhantherium et de chrysanthème fontanesii dans la protection de l'empoisonnement induit par le Valproate de sodium chez les souris enceintes en étudiant In vivo et In vitro," Université de Constantine I, 2013.
- [35] D. P. Lo Fiego *et al.*, "The effect of dietary supplementation of vitamins C and E on the α -tocopherol content of muscles, liver and kidney, on the stability of lipids, and on certain meat quality parameters of the longissimus dorsi of rabbits," *Meat Sci.*, vol. 67, no. 2, pp. 319–327, 2004, doi: 10.1016/j.meatsci.2003.11.004.
- [36] U. D. E. Bamako, "ETUDE PHYTOCHIMIQUE ET PHARMACOLOGIQUE DE 5 RECETTES TRADITIONNELLES UTILISEES DANS LE TRAITEMENT DES INFECTIONS URINAIRES ET DE LA CYSTITE," UNIVERSITE DE BAMAKO, 2003.
-

- [37] B. Asia, “Étude de l’antioxydant, de la bactérie et de la corrosion des extraits phénoliques de la plante de *Limoniastrum guyonianum* (Dur).,” Université de Qasdi Marbah ouRhela, 2018.
- [38] K. L. Johnson-Davis, S. J. Moore, W. E. Owen, J. M. Cutler, and E. L. Frank, “A rapid HPLC method used to establish pediatric reference intervals for vitamins A and E,” *Clin. Chim. Acta*, vol. 405, no. 1–2, pp. 35–38, 2009, doi: 10.1016/j.cca.2009.03.058.
- [39] J. Haleng, J. Pincemail, J. O. Defraigne, C. Charlier, and J. P. Chapelle, “Le stress oxydant,” *Rev. Med. Liege*, vol. 62, no. 10, pp. 628–638, 2007.
- [40] K. Durand, “DIABETES ET STRESS OXYDANT,” Aix Marseille université, 2018.
- [41] Q. M. et S. Fathia, “L’étude biologique et biologique de l’extrait organique de *cyperus esculentus*,” Université de Qasdi Marbah ouRhela, 2017.

2^{ème} PARTIE

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE



CHAPITRE III:

Matériels et méthodes.

III. Matériels et méthodes

Ce travail a été réalisé dans le laboratoire de la faculté des Sciences et Technologies de l'Université Echahid Hamma Lakhdar d'El oued, ce travail comprend une étude:

- ✓ Extraction de composés phénoliques.
- ✓ Évaluation de l'activité antioxydant.

III.1. Matériel :

III.1.1. Présentation géographique de la région d'étude :

La zone de l'Oued Souf, également appelée Bas-Sahara en raison de la faible altitude, est située au sud-est de l'Algérie au centre d'un grand bassin synclinal. le wilaya de l'Oued Souf a une superficie de 44 586Km². Il est situé à environ 700Km au sud-est d'Alger et 350Km à l'ouest de Gabès (Tunisie).

Elle est limitée au nord par les wilayas de Biskra, Khenchela et Tébessa, à l'est par la Tunisie, à l'ouest par les wilayas de Biskra et Ouargla et au sud par le wilaya d'Ouargla. **Fig.1** présente la situation géographique de la zone d'étude[1].

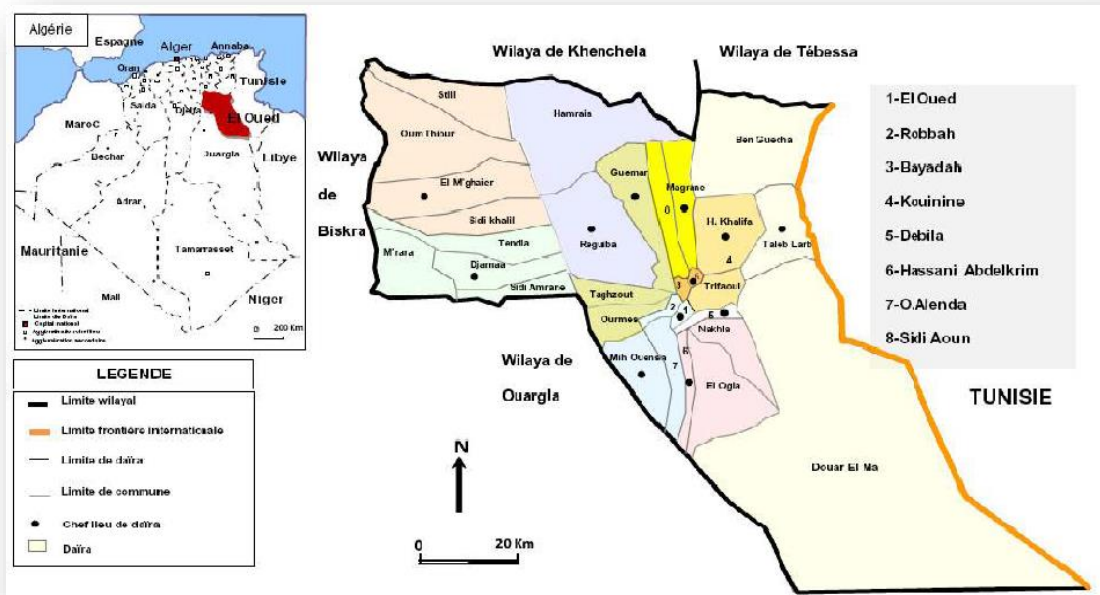


Fig. III. 1. Localisation géographique de la zone d'étude (Oued Souf)[2].

III.1.2. Matériel végétale :

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est les parties aériennes (feuilles, fleurs, branches, gousses, graines, écorce) de la plante *Moringa Oleifera*. Ces échantillons ont été collectés à (Oued Souf) dans le sud de l'Algérie, où des feuilles, l'écorce et des branches ont été récoltées en décembre 2019, et des fleurs, des gousses et des graines ont été récoltées en avril 2019.

III.1.3. Préparation des échantillons :

- **Nettoyage** : Les échantillons sont triés et nettoyés de tout plancton ou impureté.
- **Séchage** : Les échantillons sont séchés dans un endroit sec et aéré à température ambiante sur un chiffon sous agitation occasionnelle.
- **Broyage** : Après séchage des échantillons, nous les broyons avec un broyeur à main pour obtenir de la poudre pour chaque échantillon.
- **Tamissage** : Les échantillons sont tamisés pour obtenir des poudres fines et conservés dans des sacs à l'abri de la lumière jusqu'à leur utilisation.





III.1.4. Test d'humidité :

La teneur en humidité des plantes est déterminée par la méthode de séchage dans un endroit sec et aéré à température ambiante sur un chiffon sous agitation occasionnelle. Ainsi, le pourcentage d'humidité est calculé selon la formule de Bourkhiss, Hnach[3] :

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = \left(\frac{P_f - P_s}{P_f} \right) * 100$$

Où :

P_f : Poids frais de l'échantillon (g).

P_s : Poids sec de l'échantillon (g).

III.1.5. Matériel du laboratoire

A. Produits chimique utilisés :

Produits chimique	Production
Ethanol ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$) 96%	SIGMA-ALDRICH
Réactif de FolinCiocalteu ($3\text{H}_2\text{O}, \text{P}_2\text{O}_5, 13\text{WO}_3, 5\text{MoO}_3, 10\text{H}_2\text{O}$)	PROLABO
Carbonate de sodium (Na_2CO_3) 99%	BIOCHEM Chemopharma
Aluminium chloride hexahydrate ($\text{ALCL}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	BIOCHEM Chemopharma
Acétate de sodium (CH_3COONa) 99%	BIOCHEM Chemopharma
Phosphate de sodium (NaH_2PO_4)	BIOCHEM Chemopharma
Molybdate d'ammonium ($(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$)	BIOCHEM Chemopharma
Acide sulfurique (H_2SO_4) 98%	BIOCHEM Chemopharma
Acide gallique ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$) 99%	PROLABO

B. Appareillage utilisés :

Appareillage
UV spectrophotomètre (UV-1800 SHIMADZU)
Ultrason –H (J.P.SELECTA, s.a)
Etuve (Mommert, Beschickung-Loadig Modell 100-800).
PH mètre (multi- paramètre analyser C2030).
balance électronique (Shanghai Sunrise Instrument précision 0.001g)

C. Matériel utilisés:

Matériel
Moulin
Papiers filtres
Tubes à essai
Béchers (10ml-100ml)
Eprouvettes graduées
papier transparent

Cuillère de laboratoire
Pipettes
Micro pipete
Spatule
Pompe à vide

III.2. Méthodes:

III.2.1. Extraction Par Ultrason :

Mettre 6g de poudre de chaque échantillon (les branches, feuilles, fleurs, graines, l'écorce, gousses) sèche est placé dans le bécher avec 48 ml de solvant (éthanol (0,7), de l'eau (0,3)), et est soumis à une extraction par ultrason à 45 °C pendant 60 minute. Les macéras sont réunis puis ils sont filtrés sur un papier filtre pour accélérer le processus que nous avons utilisé d'une pompe à vide .Le filtrat est ensuite évaporé à l'étuve à 40°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant .Le résidu sec obtenu ont été récupérés dans des flacons en hermétiquement fermé et conservés à 6 °C et à l'abri de la lumière pour protéger ses caractéristiques physicochimique et pour une prochaine utilisation.

Les extraits secs sont pesés pour estimer le rendement d'extraction comme suit:

$$\text{Le rendement d'extraction(\%)} = \left(\frac{P_2 - P_1}{P_0} \right) * 100$$

P_1 : Poids du bécher vide (g).

P_2 : Poids du bécher après séchage (g).

P_0 : Poids de la poudre de chaque échantillon (g).

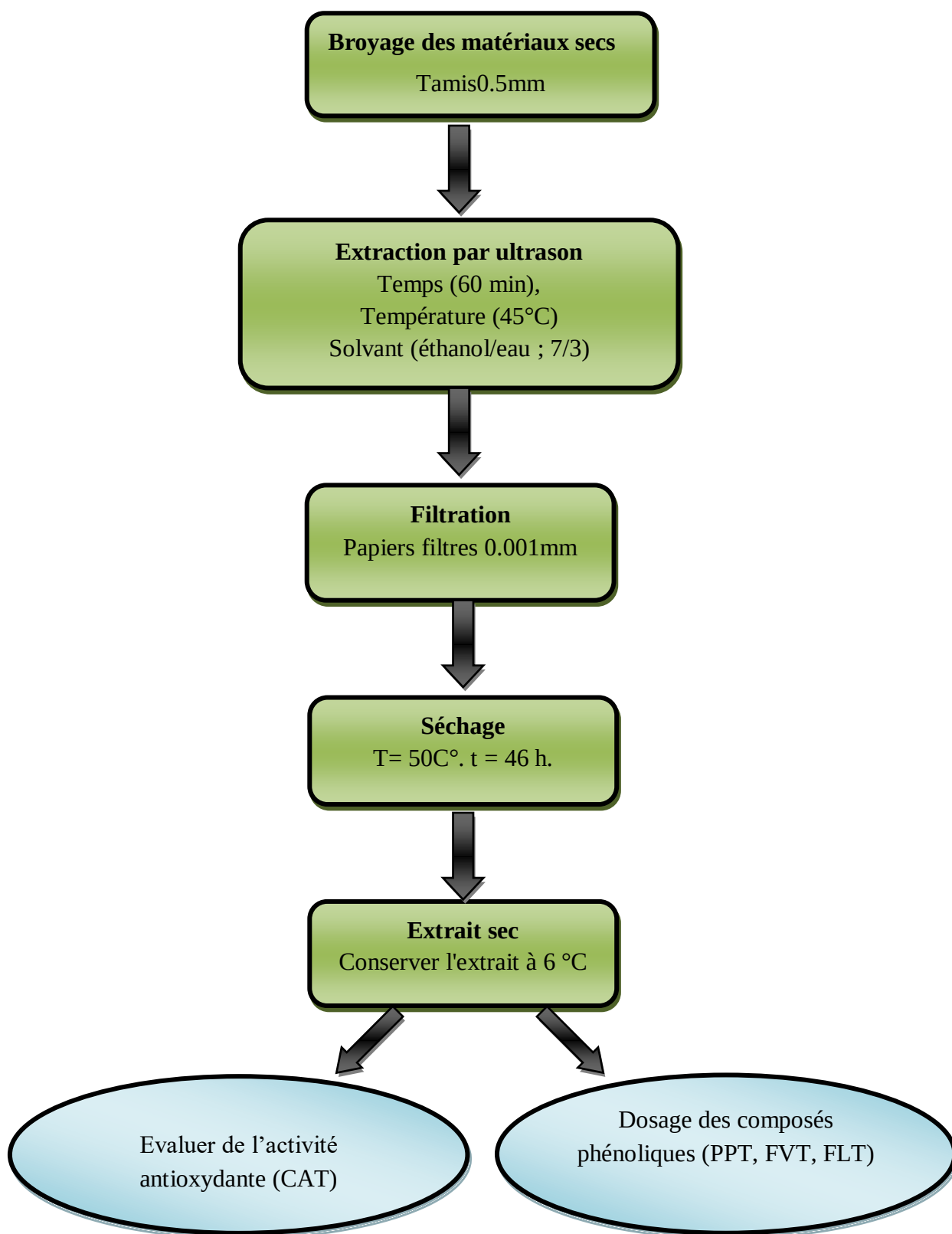


Fig. .III.2 : Protocole de préparation des extraits.

III.2.2. Techniques d'identification :

III.2.2.1. La spectrophotométrie UV-visible :

✓ **Définition :**

La spectroscopie d'absorption dans l'UV et le visible est une méthode d'analyse fondée sur la capacité des molécules à absorber les radiations lumineuses de longueur d'onde déterminée. Le domaine UV-visible s'étend environ de 185 à 380 nm, l'ultraviolet et de 380 à 800 nm du visible.

La spectrophotométrie UV-visible présente un large domaine d'application comme la chimie minérale, la chimie organique, la biochimie, les analyses médicales et les analyses quantitatives, vu sa grande sensibilité a des limites de détection atteignent couramment 10^{-4} à 10^{-5} M, une grande précision : les erreurs ne dépassent pas 5%, sa rapidité et sa simplicité d'utilisation[4].

✓ **Principe :**

La spectrophotométrie consiste principalement à mesurer l'absorbance en UV / visible. Cette absorption est due au passage d'un électron d'un niveau d'énergie à un plan niveau de puissance plus élevé avec des états de vibration et de rotation modulés. Ainsi, l'électron passe d'une orbite moléculaire à une autre.

Généralement, la solution à étudier pour l'absorption est placée dans Réservoir de quartz à faces transparentes et parallèles, traversé par un faisceau lumineux Perpendiculaire à ces faces. Après avoir déterminé la longueur d'onde, la lumière Un monochromateur d'intensité I_0 traverse le réservoir contenant la solution et l'appareil Il mesure l'intensité de la lumière transmise I . La valeur affichée par l'appareil est l'absorbance à cette longueur d'onde[5].

III.2.3. Dosage des composées phénoliques

La détermination des composés phénoliques : polyphénols totaux (PPT), flavonoïdes totaux (FVT) et flavanols totaux (FLT) présents au niveau des différents extraits a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible.

III.2.3.1. Dosage des polyphénols totaux (PPT) :

✓ **Principe**

Le dosage des polyphénols est réalisé à l'aide du réactif de « Folin-Ciocalteu » en présence de Na_2CO_3 . Il s'agit d'une solution d'acide phosphotungstique ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$) dont la réduction par l'action des polyphénols donne un mélange de complexes de sels de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}) de

couleur bleue. Cette solution absorbe à une longueur d'onde de 725 nm. Ainsi, le dosage des PPT se fait par comparaison de l'absorbance de la solution étudiée par rapport à celle obtenue par un étalon qui est l'acide gallique[2,3].

✓ **Mode opératoire**

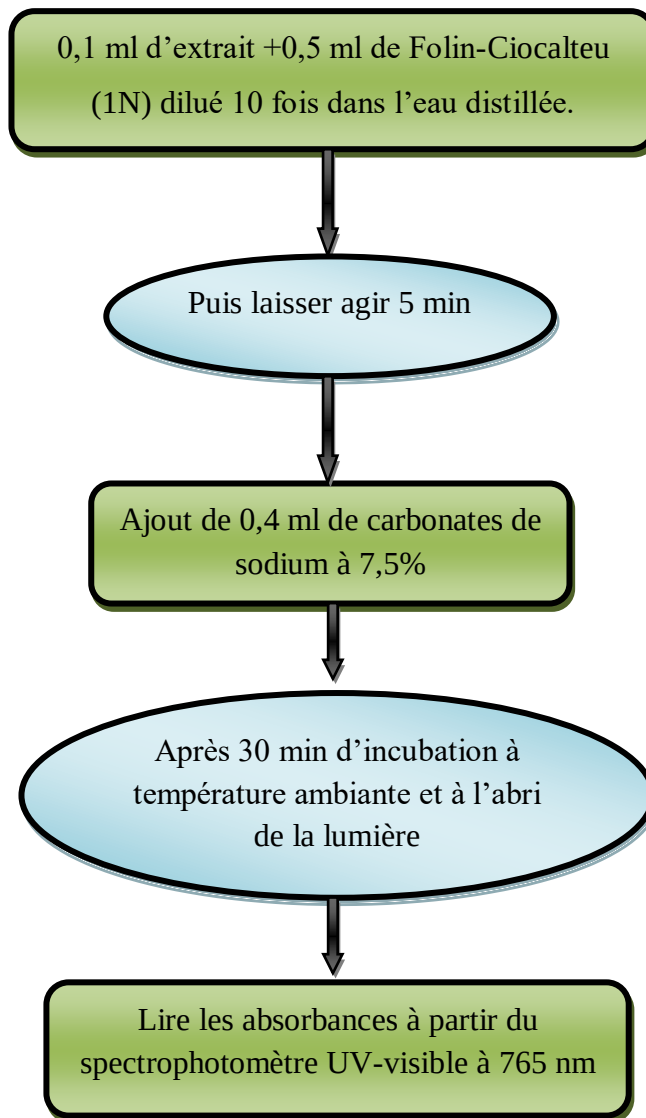


Fig. III. 3 : Protocole de dosage polyphénols totaux (PPT).

Toutes les mesures sont répétées 3 fois. Les concentrations des polyphénols totaux contenus dans les extraits sont calculées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard. Les résultats sont exprimés en mg équivalent en acide gallique/ g matière sèche[4,5] .

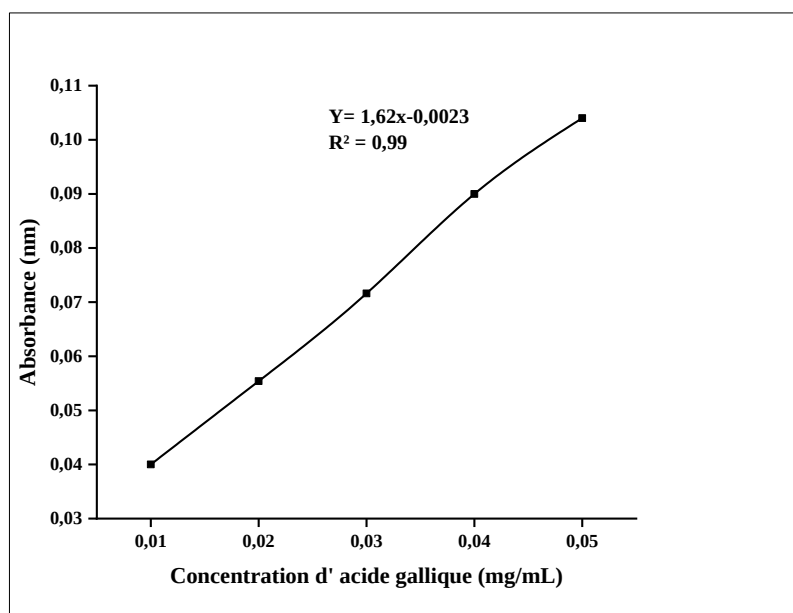


Fig. III. 4: Courbes d'étalonnages pour le dosage des polyphénols totaux.

III.2.3.2. Dosage des flavonoïdes totaux (FVT):

✓ Principe

Le réactif utilisé est : le chlorure d'aluminium (AlCl_3 , 2%). Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des carbones 4 et 5 des flavonoïdes par ce réactif, elle entraîne la formation d'un complexe jaune absorbé à 420 nm[8] .

✓ Mode opératoire

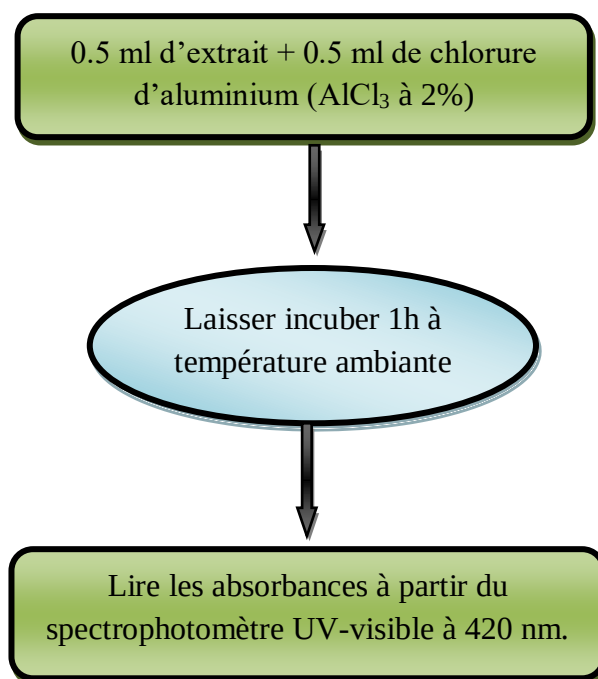


Fig. III. 5: Protocole de dosage des flavonoïdes.

On effectue la même opération pour la rutine à différentes concentrations en introduisant 1ml de ces dernières dans une série de tubes et ajout de 1 ml d' AlCl_3 à 2%. Le blanc est représenté par le solvant utilisé additionné à l' AlCl_3 .

Les concentrations des flavonoïdes contenus dans les extraits sont calculées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la rutine comme standard[4,7].

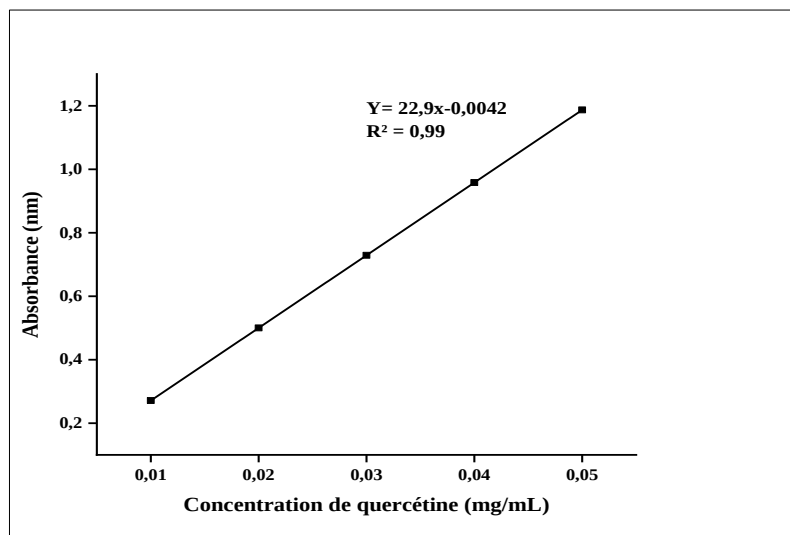


Fig. III. 6: Courbes d'étalonnages pour le dosage des flavonoïdes totaux.

III.2.3.3. Dosage des Flavanols :

La teneur totale en flavanols a été déterminée à l'aide de la méthode de Kumaran et Karunakaran[9].

✓ Mode opératoire

Mettre 0.5 ml d'extrait + 0.5 ml de solution éthanoïque de chlorure d'aluminium à 2 % + 0.75 ml d'acétate de sodium à 50g/l

Laisser incuber 2,5 h à température ambiante

Lire les absorbances à partir du spectrophotomètre UV-visible à 440 nm

Fig. III. 7: Protocole de dosage des Flavanols.

La concentration des flavanols contenus dans les extraits est calculée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercétine comme standard[6].

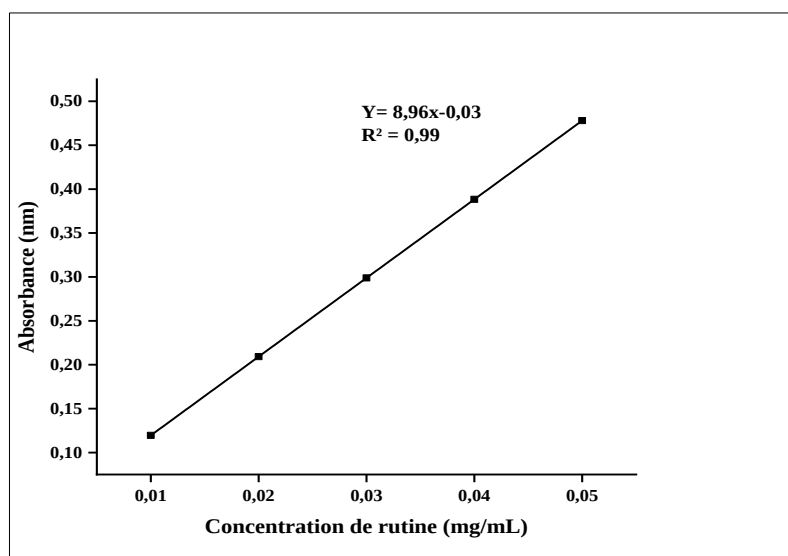


Fig. III. 8: Courbes d'étalonnages pour le dosage des flavonols totaux.

III.2.4. Evaluation de l'activité antioxydante

L'évaluation de l'activité anti-oxydante d'un produit peut se réaliser selon plusieurs méthodes. Au cours de cette étude nous avons choisi d'évaluer l'activité anti-oxydante antioxydante avec une technique chimique qui est la capacité antioxydante totale (CAT).

III.2.4.1. Activité Antioxydante Totale (CAT) :

✓ Principe

La capacité antioxydante totale (CAT) des extraits est évaluée par la méthode de phosphomolybdène. Cette technique est basée sur la réduction de molybdène Mo (VI) présent sous la forme d'ions molybdate MoO_4^{2-} à molybdène Mo (V) MoO_2^+ en présence de l'extrait pour former un complexe vert de phosphate/ Mo(V) à pH acide[10] .

✓ Mode Opératoire:

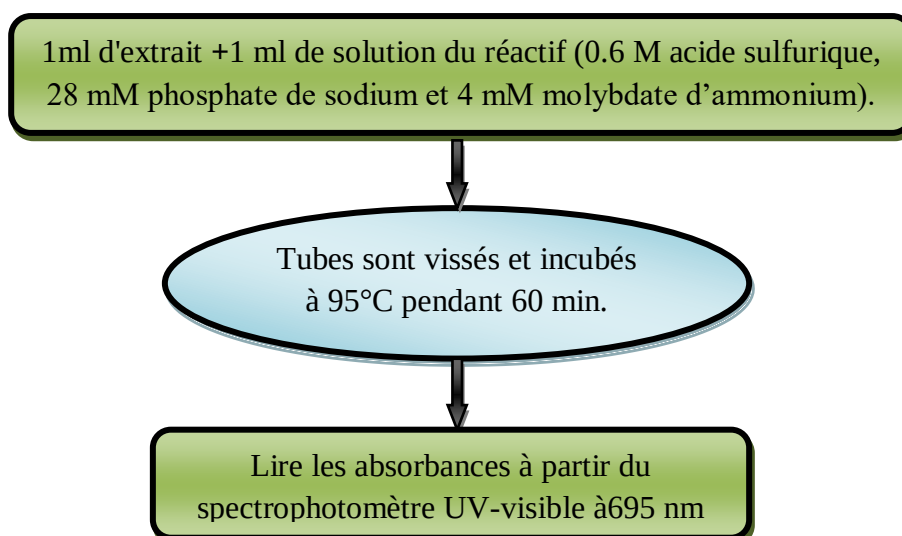


Fig. III. 9: Protocole d'Activité antioxydante totale (CAT).

L'absorbance des solutions est mesurée à 695 nm contre le blanc qui contient 1 ml de la solution du réactif et 0.1 ml du solvant utilise et il est incubé dans les mêmes conditions que l'échantillon. La capacité antioxydante totale est exprimée en milligramme équivalents acide gallique par gramme de la matière sèche (mg EAG/ g MS)[11].

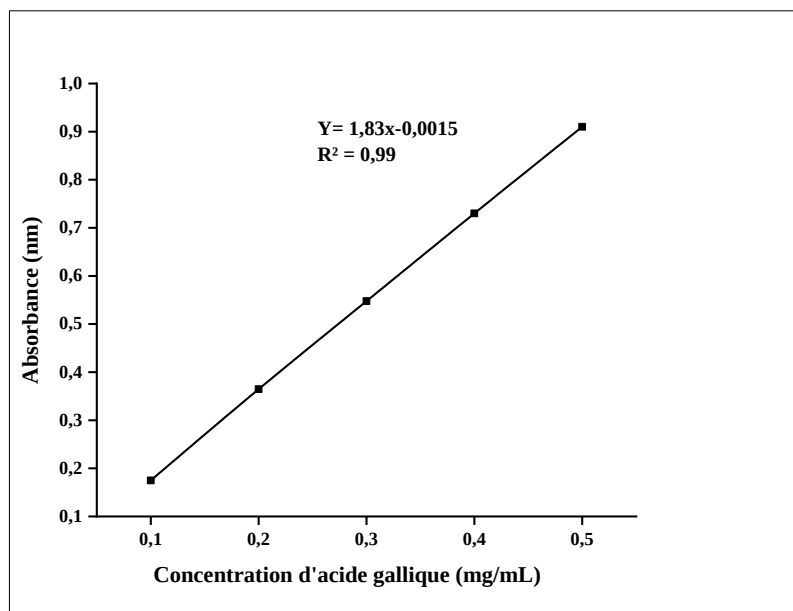


Fig. III. 10: Courbes d'étalonnages pour la mesure de la capacité antioxydante.

Références bibliographiques

- [1]H. Nabil, M. W. ; , Wahiba Hamzaoui, Issam Benmoussa, and C. Hicham., “Treatment of domestic and agricultural water by natural lagoon system in arid Treatment of domestic and agricultural water by natural lagoon system in arid areas , case of Oued Souf , Algeria Department of Geology , Faculty of Earth Sciences , University,” *J. Biodivers. Environ. Sci. (JBES)*, no. February, 2018.
- [2]O. M. Lamine, “L’agriculture irriguée au Souf –El Oued (Algérie): acteurs et facteurs de développement,” *J. Algérien des Régions Arid. (JARA)*, no. December, 2019.
- [3]G. M. Bilal, “Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de trois plantes aromatiques.,” UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA FACULTE, 2016.
- [4]M. K. Hadjer, “Etude phytochimique de quelques plantes de la Numidie Algérienne,” BADIJIMOKHTAR-ANNABA UNIVERSITY ERSITE BADIJ MOKHTAR-ANNABA, 2017.
- [5]W. GHNIM, “Etude phytochimique des extraits de deux Euphorbiacées : Ricinus communis et Jatropha curcas . Evaluation de leur propriété anti-oxydante anti oxydante et de leur action inhibitrice i sur l ’ activité de l ’ acetylcholinestérase cetylcholinestérase,” UNIVERSITE DE LORRAINE (FRANCE) ET UNIVERSITE DE CARTHAGE (TUNISIE), 2015.
- [6]B. Djamilia, “Etude de l’effet du milieu d’extraction sur la composition des feuilles de Matricaria Pubescens,” UNIVERSITÉ ECHAHID HAMMA LAKHDAR EL OUED, 2015.
- [7]M. Taouzinet, “Extraction, dosage et fractionnement sur CCM des composés phénoliques des feuilles de Melia azedarach,” Université A. MIRA - Bejaia, 2017.
- [8]D. Ouahida, “Optimisation de l’extraction des polyphénols des (Phoenix dactylifera) L par différents solvants et méthodes,” UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA, 2019.
- [9]B. O. Mbaebie, H. O. Edeoga, and A. J. Afolayan, “Phy to chemical analysis and antioxidants activities of aqueous stem bark extract of Schotia latifolia Jacq,” *Asian Pac. J. Trop. Biomed.*, vol. 2, no. 2, pp. 118–124, 2012, doi: 10.1016/S2221-1691(11)60204-9.
- [10]M. B. N. B. NABILA, “Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l’Ouest et du Sud-Ouest Algérien,” Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen Faculté, 2012.

- [11]A. Ardestani and R. Yazdanparast, “Inhibitory effects of ethyl acetate extract of *Teucrium polium* on in vitro protein glycoxidation,” *Food Chem. Toxicol.*, vol. 45, no. 12, pp. 2402–2411, 2007, doi: 10.1016/j.fct.2007.06.020.

CHAPITRE IV:

Résultats et discussion.

IV. Résultats et discussion :

IV.1. Humidité de la matière végétale :

La teneur en humidité des plantes est déterminée par la méthode de séchage dans un endroit sec et aéré à température ambiante sur un chiffon sous agitation occasionnelle. **La figure .IV.1** montre que La teneur en humidité dans les échantillons frais de graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses de *Moringa Oleifera*.

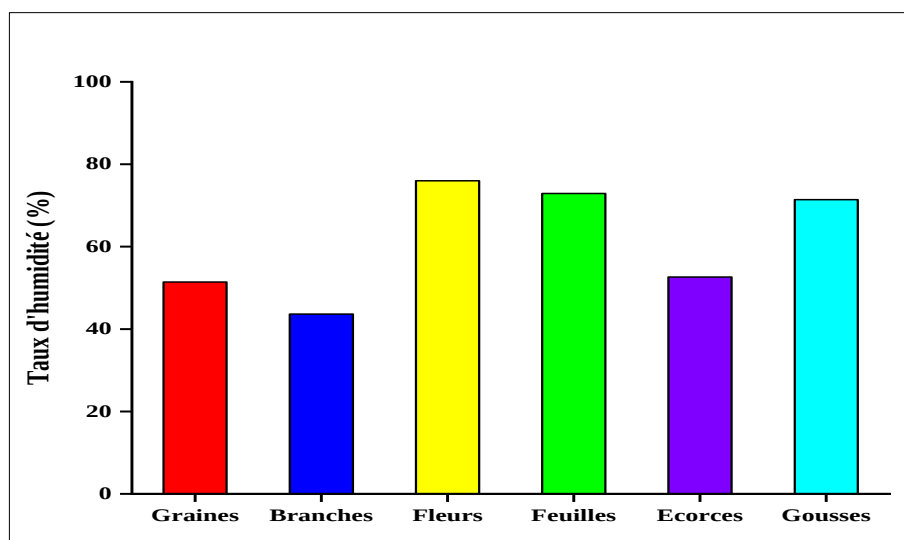


Figure .IV.1: taux d'humidité dans différents échantillons de *Moringa*.

La détermination de l'humidité des espèces est regroupée dans la figure 1. Les résultats ont montré une diversité sur le taux d'humidité d'une de l'échantillon à une autre où révélé un taux de 51.42, 43.63, 76.00, 72.9, 52.63 et 71.42% pour graines, branches, fleurs, feuilles, écorces et gousses. Ce qui signifie que 48.58, 56.37, 24, 27.09, 47.37 et 28.58% représentent le taux de matière sèche ayant servi réellement à l'extraction des polyphénols pour chaque l'échantillon respectivement.

IV.2. Rendement d'extraction des composés phénoliques :

L'extraction des polyphénols de plantes médicinales est l'une des principales étapes de nombreuses études biologiques et thérapeutiques. Le rendement de cette extraction est également affecté significativement par plusieurs paramètres, tels que la température, le temps d'extraction et La nature de l'échantillon végétal. **La figure .IV.2** montre les rendements des extractions dans les graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses de *Moringa Oleifera*.

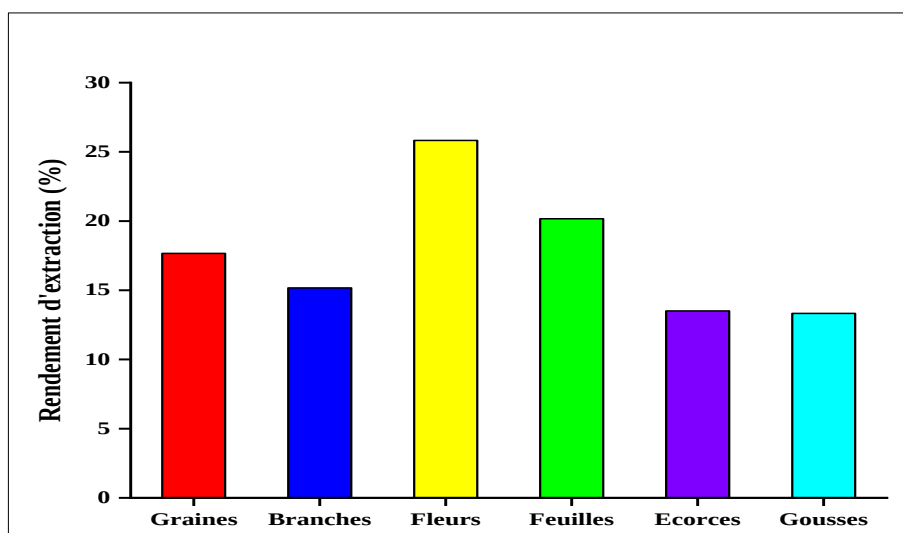


Figure .IV.2: rendements des extractions pour chaque échantillon

Le rendement d'extraction a été déterminé en utilisant le rapport entre la quantité de matière obtenue après extraction et la quantité de matière utilisée au départ, a pu être évaluée car suffisamment de matière extraite était disponible. Les résultats obtenus sont les suivants : 17.66, 15.17, 25.83, 20.17, 13.51 et 13.33% pour graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses de *Moringa Oleifera* respectivement.

IV.3.Etude Phytochimique :

IV.3.1.Dosage Des Composés Phénoliques Totaux :

Les polyphénols constituent une famille de molécules organiques largement présente dans le règne végétal. Ils sont caractérisés, comme l'indique le nom, par la présence d'au moins deux groupes phénoliques associés en structures plus ou moins complexes, généralement de haut poids moléculaire. **La Figure .IV.3** montre que la teneur en polyphénols totaux dans les extraits bruts de graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses de *Moringa Oleifera*.

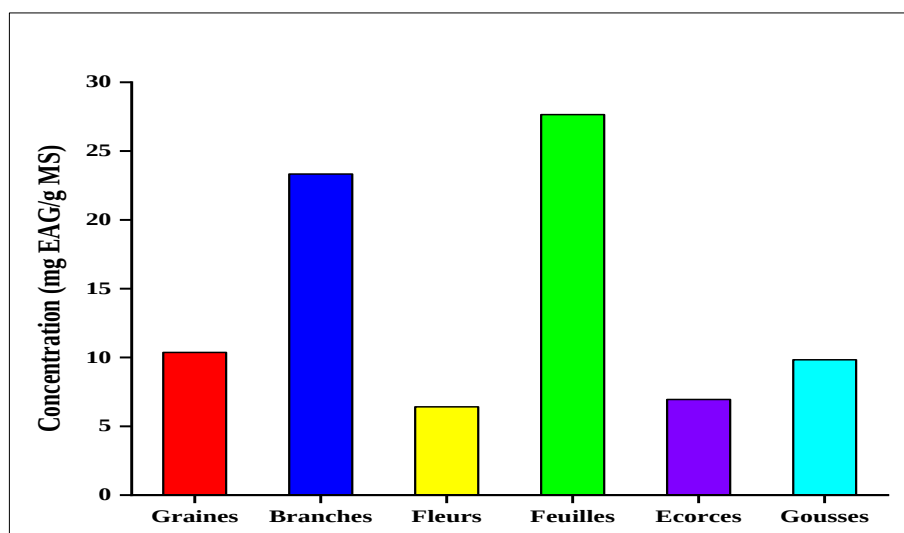


Figure .IV.3: La teneur des PPT dans les différents extraits des *Moringa Oleifera*.

La teneur en polyphénols totaux a été déterminée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Les résultats obtenus sont les suivants 10.37, 23.33, 6.42, 27.65, 6.95 et 9,83 mg EAG/g de MS dans les extraits: graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses de *Moringa Oleifera* respectivement.

IV.3.2. Dosage Des Flavonoïdes Totaux :

Les flavonoïdes sont des pigments végétaux de la famille des polyphénols qui sont responsables de la coloration des fleurs et des fruits. Ils donnent souvent une coloration jaune. Du point de vue chimique, ils possèdent deux cycles benzéniques.

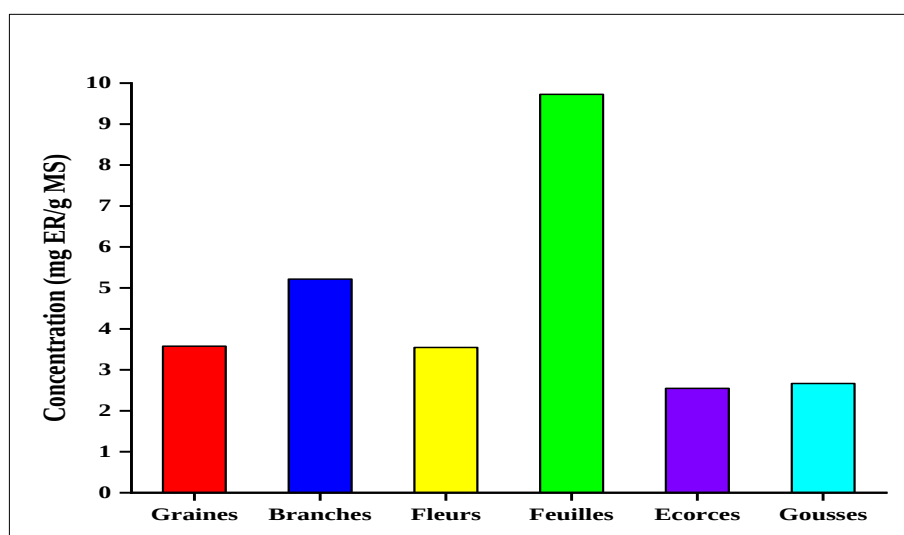


Figure .IV.4. La teneur des FVT dans les différents extraits des *Moringa Oleifera*.

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode au trichlorure d'aluminium (AlCl_3). La teneur en flavonoïdes est exprimée en milligramme d'équivalent de la rutine par gramme de matière sèche (mg ER/g de MS).

La Figure .IV.4 montre que la teneur en flavonoïdes totaux dans les extraits bruts de graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses de *Moringa Oleifera*. Les résultats obtenus sont les suivants : 3.58, 5.22, 3.55, 9.73, 2.55 et 2.67 mg ER/g de MS dans les extraits: graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses de *Moringa Oleifera* respectivement.

IV.3.3.Dosage Des Flavanols Totaux:

Les flavanols sont une sous-famille de flavonoïdes dont la structure est basée sur le 2-phényl-3-chromanol. Les flavanols ne doivent pas être confondus avec les flavonols qui comportent en outre en position 4 une fonction carbonyle $\text{C}=\text{O}$.

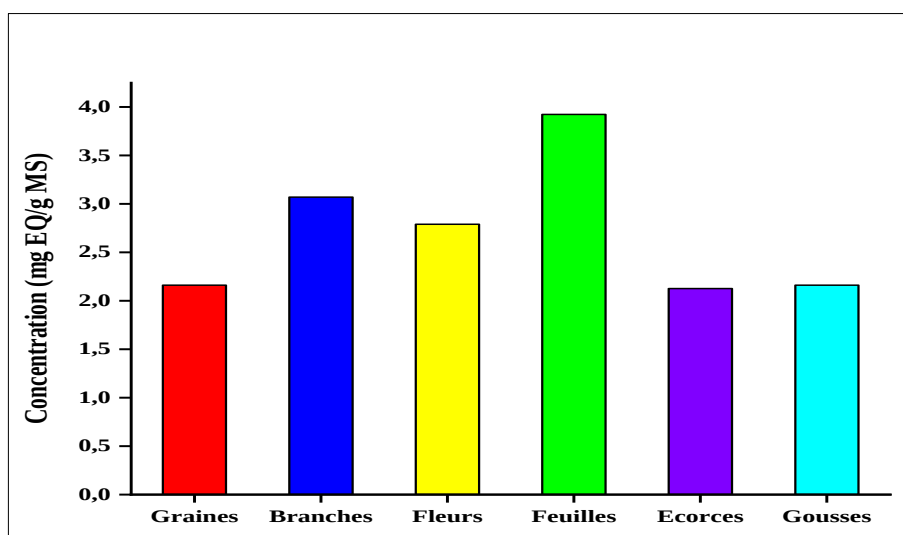


Figure.IV.5: La teneur des FLT dans les différents extrait des *Moringa Oleifera*.

Le dosage des flavanols a été réalisé selon la méthode au trichlorure d'aluminium (AlCl_3). La teneur en flavanols est exprimée en milligramme d'équivalent de la quercétine par gramme de matière sèche (mg EQ/g de MS).

La Figure .IV.5 montre que la teneur en flavanols totaux dans les extraits bruts de graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses de *Moringa Oleifera*. Les résultats obtenus sont les suivants : 2.16, 3.07, 2.79, 3.92, 2.13 et 2.16 mg EQ/g de MS dans les extraits: graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses de *Moringa Oleifera* respectivement.

IV.4. Evaluation De L'activité Antioxydante :

IV.4.1.Capacité Anioxydante Totale (CAT) :

Un antioxydant est un agent qui empêche ou ralentit l'oxydation en neutralisant des radicaux libres. Dans l'organisme, la respiration cellulaire génère des espèces réactives de l'oxygène qui peuvent être à l'origine de radicaux libres. À la différence des autres tests, la CAT permet non seulement de quantifier l'apport de l'activité antioxydante des polyphénols mais aussi d'autres composés antioxydants tel que les vitamines (C et E)

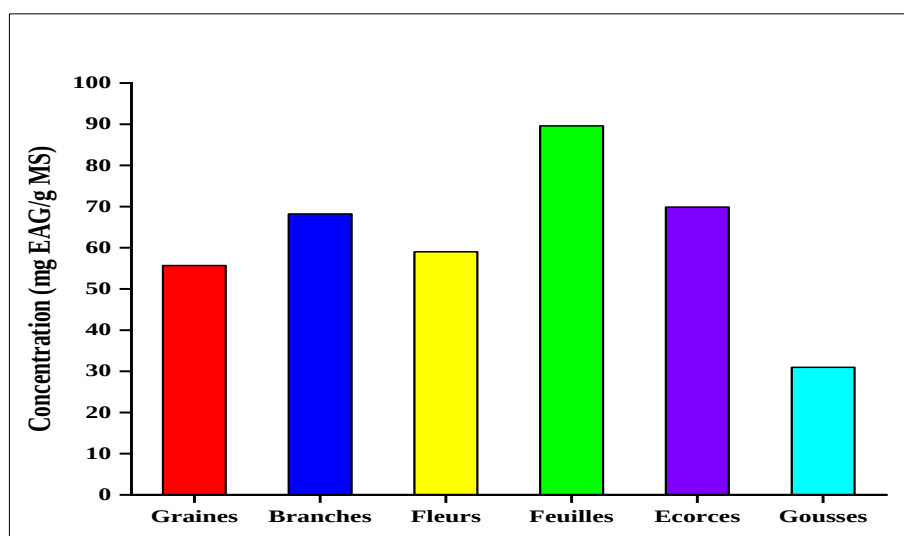


Figure .IV.6: La teneur des CAT dans les différents extraits des Moringa Oleifera.

La Figure .IV.6 montre La capacité antioxydante totale dans les extraits bruts de graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses de Moringa Oleifera. La capacité antioxydante totale des extraits bruts est exprimée en milligramme d'équivalent de l'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g de MS). Les résultats obtenus sont les suivants : 55.67, 68.21, 59.03, 89.59, 69.88 et 30.98 mg EAG/g de MS dans les extraits: graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses de Moringa Oleifera respectivement.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les plantes médicinales de toutes sortes contiennent des composés naturels efficaces qui diffèrent en termes de composition efficace, et les composés phénoliques sont considérés comme des composés antioxydants naturels.

A travers cette étude, nous avons voulu valoriser la plante *Moringa oleifera*, qui est connue récemment pour ses propriétés cicatrisantes et nutritionnelles et a été collectée dans la région de la vallée.

Notre étude s'est concentrée sur six parties de *Moringa Oleifera* (feuilles, fleurs, graines, gousses, branches, écorces). Pour une extraction efficace et optimale des composés phénoliques et évaluer leur activité antioxydante, nous avons utilisé une technique d'extraction assistée par ultrasons et obtenu les résultats des extraits étaient très significatifs.

La quantité totale de polyphénols, de flavonoïdes et de flavanols a également été estimée en utilisant le dispositif UV et rayons visibles et en utilisant le réactif Folin-Ciocalteu et le trichloréthylène d'aluminium, car les résultats ont montré que:

La quantité totale de polyphénols totaux de *Moringa Oleifera* est la suivante (10.37, 23.33, 6.42, 27.65, 6.95 et 9.83 mg EAG / g de MS) dans des extraits de graines, branches, fleurs, feuilles, écorce et gousses, respectivement.

Quant à la quantité de flavonoïdes, leurs valeurs ont été estimées comme suit (3.58, 5.22, 3.55, 9.73, 2.55 et 2.67 mg ER / g de MS) dans chacun des extraits de graines, branches, fleurs, feuilles, écorces et gousses, respectivement.

Les quantités de flavanols ont été estimées comme suit: (2.16, 3.07, 2.79, 3.92, 2.13 et 2.16 mg EQ / g de MS) dans chacun des extraits de graines, branches, fleurs, feuilles, écorces et gousses, respectivement.

En ce qui concerne l'activité antioxydante, nous avons utilisé le test CAT, et les résultats ont indiqué qu'il existe une relation positive entre la teneur en extraits des composés phénoliques et la capacité antioxydante.

Tous les résultats obtenus étaient positifs avec la variation entre les échantillons due à la nature et à la quantité d'antioxydants contenus dans toutes les parties de la plante.

Annexes

Annexe I : Appareils utilisés



Balance sensible



Appareil ultrason



Pompe à vide

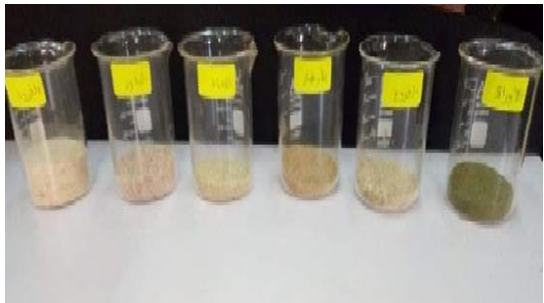
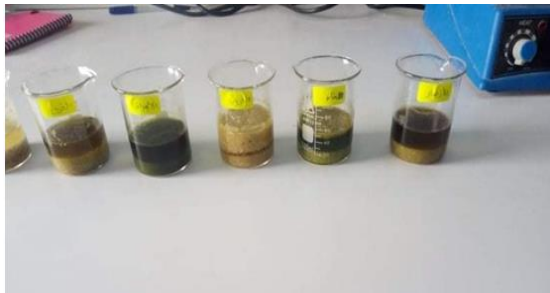
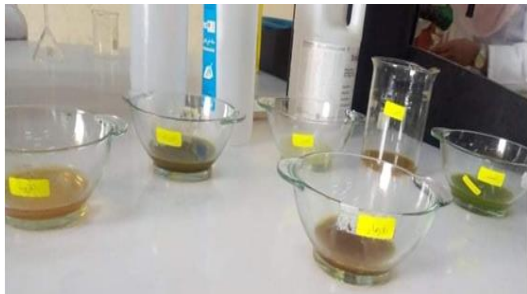
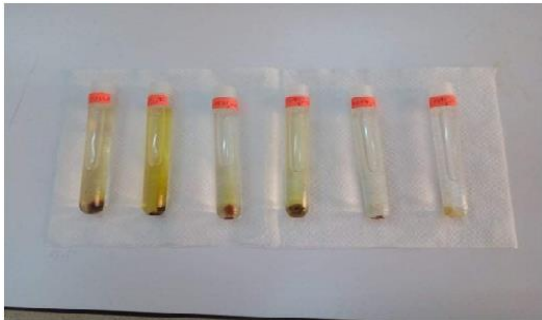


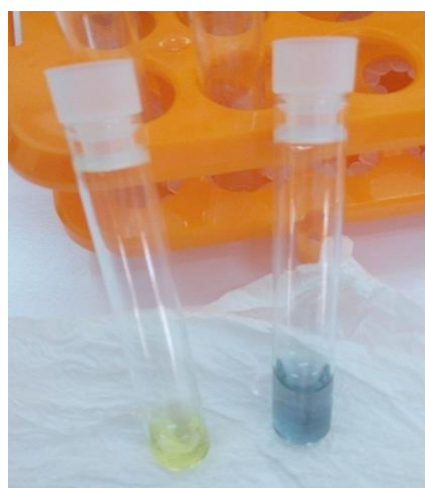
Etuve



Spectrophotomètre UV-visible

Annexes II : Résultats de l'étude phytochimique.

	
Les échantillons de plantes sont secs	Extraits d'échantillons avant la filtration
	
Extraits avant séchage	Extraits avant séchage
	
Extrait sec	Extrait éthanolique d'échantillons

**Test polyphénol total****Test de flavanol total****Test de flavonoïde total****Test de CAT (PPM)**