

REPUBLIQUE ALGERIENE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

Mémoire de fin d'étude

En vue d'obtention du diplôme de Master Académique

Domaine SNV

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie

Thème :

**Effet biologique des principes actifs de quelques plantes
médicinales collectées à Tamanrasset, cas de l'*Artemisia sp*
et de la *Moringa sp***

Date de soutenance : 13/06/2022

Présentés par :

ADJEL-GATI Ebenezer

TCHOUKAK Fatiha

ATTACI Nour El Houda

Devant le jury :

Dr CHALAL N.H

MCA/USDB1

Présidente

Dr TOUAIBIA M.

MCA/USDB1

Examinatrice

Dr ABDUL-HUSSAIN A.

MCA/USDB1

Promotrice

Dr MAHDJOUBI D.

MCB/Univ de Médéa

Co-Promoteur

Promotion : 2021-2022

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et le courage et la patience pour réaliser ce modeste travail.

Nous commençons par exprimer nos profondes reconnaissances et nos vifs remerciements à Dr ABDUL-HUSSAIN ALIA et Dr. DJILALI MAHDJOUBI qui nous a honoré en acceptant de diriger ce travail, pour leurs encouragements, conseils, leur disponibilité. Merci de nous avoir guidé avec patience.

On tient à remercier Dr CHALAL N.H d'avoir accepté la présidence du jury de notre travail, qu'elle trouve ici toutes nos expressions respectueuses.

On tient à remercier Dr TOUAIBIA M d'avoir accepté juger ce modeste travail. On tient à vous remercier pour tout ce que vous nous avez apporté tout au long nos études.

Nous exprimons notre profond remerciement à M. KIROUANI A, Mme SIHEM BENTOURA, Mme MARIA STELLAR, Mme CHELGHOUM pour leurs divers rôles dans la réalisation de ce travail. Je leur dois notre extrême gratitude.

On exprime également nos remerciements à :

Mme BELARBI IHSAN, pour l'analyse d'effet antimicrobienne.

Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également à l'encontre de toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.





Dedication

I would like to dedicate this work:

To my dearest parents, for their affection, their sacrifice, their tenderness and for all the efforts they have made throughout my life, I hope that this work will be the expression of my full gratitude and deep respect.

To my siblings: Stephen, Nicholson, Godfred and Juliana for their encouragement and invaluable help.

To all my maternal and paternal family

To my lecturers: Dr. Chalal N.H., Mr. Khier M., Dr. Sadi N., and Head of Biology Department Dr. Boudjema N. for their enormous help throughout my stay in Algeria. I will not forget it.

To my colleagues: Isaac, Christabell, Nancy, Seyram Dunyo, Aisha, Chanez, Rayane, Pasteur, Agyayaw, Tsar, Kelvin and Santos for all the moments we spent together

To all the people I have not mentioned but that I carry in my heart

~ Ebenezer





Dédicaces

*Je dédie cette thèse ma cher mère et la couronne de ma tête qui a sacrifié sa vie pour moi et qui m'a toujours soutenue, je t'aime
maman.*

*J'adresse également à mes chers frères Abd al-Rahman et
Belkacem. Que Dieu les préserve.*

Je dédie à « Tonton Ali », Selma, Imène et sa Maman.

*Je dédie aussi à tous ceux qui ont cru en moi et m'ont soutenu
pour atteindre cette hauteur.*

~ Fatíha





Dédicaces

Je tiens à dédier ce travail à :

*A mes chers parents, pour leurs amours inestimables,
leur confiance, leur soutien et leur sacrifice.*

A ma sœur pour sa tendresse, sa complicité et sa présence.

J'espère que la vie lui réserve le meilleur.

~ Houda



Résumé

L'utilisation des plantes médicinales comme traitement et mesure thérapeutique a été largement caractérisée par les défis émergents que présentent les drogues synthétiques ainsi que par la variété de riches bioactifs que l'on trouve dans ces plantes. Dans cette étude, nous avons essayé d'évaluer l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits éthanoliques et méthanoïques des feuilles de *Moringa sp* et de la partie aérienne d'*Artemisia sp*.

Le screening phyto-chimique) basé sur des tests spécifiques utilisant une méthode de perfusion a conclu à la présence de plusieurs métabolites secondaires dans les deux plantes. *Moringa sp* était positif pour la présence des flavonoïdes, terpènes, tanins, alcaloïdes et anthocyanes. *Artemisia sp* enregistre également des résultats positifs indiquant une présence en tanins, terpènes, flavonoïdes et alcaloïdes. Ce dernier a enregistré une absence d'anthocyanes par rapport à *Moringa sp*.

L'évaluation quantitative du pouvoir réducteur antioxydant de *Moringa sp* et *Artemisia sp* pour chaque extrait (méthanol et éthanol) en utilisant la technique FRAP. Bien que l'acide ascorbique ait enregistré une meilleure propriété antioxydante par rapport aux deux plantes. L'éthanol de *Moringa sp* et l'extrait de méthanol ont montré le même niveau de propriété antioxydante avec l'acide ascorbique avec une densité optique de 0,7 à une concentration de 0,0725 mg / ml et 0,615 (à une concentration de 0,075 mg / ml) respectivement. *Artemisia sp* a également montré un grand pouvoir antioxydant. Entre le méthanol et l'extrait d'éthanol, *Artemisia sp* a enregistré une densité optique de 0,85 à une concentration de 0,09 mg/ml et de 0,7 à une concentration de 0,075 mg/ml respectivement avec de l'acide ascorbique.

L'évaluation de la capacité antibactérienne de l'extrait alcoolique par méthode de diffusion dans un milieu solide montre à la fois des propriétés antibactériennes d'extraits éthanoïques et méthanoïques marquées sur toutes les souches bactériennes étudiées.

Mots-clés : *Artemisia sp*, extrait alcoolique, *Moringa sp*, antioxydant, antibactérien,

Abstract

The use of medicinal plants as treatment and therapeutic measure have been largely characterised by the emerging challenges synthetic drug possess as well as the variety of rich bioactive that are found in these plants. In this present study we tried to evaluate the antioxidant activity and antibacterial activity of the ethanolic and methanolic extracts the leaves of *Moringa sp* and the aerial part of *Artemisia sp*.

Phytochemical screening based on specific tests using an infusion method concluded the presence of several secondary metabolites in both plants. *Moringa sp* was positive for presence of flavonoids, terpenes, tannins, alkaloids, and anthocyanins. *Artemisia sp* also record positive results indicating presence of tannins, terpenes, flavonoids, and alkaloids. The latter did record an absence in anthocyanins as compared to *Moringa sp*.

The quantitative evaluation of the antioxidant reducing power of both *Moringa sp* and *Artemisia sp* for each extract (methanol and ethanol) using FRAP technique. Though ascorbic acid recorded a better antioxidant property compared to both plants. *Moringa sp* ethanol and methanol extract showed the same level of antioxidant property with ascorbic acid with an optical density of 0.7 at a concentration of 0.0725mg/ml and 0.615 (at a concentration of 0.075mg/ml) respectively. *Artemisia sp* has also shown great antioxidant power. Between methanol and ethanol extract, *Artemisia sp* recorded an optical density of 0.85 at a concentration of 0.09 mg/ml and 0.7 at a concentration of 0.075 mg/ml respectively with ascorbic acid.

The evaluation of the antibacterial capacity of alcoholic extract by method of diffusion in a solid medium shows both ethanolic and methanolic extract posses' antibacterial properties marked on all the studied bacterial strains.

Keywords: *Artemisia sp*, alcoholic extract, *Moringa sp*, antioxidant, antibacterial

ملخص

اتسم استخدام النباتات الطبية كإجراء علاجي وعلاجي إلى حد كبير بالتحديات الناشئة التي تمثلها الأدوية الاصطناعية بالإضافة إلى مجموعة متنوعة من المواد الحيوية الغنية الموجودة في هذه النباتات. في هذه الدراسة، حاولنا تقييم النشاط المضاد للأوكسدة والمضاد للبكتيريا لمستخلصات الإيثانول والميثانول لأوراق المورينغا *Artemisia sp* والجزء الجوي من *Artemisia sp*.

الفحص الكيميائي النباتي المبني على اختبارات محددة باستخدام طريقة التسريب خلص إلى وجود العديد من المستقبلات الثانوية في *Artemisia* إيجابيًا لوجود مركبات الفلافونويد والتربين والعفص والقلويدات والأنثوسيانين. كما يسجل *Moringa sp* النباتين. كان أيضًا نتائج إيجابية تشير إلى وجود التانينات والتربينات والفلافونيدات والقلويدات. سجل الأخير غياب الأنثوسيانين مقارنة *sp* بالمورينغا *sp*.

التقييم الكمي لقدرة تقليل مضادات الأوكسدة في المورينغا *sp* و *Artemisia sp* لمستخلصات الإيثانول و الميثانول باستخدام تقنية ethanol FRAP على الرغم من أن حمض الأسكوربيك سجل خصائص مضادة للأوكسدة أفضل مقارنة بالنباتين. أظهر مورينغا ومستخلص الميثانول نفس المستوى من خاصية مضادات الأوكسدة مع حمض الأسكوربيك بكثافة بصرية قدرها 0.7 بتركيز 0.0725 قوة كبيرة من مضادات الأوكسدة. بين *Artemisia sp* مجم /مل و 0.615) بتركيز 0.075 مجم /مل (على التوالي. كما أظهر /كثافة بصرية 0.85 بتركيز 0.09 مجم /مل و 0.7 بتركيز 0.075 مجم *Artemisia sp* الميثانول ومستخلص الإيثانول، سجلت /مل على التوالي مع حمض الأسكوربيك.

يُظهر تقييم القدرة المضادة للبكتيريا للمستخلص الكحولي بطريقة الانتشار في وسط صلب الخصائص المضادة للبكتيريا للمستخلصات الإيثانولية والميثانولية على جميع السلالات البكتيرية المدروسة.

الكلمات الرئيسية

Artemisia sp , *Moringa sp* ، الكلمات المفتاحية: مضاد للأوكسدة ، مضاد للجراثيم ، مستخلص كحولي للجراثيم.

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	Situation géographique de la région de Tamanrasset où la plante a été collectée	4
Figure 2	Aspect morphologique de <i>M. oleifera Lam</i>	4
Figure 3	Différents organes de <i>Moringa oleifera Lam</i>	6
Figure 4	<i>Artemisia herba alba.</i>	9
Figure 5	Mécanisme d'action proposé et sites cibles des métabolites végétaux secondaires et des huiles essentielles sur les cellules microbiennes (Bazaka et al., 2015).	17
Figure 6	Pouvoir réducteur des extrait méthanol de la <i>Moringa sp</i> et l'acide ascorbique	27
Figure 7	Pouvoir réducteur des extrait éthanol de la <i>Moringa sp</i> et l'acide ascorbique	28
Figure 8	Pouvoir réducteur des extrait éthanol de l' <i>Artemisia sp</i> et l'acide ascorbique	28
Figure 9	Pouvoir réducteur des extrait méthanol de l' <i>Artemisia sp</i> et l'acide ascorbique	29
Figure 10	Pouvoir réducteur des extrait méthanol et éthanol de la <i>Moringa sp</i> et l'acide ascorbique.	29
Figure 11	Pouvoir réducteur des extrait méthanol et éthanol de l' <i>Artemisia sp</i> et l'acide ascorbique.	30
Figure 12	Pouvoir réducteur des extraits éthanolique de l' <i>Artemisia sp</i> , <i>Moringa sp</i> et l'acide ascorbique.	30
Figure 13	Pouvoir réducteur des extrait méthanol de l' <i>Artemisia sp</i> , <i>Moringa sp</i> et l'acide ascorbique	31
Figure 14	Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait éthanol de la <i>Moringa sp</i> .	33
Figure 15	Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait méthanol de la <i>Moringa sp</i> .	33

Figure 16	Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait éthanol et méthanol de la <i>Moringa sp.</i>	34
Figure 17	Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait éthanol de l' <i>Artemisia sp.</i>	35
Figure 18	Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait méthanol de l' <i>Artemisia sp</i>	36
Figure 19	Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait éthanol et méthanol de l' <i>Artemisia sp</i>	36
Figure 20	Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait éthanol et méthanol de l' <i>Artemisia sp</i> et la <i>Moringa sp</i>	37
Figure 21	Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait méthanol et méthanol de l' <i>Artemisia sp</i> et la <i>Moringa sp</i>	38

Liste des Tableaux

Tableaux	Titre	Page
Tableau I	Souches microbiennes référencées (American Type Culture Collection)	19
Tableau II	Résultats des tests phytochimique de <i>Moringa sp</i>	26
Tableau III	Résultats des tests phytochimique de <i>Artemisia sp.</i>	26
Tableau IV	Résultats d'activité antibactérienne de la feuille de la <i>Moringa sp.</i>	32
Tableau V	Résultats d'activité antibactérienne de la partie aérienne de <i>l'Artemisia sp.</i>	35

Liste des abréviations

OMS : l'Organisation Mondiale de la Santé

CPT : Camptothécine

L-Dopa : 1-3,4-dihydroxyphenylalanine

UV : Ultraviolet

ROS : Reactive Oxygen Species

NADPH : Reduced nicotinamide adenine dinucleotide phosphate

SOD : Superoxyde Dismutase

GPx : Glutathion Peroxydase

APG III: Angiosperm Phylogeny Group (3eme version)

ATCC : American Type Culture Collection

FRAP :(Ferric Reducing Antioxidant Power)

ISP 2 : Yeast Extract-Malt Extract Agar.

Table des matières

Introduction.....	1
-------------------	---

Rappels bibliographiques

Chapitre I

I-1 <i>Moringa sp.</i>	3
I-1-2 Classification.....	4
I-1-3 Description botanique.....	5
I-1-4 Composition.....	6
I-1-5 Utilisations du Moringa.....	7
I-2 <i>Artemisia sp.</i>	8
I-2-1 Classification.....	8
I-2-2 Description botanique.....	9
I-2-3 Composition.....	9
I-2-4 Utilisations de l'Artemisia.....	10
I-3 Effets biologiques des plantes médicinales.....	11
I-3-1 Activité antioxydante.....	11
I-3-1-1 Radicaux libres.....	11
I-3-1-2 Espèces réactives de l'oxygène.....	11
I-3-1-3 Rôles des radicaux libres.....	12
I-3-1-4 Stress oxydatif.....	13
I-3-1-4-1 Conséquences moléculaires du stress oxydatif.....	13
I-3-1-4-2 Maladies liées au stress oxydatif.....	14
I-3-1-5 Antioxydant.....	14
I-3-2 Activité antibactérienne.....	15
I-3-2-1 Entérobactéries.....	15
I-3-3 Mode d'action des métabolites des plantes contre les bactéries.....	17

Partie Pratique

Chapitre II : Matériels et Méthodes

II-1 Matériel utilisé.....	18
II-1-1 Matériel non biologique.....	18
II-1-2 Matériel biologique.....	18
II-1-2-1 Matériel végétal.....	18
II-1-2-2 Bactéries.....	19
II-2 Méthodes.....	19
II-2-1 Préparation d'extraits.....	19
II-2-1-1 Préparation d'extrait aqueux.....	19
II-2-1-2 Préparation d'extraits organiques.....	19
II-2-1-2-1 Extrait d'éthanol.....	19
II-2-1-2-2 Extrait de méthanol.....	20
II-2-2 Screening phytochimique.....	20
II-2-3 Activité biologique.....	21

II-2-3-1 Effet antioxydant (in vitro)	21
II-2-3-2 Effet antibactérien.....	23

Chapitre III : Résultats et Discussions

III-1 Résultats de l'étude phytochimique.....	26
III-2 Etude des activités biologiques.....	27
III-2-1 Activité antioxydant.....	27
III-2-2 Activite anbacterienne.....	32
Conclusion	40
Reference bibliographique	42
Annexes	47

Introduction

Introduction

Plusieurs raisons ont contribué à l'utilisation de la médecine végétale pour le traitement des maladies. Certains d'entre eux sont le fait que la phytothérapie est une alternative moins chère à la médecine synthétique, le manque d'accès aux services de santé en raison de contraintes financières et principalement en raison de preuves de traitement réussi des maladies et des affections (**Appiah-Opong et al., 2014**).

Cependant, l'effet secondaire des drogues synthétiques et le développement de la résistance aux médicaments qui sont actuellement utilisés pour traiter les maladies infectieuses ont conduit à mettre davantage l'accent sur l'utilisation de la médecine végétale comme remède potentiel pour le traitement de différentes affections (**Khan 2022**).

Le traitement réussi des maladies et des affections des plantes médicinales est dû à leurs composants bioactifs tels que les polyphénols, les alcaloïdes, les flavonoïdes et les terpènes. Ainsi, les activités biologiques telles que l'anticancéreux, l'antibactérien, l'antifongique, l'antioxydant, l'anti-inflammatoire et d'autres peuvent être attribués à un ou plusieurs des composants bioactifs de la plante et au constituant de son huile essentielle si la plante en possède.

En conséquence, les métabolites secondaires (flavonoïdes, tanins, alcaloïdes, terpènes, etc.) et les huiles essentielles de la plante médicinale sont devenus un domaine d'intérêt pour les scientifiques du monde entier.

L'Algérie est riche et diversifiée en flore végétale. Plusieurs plantes médicinales poussent dans la région sud du pays. Tamanrasset, une ville du sud de l'Algérie, abrite diverses plantes médicinales. C'est à cause de la diversité de son climat et de la nature de son sol. Certaines plantes médicinales trouvées dans la région appartiennent au genre *Artemisia* et *Moringa*.

Un exemple est l'armoise (*Artemisia herba alba*), qui est utilisée contre de nombreux agents pathogènes (**Trabut, 1988**), gastriques, troubles hépatiques et empoisonnements. *Artemisia judaica* L est également largement connu pour traiter les problèmes digestifs, les ulcères, les brûlures, le diabète, etc. L'effet biologique de ces espèces peut être lié à leur composition chimique (métabolites secondaires). Cependant, relativement peu des recherches scientifiques ont été effectuées en Algérie en se concentrant sur les espèces de la *Moringa* pour évaluer leur effet biologique en tant que source potentielle de médicaments contre les infections et les maladies.

Par conséquent, notre étude vise à :

1. Faire une étude qualitative de la composition chimique de la solution aqueuse d'*Artemisia sp* et *Moringa sp*.
2. Évaluer les propriétés antioxydantes de différents extraits organiques (éthanolique, méthanol) d'*Artemisia sp* et de *Moringa sp*.
3. Évaluer les propriétés antibactériennes de différents extraits organiques (éthanolique, méthanol) d'*Artemisia sp* et de *Moringa sp*.

Rappels bibliographiques

I-1 Moringa sp

A/- Généralités

Moringa est l'un des genres de la famille des Moringaceae. C'est un genre de plantes médicinales qui a traditionnellement été utilisé pour traiter les plaies et les maladies telles que le rhume et le diabète. En outre, le genre est consommé comme source de nutriments et est largement utilisé pour la purification de l'eau. Le genre contient 13 espèces qui ont été largement cultivées pour leurs nombreuses utilisations en Asie et en Afrique (**Abd Rani et al., 2018**). Les espèces de Moringaceae comprennent *M. arborea*, *M. borziana*, *M. concanensis*, *M. drouhardii*, *M. hildebrandtii*, *M. longituba*, *M. oleifera Lam*, *M. ovalifolia*, *M. peregrina*, *M. pygmaea*, *M. rivae*, *M. ruspoliana* et *M. stenopetala* (**Abd Rani et al., 2018**). Les espèces de Moringa sont également résistantes à la sécheresse et peuvent se développer rapidement sans trop de soins.

Moringa oleifera (figure 2), également connu sous le nom de « raifort », est la plus connue et la plus largement naturalisée des 13 espèces et est originaire des régions subaluyennes du nord-ouest de l'Inde. Il est maintenant largement reconnu comme un arbre polyvalent (**Padayachee & Baijnath, 2012**). En raison des nombreuses applications qui lui ont valu le surnom « d'arbre miracle », des essais visant à introduire *M. oleifera Lam* en Algérie ont été menés à titre expérimental à l'aide de graines de Dar el Salem (Tanzanie) (**Boudarn & Boukedroun, 2017**).

M. oleifera Lam est connu sous plusieurs noms : dans les pays Français, l'arbre est connu sous le nom de nebeday, un nom probablement dérivé de l'anglais « never die » en référence à sa capacité à résister à la sécheresse, à se propager rapidement à partir de semis ou de boutures, et à se régénérer même après de sévères coupes (**Boudarn & Boukedroun, 2017**).

Le pilon fait référence à la forme du fruit, qui ressemble à une baguette en Inde. Le Moringa est simplement connu sous le nom de Moringa dans la région algérienne de Tamanrasset et de « Shadjarat El Hahyete » à Adrar (**Boudarn & Boukedroun, 2017**).



Figure 1 : Situation géographique de la région de Tamanrasset où la plante a été collectée

(<https://www.getamap.net/maps/algeria/>)

I-1-2 Classification

Selon APG III (2009), *M. oleifera* appartient à

Règne : Plantae

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Brassicales

Famille : Moringaceae

Genre : Moringa

Espèce : *M. oleifera*



Figure 2 : Aspect morphologique de *M. oleifera* Lam

(www.seeds-gallery.eu/ru/home/moringa-the-miracle-tree-seeds.html)

I-1-3 Description botanique

Le système racinaire est constitué d'un pivot central qui peut s'enfoncer jusqu'à une profondeur de 1,30 m dans le sol, ce qui lui confère une résistance élevée à la sécheresse (fig. 3a). La racine est blanche, enflée et a une odeur piquante, ainsi que des racines latérales qui forment des cheveux denses.

Le tronc est généralement droit, mais il peut parfois être très sous-développé. Il atteint une hauteur de 1,5 à 2 mètres avant de se ramifier, avec des branches désorganisées et un auvent en forme de parasol (**Boudarn & Boukedroun, 2017**).

Les feuilles, qui sont alternes bi ou tripinnées, poussent principalement aux extrémités des branches. Ils ont un long pétiole avec 8 à 10 paires de penne, chacune composée de deux paires de folioles opposées plus une à l'apex et mesurant de 1 à 2 cm de long et ovale ou en forme d'ellipse (fig. 3d). Ils peuvent être récoltés plusieurs fois au cours de l'année (**Boudarn & Boukedroun, 2017**).

Les fleurs se présentent sous la forme de panicules axillaires et tombantes de 10 à 25 cm. Ils sont généralement abondants et ont une odeur agréable. Les sépales, qui sont au nombre de cinq et symétriques, sont de couleur blanche ou crème avec des points jaunes à la base (fig. 3e). À l'exception du pétale inférieur, qui entoure cinq étamines, les cinq pétales sont minces et spatulés, symétriques (**Boudarn & Boukedroun, 2017**).

Les fruits sont des gousses à trois lobes qui pendent des branches et mesurent de 20 à 60 cm de long (fig. 3c). Ils s'ouvrent en trois parties une fois qu'ils ont séché. Entre 12 et 35 graines sont contenues dans chaque gousse (**Boudarn & Boukedroun, 2017**).

Les graines ont une coquille brune semi-perméable. Trois ailes blanches s'étendent de la base au sommet de la coquille (fig. 3b). Chaque année, un arbre peut produire entre 15000 et 25000 graines. En avril-mai et septembre-octobre, les semences sont récoltées deux fois par an (**Boudarn & Boukedroun, 2017**).



Figure 3 : Différents organes de *Moringa oleifera* Lam. A. Racine ; B. Graines ; C. Gomme ;D. Feuilles ; E. Fleur.

I-1-4 Composition

A/- Flavonoïdes

En raison de sa teneur élevée en flavonoïdes, le genre *Moringa* a une activité antioxydante élevée. Les formes flavanol et glycoside des flavonoïdes se trouvent dans la majorité des flavonoïdes du genre. La rutine, la quercétine, la rhamnétine, le kaempférol, l'apigénin et la myricétine sont les flavonoïdes les plus courants du genre (Abd Rani et al., 2018).

B/- Glucosinolate

Les glucosinolates sont abondants chez les espèces de *Moringa*. Le glucosinolate de 4-O-(- L-rhamnopyranosyloxy)-benzyle, également connu sous le nom de glucomoringine, est le glucosinolate le plus abondant de l'espèce (GMG) (Abd Rani et al., 2018) .

C/- Terpènes

Le principal caroténoïde détecté dans les feuilles de *M. oleifera*, selon Teixeira et al. (2014) et Saini et al. (2014), est la lutéine. *M. oleifera* ne contenait pas de α -carotène, que l'on trouve habituellement dans les plantes à feuilles vertes, selon Saini et al. (2014). L'auteur a supposé que tout le α -carotène avait été complètement converti en lutéine (Abd Rani et al., 2018).

D/- Alcaloïdes

Deux nouveaux glycosides d'alcaloïdes pyrroles, le marumoside A et le marumoside B, ainsi que la pyrrolemarumine-4''-O—L-rhamnopyranoside, ont été isolés à partir de feuilles de *M. oleifera* (Abd Rani et al., 2018).

I-1-5 Utilisations de la Moringa

Selon **Khawaja Tahir Mahmood et al (2010)**, l'utilisation de *Moringa oleifera* Lam peut être classée en deux :

A/- Utilisations nutritionnelles

Le Moringa est utilisé à des fins nutritionnelles et médicinales depuis des siècles. La vitamine C, qui protège contre une variété de maladies telles que le rhume et la grippe; la vitamine A, qui protège contre les maladies oculaires, les maladies de la peau, les maladies cardiaques, la diarrhée et une variété d'autres maladies; calcium, qui aide à construire des os et des dents solides et prévient l'ostéoporose; potassium, qui est nécessaire pour le fonctionnement du cerveau et des nerfs; et les protéines, qui sont les éléments constitutifs de base de toutes les cellules de notre corps.

Il peut être utilisé pour fortifier les sauces, les jus, les épices, le lait, le pain et, surtout, les nouilles instantanées en raison de sa valeur nutritive. De nombreux produits commerciaux, tels que les boissons gazeuses, le thé et les neuroceutiques, sont disponibles dans le monde entier.

B/- Utilisations thérapeutiques

Le Moringa contient une variété de composés phytochimiques que l'on ne trouve nulle part ailleurs. Il est riche dans un groupe de composés connus sous le nom de glucosinolates et isothiocyanates, et il contient le sucre simple rhamnose.

L'isothiocyanate de benzyle, la niazimicine, la ptérygospermine, l'isothiocyanate de benzyle et le glucosinolate de rhamnopyranosyloxybenzyl 4-a-L sont six composés phytochimiques dont l'activité hypotensive, anticancéreuse et antibactérienne a été signalée.

Purification de l'eau : La graine en poudre agit comme un flocculant naturel, permettant même à l'eau la plus trouble d'être clarifiée. La poudre de graines peut être utilisée pour nettoyer l'eau sale de manière rapide et facile. La poudre se mélange aux solides de l'eau et coule au fond. Ce traitement élimine également 90 à 99% des bactéries de l'eau, purifie l'eau par floculation, sédimentation, antibiose et abaisse le titre de Schistosome cercaire.

I-2 Artemisia sp

A/- Généralités

La famille des Astéracées comprend le genre *Artemisia*, qui est l'un des genres les plus largement distribués et les mieux étudiés de la famille, avec jusqu'à 400 espèces. Des métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les alcaloïdes, les terpènes et l'huile essentielle ont été trouvés dans le genre *Artemisia*.

Les espèces d'*Artemisia* ont des propriétés thérapeutiques et sont utilisées non seulement en médecine traditionnelle, mais aussi dans les industries alimentaire et pharmaceutique.

Artemisia herba alba (**figure 4**) est de nombreuses espèces appartenant à cette famille qui a été étudiée en Algérie, dont *Artemisia judaica*, et *Artemisia campestris*.

I-2-1 Classification

Selon APG III (2009), *A. herba alba* appartient à

Règne : Plantae

Division : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Asterales

Famille : Astéracées

Sous-famille : Astéroïdale

Tribu : Anthemideae

Sous-tribu : Artemisiinae

Genre : *Artemisia*

Espèce : *Artemisia herba-alba*



Figure 4: *Artemisia herba alba*. (https://fr.wikipedia.org/wiki/Artemisia_alba)

I-2-2 Description botanique

A. herba alba est une plante ligneuse avec des buissons blancs laineux qui poussent entre 30 et 80 cm de haut. Le piétinement par les animaux et l'action érosive du vent le font croître en touffes fragmentées de tailles réduites (**Rabahi, 2013**).

Les expansions latérales des feuilles de brindilles sont portées par la tige. Les feuilles sont petites, avec trois à cinq folioles par feuille, blanches, laineuses, courtes et pubères.

Les fleurs jaunes sont disposées en capitules. Le fruit est un akène indéhiscent et ne contient qu'une seule graine (**Rabahi, 2013**).

I-2-3 Composition

Les métabolites suivants responsables de diverses activités biologiques se trouvent également dans *Artemisia herba alba* ;

- Flavonoïdes
- Tanins
- Alcaloïdes
- Terpènes
- Huiles essentielles

I-2-4 Utilisations de l'Artemisia

A/- Domaine thérapeutique

Depuis l'Antiquité, *A. herba alba* est utilisé en médecine traditionnelle. Il est contre-indiqué chez les femmes enceintes en raison de ses propriétés emménagogues, qui encouragent les femmes à l'utiliser pour provoquer des menstruations en cas de retard ou d'aménorrhée. Il est utilisé pour réguler le cycle menstruel et soulager la douleur chez les femmes chinoises (**Rabahi, 2013**). C'est aussi un vermifuge, ce qui explique pourquoi il est utilisé pour traiter la parasitose intestinale et les problèmes digestifs (**Rabahi, 2013**).

Ses syndromes neurologiques et psychiatriques (hypertension, épilepsie, dyspepsie), ainsi que les maladies du foie et de la vésicule biliaire, sont recommandés par ses propriétés toxiques et antispasmodiques. En raison de ses propriétés stomachiques, il peut être utilisé comme apéritif, diurétique et stimulant digestif.

Extérieurement, il est utilisé pour traiter les rhumatismes, la goutte, les aphtes, les infections fongiques et les piqûres d'insectes et de scorpions en Algérie (**Rabahi, 2013**).

B/- Domaine alimentaire

Artemisia herba alba peut être utilisé pour aromatiser le café et le thé dans les pays du sud du Maghreb en raison de ses caractéristiques organoleptiques biologiques. Cependant, en raison de la toxicité des cèdres alpha et bêta présents dans les huiles essentielles, son utilisation est limitée (**Rabahi, 2013**).

C/- Domaine cosmétique

Les propriétés antiseptiques et aromatiques des huiles essentielles *Artemisia herba alba* sont utilisées en parfumerie. Ils sont utilisés pour prolonger la durée de conservation des cosmétiques tout en conservant une odeur agréable.

En outre, l'interaction des huiles essentielles avec d'autres agents antimicrobiens est un domaine de recherche fascinant pour la conservation des produits cosmétiques.

Nos recherches se sont concentrées sur l'utilisation de feuilles de *Moringa sp* et de partie aérienne d'*Artemisia sp*

I-3 Effets biologiques des plantes médicinales

I-3-1 Activité antioxydante

I-3-1-1 Radicaux libres

La formation de radicaux libres est responsable de la majorité de la toxicité de l’oxygène.

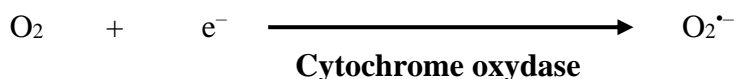
Un radical libre est défini comme toute molécule avec un ou plusieurs électrons non appariés ; cette molécule est très instable et réagit rapidement avec d’autres composants, tentant de capturer l’électron nécessaire à la stabilité ; une réaction en chaîne commence lorsqu’un radical libre attaque la molécule stable la plus proche en arrachant son électron, et que la molécule attaquée devient un radical libre (Benani, 2014).

I-3-1-2 Espèces réactives de l’oxygène

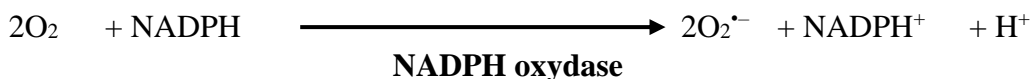
Parmi les espèces de radicaux les plus intrigantes figurent les espèces réactives de l’oxygène (ROS), qui sont des radicaux libres formés par l’ajout d’un électron à une molécule d’oxygène. Les principales espèces réactives sont le radical superoxyde ($O_2^{\bullet -}$), le radical hydroxyle ($\bullet OH$), le radical nitrique ($\bullet NO$) et certains dérivés réactifs non radicaux de l’oxygène ayant une toxicité importante tels que le peroxyde d’hydrogène (H_2O_2) et le peroxynitrite ($ONOO^-$) (Gutteridge, 1993; Jacques & André, 2004).

A/- Radicaux superoxydes

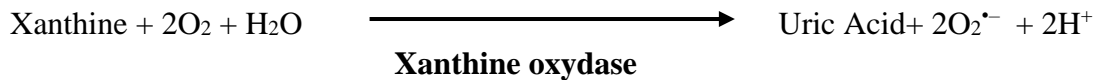
La chaîne respiratoire mitochondriale est sans aucun doute la principale source de radicaux superoxydes. En effet, ce système permet de produire le radical superoxyde par l’ajout d’un électron à l’oxygène moléculaire, une réaction catalysée par le cytochrome oxydase mitochondriale.



Des radicaux superoxydes peuvent également se former au cours de la phagocytose en raison de la présence de NADPH oxydase dans la membrane plasmique du phagocyte.



La xanthine oxydase est une autre source possible. Cette enzyme est responsable de l'oxydation de la xanthine en acide urique.

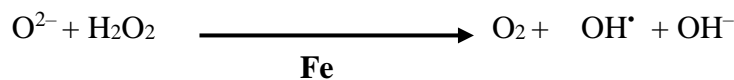


B/- Radical hydroxyle

Le radical hydroxyle (OH) est un radical très réactif. Il se forme principalement au cours de la réaction d'ions métalliques avec le peroxyde d'hydrogène, appelée réaction de Fenton :

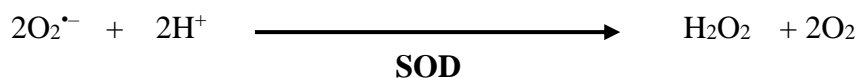


Le fer peut également catalyser le procédé Haber-Weiss, qui produit des radicaux hydroxyles à partir d'anion superoxyde en présence de peroxyde d'hydrogène. Cette réaction est plus lente et plus fréquente dans les tissus vivants que la précédente (**Jacques & André, 2004**).



C/- Peroxyde d'hydrogène

Une réaction de dismutation radicale superoxyde catalysée par la superoxyde dismutase le produit (SOD). Bien que moins réactif que l'anion superoxyde, le peroxyde d'hydrogène a une grande capacité de diffusion (**Benani, 2014**).



I-3-1-3 Rôles des radicaux libres

Dans des conditions quotidiennes normales, les radicaux libres sont produits indéfiniment et en petites quantités, et cette production physiologique est parfaitement contrôlée par le système de défense, qui est également adaptatif au niveau de radicaux présents. On dit que l'équilibre antioxydant/pro-oxydant est en équilibre dans ces conditions normales (**Favier, 2003**).

Ces radicaux libres sont impliqués dans le fonctionnement de certaines enzymes, la transmission des signaux cellulaires, la défense immunitaire contre les agents pathogènes, la destruction de l'apoptose des cellules tumorales, la régulation de la dilatation capillaire, le fonctionnement de certains neurones, en particulier ceux impliqués dans la mémoire, la fécondation des ovules, la production d'énergie, la croissance cellulaire et la signalisation intracellulaire (**Rabahi, 2013**).

Dans des circonstances anormales, l'équilibre antioxydant-pro-oxydant est déséquilibré, soit en raison d'un manque d'antioxydants, soit à la suite d'une surproduction massive de radicaux ; cet excès de radicaux est appelé stress oxydatif.

I-3-1-4 Stress oxydatif

Cet état déséquilibré, qui a de graves conséquences, peut avoir plusieurs causes.

Le corps peut être contraint de faire face à beaucoup trop de production, comme on le voit dans l'empoisonnement aux métaux lourds, l'ischémie / reperfusion après une thrombose (Favier, 2003), le dysfonctionnement de la chaîne mitochondriale, l'activation des systèmes enzymatiques, la libération de fer libre à partir de protéines chélatantes ou l'oxydation de molécules spécifiques (**Rabahi, 2013**).

Les radicaux libres sont produits pendant l'irradiation, par la lumière UV, les rayons X et les rayons gamma, à la suite de réactions catalysées par des métaux, sous forme de polluants dans l'atmosphère, par les neutrophiles et les macrophages lors de l'inflammation, en tant que sous-produits de réactions de transport d'électrons catalysées par les mitochondries et par d'autres mécanismes (**Rabahi, 2013**).

I-3-1-4-1 Conséquences moléculaires du stress oxydatif

La production excessive de radicaux libres endommage directement les molécules biologiques :

- Oxydation de l'ADN
- Oxydation des protéines
- Oxydation des lipides
- Oxydation des glucides

Des lésions secondaires peuvent survenir en raison de la nature cytotoxique et mutagène des métabolites libérés, en particulier lors de l'oxydation des lipides (**Favier, 2003**).

I-3-1-4-2 Maladies liées au stress oxydatif

La plupart des maladies liées au stress oxydatif se manifestent avec l'âge, car le vieillissement réduit les défenses antioxydantes et augmente la production de radicaux mitochondriaux. Le stress oxydatif sera la principale cause initiatrice de plusieurs maladies, notamment le cancer, la cataracte, la sclérose latérale amyotrophique, le syndrome de détresse respiratoire aiguë, l'œdème pulmonaire et le vieillissement accéléré, en révélant des molécules biologiques anormales et en surexprimant certains gènes (**Rabahi, 2013**).

L'un des facteurs qui contribuent au développement de maladies multifactorielles telles que le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaires est le stress oxydatif (**Favier, 2003**).

I-3-1-5- Antioxydant

Un antioxydant est tout agent qui, en faibles quantités par rapport aux composés oxydables, retarde considérablement ou empêche le processus d'oxydation de commencer. Grâce aux défenses enzymatiques et chimiques construites au cours de l'évolution, le pouvoir antioxydant d'un organisme peut réduire dans une certaine mesure les dommages causés par les radicaux libres (**Bekheti & Ghendouz, 2017**).

Les antioxydants ont une variété de mécanismes d'action, y compris la capture de l'oxygène singulet, la désactivation des radicaux par des réactions d'addition covalente, la réduction des radicaux ou des peroxydes et la chélation des métaux de transition (**Diallo, 2005**).

A/- Antioxydant endogène

Le système enzymatique dans le corps humain se compose principalement de trois enzymes : la superoxyde dismutase (SOD), la catalase et la glutathion peroxydase (GPx), ainsi que des chélateurs métalliques (**Avissar et al., 1989**).

Au niveau du superoxyde et du peroxyde d'hydrogène, ces enzymes ont des actions complémentaires, conduisant finalement à la création de molécules d'eau et d'oxygène.

B/- Antioxydant exogène

Les composés antioxydants alimentaires sont abondants. Les antioxydants alimentaires sont importants pour maintenir l'équilibre de l'équilibre oxydatif. La vitamine C (acide ascorbique), la vitamine E (tocophérol), le bêta-carotène et d'autres micronutriments comme les caroténoïdes, les polyphénols et le sélénium ont tous été étudiés comme antioxydants dans l'alimentation humaine (Poljsak et al., 2013).

I-3-2 Activité antibactérienne

I-3-2-1 Entérobactéries

A/- Généralités

Les entérobactéries sont un large groupe de bactéries qui partagent de nombreuses caractéristiques. Rahn a proposé la formation de cette catégorie en 1937, en la nommant Enterobacteriaceae et en rassemblant des genres bactériens précédemment identifiés tels que *Escherichia*, *Salmonella*, *Klebsiella* et *Shigella* (Rabahi, 2013).

Cette famille a reçu le nom d'Enterobacteriaceae parce que beaucoup de ses membres vivent dans le tube digestif, mais cet endroit ne se limite pas aux humains et aux animaux. Il est séparé des sols et des plantes, qui sont même communs dans les maisons de certaines espèces (Rabahi, 2013).

La famille des Enterobacteriaceae est composée de genres bactériens qui ont des caractéristiques bactériologiques similaires (Rabahi, 2013).

Ce sont des bacilles à Gram négatif, dont la plupart sont mobiles en raison de péritriches disposées par flagelles, ils se développent facilement dans un environnement normal et, comme toutes les bactéries à Gram négatif, ils sont aérobies facultatifs. Ils ont des antigènes appelés O, et les flagelles portent l'antigène appelé H.

Certaines espèces ont également des antigènes capsulaires polysaccharidiques (antigène K), et la structure de ces antigènes varie considérablement (Nauciel, 2000).

Cette famille bactérienne se distingue par plusieurs processus métaboliques, notamment la capacité de convertir les nitrates en nitrite (pour générer de l'énergie), de fermenter le glucose et le manque de cytochrome oxydase (Mirabaud, 2003).

Les entérobactéries provoquent deux types de manifestations pathologiques : une pathologie spécifique, telle que la typhoïde avec *Salmonella typhi*, et une pathologie opportuniste, fréquente dans les infections nosocomiales (**Benani, 2014**).

B/- Différents types d'entérobactéries

- *Escherichia coli*

C'est l'espèce dominante de la flore aérobie du tube digestif. *Escherichia coli*, également connu sous le nom de colibacilloses est une bactérie commensale (**Nauciel, 2000**).

De nombreuses infections digestives ou urinaires de point de départ, des suppurations localisées ou une septicémie sont causées par *Escherichia Coli*, et il peut s'agir d'infections communautaires ou nosocomiales (**Nauciel, 2000**).

- *Staphylococcus aureus*

Les espèces de *Staphylococcus aureus* sont des cocci à Gram positif avec des formes sphériques et des diamètres allant de 0,8 à 1µm. Ils sont classés comme diplocoques ou petites grappes (grappes de raisin) (**Rabahi, 2013**). Cette bactérie est immobile, a-sporulée, et manque généralement d'une capsule. De nombreuses souches de *Staphylococcus aureus* produisent un pigment jaune d'or. *S. aureus* est l'agent causal de la méningite, de l'ostéomyélite et de la diarrhée (**Benani, 2014**).

C/- Autres bactéries

- *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis est une bactérie en forme de bâtonnet à Gram positif qui produit des spores dormantes résistantes à la chaleur. Il n'a pas de propriétés pathogènes. *Bacillus subtilis* est un aérobie facultatif qui est mobile. On le trouve principalement dans le sol et les plantes, et il pousse mieux à des températures comprises entre 25 et 35 degrés Celsius.

B. subtilis est utilisé pour fabriquer des aliments (produits fermentés, exhausteurs de goût, édulcorants et additifs pour l'alimentation animale), des détergents, des antibiotiques et des vitamines, ainsi que des vaccins. Il agit également comme un organisme modèle pour la création de sporicides, qui sont des agents chimiques qui tuent les spores.

I-3-3 Mode d'action des métabolites des plantes contre les bactéries

Chaque composant des huiles essentielles et des extraits de plantes est susceptible d'avoir son mode d'action unique. En général, leur comportement est le suivant :

- **Action sur la membrane**

La nature lipophile des huiles essentielles et la composition des molécules d'hydrocarbures suggèrent qu'elles agissent au niveau de la membrane cellulaire du micro-organisme. Les molécules lipophiles sont plus susceptibles de traverser les parois cellulaires et les membranes ; les hydrocarbures, en revanche, préfèrent se loger dans les membranes biologiques, perturbant leurs fonctions vitales (Carson et al., 2006).

Une modification de la perméabilité de la membrane cellulaire, en particulier, peut entraîner des pertes anormales d'ions ou de macromolécules. On pense que les huiles essentielles ont un effet sur la membrane mitochondriale, provoquant une diminution du potentiel membranaire, ce qui affecte les changements Ca^{2+} et H^+ , selon certaines études (d'où la modification du pH)

Chez les bactéries à Gram positif et à Gram négatif, ces perturbations provoquent une expansion de la membrane, une augmentation de la fluidité et de la perméabilité de la membrane, une perturbation des protéines incorporées dans la membrane, une inhibition de la respiration et des changements dans les processus de transport ionique (figure 5).

- **Action intracellulaire**

La mort des bactéries due à la destruction du matériel génétique.

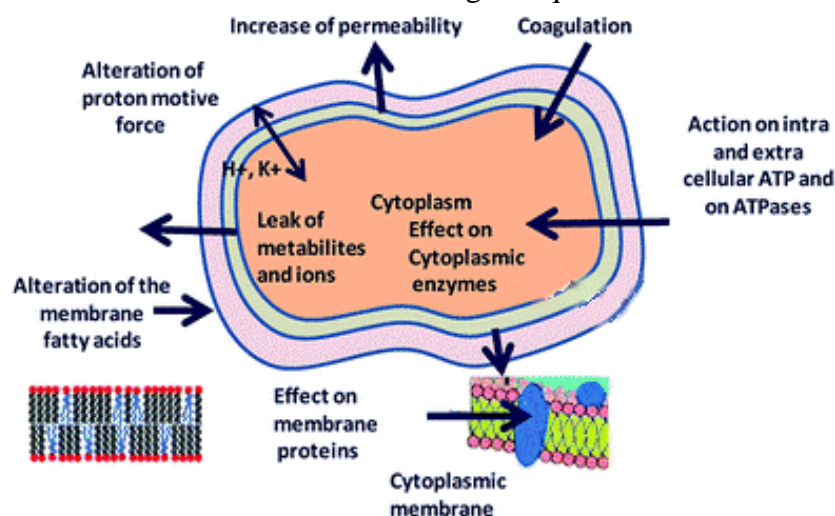


Figure 5 : Mécanisme d'action proposé et sites cibles des métabolites végétaux secondaires et des huiles essentielles sur les cellules microbiennes (Bazaka et al., 2015).

Matériel et Méthodes

Notre stage pratique duré 3 mois consécutifs (de mars à juin). Il est basé sur l'étude phytochimique et l'évaluation de l'activité biologique des feuilles de *Moringa sp* et de la partie aérienne d'*Artemisia sp*.

La station choisie pour cette étude est située dans la région saharienne de l'Algérie, Tamanrasset. Le choix de cette station a été basé sur des critères écologiques (sol, précipitations, climat et altitude), qui exercent une influence sur le développement des plantes et la qualité des extraits de plantes.

L'évaluation de l'activité biologique de *Moringa sp* et *Artemisia sp* a été réalisée dans plusieurs laboratoires :

- ❖ Activité antioxydante dans le laboratoire des projets des fin d'études ainsi que le laboratoire de recherche dirigé par le Professeur Saidi Fairouz tous deux situés à l'Institut vétérinaire, Université de Blida 1.
- ❖ Activité antibactérienne au laboratoire de microbiologie pour le projet de fin d'études du département d'agronomie de l'Université de Blida 1.

II-1- Matériel utilisé

II-1-1 Matériel non biologique (Annexe)

Les appareils, la verrerie et les accessoires, en plus de divers réactifs et produits chimiques, sont énumérés en annexe I.

II-1-2 Matériel biologique

II-1-2-1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est les feuilles de *Moringa sp* et la partie aérienne d'*Artemisia sp* récoltées au cours du mois de février dans la région de Tamanrasset.

Ces échantillons sont placés dans des sacs, puis étalés sur du papier à l'ombre de l'humidité et à température ambiante jusqu'à ce qu'ils deviennent secs.

II-1-2-2 Bactéries

Afin d'évaluer le potentiel antimicrobien de *Moringa sp* et *Artemisia sp*, trois (3) souches de référence fournies par le laboratoire de la Faculté des sciences naturelles et de la vie de l'Université de Médéa ont été utilisées dans cette étude. Ces espèces pathogènes représentent diverses sources d'infection.

Des bactéries Gram négatif qui est *Escherichia coli* ATCC 8139 (*E. coli*) et deux espèces à Gram positif qui sont *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 (*S. aureus*) et *Bacillus subtilis* ATCC 6655 (*B. subtilis*).

Tableau I : Souches microbiennes référencées (American Type Culture Collection)

Bacteria	American Type Culture Collection (ATCC)
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	ATCC 8139
<i>Staphylococcus aureus</i> (<i>S. aureus</i>)	ATCC 6538
<i>Bacillus subtilis</i> (<i>B. subtilis</i>)	ATCC 6655

II-2 Méthodes**II-2-1 Préparation des extraits****II-2-1-1 Préparation de l'extrait aqueux**

La préparation de l'extrait aqueux de 10% de notre plante est réalisée en ajoutant 10g de poudre de la plante à 100ml d'eau distillée bouillie, puis en laissant 30 minutes en infusion avec agitation de temps en temps. L'extrait aqueux obtenu est ensuite centrifugé à 1000 tr/min pendant 10 minutes pour se débarrasser des débris végétaux puis filtré sur le papier filtre de type wattman N°3. Le filtrat est ensuite placé dans des petits flacons en verre (Ljubuncic et al., 2005).

II-2-1-2 Préparation des extraits organiques**II-2-1-2-1 Extrait éthanolique**

Dix grammes (10 g) de poudre végétale ont été macérés dans 100 ml d'éthanol à 96° pendant 72 heures sous agitation. L'extrait a été filtré sur du papier filtre de type wattman N =°3 et concentré sous pression réduite à 50 °C, puis séché à poids constant à l'aide d'un rota vapeur.

II-2-1-2-2 Extrait du méthanol

Dix grammes (10 g) de poudre végétale ont été macérés dans 100 ml de méthanol pendant 72 heures sous agitation. L'extrait a été filtré sur du papier filtre de type wattman N =°3 et concentré sous pression réduite à 50 °C, puis séché à poids constant à l'aide d'un rota vapeur.

II-2-2 Screening phytochimique

L'identification des substances bioactives contenues dans la partie aérienne d'*Artemisia spet* les feuilles de *Moringa sp* est basée sur les réactions colorimétriques et de précipitation de différents réactifs.

Selon Harborne (1983), en fonction de la turbidité, de la coloration du milieu et de l'intensité du précipité, les résultats phytochimiques sont classés comme suit : Réaction très positive (+++), Réaction modérément positive (++) , Réaction ombragée (+), Réaction négative (-).

A/- Flavonoïdes

5ml de solution d'ammonium ont été ajoutés au filtrat aqueux de chaque extrait puis quelques gouttes de H₂SO₄ concentré. La coloration jaune indique la présence de flavonoïdes (**protocole modifié**)

B/- Tanins

Mélange 1ml d'extrait aqueux à 10% avec 1ml d'eau distillée et 1 à 2 gouttes de solution de FeCl₃ diluée à 10%. Le test est considéré comme positif par l'apparition d'une coloration vert foncé ou bleu-vert (**Bidie et al., 2011**).

C/- Tanins gallique

Un 5ml de perfusé ajouter 2g d'acétate de sodium et quelques gouttes de FeCl₃. La présence de tanins gaulois est montrée par la coloration bleu foncé (**protocole modifié**).

D/- Anthocyanes

On mélange 5ml d'extrait aqueux de 10% avec 4ml d'hydroxyle d'ammoniac (NH₄OH) concentré (30%). L'apparition d'une coloration rouge indique la présence des anthocyanines (**Bidie et al., 2011**).

E/- Coumarines

Mettez 2g de poudre dans 20ml d'éthanol absolu. Faire bouillir pendant 15 minutes au reflux puis refroidir et filtrer. Ajouter 10 gouttes de KOH et quelques gouttes de HCl concentré (37%) dilués à (10%) dans 2 à 3 ml de filtrat dilué dans de l'éthanol (10%) (**Bidie et al., 2011**). Le test est considéré comme positif par l'apparition d'une couleur rouge.

F/- Saponosides

Mélanger 2 ml d'extrait à 10 % avec 2 ml d'une solution d'acétate de plomb à 1% (**Bidie et coll., 2011**). Le test est considéré comme positif par l'apparition de précipitations.

G/- Alcaloïdes

15ml de 10% d'extrait aqueux avec 9ml d'acide sulfurique concentré à 96% H₂SO₄, puis mettre 8ml du mélange précédent + quelques gouttes de tétraiodo-bismuthate de potassium (réactif DRAGENDORFF) dans un tube à essai. L'observation du précipité indique la présence d'alcaloïdes (**Gherib, 1998**).

H/- Terpènes

Prendre 5ml d'extrait aqueux à 10% mélangé à 5ml d'acide phosphomolybdique et 5ml d'acide sulfurique concentré à 96% H₂SO₄. Le mélange obtenu est de couleur bleue, ce qui indique la présence de terpènes (**Gherib, 1998**).

I/- Quinones libres

2g de poudre végétale humidifiée par 2ml de HCl à 97%, sont mis en contact pendant 3 heures dans 20ml de chloroforme puis filtrer le mélange. Le filtrat est agité avec 5 ml d'ammoniac. La formation d'une coloration rouge en présence de quinones libres (**protocole modifié**)

II-2-3 Activité biologique

Les tests biologiques consistent à mettre en évidence les activités biologiques des extraits de *Moringa sp.* et *d'Artemisia sp.*, à savoir l'activité antioxydante et antibactérienne .

II-2-3-1 Effet antioxydant (*in vitro*)

FRAP Technique (Ferric Reducing Antioxidant Power)

Cette technique a été décrite par Oyaizu 1986 dans le principe de mesurer le pouvoir des extraits d'essai pour réduire le fer ferrique (Fe³⁺) présent dans le complexe K₃Fe (CN)₆ en fer ferreux (Fe²⁺) sachant que Fe³⁺ participe à la formation du radical hydroxyle.

L'absorbance du milieu réactionnel et mesurer à 700nm. Toute augmentation de l'absorbance se traduit par une augmentation du test de puissance réductrice extraite (**Hubert, 2006**)

Protocole :

1 ml de chaque extrait (éthanol, méthanol) a une concentration différente (10 mg/ ml à 0,1 mg / ml) est mélangé avec 2,5 ml d'une solution tampon de phosphate 0,2M (pH 6,6) et 2,5 ml d'une solution de ferricyanure de potassium $K_3Fe(CN)_6$ à 1%. Le tout est incubé à 50°C pendant 20min, puis, 2,5ml d'acide trichloracétique a 10% est ajouté. Le mélange est centrifugé à 3000 tr/min pendant 10min puis (2,5ml) de surnageant est ajouté à 2,5ml d'eau distillée et 0,5ml d'une solution aqueuse de $FeCl_3$ à 0,1%.

La lecture spectrale est effectuée à 700 nm contre un blanc préparé de la même manière (spectrophotomètre UV-VIS). Le contrôle positif est un antioxydant standard, l'acide ascorbique dans les mêmes conditions.

➤ Préparation de la concentration par méthode de dilution (extrait éthanolique) de l'*Artemisia sp.*

Pour 10mg/ml : 1ml de macération d'extrait éthanolique complété par 10ml d'eau distillée.

Pour 5mg/ml : 0,5ml de macération d'extrait éthanolique complété par 10ml d'eau distillée.

Pour 2,5 mg/ml : 0,25 ml de macération d'extrait éthanolique complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 1mg/ml : 0,10ml de macération d'extrait éthanolique complété par 10ml d'eau distillée.

Pour 0,8 mg/ml : 0,8 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait éthanolique complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 0,6 mg/ml : 0,6 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait éthanolique complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 0,2 mg/ml : 0,2 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait éthanolique complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 0,1 mg/ml : 0,1 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait éthanolique complété par 10 ml d'eau distillée.

➤ Préparation de la concentration par méthode de dilution (extrait éthanolique) de la *Moringa sp.*

Pour 10mg/ml : 1ml de macération d'extrait éthanolique complété par 10ml d'eau distillée.

Pour 5mg/ml : 0,5ml de macération d'extrait éthanolique complété par 10ml d'eau distillée.

Pour 2,5 mg/ml : 0,25 ml de macération d'extrait éthanolique complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 1mg/ml : 0,10ml de macération d'extrait éthanolique complété par 10ml d'eau distillée.

Pour 0,8 mg/ml : 0,8 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait éthanolique complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 0,6 mg/ml : 0,6 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait éthanolique complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 0,2 mg/ml : 0,2 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait éthanolique complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 0,1 mg/ml : 0,1 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait éthanolique complété par 10 ml

➤ Préparation de la concentration par méthode de dilution (extrait de méthanol) de *l'Artemisia sp.*

Pour 10mg/ml : 1ml de macération d'extrait méthanoïque complété par 10ml d'eau distillée.

Pour 5mg/ml : 0,5ml de macération d'extrait méthanoïque complété par 10ml d'eau distillée.

Pour 2,5 mg/ml : 0,25 ml de macération d'extrait méthanoïque complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 1mg/ml : 0,10ml de macération d'extrait méthanoïque complété par 10ml d'eau distillée.

Pour 0,8 mg/ml : 0,8 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait méthanoïque complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 0,6 mg/ml : 0,6 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait méthanoïque complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 0,2 mg/ml : 0,2 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait méthanoïque complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 0,1 mg/ml : 0,1 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait méthanoïque complété par 10 ml d'eau distillée.

➤ Préparation de la concentration par méthode de dilution (extrait de méthanol) de la *Moringa sp.*

Pour 10mg/ml : 1ml de macération d'extrait méthanoïque complété par 10ml d'eau distillée.

Pour 5mg/ml : 0,5ml de macération d'extrait méthanoïque complété par 10ml d'eau distillée.

Pour 2,5 mg/ml : 0,25 ml de macération d'extrait méthanoïque complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 1mg/ml : 0,10ml de macération d'extrait méthanoïque complété par 10ml d'eau distillée.

Pour 0,8 mg/ml : 0,8 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait méthanoïque complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 0,6 mg/ml : 0,6 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait méthanoïque complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 0,2 mg/ml : 0,2 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait méthanoïque complété par 10 ml d'eau distillée.

Pour 0,1 mg/ml : 0,1 ml de dilution de 10 mg/ml d'extrait méthanoïque complété par 10 ml d'eau distillée.

II-2-3-2 Effet antibactérien

L'étude de l'activité antibactérienne des extraits et de l'huile essentielle contre les souches bactérienne a été évaluée qualitativement par la méthode de diffusion sur disque (aromatogramme) afin de tester la sensibilité de ces souches bactériennes.

A/- Préparation des précultures

Les souches bactériennes préalablement conservées à 4°C dans des tubes stériles ont été réactivées dans le milieu ISP 2 (Extrait de levure-Extrait de malt-Agar) sans agar puis incubées à 37°C afin de vérifier leur viabilité. Après 24h, des gouttelettes de la suspension ont été ensemencée par stries sur gélose nutritive (milieu ISP 2) puis incubées pendant 18h-24h à 37°C.

B/- Préparation de la suspension bactérienne

Après incubation, des colonies similaires bien isolées sont mises en suspension dans l'eau physiologique stérile à 0.9% NaCl. Après homogénéisation de la suspension bactérienne à l'aide d'un vortex, la standardisation de la densité optique à 0.5Mc Farland est réalisée par spectrophotomètre réglé sur une longueur d'onde de 625nm. La densité optique obtenue doit être comprise entre 0.08 et 0.13, ce qui correspond à une concentration de 10^7 à 10^8 UFC/ml selon Mac Farland (**Athamena et al., 2010 ; Karata et Ertekin, 2010 ; Sarac et Ugur, 2007**). L'inoculum peut être ajusté en ajoutant, soit de la culture s'il est trop faible ou bien de l'eau physiologique stérile s'il est trop fort.

C/- Préparation des dilutions des extraits testés

Une solution 1µg/µl (1mg/ml) de l'extrait étudié a été préparée avec un solvant organique (méthanol et éthanol) de chaque plante.

Préparation des dilutions des extraits éthanolique (*Artemisia sp*)

Après séchage de l'extrait éthanolique, 1 mg de solution concentrée d'*Artemisia sp* a été dilué avec 1000µl de solution éthanolique préparée à 70%.

Préparation des dilutions des extraits éthanolique (*Moringa sp*)

Après séchage de l'extrait éthanolique, 1 mg de solution concentrée de *Moringa sp* a été dilué avec 1000µl de solution éthanolique préparée à 70%.

Préparation des dilutions des extraits méthanoïque (*Artemisia sp*)

Après séchage de l'extrait éthanolique, 1 mg de solution concentrée d'*Artemisia sp* a été dilué avec 1000µl de solution de méthanol.

Préparation des dilutions des extraits méthanoïque (*Moringa sp*)

Après séchage de l'extrait éthanolique, 1 mg de solution concentrée de *Moringa sp* a été dilué avec 1000µl de solution de méthanol.

D/- Ensemencement

Dans des boîtes de Pétri, le milieu de culture ISP 2 est coulé aseptiquement à raison de 20 ml par boîte. Après refroidissement et solidification sur la paillasse, un écouvillon stérile imbibé avec la suspension bactérienne de concentration d'environ 10^8 UFC/ml fraîchement préparée est étalé à la surface de la gélose à trois reprises, en tournant la boîte à environ 60° après chaque application sans

oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même et finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose dans le but d'avoir une distribution égale de l'inoculum. Toutes les boîtes sont laissées sécher pendant 5 minutes.

E/- Création des puits

Des puits ont été créés à l'aide de l'extrémité de la pipette Pasteur et dans chaque trou 30µl= 30mg/ml d'extrait ont été pipetés. Le solvant d'extraction a été utilisé comme contrôle.

F/- Incubation

Toutes les boîtes de Pétri sont scellées avec du parafilm stérile. Elles sont maintenues à 4°C pendant 2h, puis incubées à 37°C pendant 24h.

J/- Expression des résultats

Après l'incubation, la valeur des diamètres d'inhibition où les microorganismes testés n'ont pas poussés (zone d'inhibition visible) est mesurée à l'aide d'un pied de coulisse ou une règle graduée en mm. La sensibilité des souches testées vis-à-vis les extraits est classée selon les diamètres des halos d'inhibition (**Ponce et al., 2003**).

- Diamètre inférieur à 8mm : non sensible (-) ou résistante
- Diamètre compris entre 9 à 14mm : sensible (+)
- Diamètre compris entre 15 à 19mm : très sensible (++)
- Diamètre supérieur 20mm : extrêmement sensible (+++)

K/- Etude Statistique

Le logiciel Microsoft Excel (Microsoft 365) a été utilisé pour l'analyse statistique des données. Les tableaux et graphiques ont été créés à l'aide de Microsoft Excel. Les résultats a été exprimées en moyenne \pm erreur standard « Mean \pm Standard Error »

Résultats et Discussions

III-1-Résultats de l'étude phytochimique

Tableau II : Résultats des tests phytochimique de *Moringa sp.*

Métabolites secondaire	Couleur	Résultats
Flavonoïdes	Jaune	+++
Tannins	Bleu-vert	+++
Terpènes	Bleu	+++
Tannins gallique	Bleu foncé	+++
Saponoside	Précipitation	+++
Coumarine	Rouge	-
Alcaloïde	Précipitation	+++
Quinone libre	Rouge	-
Anthocyanines	Rouge	+++

+++ : Très riche ++ : moyennement riche - : absence

Les tests colorimétriques (Annexe III) nous ont révélé que *Moringa sp* est très riche en substances bioactives suivante : flavonoïdes, tannins, terpènes, tannins galliques, alcaloïdes, et une absence des coumarines et des quinones libres (Tableau II).

Des recherches similaires menées par **Boudarn & Boukedroun, (2017)** sur le *Moringa oleifera* trouvé dans une communauté algérienne ont confirmé la forte présence de flavonoïdes, tanins, anthocyanes, alcaloïdes et saponosides qui ont contribué à leur activité biologique.

Tableau III : Résultats des tests phytochimique de *Artemisia sp.*

Métabolites secondaire	Couleur	Résultats
Flavonoïdes	Jaune	++
Tannins	Bleu-vert	+++
Terpènes	Bleu	+++
Tannins gallique	Bleu foncé	+++
Saponoside	Précipitation	+
Coumarine	Rouge	-
Alcaloïde	Précipitation	++
Quinone libre	Rouge	-
Anthocyanines	Rouge	-

+++ : Très riche ++ : moyennement riche + : trace - : absence

D'autre part, les tests colorimétriques de la plante *Artemisia sp* indique que cette plante est très riche en tannins, terpènes, tannins gallique et moyennement riche en flavonoïdes, alcaloïdes et des traces des saponosides. *L'Artemisia sp* ne contient pas des anthocyanines et des quinones libres (Tableau III).

Bekheti & Ghendouz, (2017) rapporte des rapports identiques de métabolites secondaires trouvés dans *Artemisia Judaica L.* qui ont montré la présence de polyphénols tels que les flavonoïdes et les tanins qui ont largement contribué à leur activité biologique.

Les métabolites secondaires sont reconnus par leurs activités biologiques telles que : les activités antibactérienne, anticancéreuse, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydantes (**Bruneton, 1999 ; Harborne, 1998**).

III-2 Etude des activités biologiques

III-2-1 Activité antioxydante

Nous avons réalisé la technique de FRAP pour l'évaluation de cette activité sur deux extraits de chaque plante, extrait éthanolique et extrait méthanol de la *Moringa* et de l'*Artemisia* et les résultats sont exprimés dans les figures suivantes :

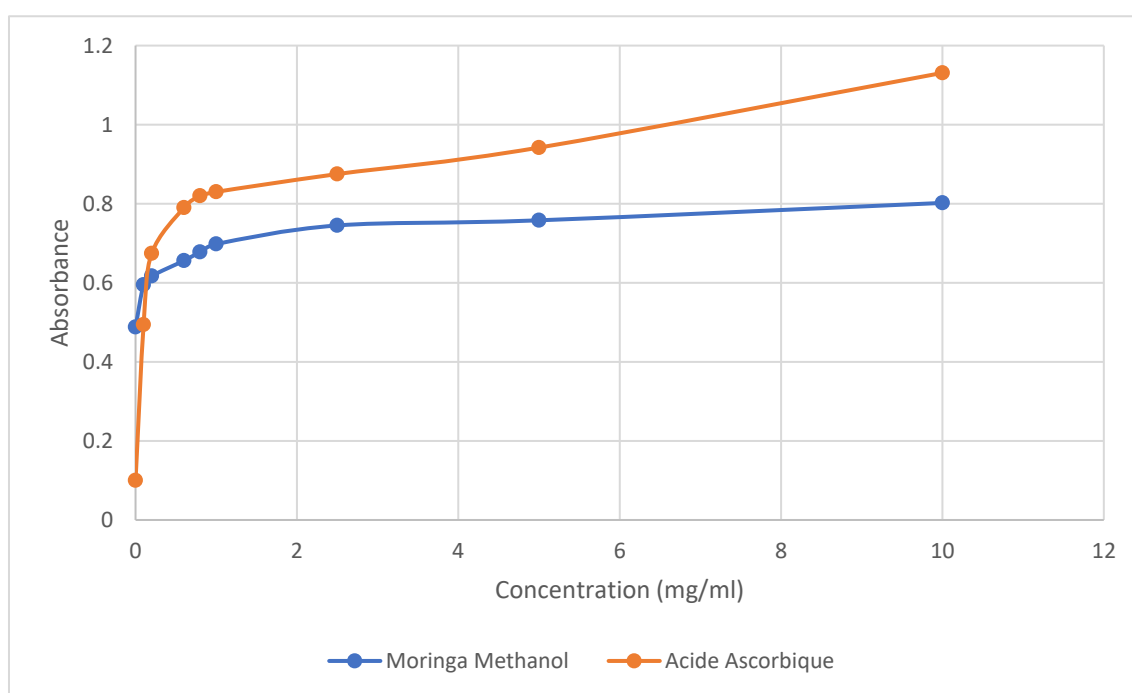


Figure 6 : Pouvoir réducteur des extraits méthanol de la *Moringa sp* et l'acide ascorbique.

Selon les résultats obtenus (**figure 6**) sur l'extrait méthanolique de la *Moringa sp* en utilisant la technique FRAP, l'acide ascorbique montre un fort effet antioxydant par rapport à l'extrait méthanolique de *Moringa sp*. Les deux graphiques augmentent avec l'augmentation de la concentration. L'extrait méthanolique de *Moringa sp* a montré qu'il possède une activité antioxydante. À une concentration de 0,615 mg / ml, le *Moringa sp* et l'acide ascorbique ont enregistré la même absorbance et donc des propriétés antioxydantes.

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{\text{Absorbance du blanc (700nm)} - \text{Absorbance de l'extrait (700nm)}}{\text{Absorbance du blanc (700nm)}} \times 100$$

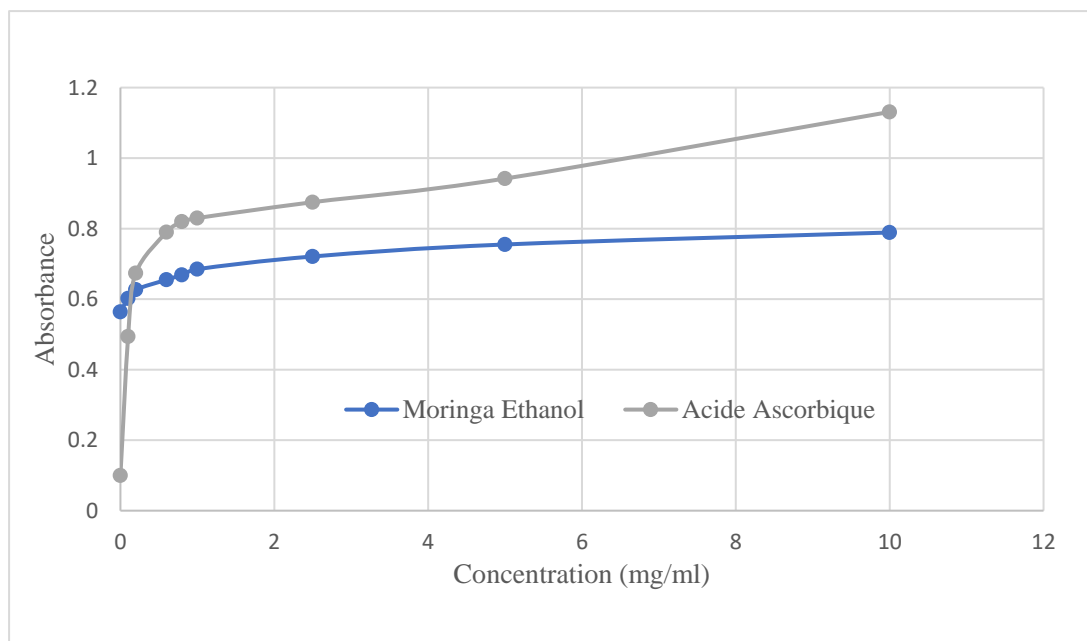


Figure 7 : Pouvoir réducteur des extraits éthanol de la *Moringa sp* et l'acide ascorbique.

L'extrait éthanolique de *Moringa sp* présente une représentation graphique (**figure 7**) similaire à celle de l'acide ascorbique utilisé comme produit antioxydant standard. Dans les résultats, l'acide ascorbique continue de montrer un pouvoir antioxydant plus élevé. *Moringa sp* enregistre la même capacité antioxydante que celle de l'acide ascorbique à 0,0725 mg / ml.

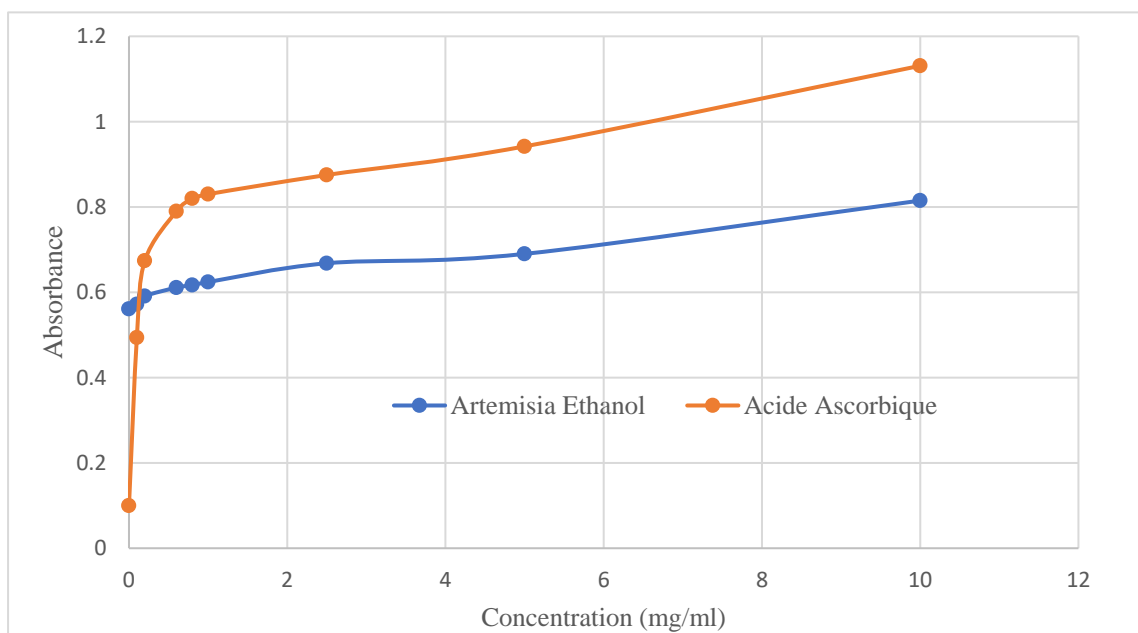


Figure 8 : Pouvoir réducteur des extraits éthanol de l'*Artemisia sp* et l'acide ascorbique.

Sur la base de cette courbe (figure 8), une augmentation constante est observée de l'extrait éthanoïque d'*Artemisia sp*, qui représente une propriété antioxydante mais inférieure à celle de l'acide ascorbique. À une concentration de 0,0725 mg / ml, une absorbance enregistrée par l'acide ascorbique et l'extrait éthanoïque d'*Artemisia sp* représente le même pouvoir antioxydant.

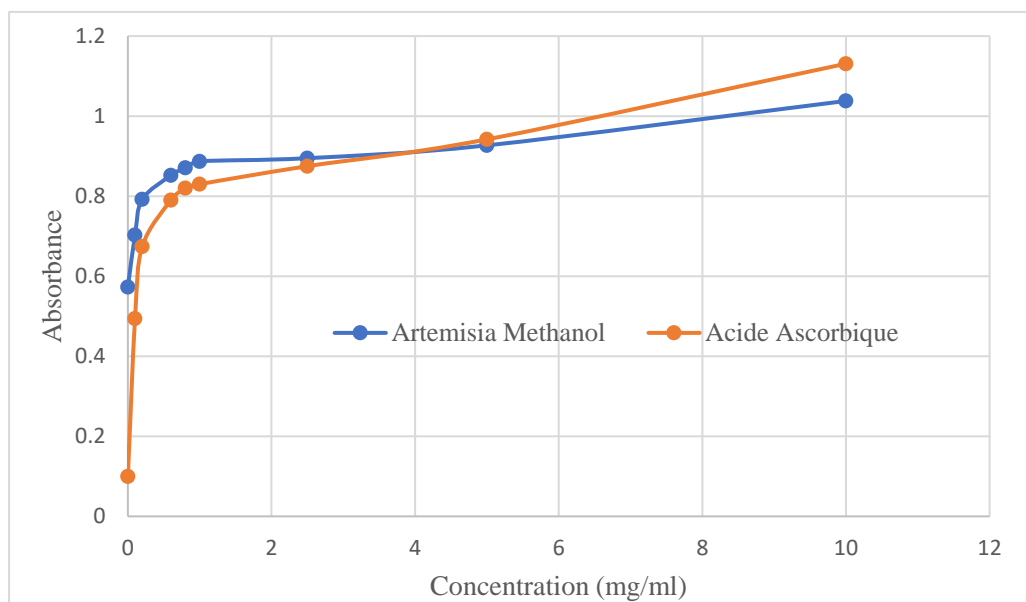


Figure 9 : Pouvoir réducteur des extrait méthanol de l'*Artemisia sp* et l'acide ascorbique.

L'extrait méthanoïque d'*Artemisia sp* présente également une propriété antioxydante par rapport à l'acide ascorbique. Les deux lignées enregistrent un pouvoir antioxydant avec absorbance de 0,85 à une concentration de 0,09 mg / ml (figure 9). Nos résultats ont montré que le pouvoir réducteur est toujours proportionnel à l'augmentation de la concentration des extraits (Ozkurt et al., 2007).

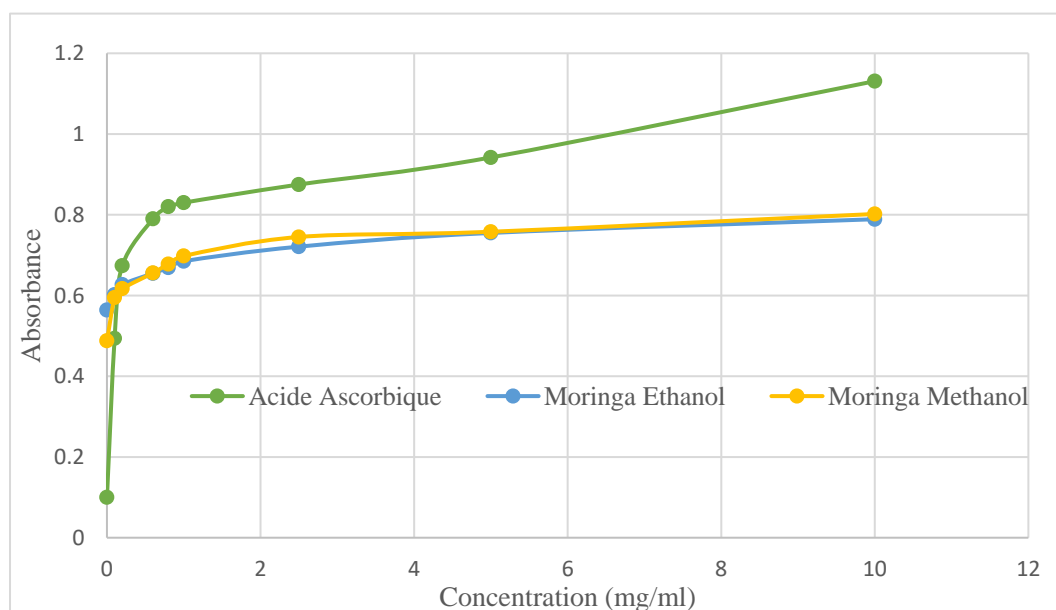


Figure 10 : Pouvoir réducteur des extrait méthanol et éthanol de la *Moringa sp* et l'acide ascorbique.

Une étude entre l'extrait éthanoïque et l'extrait méthanoïque (figure 10) de *Moringa sp* contre l'acide ascorbique montre que le pouvoir antioxydant de l'acide ascorbique est supérieur à celui de l'extrait éthanoïque et méthanoïque de la *Moringa sp*. Cependant, les deux extraits organiques montrent relativement le même pouvoir antioxydant. Ils ont présenté une absorbance similaire à des concentrations de 0,6 mg / ml, 0,8 mg / ml, 1 mg / ml et 5 mg / ml.

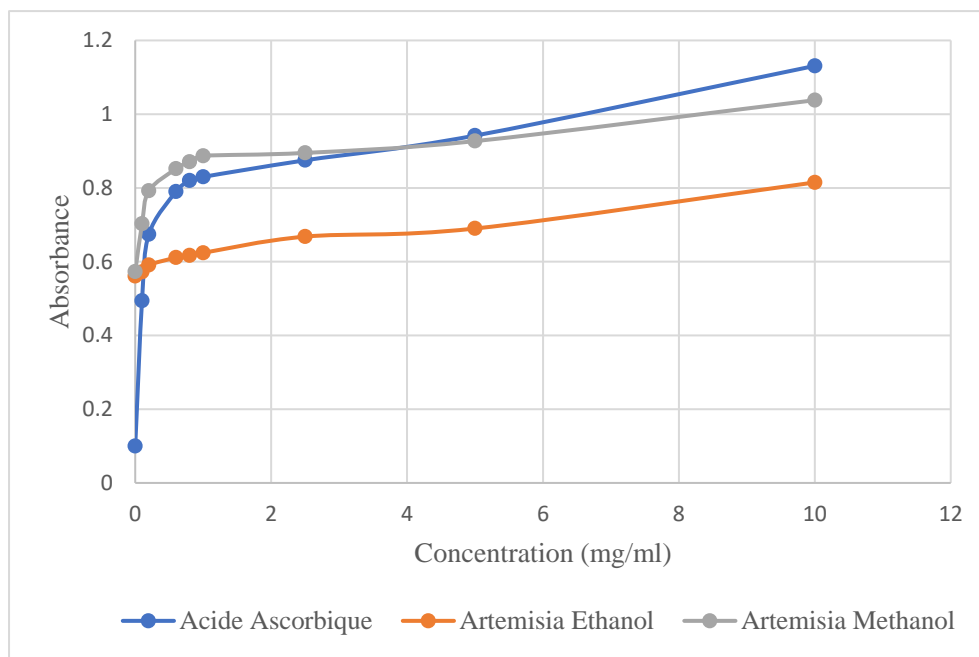


Figure 11 : Pouvoir réducteur des extrait éthanol et méthanol de *l'Artemisia sp* et l'acide ascorbique

Selon les résultats obtenus (figure 11), l'extrait méthanoïque d'*Artemisia sp* présente un fort pouvoir antioxydant par rapport à celui de l'extrait éthanolique d'*Artemisia sp*.

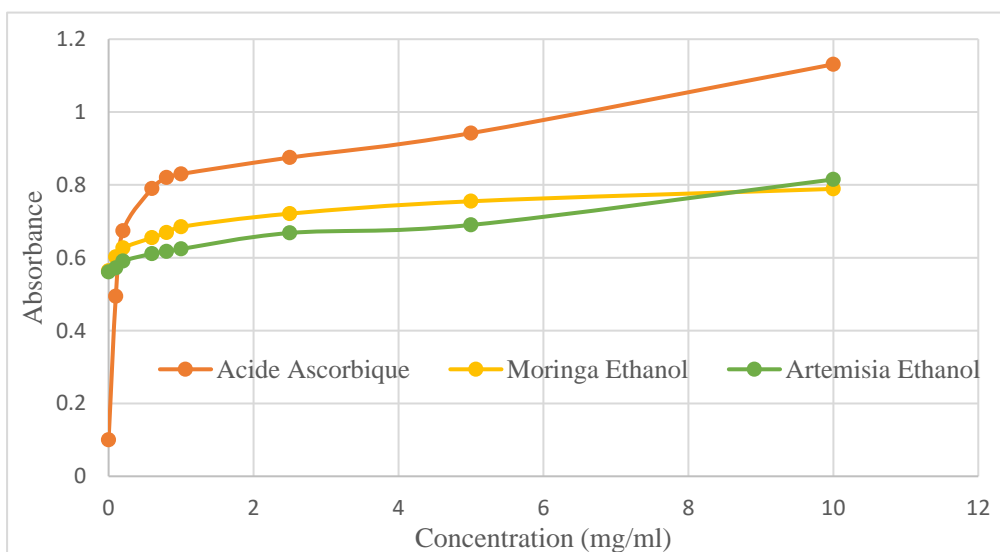


Figure 12 : Pouvoir réducteur des extraits éthanolique de *l'Artemisia sp*, *Moringa sp* et l'acide ascorbique

Une étude comparante l'extrait éthanolique de *Moringa sp* et *Artemisia sp* montre que l'extrait éthanolique de *Moringa sp* possède une propriété antioxydante plus forte que l'extrait éthanolique d'*Artemisia sp*. Mais, l'acide ascorbique présente toujours un pouvoir réducteur supérieur aux deux plantes.

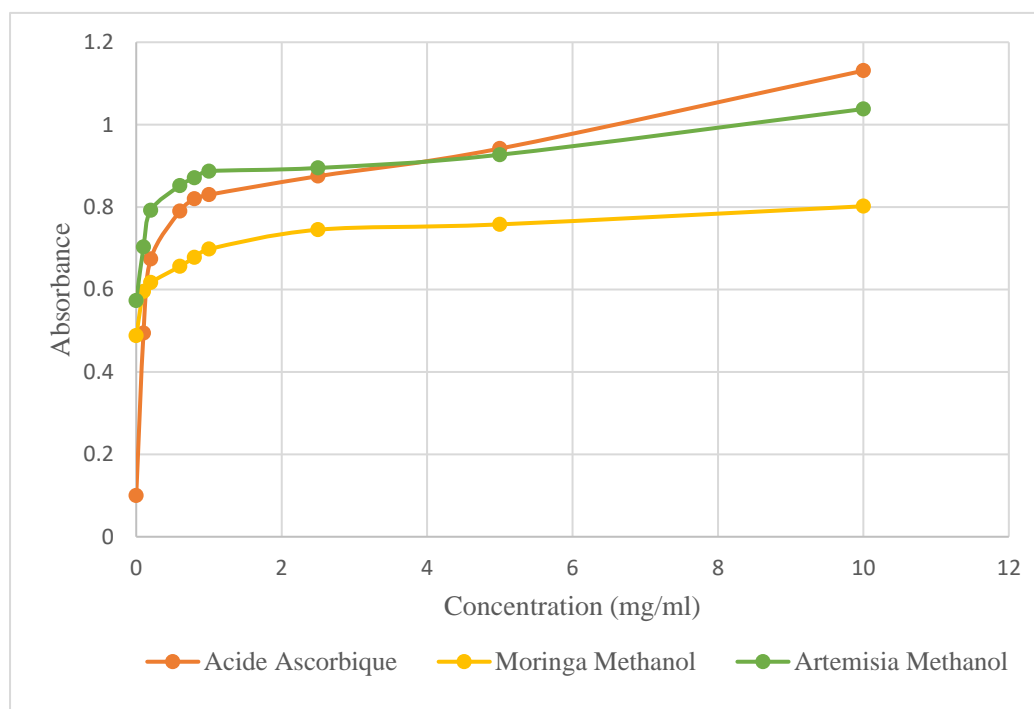


Figure 13 : Pouvoir réducteur des extrait méthanol de l'*Artemisia sp*, *Moringa sp* et l'acide ascorbique

En figure 20, l'extrait de méthanol d'*Artemisia sp* présente un pouvoir réducteur plus fort que *Moringa sp*. Cette courbe est proche de celle de l'acide ascorbique.

Comme les résultats antioxydants obtenus dans notre étude d'*Artemisia sp*, *Artemisia campestris* (L.), une autre espèce appartenant à la même famille et également trouvée en Algérie, a été rapportée par **Kundan & Anupam, (2011)** pour piéger les radicaux formés par le traitement au tétrachlorure de carbone entraînant une protection contre la toxicité hépatique induite par le tétrachlorure de carbone.

De tous les résultats obtenus dans la détermination des propriétés antioxydantes des deux espèces de plantes en utilisant différents extraits montre un résultat positif du pouvoir antioxydant. Ces résultats peuvent s'expliquer par la présence de métabolites secondaires, en particulier des flavonoïdes qui sont détectés dans l'extrait aqueuse de notre étude (screening phytochimique).

Il a été suggéré que les flavonoïdes est particulièrement efficace pour prévenir la peroxydation lipidique, qui est à l'origine du vieillissement et de plusieurs troubles comme l'athérosclérose, le diabète et l'inflammation. Selon des études, la quercétine aide à réduire la peroxydation lipidique.

D'autres flavonoïdes comme la rutine, la myricétine et la quercétine, en plus de la quercétine, aident à prévenir la génération de radicaux superoxydes (Panche et al., 2016)

Selon Bhattacharya et al., (2018), la feuille de *Moringa oleifera* a révélé un total de 35 composés ; les composés importants isolés étaient l'acide n'hexadécanoïque, l'acide tétradécanoïque, l'acide cis-vaccénique, l'acide octadécanoïque, le palmitoyl-chlorure, le bêta-l-rhamnofuranoside, le 5-O-acétyl-thio-octyle, le gamma-sitostérol et le pregna-7-diène-3-ol-20-one. Certains d'entre eux ont été signalés pour présenter un effet antioxydant.

III-2-2 Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne d'extrait méthanol et éthanolique d'*Artemisia sp* et *Moringa sp* a été évaluée par la méthode de diffusion en milieu gélose, et la sensibilité des bactéries se mesure par rapport aux diamètres d'inhibition observées.

Les résultats relatifs à l'activité antibactérienne de les deux extraits sont mentionnés dans les **Tableau IV** et **Tableau V**.

Tableau IV : Résultats d'activité antibactérienne de la feuille de la *Moringa sp*.

Bactéries	Concentration (30mg/ml = 30µl)	
	Zone (diamètre) d'inhibition (en mm)	
	Extrait éthanolique	Extrait méthanol
<i>S. aureus</i>	15mm ± 1.00	14.00mm ± 2.00
<i>B. subtilis</i>	15.5mm ± 0.50	13.50mm ± 0.50
<i>E. coli</i>	14mm ± 1.00	13.00mm ± 1.00

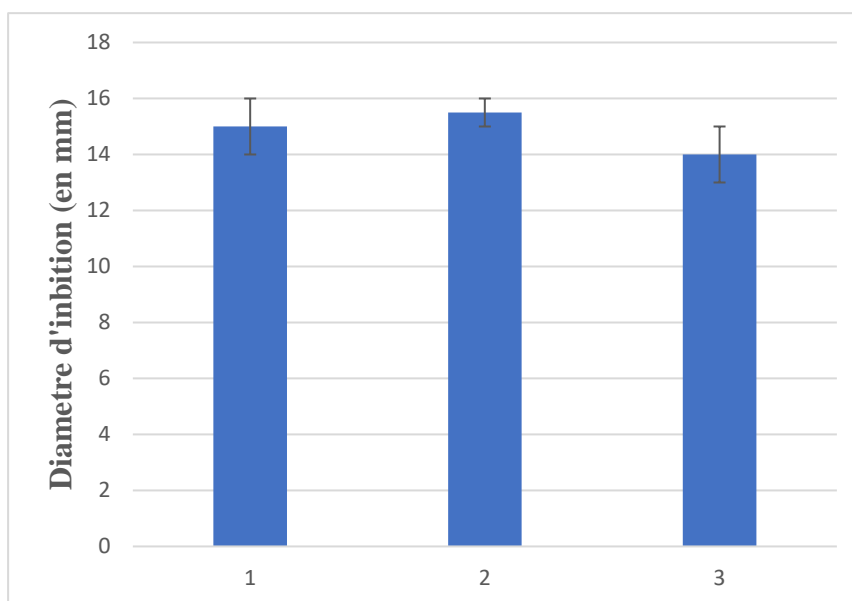


Figure 14 : Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait éthanol de la *Moringa sp.*

1= *Staphylococcus aureus*, 2= *Bacillus subtilis*, 3= *Escherichia coli*.

Selon les résultats obtenus, toutes les souches bactériennes étaient sensibles à l'extrait éthanolique de *Moringa sp.*, les bactéries Gram positif (*B. subtilis* et *S. aureus*) étaient plus sensibles que les bactéries Gram négatif (*E. coli*). À une concentration similaire de 30mg / ml, l'extrait éthanolique a montré un fort effet antibactérien. *B. subtilis* et *S. aureus* ont enregistré presque un diamètre d'inhibition similaire, *S. aureus* ayant 15,00±1,00 mm et *B. subtilis* enregistrant 15,5±0,50mm. *E. coli* (Gram négatif) a enregistré un diamètre de 14,00±1,00 mm

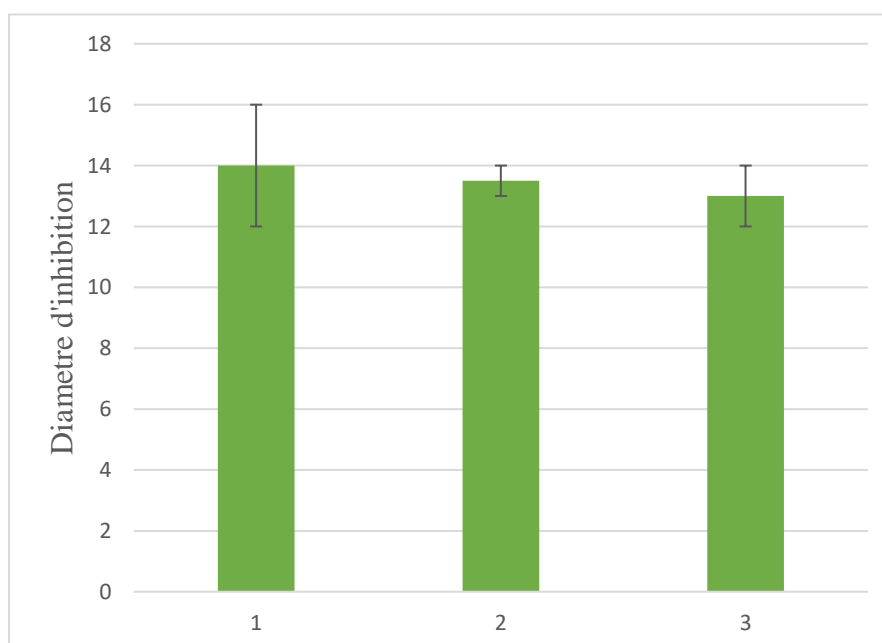


Figure 15 : Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait méthanol de la *Moringa sp.*

1= *Staphylococcus aureus*, 2= *Bacillus subtilis*, 3= *Escherichia coli*

L'extrait méthanoïque des feuilles de *Moringa sp* a également montré un fort effet antibactérien contre toutes les souches bactériennes parmi lesquelles la bactérie la plus sensible était *S. aureus* avec un diamètre d'inhibition de $14,00 \pm 2,00$ mm, suivie de celle de *B. subtilis* avec un diamètre de $13,50 \pm 0,50$ mm et enfin celle d'*E. coli* qui s'est révélée la moins sensible avec un diamètre de $13,00 \pm 1,00$ mm. Tous les extraits ont également été administrés à une concentration similaire de 30 mg/ml (figure 15)

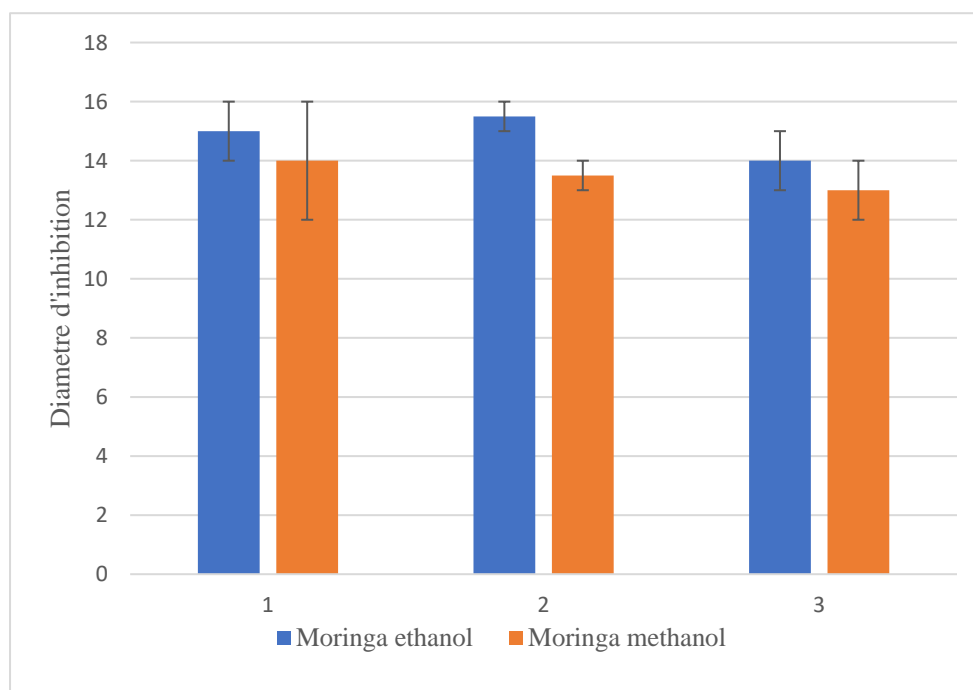
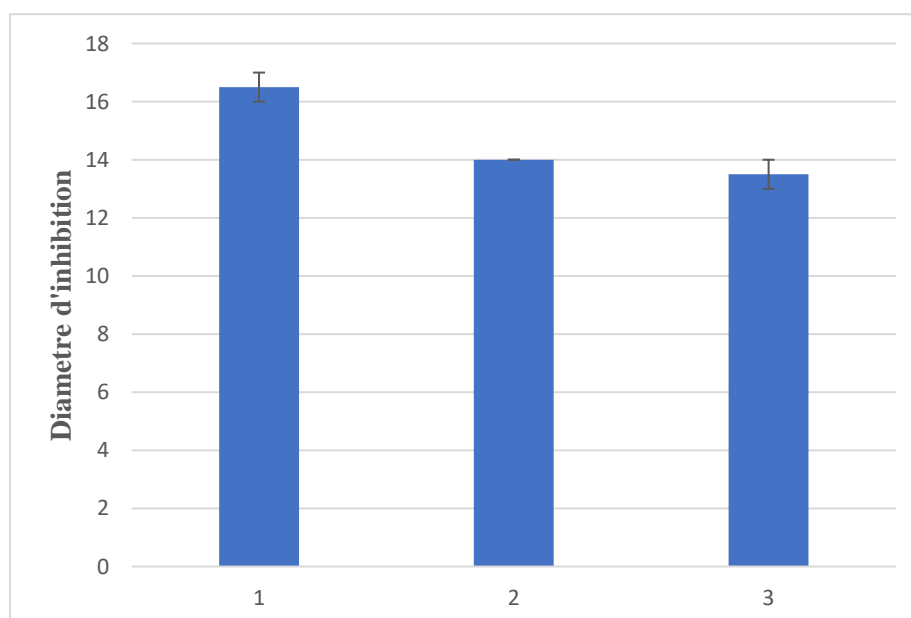


Figure 16 : Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait éthanol et méthanol de la *Moringa sp*. 1= *Staphylococcus aureus*, 2= *Bacillus subtilis*, 3= *Escherichia coli*

Une analyse graphique de l'effet antibactérien de *Moringa sp* (figure 16) sur les souches bactériennes (*S. aureus*, *B. subtilis* et *E. coli*) respectivement montre un effet antibactérien plus fort pour l'extrait éthanoïque par rapport à l'extrait méthanoïque. À une concentration 30 mg /ml des deux extraits, les résultats correspondent aux recherches de Mohsen & Ammar, (2009) ont prouvé que l'éthanol était le meilleur solvant pour l'extraction des composants phénoliques suivis du méthanol. Entre les deux extraits, *S. aureus* et *E. coli* ont enregistré une différence de 1 mm de diamètre tandis que *B. subtilis* a enregistré une différence de diamètre de 2 mm.

Tableau V : Résultats d'activité antibactérienne de la partie aérienne de *l'Artemisia sp*

Bactéries	Concentration (30mg/ml = 30µl)	
	Zone (diamètre) d'inhibition (en mm)	
	Extrait éthanolique	Extrait méthanol
<i>S. aureus</i>	16.50± 0.50	12.50mm ± 1.50
<i>B. subtilis</i>	14.00mm ± 0.00	13.00mm ± 1.00
<i>E. coli</i>	13.5mm ± 0.50	12.00mm ± 1.00

**Figure 17** : Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait éthanol de l'*Artemisia sp*.

1= *Staphylococcus aureus*, 2= *Bacillus subtilis*, 3= *Escherichia coli*

Les résultats obtenus (figure 17) montrent que toutes les souches bactériennes étaient sensibles, les bactéries Gram positif (*B. subtilis* et *S. aureus*) étant plus sensibles que la bactérie Gram négatif (*E. coli*). Avec la même concentration administrée contre toutes les souches, *S. aureus* présente un diamètre d'inhibition plus important de 16,50±0,50 mm par rapport à celui de *B. subtilis* et *E. coli* avec des diamètres de 14,00±0,00 mm et 13,50 ± 0,50 mm respectivement. *E. coli* présente le moins de diamètre et étant une bactérie Gram négatif, elle correspond aux résultats d'études antérieures

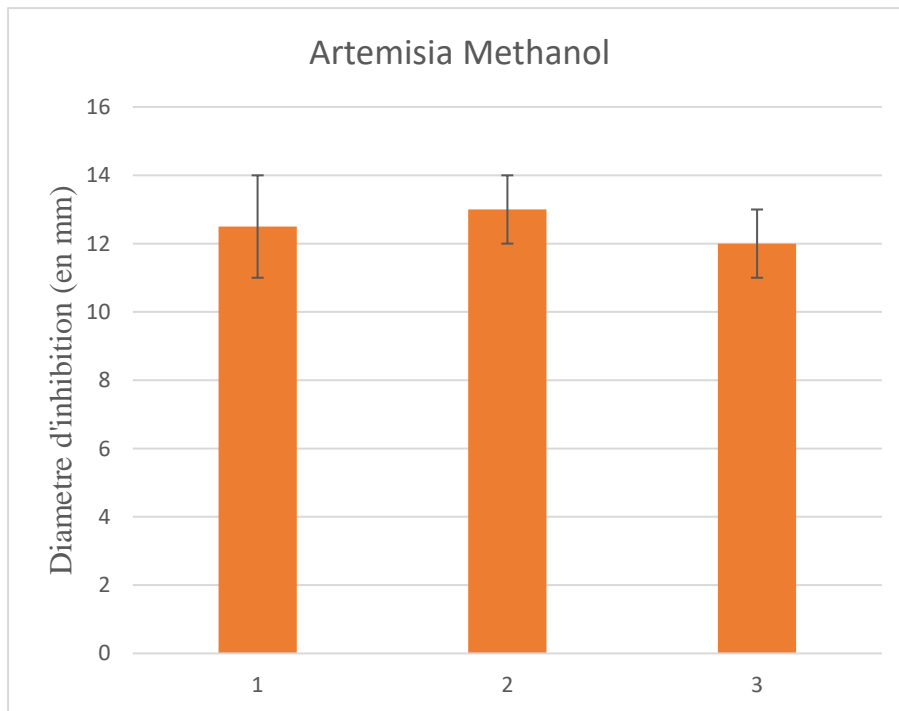


Figure 18 : Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait méthanol de l'*Artemisia sp.*
 1= *Staphylococcus aureus*, 2= *Bacillus subtilis*, 3= *Escherichia coli*

D'autre part, *B. subtilis* a présenté le plus grand diamètre d'inhibition de 13,00±1,00mm suivi de celui de *S. aureus* 12,50±1,50mm et *E. coli* d'un diamètre de 12,00±1,00mm pour l'extrait méthanol de l'*Artemisia sp.* Les résultats obtenus continuent de correspondre aux recherches antérieures basées sur la sensibilité aux bactéries Gram positif et Gram négatif.

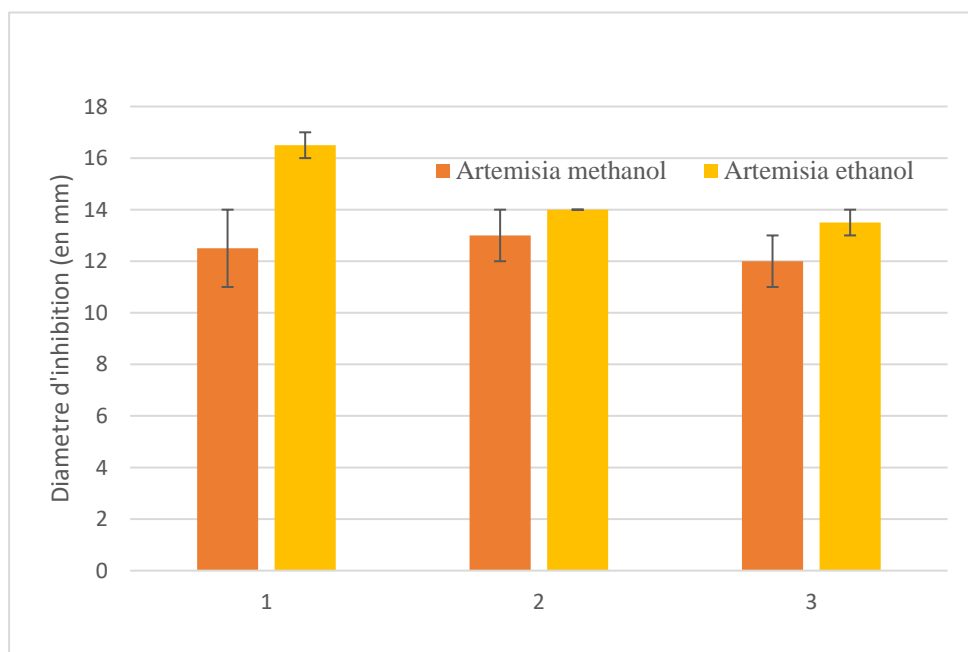


Figure 19 : Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait éthanol et méthanol de l'*Artemisia sp.* 1= *Staphylococcus aureus*, 2= *Bacillus subtilis*, 3= *Escherichia coli*

Une représentation de l'activité antibactérienne des deux extraits d'*Artemisia sp* présente également l'éthanol comme un solvant d'extraction supérieur au méthanol. À l'exception de *S. aureus* avec une différence de diamètre de 4 mm, *B. subtilis* et *E. coli* ont enregistré une différence de diamètre de 1 mm et 1,50 mm respectivement (figure 19).

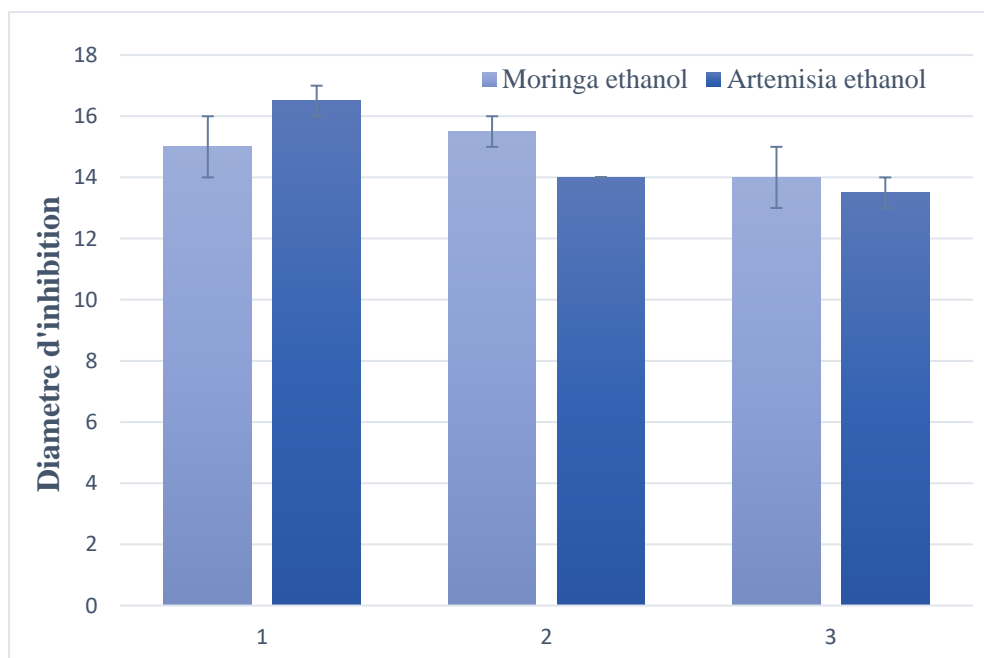


Figure 20 : Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait éthanol de l'*Artemisia sp* et de la *Moringa sp*. 1= *Staphylococcus aureus*, 2= *Bacillus subtilis*, 3= *Escherichia coli*

Une comparaison entre l'extrait de *Moringa sp* éthanoïque et l'*Artemisia sp* montrent que *S. aureus* était plus sensible à l'*Artemisia sp* que le *Moringa sp* alors que *B. subtilis* et *E. coli* avaient de la *Moringa sp* enregistrant un diamètre d'inhibition plus élevé. Selon Ponce et al., (2003), *S. aureus* peut être classé comme très sensible ayant à la fois un diamètre compris entre 15 et 19 mm. *B. subtilis* est considéré comme très sensible à l'extrait éthanoïque de *Moringa sp* et sensible à *Artemisia sp* pour enregistrer un diamètre compris entre 15 et 19 mm et 9 à 14 mm respectivement

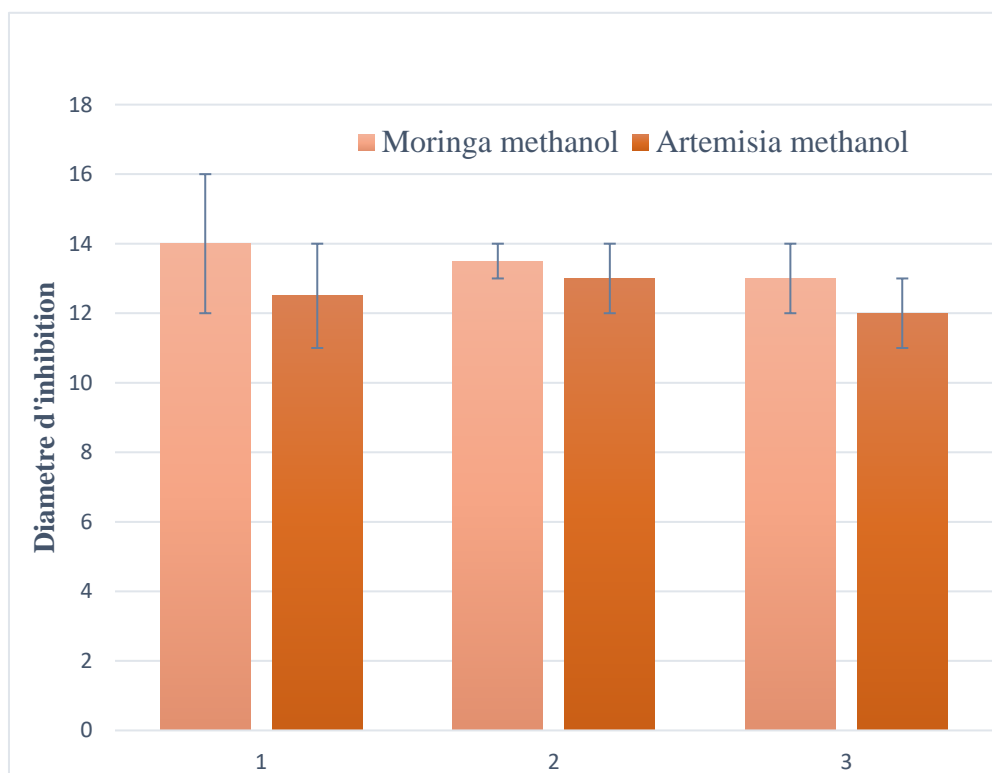


Figure 21 : Sensibilité des souches bactérienne vis-à-vis de l'extrait méthanol de l'*Artemisia sp* et de la *Moringa sp*. 1= *Staphylococcus aureus*, 2= *Bacillus subtilis*, 3= *Escherichia coli*

Une étude comparant l'activité antibactérienne de l'extrait méthanoïque de *Moringa sp* et *Artemisia sp* selon à **Ponce et al., (2003)** montre que *S. aureus* est sensible (9 à 14 mm) pour enregistrer 14,00±2,00 mm (*Moringa sp*) et 12,50 ±1,50 (*Artemisia sp*). *S. subtilis* et *E. coli* sont également considérés comme sensibles pour enregistrer des diamètres compris entre 9 et 14mm.

Bhattacharya et al., (2018) rapporte que l'extraitthanolique de feuille de *Moringa oleifera* appartenant à la même famille de Moringaceae a montré une activité antimicrobienne contre toutes les bactéries testées.

L'extrait méthanolique de feuilles de *M.oleifera* a inhibé les agents pathogènes des voies urinaires, tels que *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *S. saprophyticus* et *E. coli*. Des résultats qui sont cohérents avec ce que nous avons trouvé comme activité antibactérienne de la *Moringa sp*. Selon ses recherches, les flavonoïdes, les tanins, les stéroïdes, les alcaloïdes, les saponines, l'isothiocyanate de benzyle et le benzylglucosinolate se sont avérés responsables de l'activité antimicrobienne. Le criblage phytochimique du *Moringa sp* a enregistré certains de ces composés qui présentent des propriétés antibactériennes.

Des études menées par **Abd Rani et al., (2018)** utilisant de l'extrait méthanolique de feuilles de *M. oleifera* ont montré un antibactérien contre *Enterobacter sp.*, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae* avec une zone d'inhibition de 8–23.2mm

L'effet inhibiteur des extraits peut s'expliquer par les différents constituants chimiques. L'alcool permet une meilleure extraction des composés moins polaires comme des dérivés terpéniques, tel que ceux identifiés dans *l'Artemisia sp* et de la *Moringa sp*.

Les polyphénols, tel que les tannins et les flavonoïdes, comme la catéchine, et la quercétine, (Shan et al., 2007) sont des substances antibactériennes importantes.

Chabot et al., 1992 rapporte que les composés les moins polaires comme les flavonoïdes manquant le groupement hydroxyle sur leur cycle B sont plus actifs vis-à-vis des microorganismes que ceux portant le groupe OH. D'autre part, Mori et al., 1987 ont trouvé que les flavonoïdes trihydroxyles 3', 4' et 5' sur le cycle B et substitués 3-OH sont nécessaires pour l'activité antimicrobienne.

Conclusion

Conclusion et Perspective

De nos jours, un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales possède des propriétés biologiques très importantes qui trouvent de nombreuses applications dans divers domaines à savoir en médecine, en pharmacie, en cosmétologie et en agriculture. Ce regain d'intérêt vient d'une part du fait que les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substance bioactive, et d'autre part les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les utilisateurs qui ce retournement vers des soins moins agressifs pour l'organisme.

Ce travail s'inscrit dans le cadre de valorisation de la flore Algérienne, il a porté sur une plante du Sahara algérien appartenant à la famille des astéracées : *Artemisia sp* et la famille des Moringaceae : *Moringa sp*. Dans le présent travail, différents aspects d'*Artemisia sp* et *Moringa sp* ont été étudiés : composition phyto-chimique, activité antioxydante et activité antibactérienne des extraits méthanol et éthanol. Elle a été récoltée à Tamanrasset.

Le screening phyto-chimique a mis évidence la richesse de l'extrait aqueux en composé polyphénols de *Moringa sp* (les flavonoïdes, les tannins et les anthocyanes) et des alcaloïdes. *L'Artemisia sp* est aussi riche en les flavonoïdes, les tannins et alcaloïdes mais absence des anthocyanes.

L'activité antioxydante de deux plantes a été évaluée par le test anti-radicalaire qui consiste à estimer la pouvoir réducteur par la technique FRAP. Les résultats des extraits méthanol et éthanol de la *Moringa sp* étaient inférieurs à celle de l'acide ascorbique. C'était le même pour *l'Artemisia sp*, les extraits ont montré une bonne activité par rapport à celle acide ascorbique. Les deux plantes cependant, avaient une activité antioxydante avec l'extrait méthanol ayant un très fort pouvoir réducteur.

Pour l'activité antimicrobienne, les deux plantes collectées de Tamanrasset présentent une action antibactérienne contre les bactéries Gram+ : *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis* surtout de *S. aureus* de l'extrait méthanol de *l'Artemisia sp*. L'extrait éthanol a eu une action antibactérienne importante sur la bactérie Gram-.

Ce travail peut être considéré comme un point de départ pour d'autres travaux de recherche sur les effets bénéfiques des extraits de la *Moringa sp* et l'*Artemisia sp*. Sachant que notre pays possède une biodiversité immense dont chaque plante se caractérise par un réservoir assez important de métabolites secondaires avec des caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques particulières qui demandent d'être exploitées par les recherches, de cet effet, et comme perspectives on propose de :

- Identifier les deux plantes
- Faire une étude phytochimique sur toutes les parties de l'*Artemisia sp* et la *Moringa sp*.
- Compléter ce travail par la purification et l'identification de diverses molécules, en utilisant des techniques chromatographiques, spectrales et spectrophotométriques naturelles qui pourront répondre aux différents problèmes de la santé et d'être un alternatif des médicaments synthétiques.
- Développer des médicaments antiradicalaires et antimicrobien à base de plantes, doués d'une activité antioxydante et antimicrobien.

Références bibliographiques

Référence bibliographique

Abd Rani, N., Husain, K., & Kumolosasi, E. (2018). Moringa Genus: A Review of Phytochemistry and Pharmacology. *Front. Pharmacol*, 9, 108. doi:10.3389/fphar.2018.00108

Ain, Q.-U., Khan, H., Mubarak, M. S., & Pervaiz, A. (2016). Plant Alkaloids as Antiplatelet Agent: Drugs of the Future in the Light of Recent Developments. *Frontiers in Pharmacology*, 7. doi:10.3389/fphar.2016.00292

Alam, M., Subhan, N., Hossain, H., Hossain, M., Reza, H., Rahman, M. M., & Ullah, M. O. (2016). Hydroxycinnamic Acid Derivatives: A Potential Class of Natural Compounds for the Management of Lipid Metabolism and Obesity. *Nutrition & Metabolism*.

Appiah-Opong, R., Ankrah, N.-A., Nyarko, A. K., & Ofosuhen, M. (2014). Phytomedicines: Safety and efficacy studies on Ghanaian medicinal plants. In C. A.-M. KA Koram, *Towards effective disease control in Ghana: Research and policy implication (Vol. 2 Other infectious diseases and health systems pp. 275-289)*. University of Ghana Reader: Sub-Saharan Publishers.

Avissar, N., Whitin, J. C., Allen, P. Z., Wagner, D. D., Liegey, P., & Cohen, H. J. (1989). Plasma selenium-dependent glutathione peroxidase. Cell of origin and secretion. *The Journal of biological chemistry*, 264(27), 15850–15855.

***Azadirachta indica*. (2022, April 23).** Retrieved May 5, 2022, from Wikipedia Encyclopedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Azadirachta_indica

Barboni, T. (2006). Contribution de méthodes de la chimie analytique à l'amélioration de la qualité. *Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université de corse*, 26-27.

Bazaka, K., Jacob, M. V., Chrzanowski, W., & Ostrikov, K. (2015). Anti-bacterial surfaces: natural agents, mechanisms of action, and plasma surface modification. *RSC Adv.*, 48739-48759.

Bekheti, R., & Ghendouz, Y. (2017). Evaluation des activités biologiques de l'extrait aqueux et de l'huile essentielle d'*Artemisia judiaca* L. récoltée dans la région de Tamanrasset. *Mémoire fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master. Université Blida 1*

- Benani, S. (2014).** Etude phytochimique et activités biologiques des extraits d'*Artemisia herba alba* (Armoise blanche) de la région d'Ain Safra (Tlemcen). *Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme en biologie*.
- Bernhoft, A. (2010).** Bioactive compounds in plants – benefits and risks for man and animals. *The Norwegian Academy of Science and Letters* (pp. 11-17). Oslo: The Norwegian Academy of Science and Letters Press.
- Bessas, A., Benmoussa, L., & Kerarma, M. (2007).** Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud Algérien. *Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en biologie*.
- Boudarn, S., & Boukedroun, A. (2017).** Evaluation l'activité antibactérienne et antioxydante des extraits de *Moringa oleifera* Lam, de la région d'Adrar. *Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master. Université de Blida 1*.
- Britannica. (2020, May 20).** *alkaloid*. (T. E. Encyclopaedia, Editor) Retrieved from Encyclopedia Britannica: <https://www.britannica.com/science/alkaloid>
- Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. *In: Technique et Documentation Lavoisier, Paris*, 418-419.
- Camptothecin. (2022, April 26).** Retrieved May 5, 2022, from Wikipedia Encyclopedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Camptothecin>
- Cowan, M. (1999).** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12, 564-582.
- Dabas, D. (2018).** Polyphenols as Colorants. *Advances in Food Technology and Nutritional Sciences - Open Journal, SE*, S1-S6. doi:10.17140/AFTNSOJ-SE-2-101
- Delano, M. L., Mischler, S. A., & Underwood, W. J. (2002).** Chapter 14 - Biology and Diseases of Ruminants: Sheep, Goats, and Cattle. In J. G. Fox, L. C. Anderson, F. M. Loew, & F. W. Quimby (Eds.), *Laboratory Animal Medicine (Second Edition)* (Second Edition ed., pp. 519-614). Burlington: Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-012263951-7/50017-X>
- Diallo, A. (2005).** Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzgium guineense* Willd. (MYRTACEAE). *Thèse de Doctorat Mali*.

- Dixon, R., Dey, P., & Lamb, C. (1983).** Phytoalexins: Enzymology and molecular biology. *Advanced Enzymology*, 1-136.
- Favier, A. (2003).** Le stress oxydant Interet conceptuel et experimental dans la comprehension des mecanismes des maladies et potentiel therapeutique. *L'actualite chimique*, 108-115.
- Garlic. (2022, April 23).** Retrieved May 5, 2022, from Wikipedia Encyclopedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Garlic>
- Gašić, U., Milojković-Opsenica, D., & Tešić, Ž. (2017).** Polyphenols as Possible Markers of Botanical Origin of Honey. *Journal of AOAC International*, 853-861.
- Ghosh, D. (2015).** Tannins from Foods to Combat Diseases. *International Journal of Pharma Research & Review*.
- Gregersen, N., Bross, P., Vang, S., & Christensen, J. (2006, 02).** Protein Misfolding and Human Disease. *Annual review of genomics and human genetics*, 7, 103-24.
- Gutteridge, J. (1993).** Free radicals in disease processes: a compilation of cause and consequences. *Free Radical Research Commun*, 141-158.
- Harborne, J. (1998).** *Textbook of Phytochemical Methods. A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. London: Chapman and Hall Ltd.
- Hartl, F. U. (2017).** Protein Misfolding Diseases. *Annual Review of Biochemistry*, 86, 21-26.
- Hemingway, R. W. (1989).** Structural Variations in Proanthocyanidins and Their Derivatives. In R. W. Hemingway, & J. J. Karchesy (Eds.), *Chemistry and Significance of Condensed Tannins* (pp. 83--107). Boston, MA: Springer US.
- Igor Passi, L. (2002).** Etude des activites biologique de Fagara zanthoxyloides, lam (Rutaceae). *These de pharmacie*, 133.
- Jacques, B., & Andre, R. (2004).** Biochimie metabolique. *Ed ellipses*, 217-225.
- Jun, S. (2018).** Chapter 13 - Intestinal organoids in studying host–bacterial interactions. In J. A. Davies, & M. L. Lawrence (Eds.), *Organoids and Mini-Organs* (pp. 247-253). Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812636-3.00013-4>

- Khan, M. A. (2022, April 22).** *Introduction and Importance of Medicinal Plants and Herbs*. Retrieved from National Health Portal India: https://www.nhp.gov.in/introduction-and-importance-of-medicinal-plants-and-herbs_mtl#:~:text=Medicinal%20plants%20such%20as%20Aloe,their%20day%20to%20day%20life
- Mahmood, K. T., Mugal, T., & Haq, I. U. (2010).** Moringa oleifera: a natural gift-A review. *J. Pharm. Sci. & Res*, 775-781.
- Mirabaud, M. I. (2003).** Entérobactéries à Béta-lactamases à spectre élargi en pédiatrie en 1996. *Thèse pour obtenir le grade de Docteur en médecine. Université de Genève*, 2-8.
- Nauciel, C. (2000).** *Bacteriologie medical* (Masson ed.). Paris.
- Nielsen, S. (2010).** Analyse des aliments. *Serie de textes sur les sciences alimentaire*, 88.
- Nishiumi, S., Miyamoto, S., Kawabata, K., Ohnishi, K., Mukai, R., Murakami, A., . . . Terao, J. (2011).** Dietary flavonoids as cancer-preventive and therapeutic biofactors. *Frontiers in bioscience (Scholar edition)*, 1332-62.
- Padayachee, B., & Baijnath, H. (2012).** An overview of the medicinal importance of Moringaceae. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(48), 5831-5839. doi:10.5897/JMPR12.1187
- Pérez-Torrado, Roberto, & Querol, A. (2016).** Opportunistic Strains of *Saccharomyces cerevisiae*: A Potential Risk Sold in Food Products. *Frontiers in Microbiology*.
- Petruzzello, M. (2022, May 5).** *Neem*. Retrieved from The Britannica Encyclopaedia: <https://www.britannica.com/plant/neem-tree>
- Planet, P. J. (2018).** 155 - *Pseudomonas aeruginosa*. In S. S. Long, C. G. Prober, & M. Fischer (Eds.), *Principles and Practice of Pediatric Infectious Diseases (Fifth Edition)* (pp. 866-870.e1). Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-40181-4.00155-9>
- Poljsak, B., Dahmane, R., & Godic, A. (2013).** Skin and antioxidants. *Journal of cosmetic and laser therapy : official publication of the European Society for Laser Dermatology*, 15(2), 107–113. doi:<https://doi.org/10.3109/14764172.2012.758380>
- Rabahi, S. (2013).** Etude phytochimique et activités biologique des extraits d'*Artemisia herba alba* de la région de Ghardaia. *Memoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme master en biologie*.

Référence bibliographique

Rice-evans, C. A., Miller, N. J., Bolwell, P. G., Bramley, P. M., & Pridham, J. B. (1995). The Relative Antioxidant Activities of Plant-Derived Polyphenolic Flavonoids. *Free Radical Research*, 22(4), 375-383. doi:10.3109/10715769509145649

Rosemary. (2022, May 4). Retrieved May 6, 2022, from Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Rosemary>

Soybean. (2022, April 29). Retrieved May 5, 2022, from Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Soybean>

Tropical Medicine. (n.d.). Retrieved May 5, 2022, from World Health Organisation: <https://www.afro.who.int/health-topics/traditional-medicine>

Valastyan, J., & Lindquist, S. (2014). Mechanisms of protein-folding diseases at a glance. *Disease models & mechanisms*, 9-14.

WHO. (2022, March). *WHO Africa / Theme et Sante/ Traditional Medicine*. Retrieved from World Health Organisation Regional Office for Africa: <https://www.afro.who.int/health-topics/traditional-medicine>

Zwenger, S., & Basu, C. (2008). Plant Terpenoids: Applications and Future Potentials. *School of Biological Sciences Faculty Publications*, 4. Retrieved from <https://digscholarship.unco.edu/biofacpub/4>

Annexes

Annexes I

Verrerie et autres matériels :

- ✓ Boite de pétri
- ✓ Becher gradué
- ✓ Eprouvette gradué
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Papier filtre
- ✓ Spatule métallique
- ✓ Papier aluminium
- ✓ Pipette graduée
- ✓ Pipette pasteur stérile
- ✓ Bec bunsen
- ✓ Fiole conique
- ✓ Tube à essai


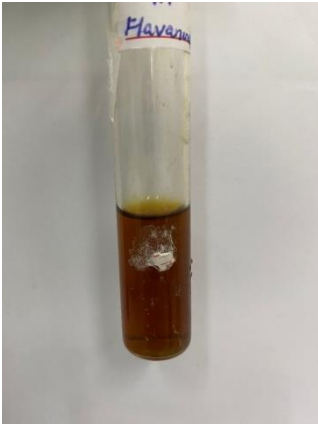
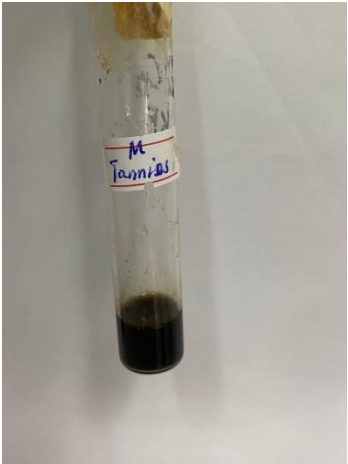
Appareillage :

- ✓ Balance de précision
- ✓ Centrifugeuse
- ✓ Plaque chauffante
- ✓ Etuve
- ✓ Réfrigérateur
- ✓ Spectrophométrie (UV-1601)
- ✓ Rota vapeur

Réactifs et Solutions :

- ✓ Eau distillée
- ✓ Méthanol
- ✓ Ethanol absolu
- ✓ Acide Sulfurique 96%
- ✓ Acide phosphomolybdique
- ✓ KOH 10%
- ✓ Acétate de plomb
- ✓ Solution FeCl₃
- ✓ Réactif Dragendorff
- ✓ HCL concentré à 37%
- ✓ Hydroxyde d'ammoniac concentré 30%⁴

Annexes II

Composé	Photo
Les Anthocyanes	
Les Flavonoïdes	
Les Tannins	

Un tableau composant des quelques résultats des le screening phytochimique.

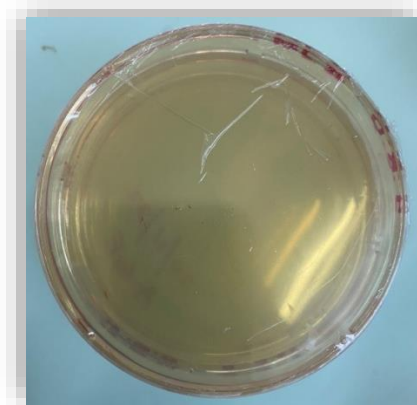
Annexes III

- **Activité Antioxydant**

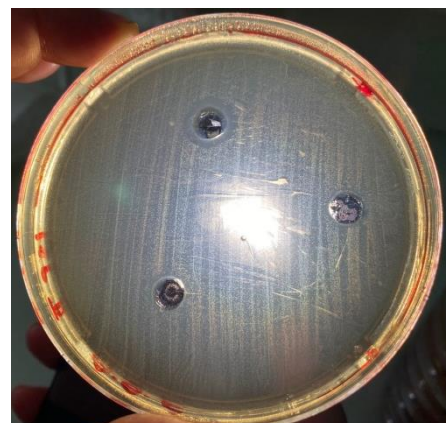


Résultats de l'activité antioxydant (originale, 2022)

- **Activité Antibactérienne**



Milieu de culture ISP2 préparé.



Résultats de l'activité antibactérienne (Zone d'inhibition autour des puits)

