

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Réf :

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila

Institut des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Biotechnologie

Spécialité: Biotechnologie végétale

**Etude phytochimique et activités
biologiques de quelques plantes médicinales**

Préparé par:

- BOUNAAMA Meroua
- KERROUCHE Kawther

Le: 30/06/2024

Devant le jury composé de:

-Présidente: HIMOUR Sara	Maître de Conférences B	CUMila
-Examinatrice: BELDI Hakima	Maître Assistant B	CUMila
-Promotrice: BELATTAR Hakima	Maître de Conférences A	CUMila

Année Universitaire: 2023/2024

Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été rendue possible grâce à Dieu et à l'aide de plusieurs personnes à qui nous aimerions exprimer notre gratitude.

En premier lieu, nous souhaitons remercier les membres du jury, à commencer par la présidente *Dr. HIMOUR Sara*, l'examinatrice *Dr. BELDI Hakima* et notre promotrice *Dr. BELATTAR Hakima* pour leur disponibilité, leurs judicieux conseils, qui ont contribué à agrainer notre réflexion durant tout notre travail; on les remercie de nous avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

Nos plus grande gratitude va à tous les enseignants, pour leurs orientations et leurs conseils et surtout *Dr. MOUSSAOUI Bilal*, *Pr. BOUNAMOUS Azzedine*, docteur vétérinaire *BOUAROUDJ Samah* et Secrétaire Générale *DEHLI KENZA* pour leur aide et leurs conseils précieux lors des travaux au sein de l'animalerie.

Un remerciement spécial également aux doctorantes *DERBAL NEDJLA* et *BOUAMRANE Zineb* pour leur aide et leur soutien.

Nous exprimons aussi nos remerciements et notre gratitude à tout le personnel des laboratoires du *Centre Universitaire Mila*, pour leurs encouragements et leurs aides précieuses durant toute la période de notre travail.

Nous remercions chaleureusement le corps administratif du département des Sciences de la nature et de la vie du *Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila*.

En fin, nous remercions nos parents et tous les membres de notre famille pour leur soutien et leur encouragement constants, qui nous ont permis d'atteindre nos objectifs et de réaliser nos rêves.

Kawthar et Meroua

M&K



Dédicace

Louange à Allah, qui suffit, et prière sur le bien-aimé élu, sa famille et ceux qui lui sont fidèles. Cela dit:

Nous louons et remercions Allah le Très-Haut pour nous avoir comblés de Ses bienfaits et nous avoir guidés pour valoriser cette étape de notre parcours académique avec ce mémoire qui a couronné un effort de 17 ans. Qui sème récolte et qui suit le chemin obtient.

De ce podium, et en exprimant ma gratitude, je dédie le fruit de mes modestes efforts à :

Ceux qui m'ont donné la vie et l'espoir, à savoir mes chers parents, que Dieu les protège et les garde comme une lumière sur mon chemin et une couronne sur ma tête.

À mon père : le pilier et l'exemple, à la carrière honorable, qui m'asoutenu et m'a appris que la patience est la voie du succès. Que Dieu lui accorde une longue vie.

À ma mère : source inépuisable de tendresse, dont l'empreinte sincère marque ma vie, et qui inspire la détermination et la volonté. Que Dieu lui accorde une longue vie.

À mes chers frères : Houssam et Zakaria.

À mes chères sœurs : Safaa et Rouaa.

Je vous dédie ce travail avec mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

À mon fiancé : qui m'a soutenue dans mon parcours et encouragée à achever ce travail. Merci infiniment, que Dieu te protège.

À mes merveilleuses amies Kawther et Radja, qui ont partagé mes joies et mes peines. Que Dieu vous protège et vous garde à mes côtés.

À tous mes respectables professeurs, pour le savoir qu'ils m'ont transmis et pour n'avoir jamais hésité à me tendre la main.

Enfin, à tous ceux qui m'ont aidée, de près ou de loin, dans l'accomplissement de cette étude, en particulier Nedjla, Siham et Zineb.

Je demande à Allah le Tout-Puissant de récompenser chacun par le meilleur dans ce monde et dans ;au-delà, d'accepter ce travail modeste et de le placer dans la balance de nos bonnes actions.

Meroua





Dédicace

Celui qui a dit « Je suis à elle » l'a eue.

Le voyage n'a pas été court et il ne devrait pas l'être

Le rêve n'était pas proche et le chemin n'était pas semé d'embûches, mais je l'ai fait et je l'ai réalisé.

Louange à Dieu pour l'amour, les remerciements et la gratitude grâce auxquels je suis ici aujourd'hui

À un rêve tant attendu qui est devenu un rêve dont je suis fier.

Je voudrais consacrer mon humble travail à...

Celui qui m'a soutenu sans limites et m'a donné gratuitement "Père", que Dieu vous bénisse

À ma chère mère, source de ma force et de ma stabilité, à qui, quoi que je dise, je ne lui rends pas justice.

Pour ceux qui sont le début du passé, l'aide du présent et le soutien de l'avenir ne peuvent pas vivre sans eux.

Il n'y a pas de plaisir sans leur compagnie. « Mina, Mouhammed Mouad ».

À mes amis de toujours, à ceux avec qui nous avons marché ensemble alors que nous ouvrons ensemble la voie vers le succès

À qui nous nous sommes joints main dans la main pour choisir

Warda nous enseigne « Belkisse, Radja et Marwa »

A tous ceux qui m'ont aidé dans ce travail de près ou de loin, notamment « Siham, Zineb et Nedjla »



kawther



Résumés

Résumé

Dans le but de valoriser les propriétés thérapeutiques des plantes médicinales bien connues, nous avons choisi *Matricaria recutita*, *Moringa oleifera* et *Bunium incrassatum*, étant donné leur utilisation répandue en médecine traditionnelle. L'objectif de cette étude est d'effectuer une analyse phytochimique approfondie et d'évaluer les activités antioxydantes, antibactériennes et antidiabétiques de ces plantes.

Les rendements des extraits varient significativement en fonction du solvant d'extraction utilisé, à savoir le méthanol ou l'éthanol. Les rendements les plus élevés ont été observés pour l'extrait méthanolique de *Matricaria recutita* (18,72 %) et de *Moringa oleifera* (9,64 %), tandis que *Bunium incrassatum* a montré un rendement supérieur dans l'extrait éthanolique (12,266 %).

L'analyse quantitative a révélé que l'extrait des fleurs de *Matricaria recutita*, dissous dans l'éthanol, est particulièrement riche en composés phénoliques, avec un contenu mesuré à $114,122 \pm 0,47$ mg Eq AG/g d'extrait. Pour *Moringa oleifera*, l'extrait éthanolique présente le contenu en flavonoïdes le plus élevé, évalué à $48,57 \pm 0,20$ mg Eq Qu/g d'extrait.

L'activité antioxydante des extraits a été évaluée par le test au DPPH⁺, révélant que l'extrait méthanolique de *Matricaria recutita* présente une activité antioxydante notable avec une concentration inhibitrice de 30,27 µg/ml, différente des autres extraits testés.

L'efficacité antibactérienne a été testée sur cinq souches bactériennes en utilisant des extraits éthanoliques et méthanoliques à différentes concentrations. Il a été observé que l'extrait méthanolique de *Bunium incrassatum* montre une activité antibactérienne contre *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*, tandis que tous les extraits éthanoliques ont montré un effet négatif contre *Klebsiella pneumoniae*.

En conclusion, cette étude souligne l'efficacité des plantes étudiées pour abaisser la glycémie, en plus de leurs activités antioxydantes et antibactériennes prometteuses, renforçant ainsi leur potentiel thérapeutique dans divers contextes médicaux.

Mots clés: Extrait éthanolique, flavonoids, antioxydants, antibactérien et hypoglycémiant.

Abstract

In order to highlight the therapeutic properties of well-known medicinal plants, we have chosen *Matricaria recutita*, *Moringa oleifera* and *Bunium incrassatum* due to their widespread use in traditional medicine. The objective of this study is to conduct a thorough phytochemical analysis and evaluate the antioxidant, antibacterial, and antidiabetic activities of these plants.

The yields of the extracts vary significantly depending on the extraction solvent used, namely methanol or ethanol. The highest yields were observed for the methanolic extract of *Matricaria recutita* (18.72%) and *Moringa oleifera* (9.64%), while *Bunium incrassatum* showed a higher yield in the ethanolic extract (12.266%).

Quantitative analysis revealed that the ethanol-dissolved extract of *Matricaria recutita* flowers is particularly rich in phenolic compounds, with a content measured at 114.122 ± 0.47 mg Eq AG/g of extract. For *Moringa oleifera*, the ethanolic extract presents the highest flavonoid content, evaluated at 48.57 ± 0.20 mg Eq Qu/g of extract.

The antioxidant activity of the extracts was evaluated using the DPPH⁺ test, revealing that the methanolic extract of *Matricaria recutita* exhibits notable antioxidant activity with an inhibitory concentration of 30.27 µg/ml, different from the other extracts tested.

The antibacterial efficacy was tested on five bacterial strains using ethanolic and methanolic extracts at different concentrations. It was observed that the methanolic extract of *Bunium incrassatum* shows antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, while all the ethanolic extracts showed a negative effect against *Klebsiella pneumoniae*.

In conclusion, this study highlights the effectiveness of the studied plants in lowering blood glucose levels, in addition to their promising antioxidant and antibacterial activities, thereby reinforcing their therapeutic potential in various medical contexts.

Key words: Ethanolic extract, flavonoids, antioxidants, antibacterial, hypoglycemic.

ملخص

يهدف إبراز الخصائص العلاجية للنباتات الطبية المعروفة، اخترنا كل من نبات البابونج البري والمورينجا أولفيرا والتالغودة و ذلك نظرا لاستخدامها الواسع في الطب التقليدي. حيث يهدف هذا البحث إلى إجراء تحليل كيميائي نباتي شامل وتقييم النشاطات المضادة للأكسدة والمضادة للبكتيريا والمضادة لمرض السكري لهذه النباتات.

تختلف مردودية المستخلصات بشكل كبير حسب المذيب المستخدم في الاستخلاص، ألا وهو الميثانول أو الإيثانول، حيث لوحظت أعلى المردوديات لمستخلص الميثانول من البابونج البري (18.72%) ومورينجا أولفيرا (9.64%)، بينما أظهرت التالغودة مردودية أعلى في مستخلص الإيثانول (12.266%).

و قد كشفت التحليلات الكمية أن مستخلص أزهار البابونج البري المذاب في الإيثانول غني بشكل خاص بالمركبات الفينولية، بمحتوى قدره 114.122 ± 0.47 ملغ مكافئ حمض الجاليك/غرام من المستخلص أما بالنسبة لمورينجا أولفيرا، يقدم مستخلص الإيثانول أعلى محتوى من الفلافونويدات بمقدار 48.57 ± 0.20 ملغ مكافئ كرسيتين/غرام من المستخلص.

تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات باستخدام اختبار ثنائي فينيل بيكريل هيدرازيل، مما كشف أن مستخلص الميثانول من البابونج البري يظهر نشاطاً مضاداً للأكسدة ملحوظ بتركيز تثبيطي مقداره 30.27 ميكروغرام/مل، وهو مختلف عن باقي المستخلصات المختبرة.

تم اختبار الفعالية المضادة للبكتيريا على خمس سلالات بكتيرية باستخدام مستخلصات إيثانولية وميثانولية بتركيزات مختلفة ف لوحظ أن مستخلص الميثانول من التالغودة يظهر نشاطاً مضاداً للبكتيريا ضد الاشريكية القولونية والعنقودية الذهبية، بينما أظهرت جميع المستخلصات الإيثانولية تأثيراً سلبياً ضد الكلبسيلا الرئوية.

في الختام، تُسلط هذه الدراسة الضوء على فعالية النباتات المدروسة في خفض مستويات السكر في الدم، بالإضافة إلى أنشطتها المضادة للأكسدة والمضادة للبكتيريا الواعدة، مما يعزز من إمكانياتها العلاجية في سياقات طبية مختلفة.

الكلمات المفتاحية: مستخلص إيثانولي، فلافونويدات، مضادات الأكسدة، مضاد للبكتيريا، خافض لسكر الدم.

Liste des figures

Figure 01: Arbre de <i>Moringe oleifera</i> L (De sainte sauver et broin, 2010).....	6
Figure 02: Répartition de <i>M.oeifera</i> dans le monde (Koul et Chase, 2015).	7
Figure 03: Feuilles de <i>M.oleifera</i> L (louni, 2009).	8
Figure 04: Fleurs de <i>M.oleifera</i> L (Rolaffet <i>al.</i> , 2009).	8
Figure 05: Racines de <i>M.oleifera</i> L(Koul et Chase, 2015).	9
Figure 06: Grains de <i>M.oleifera</i> (Delpha, 2011).....	9
Figure 07: Fruit de <i>M.oleifera</i> L A: Gousse immature B: gousse mature (Parrotaa, 2009 ; Ali et <i>al.</i> , 2010).	9
Figure 08: Fleurs et tubercules de <i>Bunium incrassatum</i>	10
Figure 09 : Distribution de <i>Bunium incrassatum</i>	10
Figure 10: Espèce de <i>Matricaria recutita</i> (Alberts, 2009)	12
Figure 11: Formation des espèces oxygènes activées (Obame, 2009).....	16
Figure 12: Principales sources de radicaux libres dans le corps et conséquences de ces radicaux dommages (Young et Woodside, 2001).....	17
Figure 13: Mode d'action des antibiotiques (Benjira, 2016).	19
Figure 14: Mécanisme de fonctionnement de l'homéostasie du glucose dans le diabète de type 1et 2 (Haffner, 1998)	20
Figure 15: <i>M.oleifera</i> L. (louni, 2009).....	21
Figure 16: <i>Bunium incrassatum</i> L « Talghouda» (Chentouh et <i>al.</i> , 2018)	21
Figure 17: Espèce de <i>Matricaria recutita</i> (Alberts, 2009)	21
Figure 18: Lapins utilisés dans l'étude	22
Figure 19: Localisation géographique de la wilaya de Mila.....	22
Figure 20: Protocole d'extraction par macération des composés phénoliques	24
Figure 21: Protocole de dosage des poly phénols totaux.....	26
Figure 22: Protocole expérimental de dosage des flavonoïdes	27
Figure 23: Structure du radical DPPH ⁺ et DPPH réduit (Alam et <i>al.</i> , 2013).....	28
Figure 24: Préparation des milieux des cultures	30
Figure 25: Repiquage des souches bactériennes.	31
Figure 26: Préparation des disques d'aromatogramme.....	32
Figure 27: Préparation du milieu de culture	32

Figure 28: Encensement des bactéries	33
Figure 29: Dépose des disques.....	34
Figure 30: Incubation et lecture	34
Figure 31: Représentation schématique des étapes réalisées au cours de l'activité hypoglycémique et normoglycémie.....	35
Figure 32: Répartition des lapins selon les extraits utilisés pour l'activité normoglycémie	36
Figure 33: Répartition des lapins selon les extraits utilisés pour l'activité hypoglycémie.....	37
Figure 34: Rendement d'extraction des composés phénoliques	39
Figure 35: Courbes d'étalonnage de l'acide gallique.	40
Figure 36: Courbes d'étalonnage de la quercétine.....	40
Figure 37: Teneurs en polyphénols totaux des extraits.....	41
Figure 38: Teneurs en flavonoïdes des extraits.....	42
Figure 39: Présentation graphique de DPPH ⁺ de <i>M. oleifera</i>	43
Figure 40: Présentation graphique de DPPH ⁺ de <i>B. incrassatum</i>	44
Figure 41: Présentation graphique de DPPH ⁺ de <i>M. recutita</i>	44
Figure 42: Diamètre des zones d'inhibition des fleurs de <i>M. recutita</i> vis-à-vis de <i>S. aureus</i>	46
Figure 43: Diamètre des zones d'inhibition des feuilles de <i>M. oleifera</i> vis-à-vis de <i>S. aureus</i>	47
Figure 44: Diamètre des zones d'inhibition des racines de <i>B. incrassatum</i> vis-à-vis de <i>S. aureus</i>	47
Figure 45: Diamètre des zones d'inhibition des fleurs de <i>M. recutita</i> vis-à-vis de <i>K. pneumoniae</i>	48
Figure 46: Diamètre des zones d'inhibition des racines de <i>B. incrassatum</i> vis-à-vis de <i>K. pneumoniae</i>	49
Figure 47: Diamètre des zones d'inhibition des feuilles de <i>M. oleifera</i> vis-à-vis de <i>K. pneumoniae</i>	50
Figure 48: Diamètre des zones d'inhibition des fleurs de <i>M. recutita</i> vis-à-vis de <i>E. coli</i>	51
Figure 49: Diamètre des zones d'inhibition des racines de <i>B. incrassatum</i> vis-à-vis de <i>E. coli</i> ..	51
Figure 50: Diamètre des zones d'inhibition des feuilles de <i>M. oleifera</i> vis-à-vis de <i>E. coli</i>	52
Figure 51: Diamètre des zones d'inhibition des fleurs de <i>M. recutita</i> vis-à-vis de <i>B. cereus</i>	53
Figure 52: Diamètre des zones d'inhibition des de racine <i>B. incrassatum</i> vis-à-vis de <i>B. cereus</i>	54
Figure 53: Diamètre des zones d'inhibition des feuilles de <i>M. oleifera</i> vis-à-vis de <i>B. cereus</i>	54

Figure 54: Diamètre des zones d'inhibition des de feuilles <i>M. oleifera</i> vis-à-vis de <i>P.aeruginosa</i>	55
Figure 55: Diamètre des zones d'inhibition des fleurs de <i>M. recutita</i> vis-à-vis de <i>P.aeruginosa</i>	56
Figure 56: Diamètre des zones d'inhibition des racines de <i>B. incarssatum</i> vis-à-vis de <i>P. aeruginosa</i>	56
Figure 57: Aspect des zones d'inhibition des extraites vis-à-vis les souches bactériennes	57
Figure 58: Diamètre des zones d'inhibition d'antibiotique vis-à-vis des bactéries	58
Figure 59: Aspect des zones d'inhibition de Gentamicine	59
Figure 60: Variation de la glycémie chez les lapins traités par L'extrait méthanolique et éthanolique de <i>M. recutita</i> de dose 100,400mg/kg	62
Figure 61: Variation de la glycémie chez les lapins traités par L'extrait méthanolique et éthanolique de <i>M. oleifera</i> de dose 100,400mg/kg	63
Figure 62: Variation de la glycémie chez les lapins traités par L'extrait méthanolique et éthanolique de <i>B. incrassatum</i> de dose 100,400mg/kg	64
Figure 63: Variation de la glycémie chez les lapins traités par L'extrait méthanolique et éthanolique de <i>M. recutita</i> de dose 100,400mg/kg	65
Figure 64: Variation de la glycémie chez les lapins traités par L'extrait méthanolique et éthanolique de <i>M. oleifera</i> de dose 100,400mg/kg	66
Figure 65: Variation de la glycémie chez les lapins traités par L'extrait méthanolique et éthanolique de <i>B. incrassatum</i> de dose 100,400mg/kg	67
Figure 66: Variation de la glycémie chez les lapins utilisés Comme témoin positive et négative	68

Liste des tableaux

Tableau I : Classification de <i>M.oleifera</i> L (Bichi et <i>al.</i> , 2013).....	8
Tableau II: Classification de <i>Bunium incrassatum</i> (Batt et trabl, 1888).....	11
Tableau III: Classification de <i>Matricaria recutita</i> (Ghedira et <i>al.</i> , 2009).....	13
Tableau IV: Caractéristiques des souches bactériennes utilisées	29
Tableau V: Tableau récapitulatif regroupant les rendements des extraits	38

Liste des abréviations

%: Pourcentage

°: Degré

µl: Microlitre

1/8: Dilution de 12.5%

1/4: Dilution de 25%

1/2: Dilution de 50%

1/16: Dilution de 6.25%

1/32: Dilution de 3.125%

Abs: Absorbance

ADN: Adénosine désoxyribonucléique

AlCl₃: Chlorure d'Aluminium

B. cereus: *Bacillus cereus*

Bi: *Bunium incrassatum*

BN: Bouillon Nutritif

C: Degré Celsius

CMB: Concentration minimale bactéricide

DMSO: Diméthyle sulfoxyde

DPPH⁺: 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

E: Equivalent rutine

E. coli: *Escherichia coli*

E-OH: éthanol

EqAG: Equivalent d'acide gallique

ERO: Espèces réactives de l'oxygène

Ext: Extrait

FeCl₃: Chlorure ferrique

g /l: gramme par litre

H: Heures

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène

HPLC: Chromatographie liquide à haute performance

IC₅₀: Concentration inhibitrice 50%

K. pneumoniae: *Klebsiella pneumoniae*

Kg: Kilo gramme

Km²: kilomètre carrés

L: Litre

M: Mètre

MAC: Macération

Méch: Masse sèche de la plante en g

Mext: Masse de l'extrait après évaporation du solvant en g

Mg Eq AG/g MS: Milligramme d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche

Mg: Milli gramme

MH: Mueller Hinton

Min: Minutes

Ml: Millilitre

Mm: Millimètre

mM: Millimole

Mo: *Moringa oleifera*

M-OH: Méthanol

Mr: *Matricaria recutita*

Ms: Matière sèche

N: Nord

Na₂CO₃: Carbonate de sodium

NaCl: Chlorure de Sodium

NaOH: Hydroxyde de sodium

NH₄OH: Hydroxyde d'ammonium

Nm: Nanomètre.

nm: Nanomètre

O₂: Oxygène

P. aeruginosa: *Pseudomonas aeruginosa*

Pc: poids corporel

pH: Potentiel hydrique.

PPT: Polyphénols totaux

R: Rendement

S: Seconde

S. aureus: *Staphylococcus aureus*

T⁻: Témoin négative

T⁺: Témoin positive

V: Volume

µg: Microgramme

Table des matières

Remerciement

Résumés

Dédicace

Liste des figures

Liste de tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les Plantes médicinales

1	Les plantes médicinales	3
1.1	Introduction	3
1.2	Historique	3
1.3	Définition des plantes médicinales.....	4
1.4	Origine des plantes médicinales	5
1.5	Domaines d'application des plantes médicinales	5
2	Généralité sur les plantes étudiées	6
2.1	<i>Moringa oleifera</i> L	6
2.1.1	Historique, origine et distribution	6
2.1.2	Classification de la plante	8
2.1.3	Description botanique de la plante.....	8
2.2	<i>Bunium incrassatum</i>	9
2.2.1	Repartitions géographique de la plante	10
2.2.2	Classification de la plante	11
2.2.3	Description botanique de la plante.....	11
2.3	<i>Matricaria recutita</i>	12
2.3.1	Définition	12
2.3.2	Historique.....	12
2.3.3	Répartition géographique.....	13
2.3.4	Classification de la plante	13

2.3.5	Description botanique de la plante.....	14
-------	---	----

Chapitre II: Activités biologiques

3	Activité antioxydant	15
3.1	Définition	15
3.1.1	Catégories d'antioxydants	15
3.2	Type des systèmes antioxydants	15
3.2.1	Radicaux libres.....	16
3.2.2	Stress oxydatif.....	16
3.3	Activité antibactérienne.....	18
3.3.1	Principales substances antibactériennes.....	18
3.4	Activité antidiabétique	19

Matériel et méthodes

1	Matériel.....	21
1.1	Matériel végétal.....	21
1.2	Matériel animal	22
2	Présentation de la zone d'étude	22
2.1	Localisation géographique de Mila	22
2.2	Récolte de la matière végétale.....	23
3	Préparation du matériel végétal	23
4	Extraction des composés phénoliques	23
5	Analyse quantitative	25
5.1	Dosage des polyphénols totaux.....	25
5.2	Dosage de flavonoïdes	26
6	Activités biologiques	27
6.1	Activité antioxydante	27
6.1.1	Méthode DPPH ⁺	27
6.1.2	Evaluation du potentiel anti-radicalaire par le calcul de l'IC ₅₀	28
6.2	Activité antibactérienne.....	29
6.2.1	Souches bactériennes testées.....	29
6.2.2	Evaluation de l'activité antibactérienne.....	29
6.3	Activité antidiabétique	35

6.3.1	Évaluation de l'activité antidiabétique <i>in vivo</i>	35
7	Etude statistique	37

Résultats et discussion

1	Résultats.....	38
1.1	Extraction des composés phénoliques.....	38
1.2	Détermination du rendement.....	38
1.3	Analyse quantitative	39
1.3.1	Phénols totaux.....	39
1.3.2	Flavonoïdes	40
1.3.3	Dosage de polyphénol totaux.....	41
1.3.4	Dosage de flavonoïde.....	41
1.4	Activités biologiques.....	42
1.4.1	Activité antioxydante	42
1.4.2	Evaluation de l'activité antibactérienne	45
1.4.3	Activité antidiabétique des extraits de <i>in vivo</i>	61
2	Discussions	69

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Introduction



Introduction

La phytothérapie, l'une des plus anciennes formes de médecine, offre une alternative attrayante pour le traitement des maladies avec un coût relativement bas et peu d'effets secondaires. Malgré l'avancement spectaculaire de l'industrie pharmaceutique et chimique, l'intérêt pour la phytothérapie n'a jamais cessé de croître, avec de nombreux médicaments dérivés des plantes sur le marché (**Adouane, 2016**).

Au cours des dernières décennies, les plantes médicinales ont connu un regain d'intérêt, s'appuyant sur des connaissances éprouvées par nos ancêtres. La transmission de ces savoirs a été interrompue par la médecine moderne, faisant des plantes médicinales une source d'informations précieuses pour ceux qui recherchent des alternatives naturelles aux traitements chimiques (**Hseini et Kahouadji, 2007**). Où La phytothérapie se présente également comme une réponse idéale aux « maladies du siècle » telles que le stress, l'insomnie et l'obésité, grâce à son action douce et profonde (**Wichtl et Anton, 2003**).

Les plantes médicinales, utilisées depuis des millénaires, renferment des centaines voire des milliers de composés bioactifs appelés métabolites secondaires, offrant des solutions naturelles aux problèmes de résistance aux antibiotiques et de toxicité des antioxydants synthétiques (**Wiess, 2001**).

Enfin, l'intérêt croissant pour les substances naturelles dans divers produits de consommation souligne le besoin de produire des substances bioactives isolées et purifiées pour une utilisation dans divers domaines, notamment cosmétiques, pharmaceutiques et nutritionnels (**Penchev, 2010**).

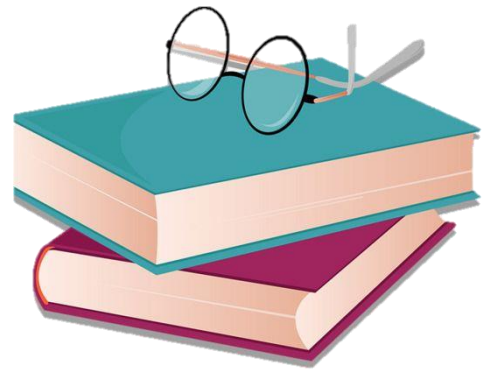
Notre étude vise à découvrir de nouvelles sources naturelles d'antioxydants, d'agents antibactériens et antidiabétiques pour une gamme d'applications, y compris l'alimentation, la médecine et la cosmétique. En examinant trois espèces de trois familles différentes, nous élargissons notre compréhension de la diversité des mécanismes biologiques chez les plantes.

Ces recherches fournissent des informations cruciales sur les espèces végétales les plus prometteuses en termes d'antioxydants, d'agents antibactériens et antidiabétiques, ouvrant ainsi la voie à des implications importantes pour la santé humaine, la préservation de la biodiversité et le développement de produits naturels à haute valeur ajoutée.

Notre travail est divisé en deux parties :

La première est composée de deux chapitres le premier chapitre c'est une synthèse bibliographique sur les plantes médicinales, le deuxième chapitre servi à la description de les plantes étudiée *Moringa oleifera* L, *Bunium incrassatum* L, et *Matricaria recutita* L. La deuxième est réservée au travail expérimental, à savoir, le matériel, les méthodes, les résultats et leur discussion et en fin on termine par une conclusion générale.

Synthèse



bibliographique

Chapitre I :



*Généralités sur les
Plantes médicinales*

1 Les plantes médicinales

1.1 Introduction

Les plantes ont été traditionnellement utilisées à des fins médicinales par les populations du monde entier, représentant ainsi la première source de substances thérapeutiques (OMS, 2013).

Les plantes médicinales jouent un rôle crucial dans le maintien de la santé humaine et la survie de l'humanité, grâce à leur vaste gamme de métabolites secondaires offrant une diversité de structures chimiques et de fonctions biologiques (Messadia, 2017). L'utilisation de la phytothérapie s'est répandue à l'échelle mondiale et a gagné en popularité, touchant non seulement les populations des pays en développement, mais aussi celles des pays où la biomédecine est prédominante dans le système de santé (Lamamra, 2011).

Selon l'OMS, vers la fin des années 1970, environ 21 000 espèces végétales possédaient des propriétés médicinales dans le monde (Penso, 1980 ; Schippmann et al., 2002). La majorité de la population mondiale, soit environ 65 à 80 %, a recours aux médecines traditionnelles pour ses besoins en soins de santé primaire, souvent en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne (Ang-lee et al., 2006 ; Palomo, 2010 ; OMS, 2013 ; Boissiere, 2018).

Les recherches scientifiques récentes ont permis de confirmer les vertus thérapeutiques de nombreuses plantes médicinales utilisées empiriquement depuis des millénaires. De nos jours, les plantes médicinales conservent leur importance en raison de leur efficacité dans diverses procédures thérapeutiques. Elles sont largement utilisées non seulement comme remèdes directs, mais aussi dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique, malgré les avancées de la chimie de synthèse (Lazli et al., 2018).

Les plantes médicinales demeurent la principale source de nouveaux médicaments, étant reconnues comme une ressource vitale pour la découverte de molécules innovantes nécessaires au développement de médicaments futurs (Aref et Heded, 2015).

1.2 Historique

L'histoire des plantes médicinales est étroitement liée à l'évolution des civilisations. À travers le monde, ces plantes ont toujours occupé une place de choix en médecine, comme en témoigne l'histoire des peuples.

Les premières réglementations sur les plantes médicinales dans les pharmacopées ont été établies par les Égyptiens, le terme « pharmacopée » dérivant du mot égyptien « Farmak ». En Asie, l'empereur chinois Chen-Nong fut le premier à étudier la phytothérapie et à expérimenter certains effets thérapeutiques ou nocifs des plantes. Pendant l'époque romaine, les experts en botanique étaient principalement grecs au début, avant que les Romains ne commencent à étudier la flore et à élaborer des médicaments à partir de plantes. Les Arabes étaient également des connaisseurs éminents des plantes, héritant de solides préceptes médicaux de la culture perse, tout en s'appuyant largement sur Galien pour leur doctrine (**Lazli et al., 2018**).

Depuis des millénaires, les plantes ont été la principale source de traitement pour de nombreuses maladies. Bien que la phytothérapie ait perdu de sa popularité avec les progrès de la médecine moderne à la fin du XIX^e siècle et la découverte de médicaments « miracles » comme les antibiotiques, l'intérêt pour l'utilisation des plantes à des fins thérapeutiques a connu un renouveau depuis les années 1970, en raison des effets indésirables des médicaments de synthèse. La reconnaissance officielle de la phytothérapie comme une médecine distincte par le ministère de la Santé n'a eu lieu qu'à la fin des années 1980. Ces plantes, utilisées traditionnellement en médecine, agissent grâce à des molécules chimiques, qu'elles soient des métabolites primaires ou secondaires, ou grâce à une synergie entre différents produits chimiques présents (**Aribi et Hasasni, 2018**).

1.3 Définition des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont définies comme étant « tout ce qui est d'origine botanique et qui est utilisé en médecine. C'est une plante médicinale » (1993, محمد السيد هيكل).

Elles ont été découvertes et utilisées en médecine traditionnelle depuis la préhistoire. Les plantes médicinales constituent une riche source de composés phytochimiques bioactifs ou de nutriments vitaux. Il est clairement connu qu'elles jouent un rôle dans la protection de la santé humaine, car elles contiennent un ou plusieurs produits chimiques en concentrations faibles ou élevées. Elles ont la capacité physiologique de traiter une maladie spécifique ou de réduire les symptômes de cette maladie, lorsqu'elles sont administrées au patient sous leur forme pure ou sous forme d'herbe végétale fraîche ou partiellement extraite (2009, العابد إبراهيم).

1.4 Origine des plantes médicinales

Les plantes médicinales ont deux origines distinctes : d'abord, les plantes spontanées, également appelées « sauvages » ou issues de la « cueillette » et ensuite les plantes cultivées (**Chabrier, 2010**).

Autrefois, seules les plantes spontanées étaient utilisées, et aujourd'hui, elles représentent encore une part significative du marché européen, leur répartition dépendant du sol et surtout du climat (**Grenez, 2019**).

En revanche, les plantes cultivées assurent une matière première en quantité suffisante pour répondre aux besoins, et les drogues recueillies sont homogènes tant du point de vue de leur aspect que de leur composition chimique (**Grenez, 2019**).

1.5 Domaines d'application des plantes médicinales

Les substances naturelles dérivées des plantes offrent une multitude d'applications dans divers secteurs industriels tels que l'alimentation, la cosmétique et la pharmacie. Parmi ces composés, les métabolites secondaires jouent un rôle crucial, notamment dans le domaine thérapeutique. La pharmacie continue de tirer profit d'une part importante de médicaments d'origine végétale, tandis que la recherche explore constamment de nouvelles molécules actives dans les plantes, ainsi que des matières premières pour la semi-synthèse (**Iserin, 2001**).

Les plantes médicinales sont largement utilisées dans divers domaines de la médecine humaine:

- Les produits naturels comme le thé noir, le thé vert et le cacao sont riches en composés phénoliques, tels que le resveratrol, le gallate et l'epigallocatechine procyanidine, qui possèdent d'importantes capacités antioxydants (**Lee et al., 2003**).
- Les huiles essentielles de romarin, sauge, thym, origan, sarriette, clou de girofle, gingembre et curcuma ont démontré des capacités remarquables à inhiber les réactions oxydatives (**Cuvelier et al., 1996**).
- Les médicaments à base de plantes, comme les extraits de thym et de primevère, sont fréquemment utilisés pour traiter la toux liée à une infection et renforcer le système immunitaire. Le thym est connu pour ses nombreuses propriétés bénéfiques, notamment en tant qu'agent spasmolytique, antimicrobien, anti-inflammatoire, immun modulateur et

antioxydant, principalement grâce au thymol contenu dans son huile volatile (**Huluk et al., 2016**).

Les plantes médicinales sont utilisées de manière étendue dans divers domaines tels que l'alimentation, la médecine et la cosmétique. Leurs extraits naturels améliorent les propriétés sensorielles des aliments et contribuent à leur conservation (**Sofowora, 2010**). En cosmétique, les extraits de plantes sont intégrés dans des produits anti-âge, souvent sans être soumis à une réglementation stricte (**Milam EC et Rieder EA, 2016**).

2 Généralité sur les plantes étudiées

2.1 *Moringa oleifera* L

Moringa oleifera Lam. (Moringaceae), également connu sous le nom "d'arbre de la vie" (**Alhakmani et al., 2013**), représente un petit arbre, parfois même qualifié d'arbuste, mesurant en moyenne entre 4 et 5 mètres ; il peut atteindre 20 mètres et son diamètre peut aller jusqu'à 3 mètres, selon l'environnement (**Figure 01**). L'arbre croît rapidement et peut se régénérer lorsqu'il subit une coupe très sévère (**Delpha, 2011**).



Figure 01: Arbre de *Moringa oleifera* L (De sainte sauver et broin, 2010)

2.1.1 Historique, origine et distribution

Le Moringa a été utilisé par diverses sociétés (romaines, grecques, égyptiennes, indiennes, etc.) pendant des milliers d'années (**Khawaja et al., 2010 ; Leone et al., 2015**). Leur histoire remonte à 150 ans avant Jésus Christ, des preuves historiques indiquent que d'anciens rois et reines

utilisaient des feuilles et des fruits de *Moringa* dans leur régime alimentaire pour maintenir leur vigilance mentale et la santé de leur peau (**Khawaja et al., 2010**).

Le *M. oleifera* trouve son origine en Asie du Sud, où il pousse dans les contreforts de l'Himalaya, du Nord-Est du Pakistan au Nord-Ouest du Bengale, en Inde (**Chaudhary et Chaurasia, 2017**). Maintenant indigène à de nombreuses régions en Afrique, en Arabie, en Asie du Sud-Est, dans les îles du Pacifique et des Caraïbes ainsi qu'en Amérique du Sud (**Abdull et al., 2014**). Son introduction en Afrique de l'Est a eu lieu au début du 20^e siècle par le biais du commerce et des échanges maritimes durant cette période (**Foidl et al., 2001**). C'est de l'Inde et du Pakistan que la culture de *Moringa* s'est étendue vers l'Égypte puis l'Afrique et a atteint la Méditerranée et finalement les Indes Occidentales (les Antilles et l'Amérique) (**Agroconsult Haiti, 2016**).

Le *Moringa* suscite un intérêt croissant, ce qui a conduit à la réalisation d'essais d'introduction à titre expérimental à partir de semences en provenance de Dar el Salem (Tanzanie) dans de nombreuses stations à travers l'Algérie (Bainem, Zeralda, Mostaganem, Jijel, Biskra, Adrar et Tamanrasset) (**Louni, 2009**). Il est distribué dans de nombreux pays (**Figure 02**) des tropiques et des régions subtropicales (**Anwar et al., 2007 ; Price, 2007**).



Figure 02: Répartition de *M.oleifera* dans le monde (Koul et Chase, 2015).

2.1.2 Classification de la plante

M.oleifera L est selon le point de vue systématique classifiée comme suit :

Tableau I : Classification de *M.oleifera* L (Bichi et al., 2013)

Règne	Planta
Sous règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Capparales
Famille	Moringaceae
Genre	Moringa
Espèce	<i>Moringa oleifera</i>

2.1.3 Description botanique de la plante

Les feuilles du *M. oleifera* sont alternes et bi ou tri pennées, les folioles se présentent en opposition et disposées par 2 à 5 paires, elles sont courtement pétiolées, ovales ou obovales, vert foncé sur la face supérieure, glauques et presque blanches sur la face inférieure (FAO, 1982).

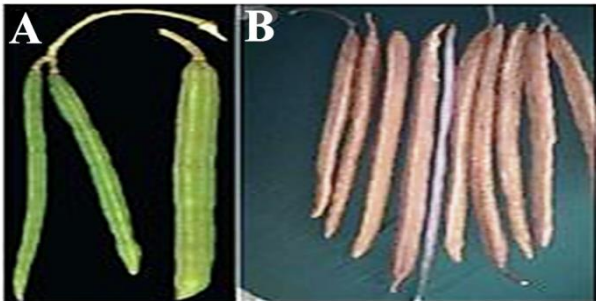


Figure 03: Feuilles de *M.oleifera* L (louni, 2009).

Les fleurs, mesurant 2.5 cm de large, adoptent une forme de panicules axillaires et tombent de 10 à 25 cm. Elles présentent une couleur blanche ou crème, avec des points jaunes à la base, et dégagent une odeur agréable (Morton, 1991 ; Hedji et al., 2014).



Figure 04: Fleurs de *M.oleifera* L (Rolaffet al., 2009).

Les racines, dont le système racinaire adopte une structure tubulaire, sont blanches, gonflées et tubéreuses, dégageant une odeur piquante caractéristique. Elles sont également dotées de racines latérales plutôt clairsemées (Rolloff et al., 2009).	 Figure 05: Racines de <i>M.oleifera</i> L(Koul et Chase, 2015).
Les graines, rondes et à trois angles, ont un diamètre de 10 à 12 mm avec une coque marron semi-perméable. Cette coque présente trois ailes blanches s'étendant de la base au sommet à 120 degrés d'intervalle, mesurant de 2 à 2,5 cm de long et de 0,4 à 0,7 cm de large (Agroconsult, 2016). Un arbre peut produire de 15 000 à 25 000 graines par an (Yusoff, 2016).	 Figure 06: Graines de <i>M.oleifera</i> (Delpha, 2011).
Le fruit se présente sous forme d'une gousse à trois lobes, mesurant de 20 à 60 cm de long et de 2 cm de diamètre, avec des côtés formant un triangle. La capsule possède une extrémité aiguë et une surface bosselée, qui pend des branches (Foidl et al., 2001).	 Figure 07: Fruit de <i>M.oleifera</i> L A: Gousse immature B: gousse mature (Parrotaa, 2009 ; Ali et al., 2010).

2.2 *Bunium incrassatum*

Bunium incrassatum, appartenant à la famille des ombellifères (Apiaceae), est abondamment présente dans l'est de l'Algérie et est connue sous le nom de Talghouda, jouissant d'une valeur économique significative. Sa racine est particulièrement riche en composés bénéfiques (Boukezata, 2014).



Figure 08: Fleurs et tubercules de *Bunium incrassatum*
(Chentouh et al., 2018)

2.2.1 Repartitions géographique de la plante

Bunium incrassatum est largement distribuée dans la côte méditerranéenne de l'Afrique (Boukezata, 2014).



Figure 09 : Distribution de *Bunium incrassatum*
(Talghouda) dans le Nord-Africain

2.2.2 Classification de la plante

Bunium incrassatum est selon le point de vue systématique classifiée comme suit :

Tableau II: Classification de *Bunium incrassatum* (Batt et trabl, 1888)

Règne	Planta
Sous règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Apiales
Famille	Apiaceae
Genre	Bunium
Espèce	<i>Bunium incrassatum</i>

2.2.3 Description botanique de la plante

Bunium est un genre faisant partie de la famille des Apiaceae, comprenant entre 45 et 50 espèces, étroitement lié au genre Carum. Les espèces de ces deux genres sont des plantes médicinales et aromatiques importantes utilisées en Algérie. En Algérie, ce genre compte sept espèces, dont quatre sont endémiques. *Bunium incrassatum* est largement répandue sur la côte méditerranéenne de l'Afrique, notamment en Algérie (**Lefahal et al., 2017**), en particulier dans la région d'Oum el Bouaghi (**Chentouh, 2018**), ainsi que dans toutes les régions de la plaine (**Benkhalifa et Toumi, 2019**). Cette plante est localement appelée Talghouda (**Chentouh et al., 2017**). Il s'agit d'une plante vivace mesurant 40 à 60 cm de hauteur, glabre, avec une racine épaisse, d'abord globuleuse puis irrégulière. Les feuilles sont bi-tripennatiséquées, avec des lanières linéaires, et les feuilles caulinaires sont sessiles et situées sur un axe allongé. La tige est dressée et robuste, et les fruits sont rétrécis à leur sommet, les rayons des ombelles et des ombellules restantes grêles (**Quezel et Santa, 1963**).

2.3 *Matricaria recutita*

2.3.1 Définition

La camomille (*Matricaria recutita* L.) représente une espèce significative de la famille des Astéracées, souvent appelée "étoile" (Singh et al., 2011). Il s'agit d'une plante annuelle herbacée d'origine européenne, traditionnellement utilisée dans la préparation de remèdes médicaux et pharmaceutiques (Harbourne et al., 2009).



Figure 10: Espèce de *Matricaria recutita* (Alberts, 2009)

2.3.2 Historique

Matricaria recutita L et principes actifs Les fleurs de camomille sont parmi les remèdes qui ont connu une gamme d'applications médicales dès les périodes anciennes. L'effet curatif de la camomille est connu des médecins depuis 2500 ans :

- Hippocrate a décrit la camomille comme une plante médicinale.
- Galien et Asclépios ont recommandé l'utilisation d'infusions préparées à partir des fleurs de *Matricaria recutita* L.
- De plus, Mathiolus a promu l'utilisation de l'huile essentielle de camomille en tant qu'antispasmodique.
- Aujourd'hui, la camomille est classée parmi les plantes médicinales les plus importantes et a déjà été monographiée dans de nombreuses pharmacopées modernes (Franz et al., 2005).

2.3.3 Répartition géographique

Originaire de l'Europe occidentale (Portugal, Espagne, France, Royaume-Uni, Irlande) et du Nord de l'Afrique (Maroc, Algérie), cette plante est largement répandue en Europe occidentale, notamment sur les sols secs et sablonneux, même calcaires. Elle pousse principalement dans les jardins, le long des murs et dans les décombres humides (**Boutaoui, 2012**). Sa floraison s'étend de mai à septembre, et on la trouve sur des sols perturbés le long des routes, des voies ferrées, dans les prés salins, les zones de steppe, les potagers et parmi les mauvaises herbes des cultures (**Busmann et al., 2019**).

2.3.4 Classification de la plante

Matricaria recutita selon le point de vue systématique classifiée comme suit :

Tableau III: Classification de *Matricaria recutita* (Ghedira et al., 2009)

Règne	Plantae
Division	Spermatophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridées
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Genre	Matricaria
Espèce	<i>Matricaria recutita</i>

2.3.5 Description botanique de la plante

Matricaria recutita L est une plante herbacée annuelle, odorante, atteignant une hauteur de 60 cm, avec une tige glabre très ramifiée (**Wolfgang et Dieter, 2010**). Ses feuilles, de couleur verte, sont bi- ou tripennées et réduites à des segments linéaires. Les fleurs, fortement aromatiques et agréables, mesurent de 1,5 mm à 2,5 mm. Les fleurs centrales sont en tube cylindrique, jaunes avec 5 lobes, tandis que les fleurs périphériques se présentent en languettes blanches souvent réfléchies et radiées (**Bore, 2012 ; Ghasemi et al., 2013**).

Les capitules floraux sont récoltés en été, à pleine floraison. Les fleurs peuvent être utilisées fraîches, congelées ou séchées, bien que leurs huiles volatiles se perdent rapidement lors du séchage (**Ghedira et al., 2009**).

Chapitre II:

Activités biologiques



3 Activité antioxydante

3.1 Définition

Les antioxydants sont des agents protecteurs qui défendent l'organisme contre les effets de l'oxydation. Leur action consiste à neutraliser, retarder ou prévenir les processus d'oxydation dès leur initiation ou leur propagation. En outre, ces substances, présentes dans les aliments, exercent une influence bénéfique sur les fonctions physiologiques de l'organisme en réduisant de manière significative les dommages causés par les espèces réactives de l'oxygène, de l'azote ou des deux (Amadou, 2005).

3.1.1 Catégories d'antioxydants

Il y a deux catégories d'antioxydants : les primaires et les secondaires.

- **Les antioxydants primaires**, aussi appelés radicalaires ou vrais, agissent et interrompent la chaîne auto-catalytique des réactions d'oxydation.
- **Les antioxydants secondaires**, ils préviennent la formation de radicaux libres. Ces substances ont la capacité de convertir les hydro peroxydes en alcools, thiols (comme le glutathion et les acides aminés soufrés), ou en disulfures. Ils comprennent également des agents protecteurs contre les rayons UV tels que les caroténoïdes, des chélateurs de métaux oxydants comme le fer et le cuivre (comme l'acide citrique et la lécithine), ainsi que des agents séquestrants d'oxygène tels que l'acide ascorbique (Rolland, 2004).

3.2 Type des systèmes antioxydants

Les systèmes antioxydants sont classés en deux types :

- **Système enzymatique antioxydant** : Il repose principalement sur trois enzymes : la superoxyde dismutase (SOD), la catalase (CAT) et la glutathion peroxydase (GPx). Ces enzymes agissent de manière complémentaire pour neutraliser les radicaux libres, notamment l'O₂ et le H₂O₂, aboutissant ultimement à la formation d'eau et d'oxygène moléculaire (Lehucher et al., 2001).
- **Système antioxydant non enzymatique**: Contrairement aux enzymes, la plupart de ces éléments ne sont pas produits par l'organisme et doivent être obtenus par l'alimentation

(Kanoun, 2011). Parmi les meilleurs antioxydants exogènes se trouvent la vitamine E, la vitamine C, les caroténoïdes et les polyphénols (N'Guessan *et al.*, 2009).

3.2.1 Radicaux libres

Les radicaux libres sont des entités moléculaires possédant un ou plusieurs électrons non appariés. Ces molécules extrêmement réactives ont tendance à déclencher des réactions en chaîne avec d'autres molécules et sont également désignées comme des oxydants ou des particules d'oxygène réactif (Çavdar *et al.*, 1997). L'ensemble de ces radicaux libres et de leurs précurseurs est souvent désigné sous le terme d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) (Favier, 2003) (Figure 11).

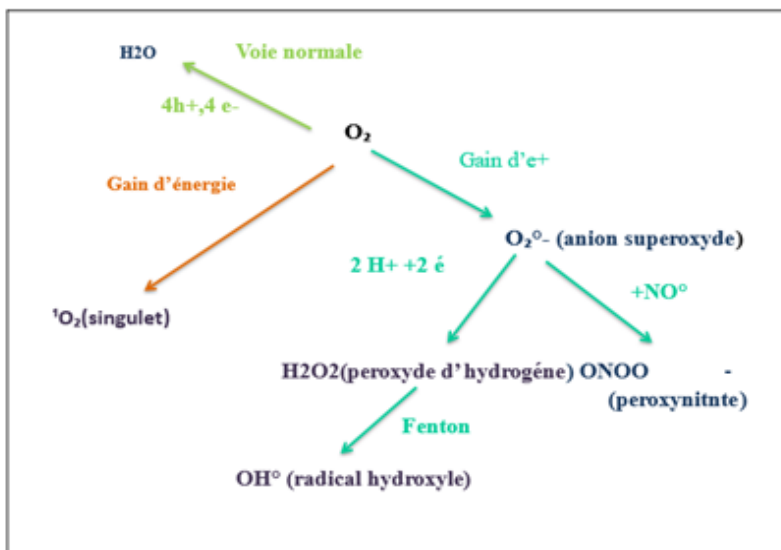


Figure 11: Formation des espèces oxygènes activées (Obame, 2009).

3.2.2 Stress oxydatif

➤ Définition

Le stress oxydatif se produit lorsque la production des espèces réactives de l'oxygène dépasse la capacité du corps à les neutraliser et à réparer les dommages oxydatifs (Bakkali *et al.*, 2008).

➤ Origine du stress

Sont bénéfiques pour l'organisme. Toutefois, cette production est régulée efficacement par des systèmes de défense. En temps normal, l'équilibre entre les antioxydants et les pro-oxydants est maintenu. Cependant, si cet équilibre est rompu, que ce soit par un manque d'antioxydants ou par une surproduction de radicaux, un excès de ces derniers survient, ce qui est désigné comme un stress oxydatif (Favier, 2003).

➤ Conséquences du stress oxydant

Les effets biologiques du stress oxydatif varient considérablement en fonction de la dose et du type cellulaire. Des niveaux légers de stress peuvent stimuler la prolifération cellulaire et l'expression de protéines d'adhésion. Des niveaux modérés favoriseront l'apoptose, tandis que des niveaux élevés entraîneront la nécrose. Les niveaux extrêmes de stress peuvent perturber la structure de la membrane cellulaire, provoquant des lyses immédiates. En plus de ces effets, le stress oxydatif peut induire de nombreuses autres anomalies biologiques telles que des mutations, la carcinogenèse, la fibrose, l'accumulation de protéines anormales, la production d'auto-anticorps et le dépôt de lipides oxydés (Favier, 2003).

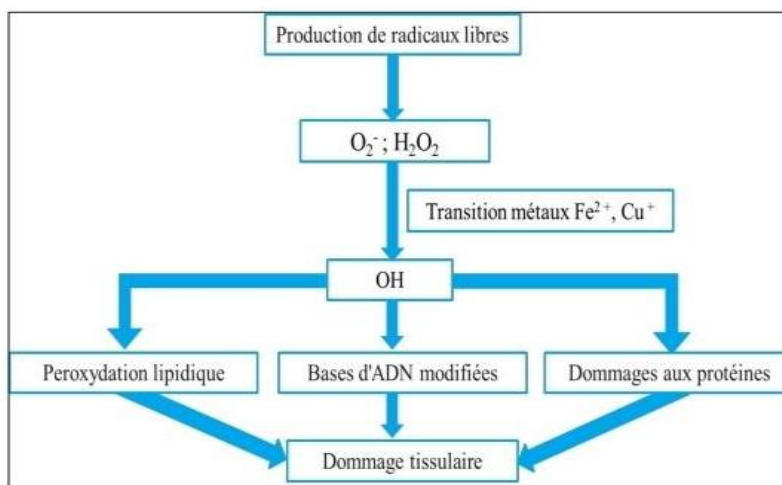


Figure 12: Principales sources de radicaux libres dans le corps et conséquences de ces radicaux dommages (Young et Woodside, 2001).

3.3 Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne se réfère à l'action d'une molécule présente dans une plante à une concentration minimale, qui inhibe ou éradique entièrement la croissance bactérienne. La sensibilité d'une bactérie à un agent antibactérien dépend de la nature de cet agent (**Nicola et Daniel, 1998**).

3.3.1 Principales substances antibactériennes

➤ Définition des bactéries

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires classés comme procaryotes, car ils ne possèdent pas de membrane nucléaire. Cette caractéristique les distingue des autres micro-organismes unicellulaires, classés parmi les eucaryotes, tels que les champignons, les algues et les protozoaires. Elles sont divisées en deux principaux groupes: les bactéries de niche (Bactéries) et les bactéries primitives (Archaea). Toutes les bactéries impliquées dans les maladies relèvent du domaine de la bactériologie. Leur taille est généralement inférieure à 1 µm de diamètre et elles peuvent être observées au microscope optique, soit frais soit après coloration. Les bactéries peuvent adopter différentes formes, telles que sphériques (Cocci), en forme de bâtonnet (Bacilles), courbées (Vibrio) ou en spirale (Spirochètes). Les détails de leur structure ne sont visibles qu'au microscope électronique (**Ricci et al., 2005**).

➤ Antibiotique

Les antibiotiques sont des substances antibactériennes qui peuvent être d'origine biologique, provenant de micro-organismes tels que des champignons microscopiques ou des bactéries, ou être synthétisées chimiquement. Leur fonction principale est d'inhiber la croissance ou de détruire d'autres micro-organismes. Les antibiotiques sont caractérisés par leur spectre d'activité antibactérienne, leur sélectivité toxicologique (mode d'action), leur capacité à agir dans un environnement organique (pharmacocinétique), ainsi que par leur bonne absorption et leur diffusion dans l'organisme (**Yala et al., 2001**).

➤ Mode d'action des antibiotiques

Les antibiotiques agissent contre les bactéries selon quatre mécanismes principaux : ils peuvent inhiber la synthèse des composants de la paroi cellulaire, bloquer la synthèse des

protéines, perturber la synthèse des acides nucléiques ou altérer le fonctionnement de la membrane cytoplasmique (Fomba, 2006).

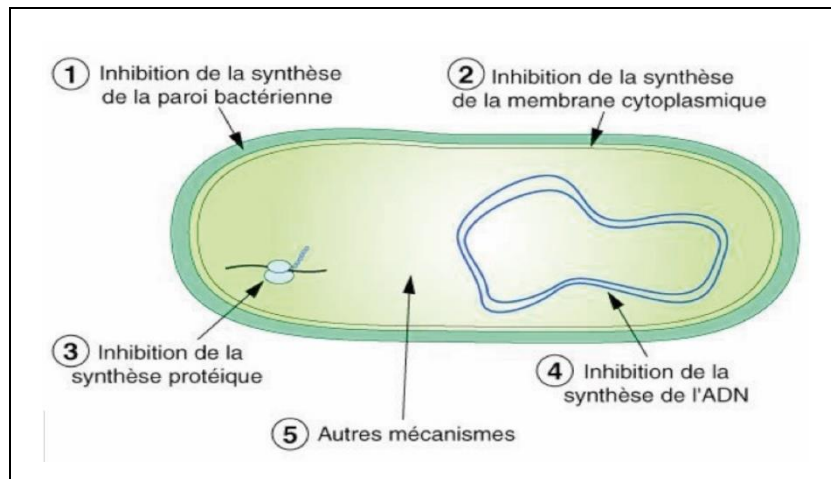


Figure 13: Mode d'action des antibiotiques (Benjira, 2016).

➤ Résistance aux antibiotiques (antibiorésistance)

Les bactéries développent des mécanismes de défense contre l'action des antibiotiques de plusieurs manières :

- Elles peuvent devenir imperméables à leur entrée,
- Produire des enzymes qui les rendent inactifs,
- Ou altérer la structure de leurs cibles.

3.4 Activité antidiabétique

Le diabète est une maladie chronique qui survient lorsque le pancréas ne produit pas suffisamment d'insuline ou lorsque l'organisme devient résistant à l'insuline produite. Cela entraîne une concentration élevée de glucose dans le sang, appelée hyperglycémie. Le diagnostic du diabète se fait par une analyse sanguine à jeun, où une concentration de glucose dans le sang veineux supérieure à 1,26 g/l est indicative de la maladie. Au fil du temps, le diabète peut causer diverses complications affectant le cœur, les reins ou les yeux (Scheen et Luyckx, 2010).

Depuis 1997, l'Association américaine du diabète a classifié le diabète en quatre catégories principales. On distingue le diabète de type 1, anciennement connu sous le nom de Diabète insulino-dépendant (DID), résultant d'une destruction auto-immune au cours de laquelle les

défenses de l'organisme, en particulier des anticorps produits par des lymphocytes, détruisent les cellules bêta du pancréas, d'où l'incapacité de l'individu atteint à sécréter de l'insuline (**Efrat, 2008**). Cette maladie peut toucher les personnes de tout âge mais affecte surtout les enfants et les jeunes adultes (**IDF, 2013**). Le diabète de type 2, qui représente la forme de diabète la plus fréquente ou diabète non insulino-dépendant (DNID) représentant près de 90% des cas diagnostiqués, est caractérisé par un défaut d'action de l'insuline (insulino-résistance) qui peut évoluer vers une insulino-pénie, c'est-à-dire une trop faible production d'insuline par le pancréas, dû à un épuisement des cellules sécrétrices d'insuline.

Cela entraîne une hyperglycémie chronique (**Figure 14**) (**Haffner, 1998**). Le diabète gestationnel, caractérisé par une hyperglycémie chez la femme pendant la grossesse, touche près de 4% des femmes enceintes dans le monde (**Kim et Lee, 2005 ; IDF, 2013**). Quant aux autres types spécifiques de diabète (diabète secondaire), ils sont définis comme un ensemble hétérogène de troubles pancréatiques, d'endocrinopathies, de diabètes induits par des médicaments ou des substances chimiques, et de troubles génétiques, notamment au niveau des cellules bêta (**Benhamou, 2005**).

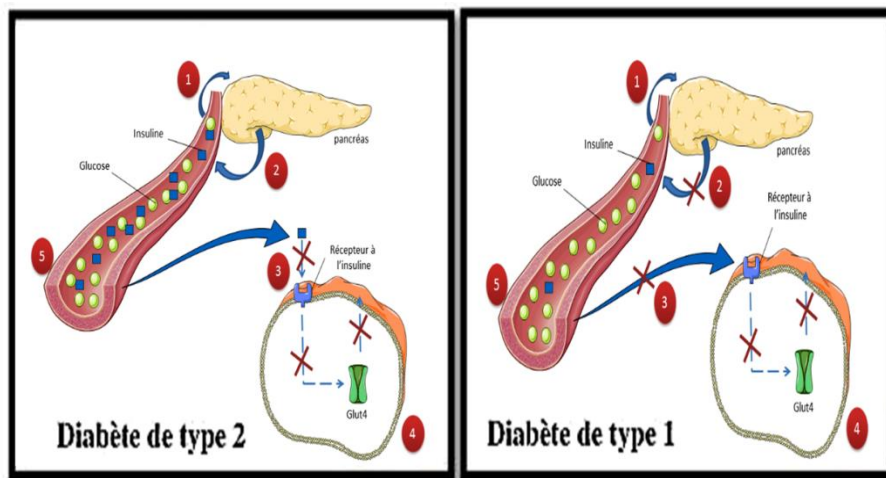


Figure 14: Mécanisme de fonctionnement de l'homéostasie du glucose dans le diabète de type 1 et 2 (Haffner, 1998)

Matériel et



Méthodes



1 Matériel

1.1 Matériel végétal

Notre étude a porté sur trois espèces de trois familles différentes :

- La première espèce: *Moringa oleifera* L de la famille Moringaceae



Figure 15: *M.oleifera* L. (louni, 2009)

- La deuxième espèce: *Bunium incrassatum* de la famille Apiaceae



Figure 16: *Bunium incrassatum* L « Talghouda» (Chentouh et *al.*, 2018)

- La troisième espèce: *Matricaria recutita* L .de la famille Asteraceae.



Figure 17: Espèce de *Matricaria recutita* (Alberts, 2009)

1.2 Matériel animal

Dans Cette étude on a utilisé 12 lapins dont poids varient entre 500 g et 1500 g. Elles sont utilisées après une période d'adaptation de 15 jours au sein de l'animalerie. Les lapins étaient répartis dans des cages en fonction de 3 lapins lots où elles ont l'accès libre à l'eau et l'alimentation. Les lapins sont maintenus à une température ambiante 25-28 °C et photopériode de 12 h jour et nuit. Elles été traitées conformément aux principes énoncés dans le manuel sur le soin et l'utilisation des animaux d'expérimentation.



Figure 18: Lapins utilisés dans l'étude

2 Présentation de la zone d'étude

2.1 Localisation géographique de Mila

La wilaya de Mila est située à l'Est Algérien, à 464 km d'Alger et à 70 km de la mer méditerranée. Elle fait partie de l'Est de l'Atlas tellien, avec une chaîne de montagnes qui s'étend d'Ouest en Est sur l'ensemble du territoire nord du pays (Andi, 2013).



Figure 19: Localisation géographique de la wilaya de Mila
(Soukehal, 2017).

2.2 Récolte de la matière végétale

- La première espèce *Moringa oleifera* L a été achetée auprès d'un vendeur d'herbes de la municipalité d'Al-Grarem Gouga, province de Mila, et le matériel végétal est constitué de feuilles sèches.
- Les deuxième *Bunium incrassatum* L et troisième *Matricaria recutita* L espèces ont été collectés dans la commune de Mila, et le matériel végétal de la deuxième espèce est constitué de racine, la troisième espèce est constitué de fleurs.

3 Préparation du matériel végétal

Pour faciliter l'extraction des composés phénoliques à partir des trois plantes deux opérations de prétraitement de ces matériels ont été effectuées : séchage et broyage

- **Séchage** : Le séchage des trois espèces est effectué à l'ombre, à l'abri de l'humidité durant 15 jours et à une température ambiante.
- **Broyage** : Les espèces séchées sont ensuite broyées à l'aide d'un moulin à café jusqu'à devenir une poudre. Ce dernier a été conservée dans des bouteilles en verre scellées et exclue de la lumière et de la chaleur jusqu'à son utilisation.

4 Extraction des composés phénoliques

L'étape d'extraction est considérée comme une étape essentielle pour l'analyse et l'identification des molécules bioactives. L'extraction de produits naturels est généralement réalisée par la méthode solide-liquide. Des méthodes dites traditionnelles, telles que la macération et la décoction, étaient jusqu'à présent utilisées et considérées comme des techniques de choix pour extraire les composés naturels (Mendiola, 2007).

Selon (Siddhuraju et Becker, 2003), le méthanol et l'éthanol sont les solvants les plus efficaces pour extraire les composés antioxydants. Ils offrent un rendement d'extraction supérieur à celui de l'eau, dépassant cette dernière de sept fois. Pour extraire les composés phénoliques des plantes broyées, deux solvants sont utilisés (méthanol et éthanol) pour les trois plantes. La macération de la matière végétale pour un volume de 300 ml de méthanol à 80 % (80 M-OH/20 eau) et 300 ml d'éthanol à 70 % (70 E-OH/30 eau) sous agitation continue à température ambiante

et à l'abri de la lumière. Au bout de 72 heures, la suspension a été filtrée, puis le filtrat a été collecté et séché dans des plats allant au four au four à 40°C. L'extrait brut séché a été stocké jusqu'à son utilisation.

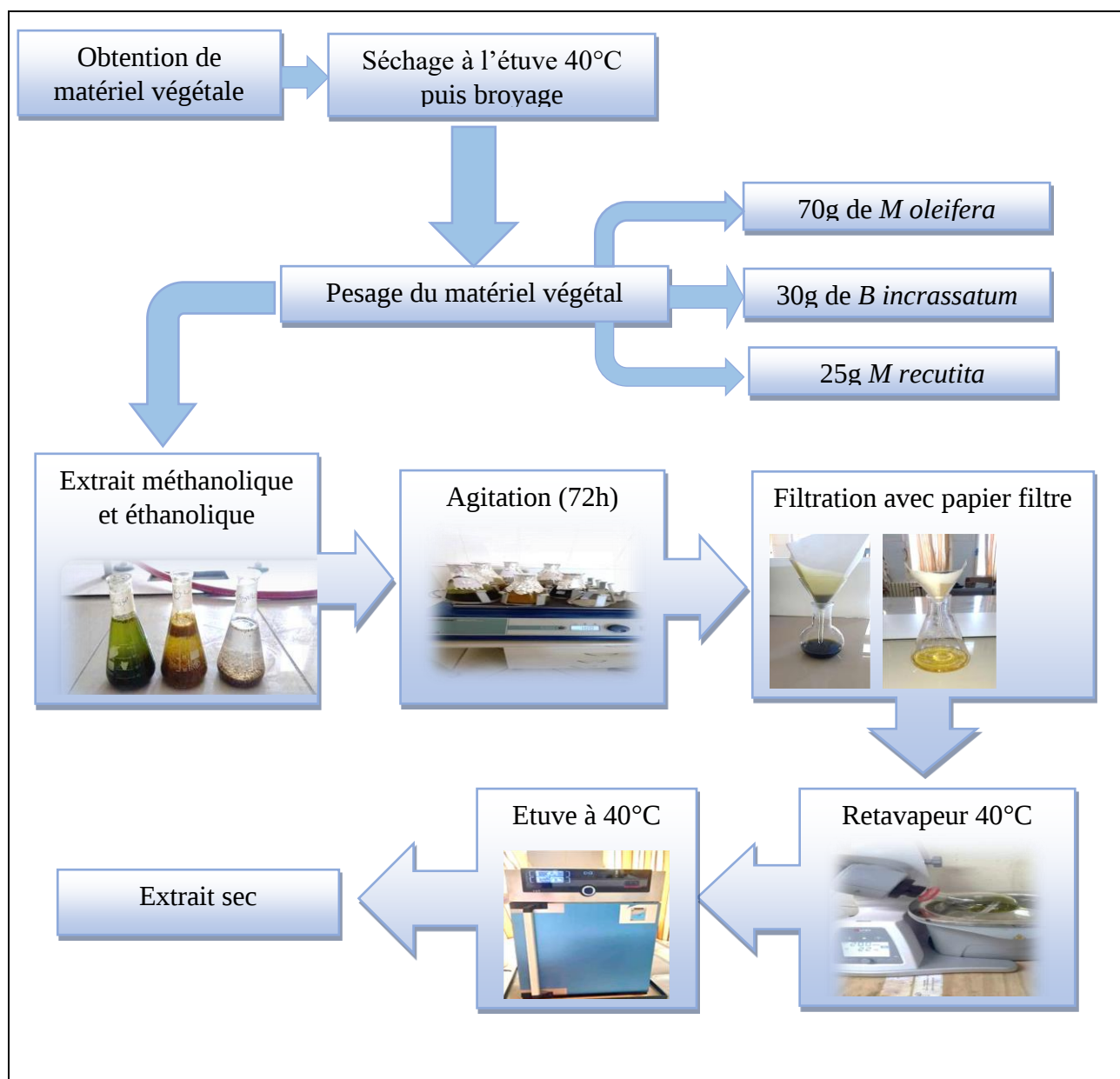


Figure 20: Protocole d'extraction par macération des composés phénoliques

➤ **Calcul du rendement (R%)**

On a calculé la teneur en matière extraite ou rendement d'extraction selon la formule suivante: Le rendement d'extraction est calculé par la formule donnée par **(Falleh et al.,2008)**.

$$R (\%) = (M_{ext}/M_{éch}) \times 100$$

R: le rendement en %

M_{ext}: la masse de l'extrait après évaporation du solvant en g

M_{éch}: la masse sèche de la plante en g.

5 Analyse quantitative

5.1 Dosage des polyphénols totaux

La méthode de dosage des polyphénols totaux est celle de Folin-Ciocalteu **(Li et al., 2007)**. Elle consiste à prendre un volume de 200 µl de l'extrait, un volume de 1 ml du réactif de Folin Ciocalteu (dilué dix fois: 9 V eau +1V Folin) était ajouté. Après 4 mn, un volume de 800 µl de Carbonate de sodium (Na₂CO₃) (75mg/ 100 ml d'eau distillée) a été verse sur la solution.

Les tubes ont été places à l'obscurité. Après deux heures, les résultats étaient lus par spectrophotomètre à 765 nm, la concentration des polyphénols totaux est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec de l'acide gallique (0-200 µg /ml). Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS) (courbe d'étalonnage).

- **Mode opération**

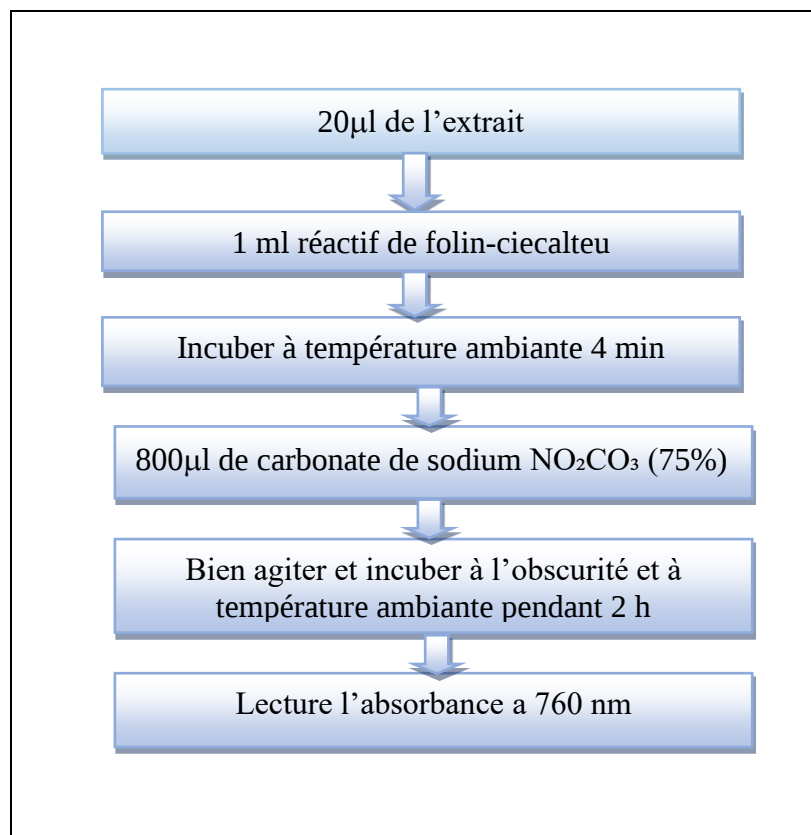


Figure 21: Protocole de dosage des polyphénols totaux
(Singleton et *al.*, 1965)

5.2 Dosage de flavonoïdes

La méthode du trichlorure d'aluminium (AlCl₃) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans les extraits (Zhishen et *al.*, 1999). ; 1 ml de chaque extrait (avec dilution convenable) est ajouté à 1 ml d'une solution d'AlCl₃ (2% dans le méthanol). Après 10 mn de réaction, l'absorbance est lue à 430 nm. La concentration des flavonoïdes est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (0-40 µg/ml). Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent de quercétine par gramme de matière sèche (mg Eq Qu/g d'extrait) (Courbe d'étalonnage).

- **Mode opération**

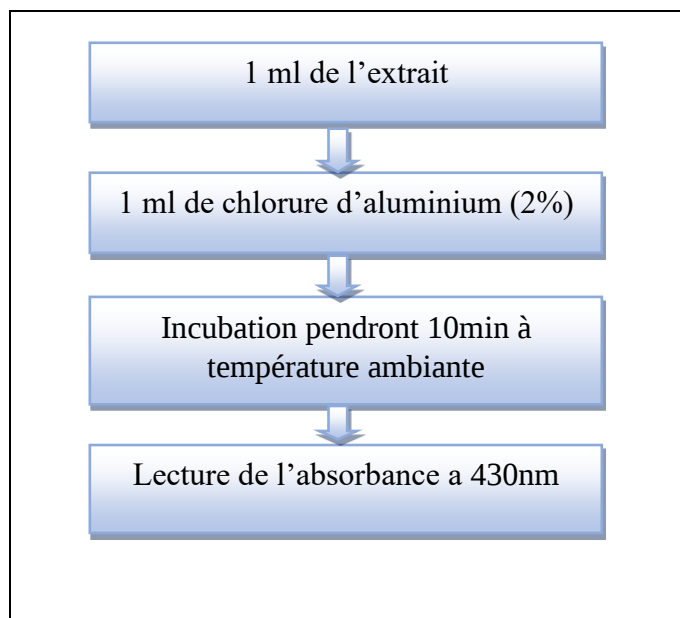


Figure 22: Protocole expérimental de dosage des flavonoïdes

(Lamaison et Carnet, 1990)

6 Activités biologiques

6.1 Activité antioxydante

6.1.1 Méthode DPPH⁺

Le test DPPH⁺ permet de mesurer le pouvoir antiradicalaire de molécules pures ou d'extraits végétaux dans un système modèle (solvant organique, température ambiante). Il mesure la capacité d'un antioxydant (AH, composés phénoliques généralement) à réduire le radical chimique DPPH⁺ (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) par transfert d'un hydrogène. Le DPPH⁺, initialement violet, se transforme en DPPH-H, jaune pâle (**Molyneux, 2004**).

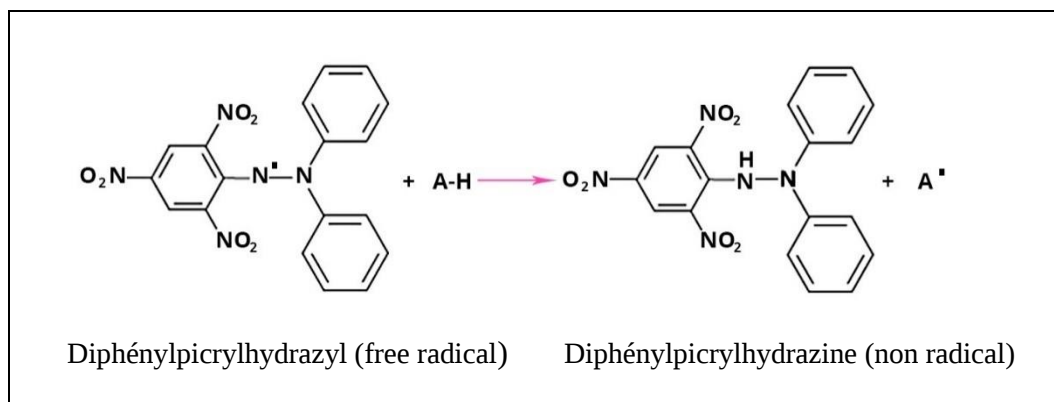


Figure 23: Structure du radical DPPH⁺ et DPPH réduit (Alam et al., 2013).

6.1.2 Evaluation du potentiel anti-radicalaire par le calcul de l'IC₅₀

L'IC₅₀ (Concentration inhibitrice 50%), appelée également EC₅₀ (Efficient concentration 50%), est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% du radical DPPH⁺. Les IC₅₀ sont calculés graphiquement par des pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des extraits testés. L'IC₅₀ faible correspond à une activité antioxydant ou anti-radicalaire élevée de l'extrait (Brand- williams et al., 1995).

- **Mode opération**

Dans notre étude, ce test a été évalué selon le protocole appliqué en (Kuramasamy et ses collaborateurs, 2007). En résumé, 1 ml d'une solution méthanolique de DPPH⁺ (0,2 mM) a été mélangé avec 1 ml de diverses dilutions des extraits de plante (0-1 mg/ml). Le mélange obtenu est ensuite conservé à l'abri de la lumière à température ambiante pendant 30 minutes. Ensuite, l'absorbance est mesurée à 517 nm contre un témoin composé de 1 ml de solution de DPPH et de 1 ml de méthanol.

Les échantillons, les témoins (l'acide ascorbique) et le banc d'essai sont, préparés dans les mêmes conditions opératoires. La diminution de l'absorbance est mesurée au spectrophotomètre et le % PI (pourcentage d'inhibition) est calculé selon la formule ci-dessous :

$$\% I = [(Abs \text{ contrôle négatif} - Abs \text{ échantillon}) / Abs \text{ contrôle négatif}] \times 100$$

La réalisation de la cinétique de cette activité permet de déterminer les concentrations nécessaires pour atteindre 50 % d'inhibition (IC_{50}) ; une valeur d' IC_{50} plus faible indique une efficacité plus élevée de l'extrait. L' IC_{50} est exprimé en $\mu\text{g/ml}$.

6.2 Activité antibactérienne

Les tests d'évaluation de l'activité antibactérienne est réalisé au niveau du laboratoire de biologie « Mila ». Ce test nécessite un travail dans des conditions d'asepsie rigoureuses afin d'éviter les problèmes de contamination. En outre, le matériel, les solutions et les milieux de cultures doivent être stérilisés par autoclavage.

6.2.1 Souches bactériennes testées

Cinq souches bactériennes de références ont été testé : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus* et *Klebsiella pneumoniae*. Ces souches bactériennes ont été obtenues auprès du laboratoire de Contrôle de qualité et de la conformité. Les caractéristiques des souches sont citées dans le **tableau IV**

Tableau IV: Caractéristiques des souches bactériennes utilisées

Famille	Genre et espèce	Gram	Référence
<i>Micrococcacées</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif	ATCC 25923
<i>Pseudomonadacées</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Négatif	ATCC 27853
<i>Enterobacteriacées</i>	<i>Escherichia coli</i>	Négatif	ATCC 11303
<i>Bacillacées</i>	<i>Bacillus cereus</i>	Positif	ATCC 10987
<i>Enterobacteriacées</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Négatif	ATCC 700603

6.2.2 Evaluation de l'activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de plantes étudiées se fait en utilisant la méthode de diffusion en milieu gélosé, également appelée antibiogramme (Treki et al., 2009). Cette technique repose sur l'observation de l'apparition d'une zone d'inhibition dans le milieu de culture. Le test a porté sur tous les extraits de trois plantes préparées précédemment et s'est déroulé selon les étapes suivantes :

❖ Préparation des milieux

- **Préparation de milieu MH (Mueller Hinton)**

Le milieu de Mueller-Hinton a été préparé dans le but de repiquer les souches bactériennes et d'évaluer leur activité antibactérienne. Pour sa préparation, 38 g de Mueller-Hinton ont été ajoutés à 1 litre d'eau distillée. Ce mélange a été agité continuellement à une température élevée sur une plaque chauffante jusqu'à ébullition. Ensuite, le milieu a été réparti dans des flacons en verre (**Bauer et al., 1966**).

- **Préparation de milieu GN (Gélose nutritif)**

La gélose nutritive a été préparée pour le but de la réactivation et l'entretien des souches bactériennes par l'ajoute de 28g de GN à 1l d'eau distillée sous agitation pendant quelques minutes, la solution sera divisée dans des tubes en verre à vesse (**Bauer et al., 1966**).

- **Préparation d'eau physiologique**

L'eau physiologique est préparée pour l'ensemencement des souches en dissolvant 0,9 g de NaCl dans 100 ml d'eau distillée. Le mélange est agité pendant quelques minutes jusqu'à dissolution complète, puis il est réparti dans des tubes en verre à vesse (**Bauer et al., 1966**).



Figure 24: Préparation des milieux des cultures

(MH et BN et Eau physiologique).

- **Repiquage des souches bactériennes**

Les différentes souches bactériennes ont été repiquées en utilisant la méthode des stries sur gélose nutritive (38 g pour 1 L d'eau distillée) dans des boîtes de Pétri. À l'aide d'une anse de

platine stérile, elles ont été ensuite incubées à 37°C dans une étuve pendant 18 à 24 heures. Cette étape vise à obtenir une culture jeune avec des colonies isolées, qui ont ensuite été utilisées pour préparer l'inoculum bactérien.

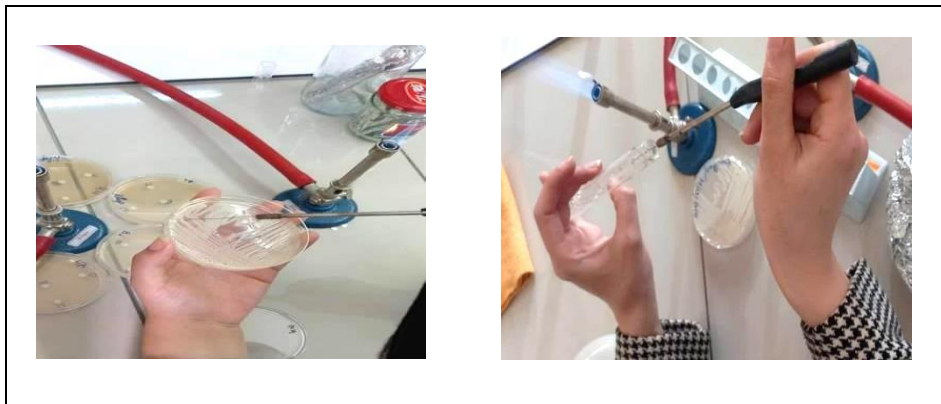


Figure 25: Repiquage des souches bactériennes.

- **Préparation des dilutions des extraits**

Les extraits ont été repris avec le diméthyl sulfoxyde (DMSO), les dilutions des extraits méthanolique sont réalisées à analyses selon les méthodes suivantes et pour l'extrait éthanolique, une autre dilution a été ajoutée, qui était $T^{1/32}$:

- Solution mère SM : 100mg d'extrait avec 1ml de DMSO [100%].
- $T^{1/2}$: 0,5ml d'extrait de SM avec 0.5ml de DMSO [50%].
- $T^{1/4}$: 0.5ml d'extrait de $T^{1/2}$ avec 0.5ml de 1DMSO [25%].
- $T^{1/8}$: 0.5ml d'extrait de $T^{1/4}$ avec 0.5ml de DMSO [12.5%].
- $T_{1/16}$: 0.5ml d'extrait de $T^{1/8}$ avec 0.5ml de DMSO [6.25%].
- $T_{1/32}$: 0.5ml d'extrait de $T_{1/16}$ avec 0.5ml de DMSO [3.125%].

- **Préparation des disques**

Des disques de papier Whatman d'un diamètre de 6 mm ont été stérilisés et placés dans des tubes en verre stériles, fermés hermétiquement, jusqu'à leur utilisation ultérieure (**Kissoum et Khalfaoui, 2015**).



Figure 26: Préparation des disques d'aromatogramme

- **Préparation du milieu de culture**

On met la stérilisation et la surfusion de milieu de culture (Muller Hinton) à l'aide d'autoclave pendant 15 min à 121°C, puis on l'a versé dans les boîtes de Pétri à 4 mm de hauteur et on l'a laissé quelques minutes jusqu'à la solidification.

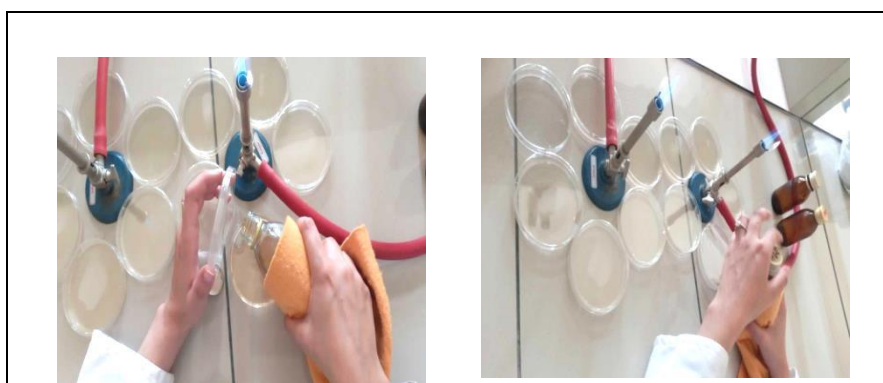


Figure 27: Préparation du milieu de culture

- **Préparation de l'inoculum bactérien**

- A partir d'une culture pure des bactéries à tester sur milieu d'isolement, racler par un écouvillon, quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques.
- Décharger un écouvillon dans 9 ml d'eau physiologique stérile à 0.9 %, bien homogénéiser la suspension bactérienne.
- Ensemencement doit se faire en moins en quelques minutes après la préparation de l'inoculum.

- **Ensemencement**

Dans les boîtes de Pétri stériles déjà préparées, une quantité de deux à quatre millilitres de chaque suspension bactérienne préalablement préparée est répandue de manière uniforme en utilisant un râteau stérile. L'ensemencement est effectué de manière à garantir une répartition homogène des bactéries dans toutes les directions et à couvrir intégralement la surface du milieu de culture (Zeghad, 2009).

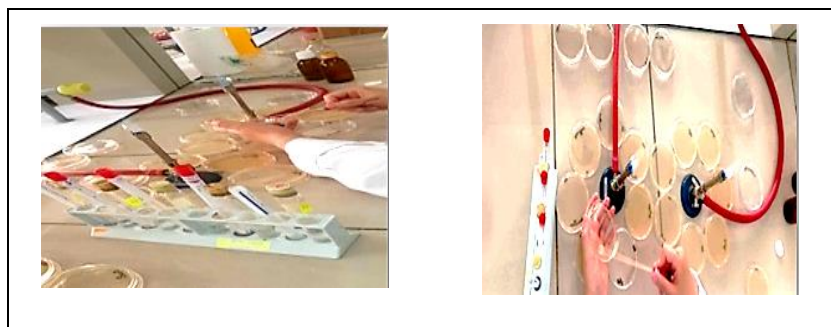


Figure 28: Encensement des bactéries

- **Application des disques**

Des disques stériles sont imprégnés avec différentes concentrations de l'extrait à tester, à raison de 10 μ l par disque, puis déposés à l'aide d'une pince à la surface du milieu gélosé, conformément à la méthodologie décrite par (Kissoum et Khalfaoui, 2015). Des contrôles sont effectués simultanément pour chaque essai ; à cet effet, on utilise la gentamicine (40 mg/1 ml) comme contrôle positif.



Figure 29: Dépose des disques

- **Incubation et lecture**

Après incubation des boîtes de Pétri à 37°C pendant 24 à 48 heures dans une étuve, la lecture est effectuée en mesurant le diamètre d'inhibition de l'extrait sur chaque disque. Cette mesure en millimètres est ensuite rapportée à une échelle de concordance afin d'interpréter la sensibilité de la souche, selon la méthodologie décrite par **(Aref et Heded, 2015)**. Selon la littérature, les souches bactériennes peuvent répondre ou non aux extraits en fonction de la présence ou de l'absence de zones d'inhibition, avec trois réponses possibles :

- Souche sensible: La dimension du diamètre de la zone d'inhibition est égale ou supérieure à 10 mm.
- Souche limite (intermédiaire): La dimension du diamètre de la zone d'inhibition est inférieure à 10 mm.
- Souche résistante: Absence de zone d'inhibition **(Kissoum et Khalfaoui, 2015)**.

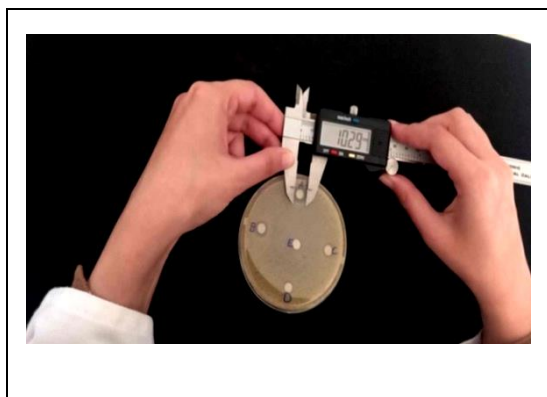


Figure 30: Incubation et lecture

6.3 Activité antidiabétique

6.3.1 Évaluation de l'activité antidiabétique *in vivo*

➤ A court durée

Les lapins sont misés à jeun pendant 12 heures avant les expériences. Les substances sont administrées par voie oral. La mesure de la glycémie est effectuée au niveau de L'oreille du lapin. Après nettoyage de L'oreille à l'alcool, les lapins sont piqués à l'aide d'une fine aiguille, une goutte de sang est récupérée puis déposée sur une bandelette pour lecture de la glycémie à l'aide d'un glucomètre les étapes suivies sont illustrée dans la (Figure 31).

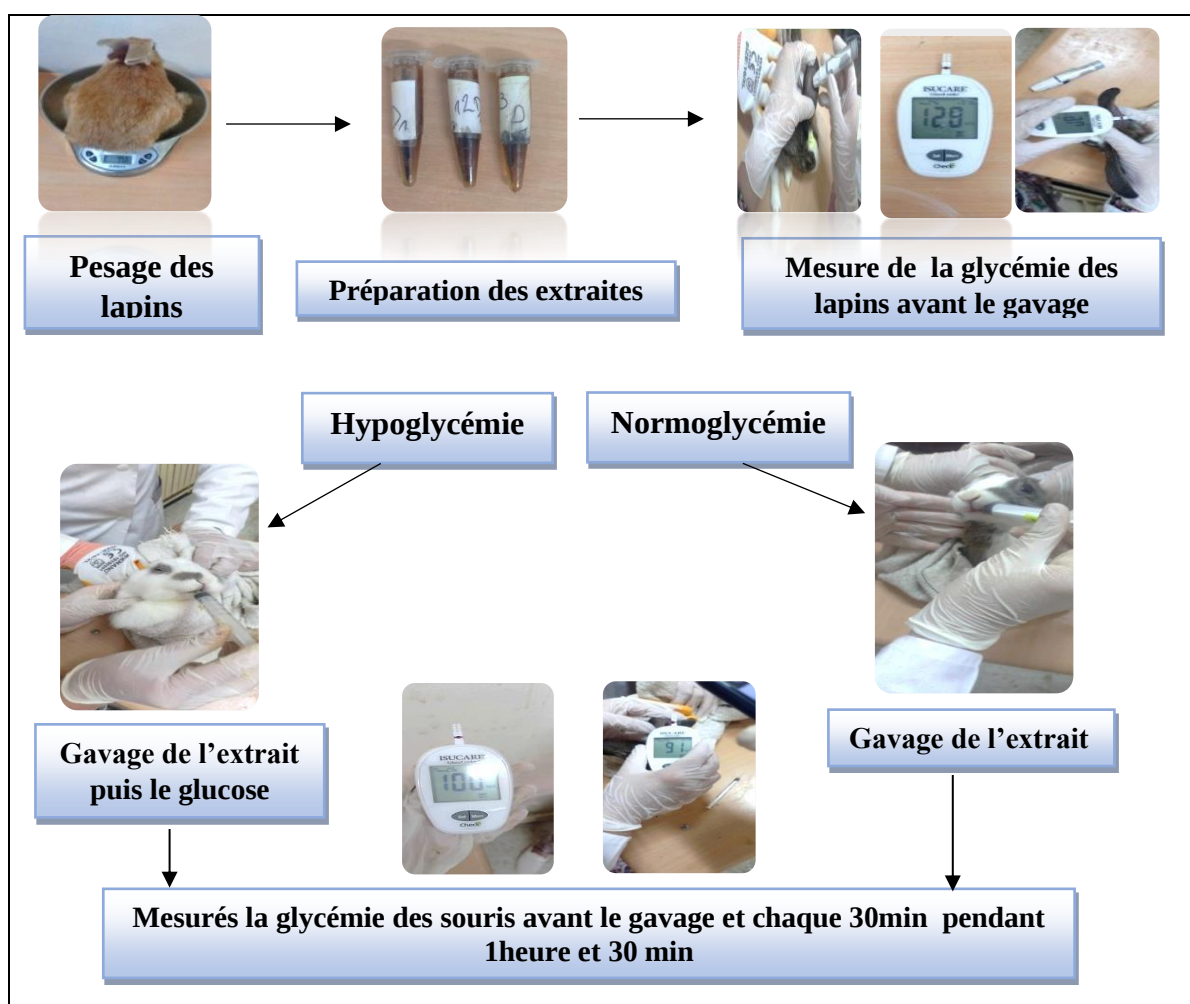


Figure 31: Représentation schématique des étapes réalisées au cours de l'activité hypoglycémiant et normoglycémie

- Effet dose–réponse de l'extrait méthanolique et éthanolique des trois plantes sur la glycémie
- ✚ Des lapins normoglycémique

Pour cette étude, 12 lapins sont utilisés, ils sont repartis en 4 lots de 3 lapins montrées sur la (Figure 32).

- Lot 1: lapins contrôles négative recevant de l'eau distillée.
- Lot 2: lapins recevant 400 mg/kg de PC de l'extrait des trois plantes.
- Lot 3: lapins recevant 100 mg/kg de PC de l'extrait des trois plantes.
- Lot 4: lapins contrôles positive recevant le Glucophage 500 mg/KG PC.

La glycémie est d'abord déterminée juste avant les traitements ; c'est la glycémie initiale (t_0). Après le traitement des lapins (gavage de l'extrait) la glycémie est mesurée toutes les 30 minutes, pendant 1 heure et 30 min.

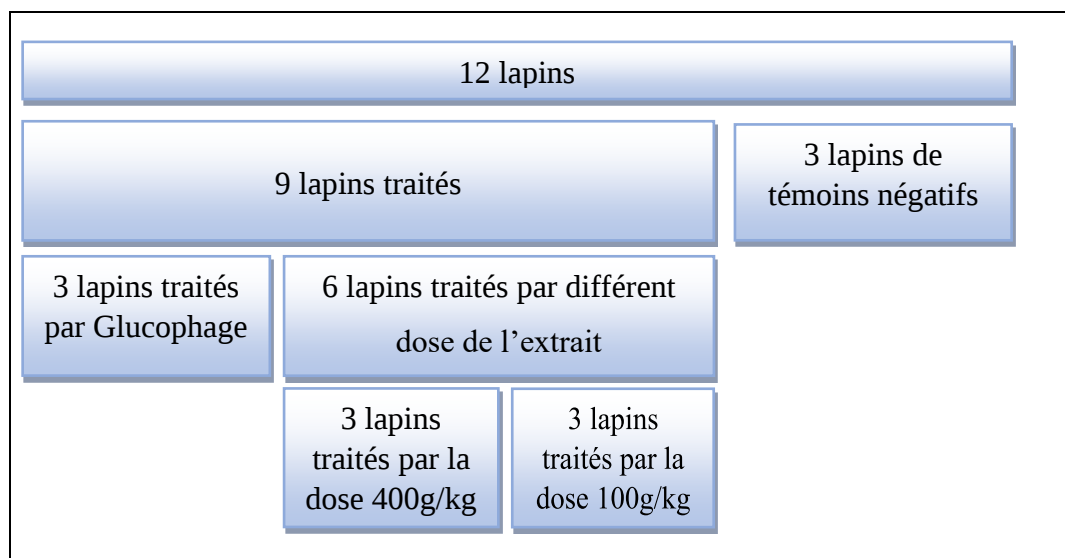


Figure 32: Répartition des lapins selon les extraits utilisés pour l'activité normoglycémie

- Effet dose–réponse de l'extrait méthanolique et éthanolique lors du test de tolérance au glucose mesure de la glycémie chez les lapins prétraités.

L'hyperglycémie est provoquée par l'administration par voie orale de glucose aux lapins à la dose de 4g / kg de poids corporel. Pour cette étude, 12 lapins sont repartis en 4 lots de 3 lapins représentées dans la (Figure 33).

- Lot 1: lapins contrôles négative recevant de 4g/kg PC de glucose et après 30 minutes l'eau distillée.
- Lot 2: lapins recevant de 4g/kg PC de glucose et après 30 minutes 400 mg/kg de PC l'extrait des trois plantes.
- Lot 3: lapins recevant de puits 4g/kg PC de glucose et après 30 minutes 100 mg/kg PC de l'extrait des trois plantes.
- Lot 6: lapins contrôle positive recevant le 4g/kg PC de glucose et après 30 minutes le glucophage 500 mg/KG PC.

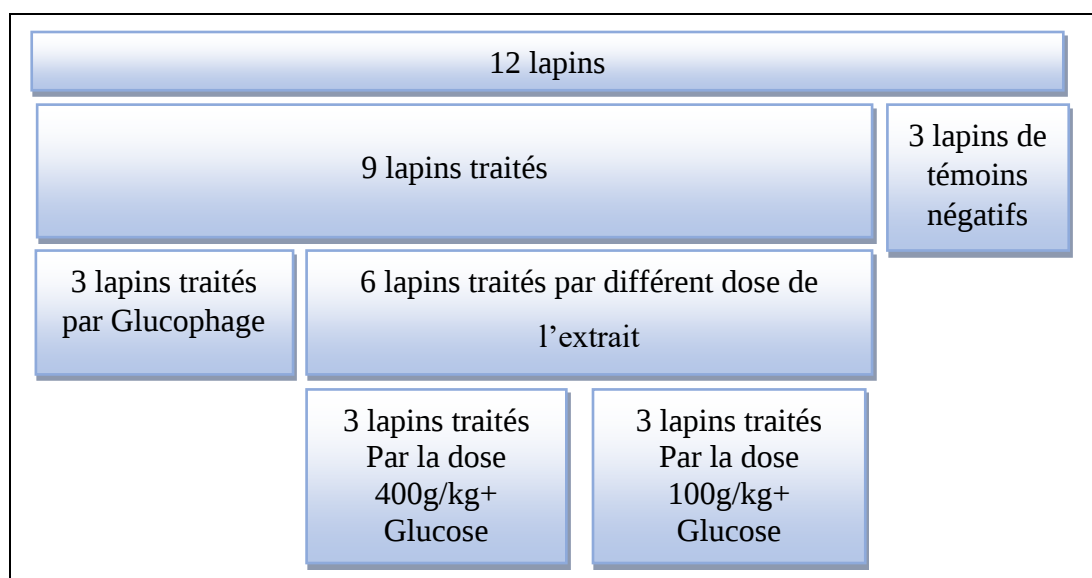
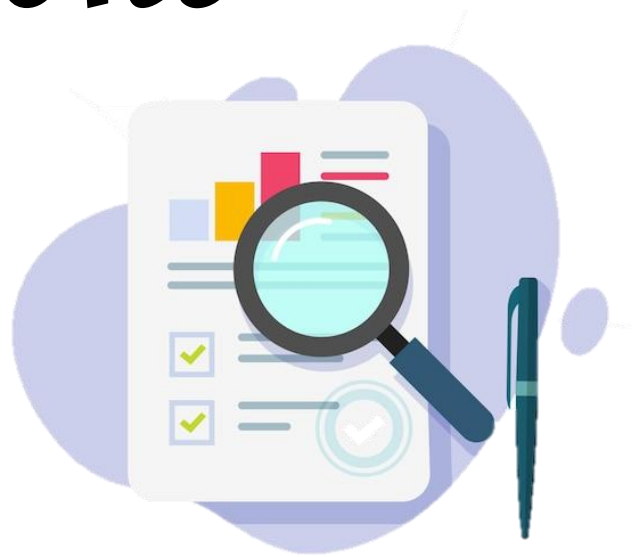


Figure 33: Répartition des lapins selon les extraits utilisés pour l'activité hypoglycémie

7 Etude statistique

Des analyses statistiques ont été réalisées avec le programme d'Excel (Microsoft Office Excel). Pour chacun des paramètres étudiés, nous avons procédé à une analyse de variance trivariée à trois plantes (*M.oleifera*, *B.incrassatum*, *M.recutita*).

Résultats et discussions



1 Résultats

1.1 1.1 Extraction des composés phénoliques

Dans ce travail, afin d'évaluer la meilleure technique d'extraction de polyphénols totaux, de flavonoïdes des *M.oleifera*, *B.incrassatum* et *M.recutita*, nous avons utilisé deux méthodes d'extraction: à savoir la macération (méthanolique 80%, et éthanolique 70%)

1.2 Détermination du rendement

Dans cette étude, Les rendements d'extraction de nos extraits (méthanolique et éthanolique) obtenus après évaporation ont été déterminés par rapport au matériel végétal sec. Ces résultats sont représentés dans le **tableau V** :

Tableau V: Tableau récapitulatif regroupant les rendements des extraits.

Matériel végétale	Organe	Méthode d'extraction	Couleurs	Aspects	Rendement%
<i>Matricaria recutita</i>	Fleur	Macération éthanolique	Marron clair	Poudre	16.676%
		Macération méthanolique			18.172%
<i>Bunium incrassatum</i>	Racine	Macération éthanolique	Jeun Clair	Poudre	12.266%
		Macération Methanolique			9.295%
<i>Moringa oleifera</i>	Feuille	Macération éthanolique	Vert foncé	Poudre	9.025%
		Macération Méthanolique			9.640%

Selon les résultats obtenus, il est possible de dire que le pourcentage de l'extrait varie en fonction de la matière d'extraction ainsi que du type de plante. Pour le *M.oleifera*, le pourcentage d'extrait méthanolique est de 9,640 %, ce qui est meilleur que l'extrait éthanolique à 9,025 %. En ce qui concerne la plante de *B.incrassatum*, le pourcentage d'extrait méthanolique est de 9,295%, ce qui est inférieur à l'extrait éthanolique à 12,266%. Enfin, pour la *M.recutita*, le pourcentage

d'extract méthanolique est de 18,172%, le plus élevé des trois plantes et supérieur à l'extract éthanolique à 16,686% pour la même plante.

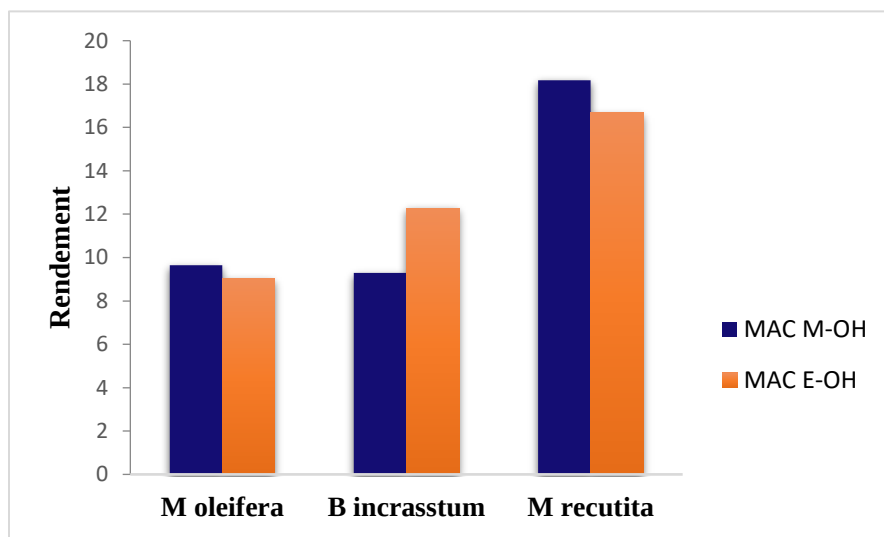


Figure 34: Rendement d'extraction des composés phénoliques

1.3 Analyse quantitative

Les composés phénoliques sont largement reconnus comme des acteurs majeurs des activités biologiques des plantes, telles que leur activité antioxydante et antibactérienne. Ainsi, afin d'évaluer ces propriétés, des dosages des polyphénols totaux et des flavonoïdes ont été réalisés sur les extraits préparés. Ces dosages ont été effectués à l'aide de méthodes spectrophotométriques, en utilisant des équations de régression linéaire dérivées des courbes d'étalonnage.

1.3.1 Phénols totaux

Ils sont quantifiés en utilisant une courbe d'étalonnage établie avec de l'acide gallique comme standard. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par g d'extract (mg Eq AG/g d'extract).

La formule de régression linéaire pour cette courbe est $y = 0.0087x$, avec un coefficient de corrélation R^2 de **0.9934**. La courbe d'étalonnage de l'acide gallique est présentée dans (Figure 35).

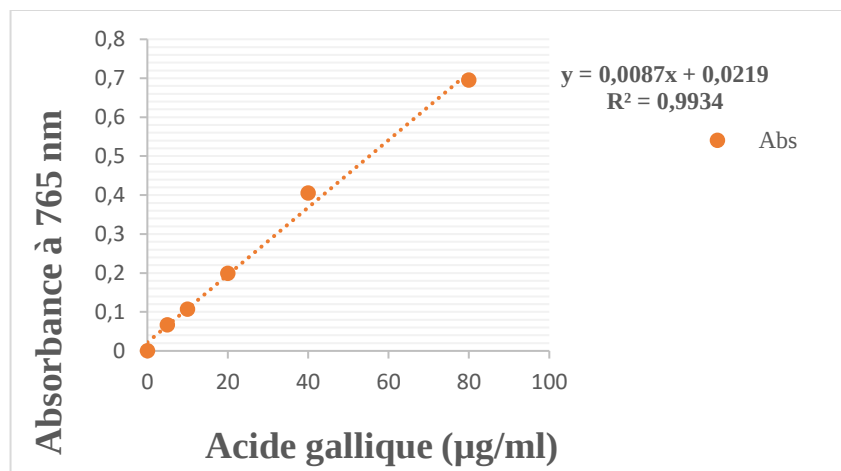


Figure 35: Courbes d'étalonnage de l'acide gallique.

1.3.2 Flavonoïdes

Ils sont quantifiés à l'aide d'une courbe d'étalonnage établie avec de la quercétine comme standard. Les résultats sont exprimés en milligrammes équivalents de quercétine par gramme d'extrait (mg Eq Qu/g d'extrait).

La formule de régression linéaire pour cette courbe est $y = 0,0351x + 0,0055$, avec un coefficient de corrélation R^2 de 0,998. La courbe d'étalonnage de la quercétine est illustrée dans la (Figure 36).

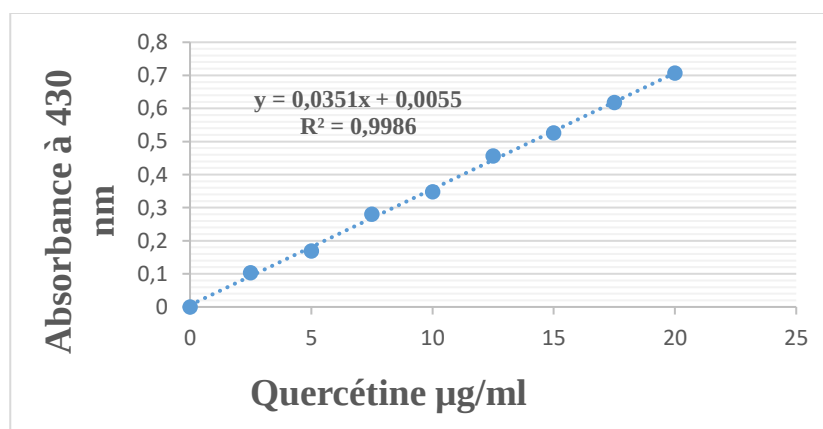


Figure 36: Courbes d'étalonnage de la quercétine

1.3.3 Dosage de polyphénol totaux

D'après les résultats illustrés dans la (**Figure 37**), on peut dire qu'il y a une variation dans le contenu en polyphénols. Cela est dû aux différentes plantes étudiées ainsi qu'au type d'extraction, car nous avons utilisé à la fois l'éthanol et le méthanol.

Nous pouvons classer nos extraits selon leur contenu en polyphénols comme suit :

Ext *Mr* E-OH > Ext *Mo* E-OH > Ext *Mr* M-OH > Ext *Mo* M-OH > Ext *Bi* E-OH > Ext *Bi* M-OH.

Enfin, d'après les résultats obtenus, nous concluons que l'extrait éthanolique contient un total de polyphénols supérieur à celui de l'extrait méthanolique pour les trois plantes, avec la valeur la plus élevée observée dans la *Matricaria recutita*, estimée à 114,122 mg Eq AG/g d'extrait, tandis que la valeur la plus basse a été trouvée dans l'extrait méthanolique de la *Bunium incrassatum*, avec 17,264 mg Eq AG/g d'extrait.

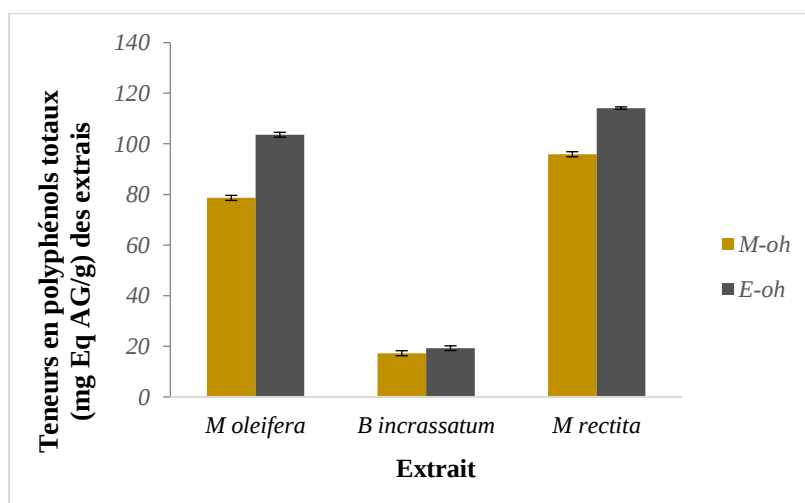


Figure 37: Teneurs en polyphénols totaux des extraits

1.3.4 Dosage de flavonoïde

Selon les résultats présentés dans la **Figure (38)**, on observe une variation du flavonoïde. Cette variation est attribuée aux différentes plantes étudiées ainsi qu'au type d'extraction utilisé, avec l'éthanol et le méthanol.

Nous pouvons classer nos extraits en fonction de leur contenu en flavonoïdes comme suit :

Ext *Mo* E-OH > Ext *Mr* E-OH > Ext *Mr* M-OH > Ext *Mo* M-OH > Ext *Bi* E-OH > Ext *Bi* M-OH.

En conclusion, d'après les résultats obtenus, nous pouvons dire que l'extrait méthanolique a une teneur en flavonoïdes plus faible que l'extrait éthanolique pour les trois plantes, avec la valeur la plus basse trouvée dans l'extrait méthanolique de la plante *Bunium incrassatum* (1,073 mg Eq Qu/g d'extrait), et en revanche, la valeur la plus élevée a été trouvée dans l'extrait éthanolique de la plante *M.oeifera*, elle était de 48. 575 mg Eq Qu/g d'extrait.

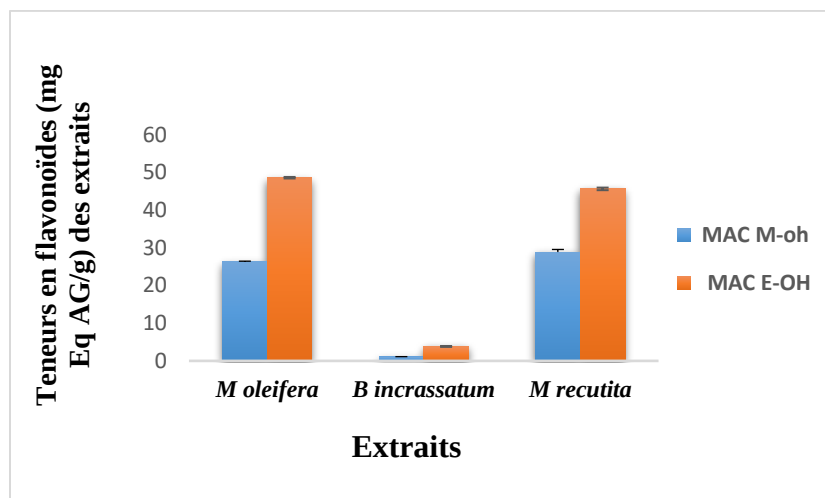


Figure 38: Teneurs en flavonoïdes des extraits

1.4 Activités biologiques

Étant donné que les extraits sont des combinaisons de divers composés présentant différents groupements fonctionnels, polarités et réactions chimiques, leur complexité chimique pourrait entraîner des résultats variables selon la méthode d'essai utilisée. Ainsi, une approche impliquant plusieurs analyses pour évaluer le potentiel antioxydant et antibactérien des extraits serait plus informative, voire indispensable (Ozturk et al., 2007).

1.4.1 Activité antioxydante

La capacité de capturer ou de piéger les radicaux libres, qui sont produits spontanément et de manière continue dans l'organisme vivant, est évaluée.

Nous avons employé une méthode *in vitro*, le test DPPH⁺, pour évaluer l'activité antioxydante des extraits de *Moringa oleifera*, *Bunium incrassatum* et *Matricaria recutita*.

✚ Test de DPPH⁺

Dans cette étude, les analyses quantitatives de l'activité antioxydante sont évaluées en utilisant une courbe d'étalonnage établie avec de l'acide ascorbique comme standard de référence. Les valeurs obtenues sont exprimées en microgrammes équivalents d'acide ascorbique par milligramme d'extrait (µg Eq AC/mg d'extrait).

La relation entre la concentration d'acide ascorbique et son pouvoir réducteur est décrite par la formule de régression linéaire $y = 13.825 + 1.0111x$, où y représente le pouvoir réducteur et x la concentration d'acide ascorbique. Le coefficient de corrélation R^2 associé à cette relation est égal à **0,9883**. Cette formule permet de convertir les valeurs mesurées d'activité antioxydante en équivalents d'acide ascorbique, facilitant ainsi la comparaison et l'interprétation des résultats. Les **Figures (39), (40), (41)** illustrent graphiquement le pouvoir réducteur de l'acide ascorbique.

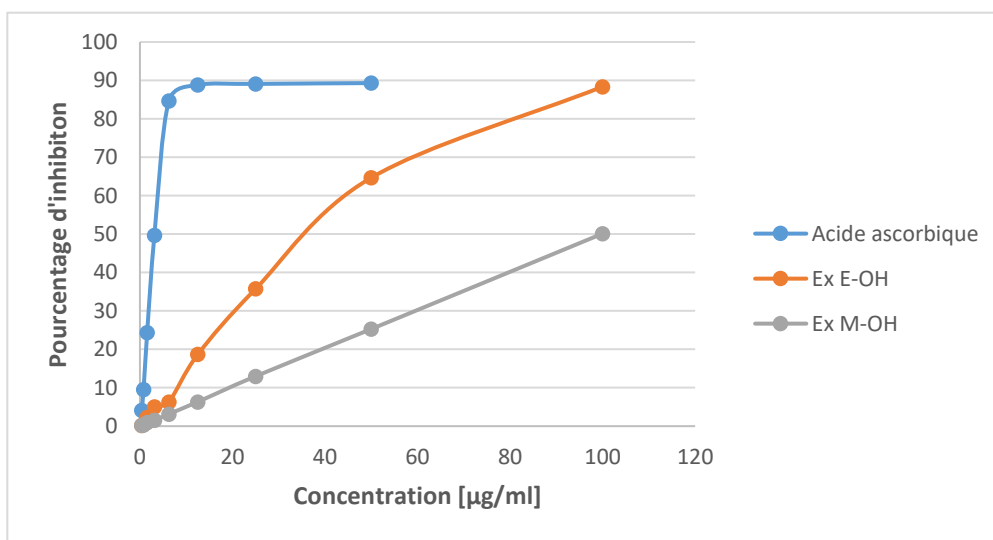


Figure 39: Présentation graphique de DPPH⁺ de *M. oleifera*

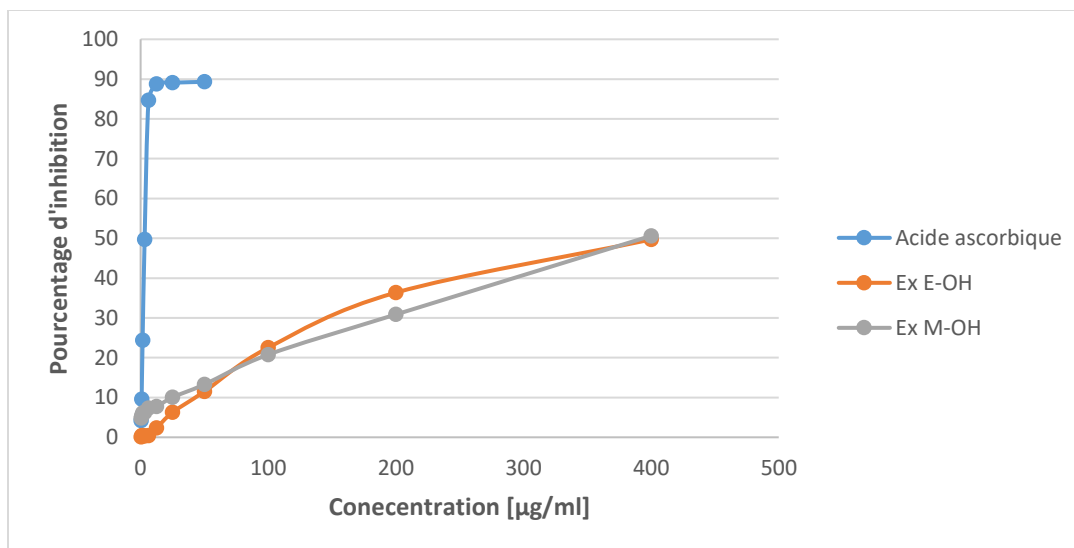


Figure 40: Présentation graphique de DPPH^+ de *B. incrassatum*

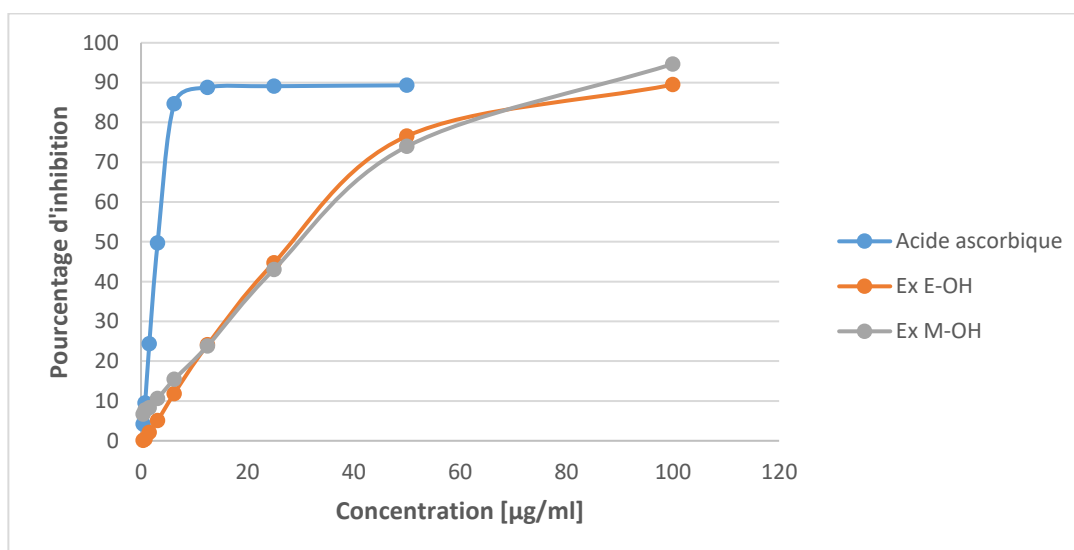


Figure 41: Présentation graphique de DPPH^+ de *M. recutita*

Selon les résultats obtenus, nous avons observé que la capacité réductrice des extraits de chaque plante (*M.oeifera*, *B.incrassatum* et *M.recutita*) esproportionnelle à l'augmentation de la concentration et présente des absorbances largement inférieures à celle de l'acide ascorbique pris comme témoin à une concentration de 100 mg/ml.

Ces activités réductrices varient considérablement entre les différents extraits et révèlent des variabilités corroborées par l'effet de la technique d'extraction et de la plante étudiée.

En effet, l'extrait éthanolique de *M.recutita* à une concentration de 1000 mg/ml, exerce la meilleure activité réductrice avec un IC₅₀ de 30.27 µg/ml, suivi de l'extrait méthanolique de la même plante avec un IC₅₀ de 31.47 µg/ml, puis de l'extrait éthanolique de *M.oeifera*, avec un IC₅₀ de 37.63 µg/ml. Quant à l'extrait méthanolique de la même plante, il présente un IC₅₀ de 99.48 µg/ml. À l'avant-dernière place se trouve l'extrait éthanolique de *B.incrassatum* à une concentration de 4000 mg/ml avec un IC₅₀ de 261.75 µg/ml. Enfin, l'extrait méthanolique de cette plante a un IC₅₀ de 380.47 µg/ml. Si nous classons nos extraits selon l'IC₅₀ par rapport à l'acide ascorbique, nous obtenons l'ordre suivant :

Ext *Mr* E-OH > Ext *Mr* M-OH > Ext *Mo* E-OH > Ext *Mo* M-OH > Ext *Bi* E-OH > Ext *Bi* M-OH.

1.4.2 Evaluation de l'activité antibactérienne

L'activité antimicrobienne des extraits dérivés des *Moringa oeifera*, *Bunium incrassatum* et *Matricaria recutit* a été évaluée de manière qualitative en utilisant la méthode de diffusion sur disque. Cette approche permet de tester les différents extraits contre une panel de cinq micro-organismes, (bactéries), dans des boîtes de Pétri distinctes. Cette méthode, selon **(Rios et Recio, 2005)**, présente l'avantage de permettre l'évaluation de plusieurs extraits contre un seul micro-organisme dans une même boîte de Pétri.

D'après **Roura et ses collaborateurs (2003)**, la sensibilité de l'extrait a été classée par le diamètre des halos inhibition :

- Non sensible (-) pour les diamètres moins de 8mm.
- Sensible (+) pour les diamètres de 8 à 14 mm.

Pouvoir antibactérien des extraits

• Pouvoir antibactérien de *M. recutita* vis-à-vis *Staphylococcus aureus*

Les différentes concentrations de l'extrait méthanolique des *M. recutita* affichent des effets inhibiteurs compris entre (6-10.32) mm, comparativement à l'extrait éthanolique avec des zones d'inhibition voisines comprise entre (6-10.48) mm. La zone d'inhibition la plus large de (10.32 ±1.48) mm contre, *B. cereus*, est obtenu avec l'extrait méthanolique. Cependant l'extrait

éthanolique a montré une zone d'inhibition (10.48 ± 0.025) mm avec différence dose de 100 mg/ml pour l'extrait éthanolique et 50 mg/ml pour l'extrait méthanolique (**Figure 42**).

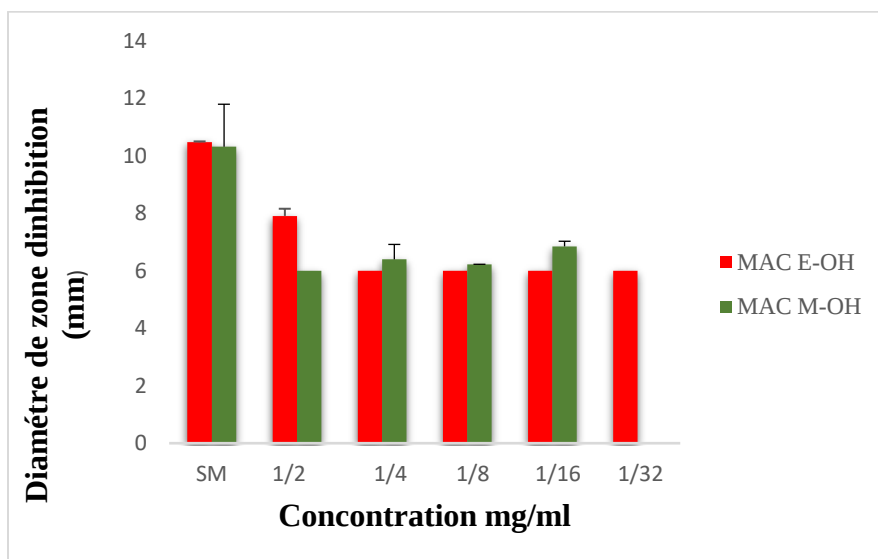


Figure 42: Diamètre des zones d'inhibition des fleurs de *M. recutita* vis-à-vis de *S. aureus*

- **Pouvoir antibactérien de *M. oleifera* vis-à-vis *Staphylococcus aureus***

Ce test a montré également que les deux extraits méthanolique et éthanolique sont donnent différence valeurs qui varient entre (6.33-7.4) mm et (6-7.1) mm respectivement. La zone d'inhibition la plus large est de (7.4 ± 0.7) mm contre *k. penumoniae* est obtenu avec l'extrait méthanolique. Cependant l'extrait éthanolique a montré une zone d'inhibition (7.1 ± 1.1) mm (**Figure 43**).

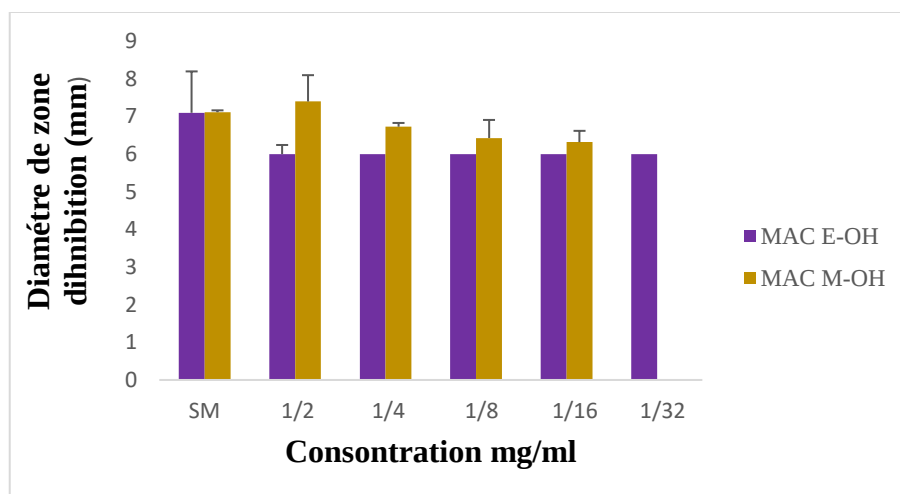


Figure 43: Diamètre des zones d'inhibition des feuilles de *M. oleifera* vis-à-vis de *S. aureus*

- Pouvoir antibactérien de *B. incrassatum* vis-à-vis *Staphylococcus aureus***

L'effet antibactérien des extraits des *B. incrassatum* a été remarqué vis-à-vis de *S. aureus*. Leurs diamètres de zones d'inhibition varient de (6-10.74) mm pour les extraits méthanoliques et de (6-7.98) mm pour les extraits éthanoliques. La zone d'inhibition la plus large de (10.74 ± 0.28) mm contre *S. aureus*, est obtenu avec l'extrait méthanolique. Cependant l'extrait éthanolique a montré une zone d'inhibition de (7.98 ± 0.027) mm (**Figure 44**).

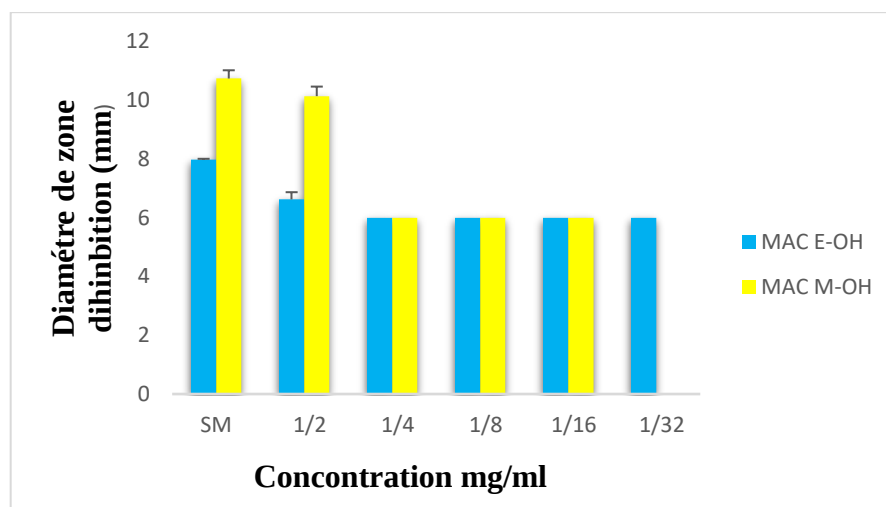


Figure 44: Diamètre des zones d'inhibition des racines de *B. incrassatum* vis-à-vis de *S. aureus*

- **Pouvoir antibactérien de *M. recutita* vis-à-vis *K. pneumoniae***

L'effet antibactérien des extraits de *M. recutita* a été remarqué vis-à-vis de *K. pneumoniae*. Leurs diamètres de zones d'inhibition varient de (6.3-9.73) mm pour les extraits méthanoliques et pour les extraits éthanoliques aucun résultat. A une concentration différente de 50 mg/ml méthanolique et 100 mg / ml éthanolique, l'extrait méthanolique de *M. recutita* a représenté l'activité antibactérienne efficace à l'égard *K. pneumoniae* de (9.73 ± 0.42) mm. (**Figure 45**).

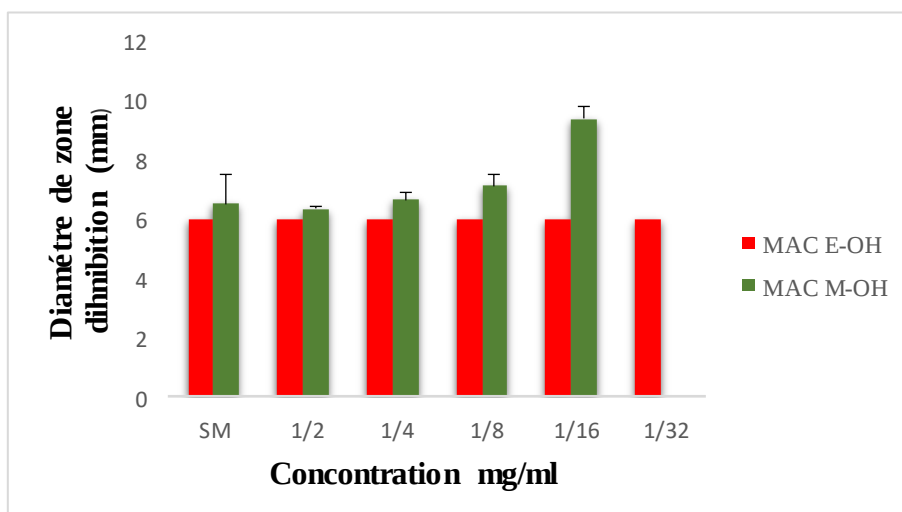


Figure 45: Diamètre des zones d'inhibition des fleurs de *M. recutita* vis-à-vis de *K. pneumoniae*

- **Pouvoir antibactérien de *B. incrassatum* vis-à-vis *K. pneumoniae***

Les différentes concentrations de l'extrait méthanolique des *B. incrassatum* affichent des effets inhibiteurs compris entre (6-10.14) mm, ainsi que les diamètres d'inhibition de l'extrait de MAC E-OH. La zone d'halos la plus grande enregistrée contre *S. aureus* (10.14 ± 0.325) mm est obtenue avec l'extrait méthanolique. Avec des différentes doses de 50 mg/ml et 100 mg/ml (**Figure 46**).

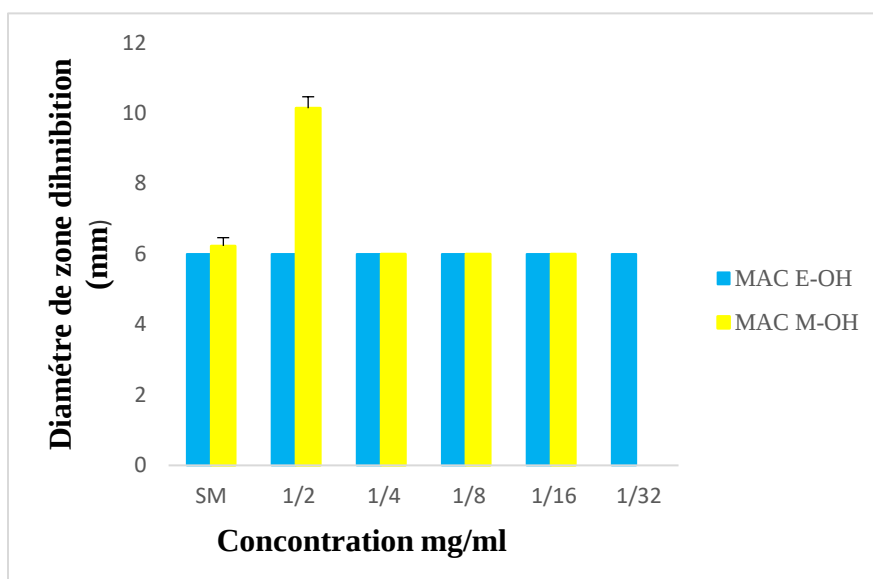


Figure 46: Diamètre des zones d'inhibition des racines de *B. incrassatum* vis-à-vis de *K. pneumoniae*

- **Pouvoir antibactérien de *M. oleifera* vis-à-vis *K. pneumoniae***

Les différentes concentrations de l'extrait méthanolique des *M. oleifera* affichent des effets inhibiteurs compris entre (6.85-7.875) mm, Concernant la souche bactérienne *E. coli*, la zone d'halos la plus grande enregistrée est de (8.75±0.21) mm, observé par l'extrait méthanolique comparativement à l'extrait éthanolique Aucune zone d'inhibition n'a été enregistrée, ce qui indique que l'extrait éthanolique ne présente aucune activité antibactérienne (**Figure 47**).

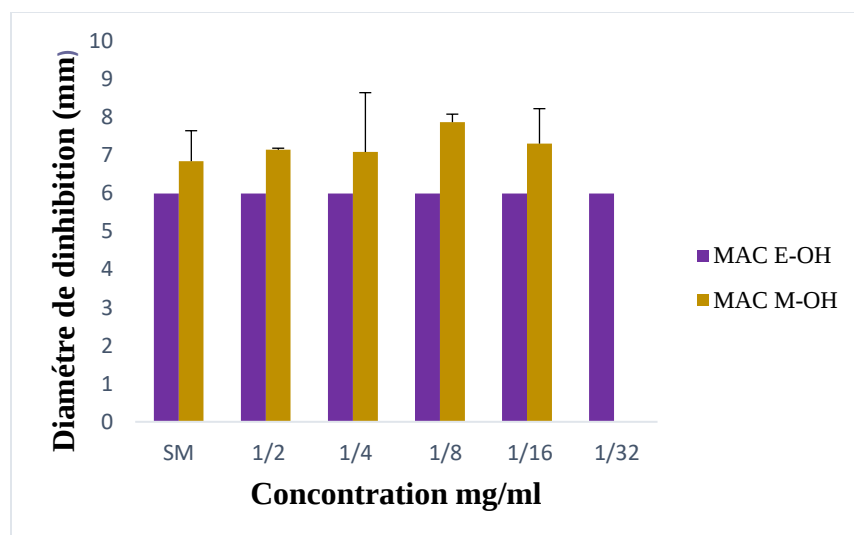


Figure 47: Diamètre des zones d'inhibition des feuilles de *M. oleifera* vis-à-vis de *K. pneumoniae*

- **Pouvoir antibactérien de *M. recutita* vis-à-vis *Escherichia coli***

Les différentes concentrations de l'extrait méthanolique des *M. recutita* affichent des effets inhibiteurs compris entre (7.34 -8.30) mm, comparativement à l'extrait éthanolique a aucune zone d'inhibition enregistrée. Concernant la souche bactérienne *E. coli*, la zone d'halos la plus grande enregistrée est de (8.30±0.5) mm, observé par l'extrait méthanolique (**Figure 48**).

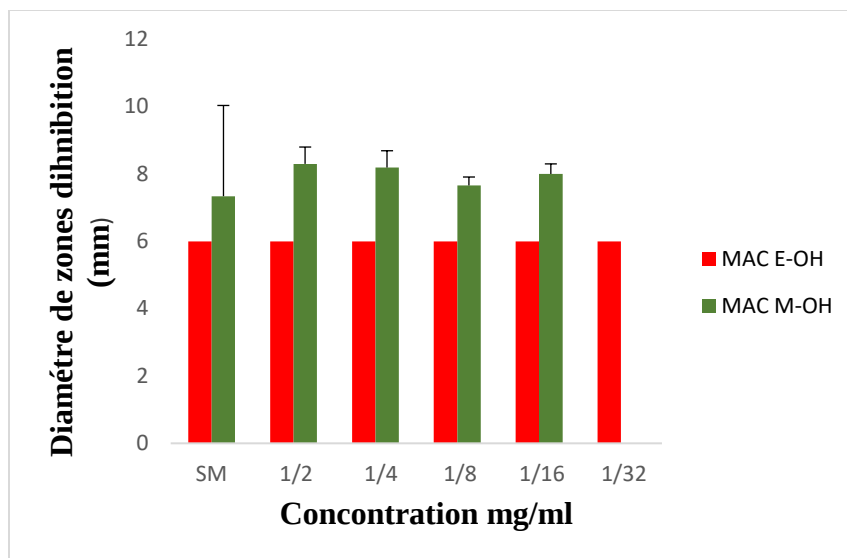


Figure 48: Diamètre des zones d'inhibition des fleurs de *M. recutita* vis-à-vis de *E. coli*

● **Pouvoir antibactérien de *B. incrassatum* vis-à-vis *Escherichia coli***

L'extrait méthanolique *B. incrassatum* est la plus favorable contre la croissance de l'*E. coli* avec les plus grandes zones d'inhibition comprise entre (8.59 et 9.45) mm. Par contre l'extrait éthanolique présente des effets inhibiteurs avec des zones d'halos compris (6 et 8.27) mm. La zone d'inhibition la plus large est de (9.45 $\pm$ 0.05) mm contre *E. coli*, est obtenu avec l'extrait méthanolique. Cependant l'extrait éthanolique a montré une zone d'inhibition (8.27 $\pm$ 0.11) mm avec (Figure 49).

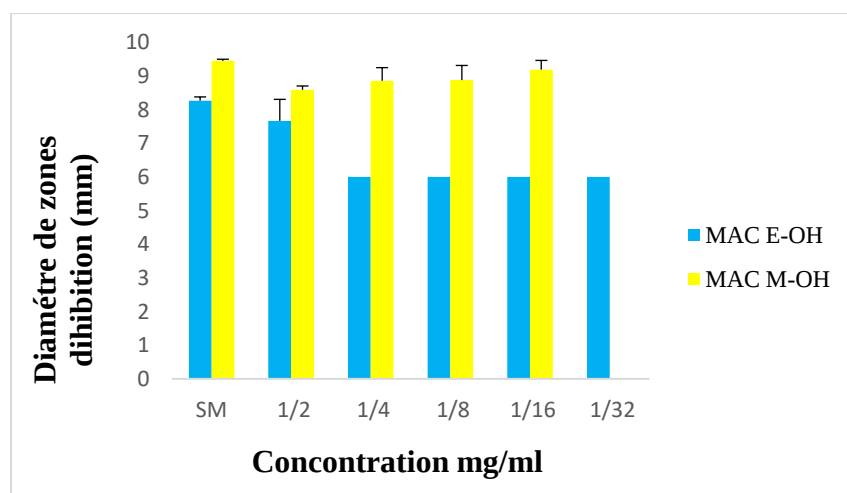


Figure 49: Diamètre des zones d'inhibition des racines de *B. incrassatum* vis-à-vis de *E. coli*

- **Pouvoir antibactérien de *M. oleifera* vis-à-vis *Escherichia coli***

Les différentes concentrations de l'extrait méthanolique des *M. oleifera* affichent des effets inhibiteurs compris entre (6.88-7.93) mm, Concernant la souche bactérienne *E. coli*, la zone d'halos la plus grande enregistrée est de (7.93±0.11) mm, observé par l'extrait méthanolique comparativement à l'extrait éthanolique Aucune zone d'inhibition n'a été enregistrée, ce qui indique que l'extrait méthanolique ne présente aucune activité antibactérienne (**Figure 50**).

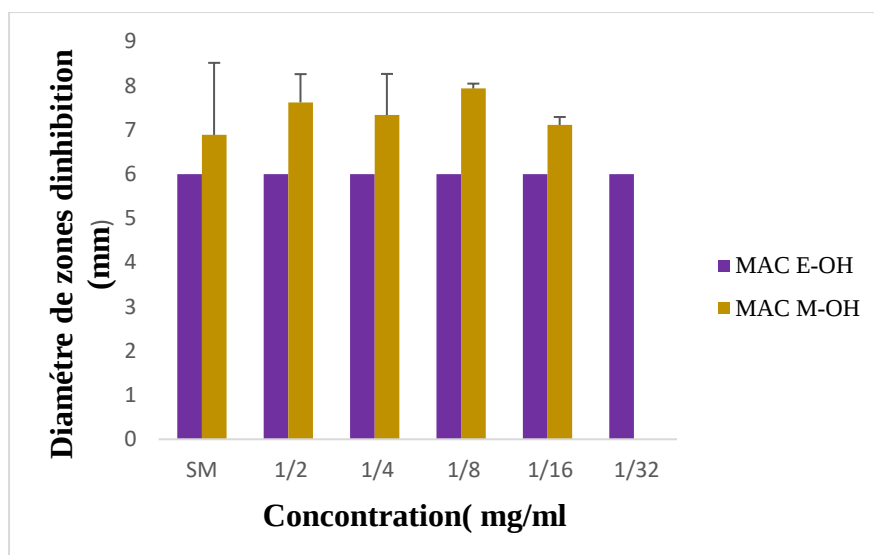


Figure 50: Diamètre des zones d'inhibition des feuilles de *M. oleifera* vis-à-vis de *E. coli*

- **Pouvoir antibactérien de *M. recutita* vis-à-vis *Bacillus cereus***

L'effet antibactérien des extraits d'a été remarqué vis-à-vis de *Bacillus cereus* Leurs diamètres de zones d'inhibition varient de (6-10.74) mm pour les extraits méthanoliques et de (6-8.99) mm pour les extraits éthanolique. A différence concentration de 50 mg / ml et 100mg/ml respectivement. L'extrait méthanolique des *M. recutita* a représenté l'activité antibactérienne efficace à l'égard de *Bacillus cereus* (10.74±0.28) mm, comparé à celui de l'extrait éthanolique avec une meilleure zone d'inhibition de l'ordre de (8.99 ± 1.065) mm (**Figure 51**).

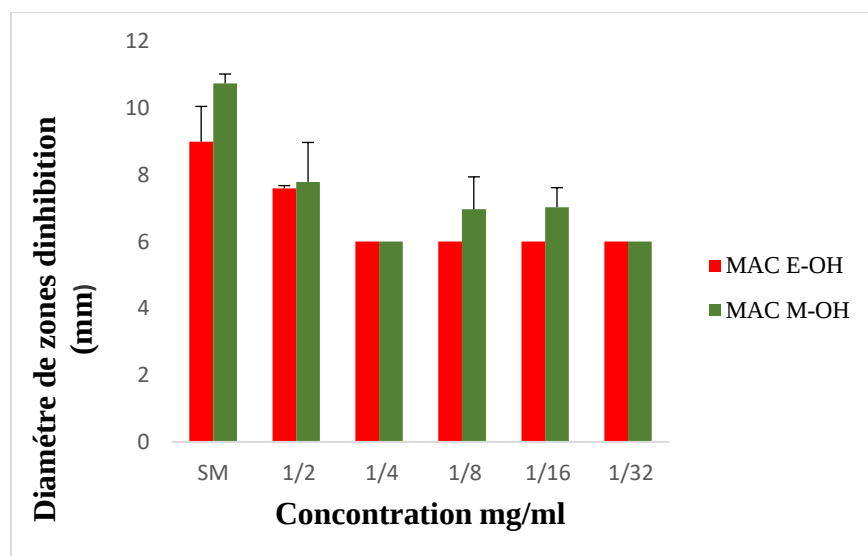


Figure 51: Diamètre des zones d'inhibition des fleurs de *M. recutita* vis-à-vis de *B. cereus*

- **Pouvoir antibactérien de *B. incrassatum* vis-à-vis *Bacillus cereus***

Contrairement aux *M. recutita*, L'effet antibactérien des extraits des *B. incrassatum* a été remarqué vis-à-vis de *B. cereus*. Leurs diamètres de zones d'inhibition varient de (6-10.03) mm pour les extraits méthanoliques et pour les extraits éthanoliques. Nous n'avons pas enregistré zone d'inhibition ce qui indique que l'extrait méthanolique ne présente aucune activité antibactérienne. La zone d'inhibition la plus large de (10.03±0.19) mm contre *B. cereus*, est obtenu avec l'extrait méthanolique. Cependant l'extrait (**Figure 52**).

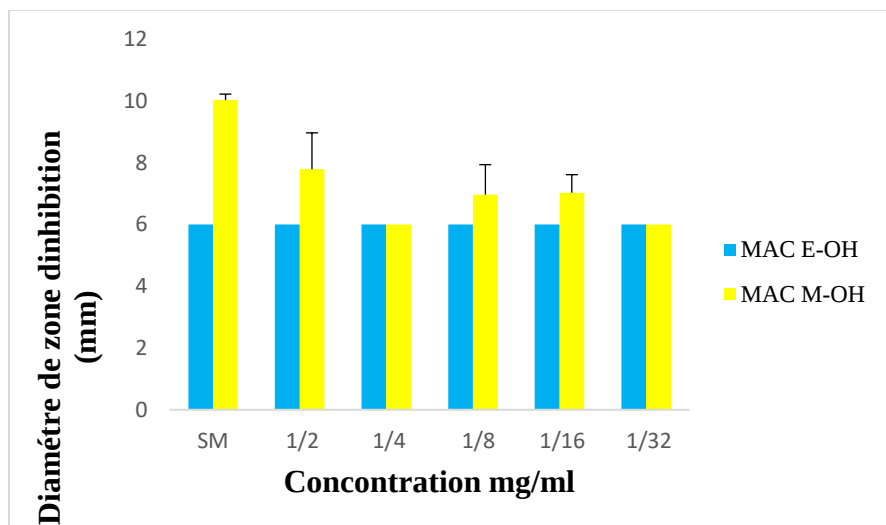


Figure 52: Diamètre des zones d'inhibition des racines *B. incrustatum* vis-à-vis de *B. cereus*

- **Pouvoir antibactérien de *M. oleifera* vis-à-vis *Bacillus cereus***

Ce test a montré également que les extraits méthanoliques sont presque égaux à ceux qui varient entre (6.225-8.02) mm ou contrairement à l'extrait éthanolique avec des différences de doses 50 mg/ml et 100 mg /ml respectivement. La zone d'inhibition la plus large est de (8.02 ±) mm contre *Bacillus cereus*, (Figure 53)

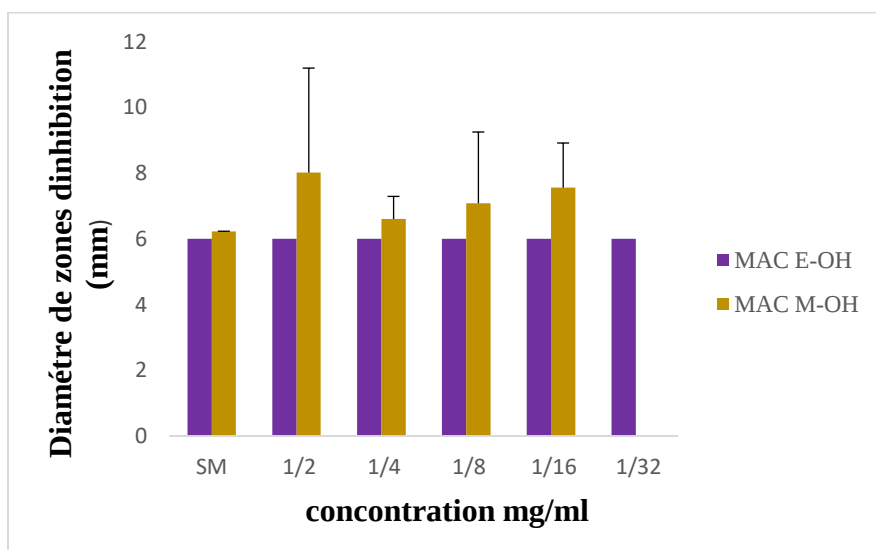


Figure 53: Diamètre des zones d'inhibition des feuilles de *M. oleifera* vis-à-vis de *B. cereus*

- **Pouvoir antibactérien de *M. oleifera* vis-à-vis *Pseudomonas aeruginosa***

L'effet antibactérien des extraits *M. oleifera* a été remarqué vis-à-vis *Pseudomonas aeruginosa* de Leurs diamètres de zones d'inhibition varient de (6.44-7.33) mm pour les extraits méthanoliques et pour l'extrait éthanolique n'a pas d'efficacité contre la bactérie. (**Figure 54**).

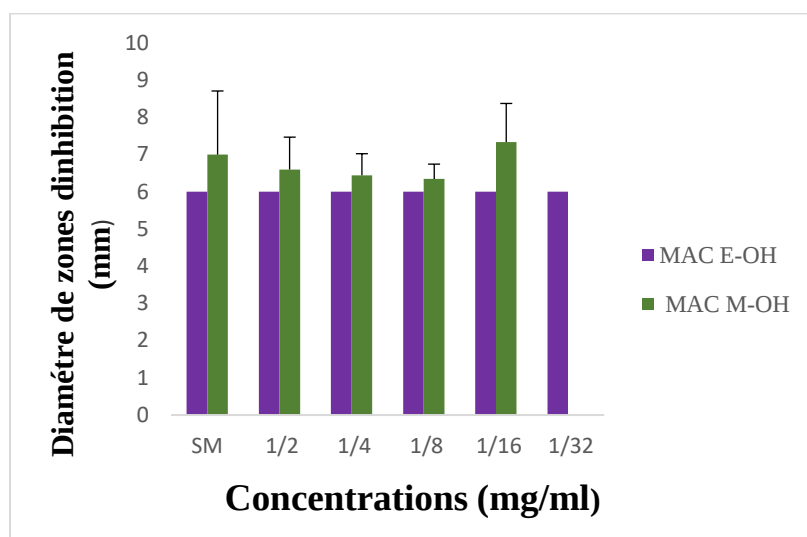


Figure 54: Diamètre des zones d'inhibition des de feuilles *M. oleifera* vis-à-vis de *P.aeruginosa*

- **Pouvoir antibactérien *M. recutita* vis-à-vis *Pseudomonas aeruginosa***

L'effet antibactérien des extraits de *M. recutita* a été remarqué vis-à-vis de *P. aeruginosa*. Leurs diamètres de zones d'inhibition varient de (6 - 8.14) mm pour les extraits méthanoliques et de (6-7.625) mm pour les extraits éthanolique. A une différence concentration 50 mg / ml pour l'extrait méthanolique et 100 mg / ml pour l'extrait éthanolique. L'extrait méthanolique représenté l'activité antibactérienne efficace à l'égard de *P. aeruginosa* de (8.14 $\pm$ 0.105) mm (**Figure 55**).

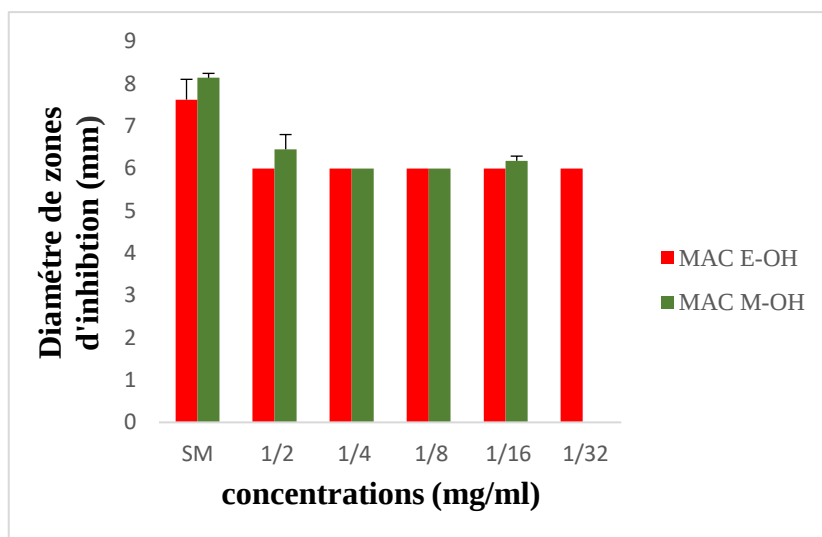


Figure 55: Diamètre des zones d'inhibition des fleurs de *M. recutita* vis-à-vis de *P. aeruginosa*

- Pouvoir antibactérien *B. incrassatum* vis-à-vis *Pseudomonas aeruginosa***

Contrairement aux *M. recutita*, effet antibactérien des extraits *B. incrassatum* des a été remarqué vis-à-vis de *P. aeruginosa*. Leurs diamètres des zones d'inhibition varient de (6.60-7.70 mm) pour les extraits méthanoliques et pour les extraits éthanolique aucune zone d'inhibition n'a été enregistrée, ce qui indique que l'extrait méthanolique ne présente aucune activité antibactérienne (Figure 56).

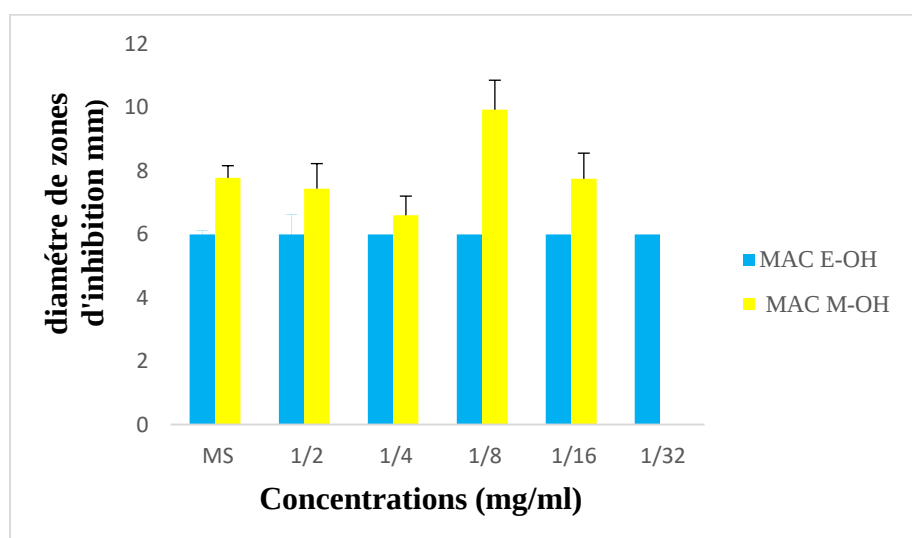
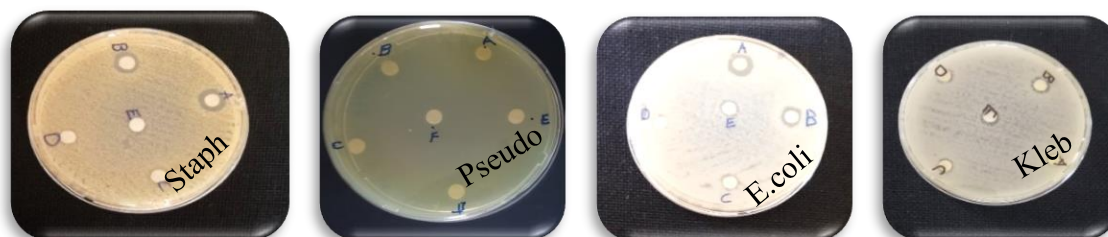
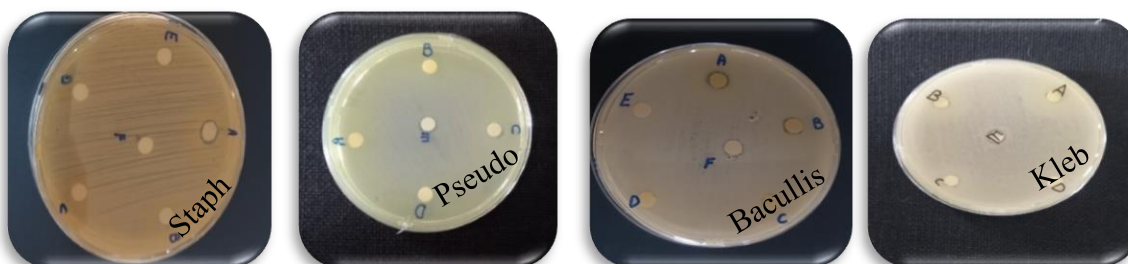


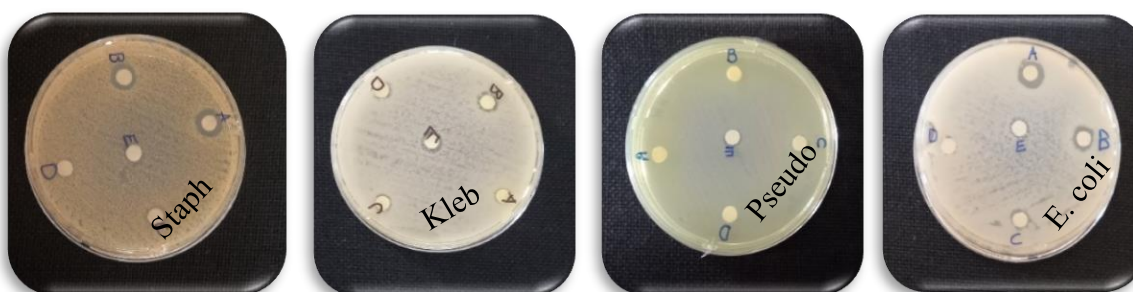
Figure 56: Diamètre des zones d'inhibition des racines de *B. incarssatum* vis-à-vis de *P. aeruginosa*



Aspect des zones d'inhibition des extraits de *M. recutita*



Aspect des zones d'inhibition des extraits de *M. oleifera*



Aspect des zones d'inhibition des extraits de *B. incrassatum*

Figure 57: Aspect des zones d'inhibition des extraits vis-à-vis les souches bactériennes

✚ Résultats de l'antibiogramme

L'antibiogramme permet d'évaluer l'efficacité d'un antibiotique à stopper la croissance bactérienne in vitro. Nous avons examiné l'activité de la gentamicine sur cinq souches bactériennes à l'aide de la méthode standard des disques. Les dimensions des zones d'inhibition sont affichées dans la (Figure 58).

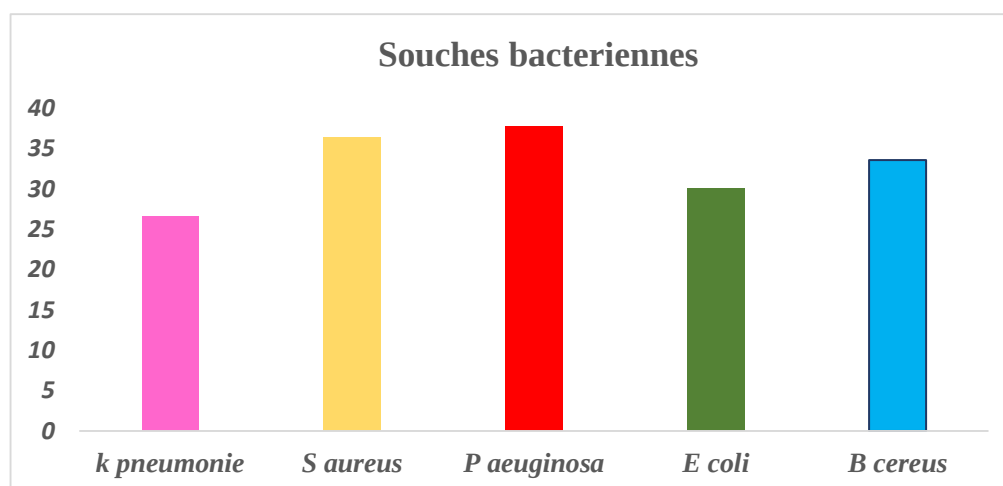


Figure 58: Diamètre des zones d'inhibition d'antibiotique vis-à-vis des bactéries

Les résultats mentionnés montrent que toutes les souches étaient très sensibles ou extrêmement sensibles à l'antibiotique standard « gentamicine ». On observe que la souche *Pseudomonas aeruginosa* possède la plus grande zone d'inhibition (37.77) mm, suivi par *Staphylococcus aureus* (36.35) mm, *Bacillus cereus* (33.58) mm et *Escherichia coli* (30.08).

Ainsi, il apparaît que les souches *Klebsiella pneumoniae* sont le moins sensibles à l'antibiotique par rapport aux autres souches, avec des zones d'inhibition respectives (26.6) mm.

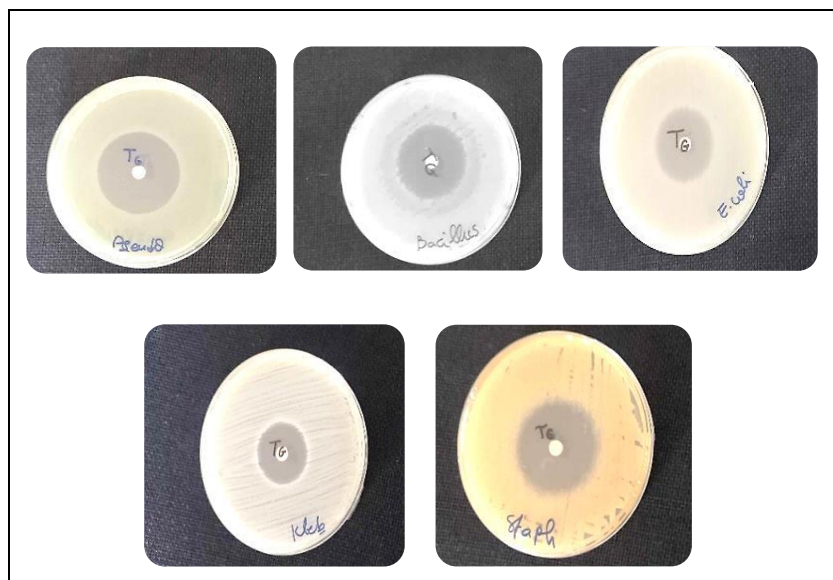


Figure 59: Aspect des zones d'inhibition de Gentamicine vis-à-vis les souches bactérienne.

1.4.3 Activité antidiabétique des extraits de in vivo

A court durée

Dans cette étude nous avons évalué l'effet antidiabétique de notre extraits méthanolique et éthanolique des *M. oleifera*, *M. recutita* et *B.incrassatum*. Sur des lapins de et prétraité par le glucose.

- Effets dose-réponse de l'extrait méthanolique et éthanolique de *M.oleifera*, *M. recutita* et *B. incrassatum* sur la glycémie de lapins normoglycémique

➤ Normoglycémie *M. recutita*

L'administration orale de l'extrait méthanolique de *M. recutita*, à deux doses, 100 mg/kg PC et 400 mg/kg PC, entraîne une légère baisse de la glycémie. Les résultats montrent une tendance à l'augmentation après 60 minutes de l'administration de l'extrait. En effet, ces doses font varier la glycémie de $0,86 \pm 0,08$ et $1,00 \pm 0,58$ g/l après 30 minutes, suivies d'une diminution notable avec des valeurs de $0,93 \pm 0,12$ g/l et $1,10 \pm 0,11$ g/l après 1 heure et 30 minutes, respectivement.

D'une autre façon, l'administration par voie orale de l'extrait éthanolique des fleurs les deux doses 100mg/kg PC et 400 mg/kg PC Il donne des résultats similaires à l'extrait méthanolique. Pour que ce soit s'accompagnent une baisse légère de la glycémie. Les résultats montrent une tendance vers une augmentation après 60 min de l'administration de l'extrait du glucose sanguin. En effet ces doses font varier la glycémie de $1,08 \pm 0,20$ et $1,08 \pm 0,19$ g/l de 30 à 60 minutes, puis des diminutions remarquables avec des valeurs de $0,97 \pm 0,03$ g/l, et $1,07 \pm 0,10$ g/l.

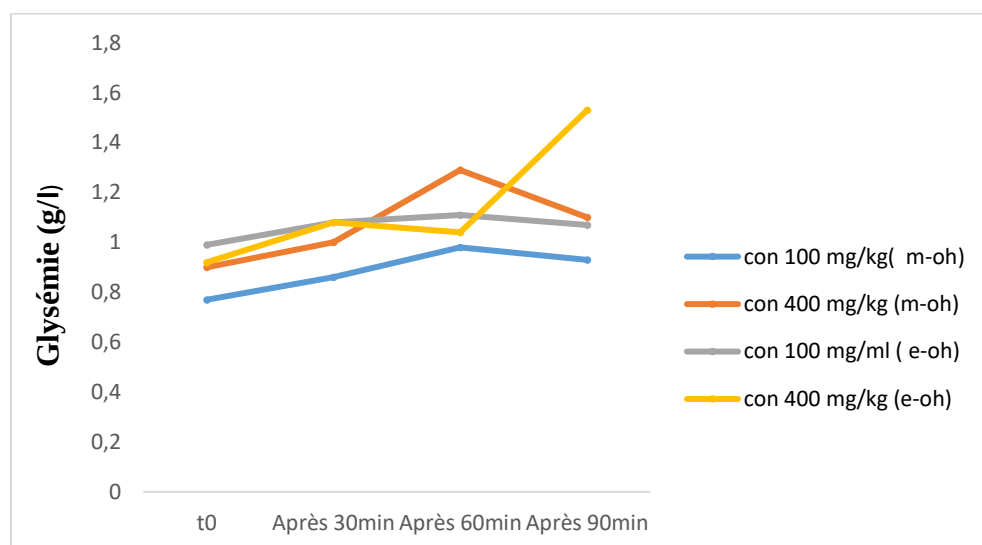


Figure 60: Variation de la glycémie chez les lapins traités par L'extrait méthanolique et éthanolique de *M. recutita* de dose 100,400mg/kg

➤ Normoglycémie *M. oeifera*

La consommation orale de l'extrait méthanolique de *M. oeifera*, à une dose de 100 mg/kg de poids corporel est accompagnée d'une légère diminution des niveaux de sucre dans le sang, tandis qu'une dose de 400 mg/kg de poids corporel est associée à une augmentation du taux de sucre. Les résultats ont montré une tendance à la hausse après 60 minutes de l'administration de l'extrait sur la glycémie. En effet, ces doses provoquent une variation du taux de sucre dans le sang de $1,03 \pm 0,07$ et $1,07 \pm 0,07$ g/L de 30 à 60 minutes, puis il a varié à des valeurs de $0,99 \pm 0,17$ g/L et $1,20 \pm 0,05$ respectivement après 1h30.

D'une autre manière, l'administration par voie orale de l'extrait éthanolique de *M. oeifera*, les deux doses 100 mg/kg PC et 400 mg/kg PC s'accompagne une baisse légère de la glycémie. Les résultats montrent une tendance vers une augmentation après 60 min de l'administration de l'extrait du glucose sanguin. En effet ces doses font varier la glycémie de $1,27 \pm 0,10$ et $1,96 \pm 0,01$ g/l de 30 à 60 minutes, puis des diminutions remarquables avec des valeurs de $1,24 \pm 0,5$ g/l, et $1.13 \pm 0,12$ g/l respectivement.

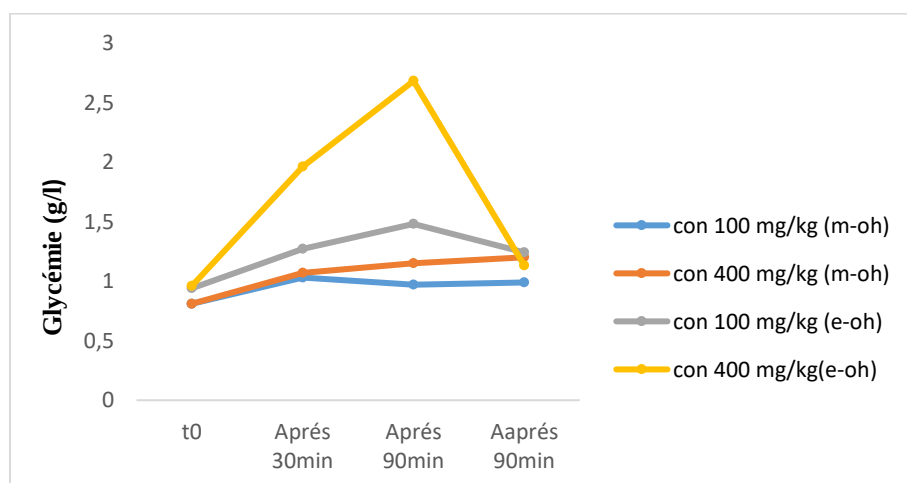


Figure 61: Variation de la glycémie chez les lapins traités par L'extrait méthanolique et éthanolique de *M. oleifera* de dose 100,400mg/kg

➤ **Normoglycémie *B. incrassatum***

Selon les résultats présentés par histogramme pour le lot traité par les doses 100mg/kg et 400mg/kg 1PC de l'extrait méthanolique de *B. incrassatum* on a remarqué une augmentation de glycémie, le pic atteindre 1,44g/l et 1,76g/l puis une diminution progressive jusqu'au 1,04g/l et 1,05g/l après 90 min.

Quant aux lots traités avec des doses de 100 et 400 mg/kg de PC de l'extrait éthanolique de *Bi*, une augmentation de la glycémie a été observée après 30 minutes ($2,09 \pm 0,91$ g/l et $1,52 \pm 0,7$ g/l), puis elle a diminué progressivement à ($0,98 \pm 0,09$ g/l et $0,85 \pm 0,09$ g/l). Ces résultats étaient meilleurs que ceux du normoglycémie pour le glucophage.

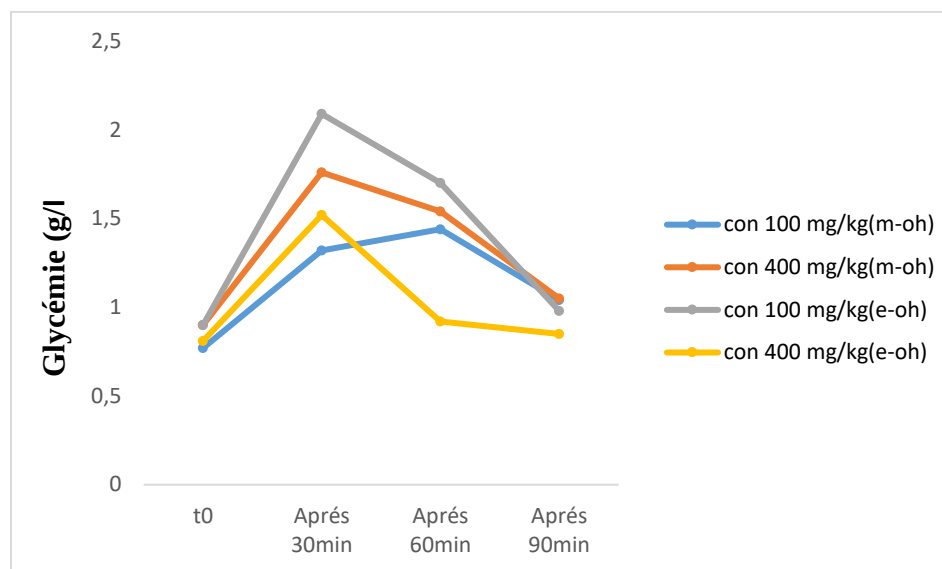


Figure 62: Variation de la glycémie chez les lapins traités par L'extrait méthanolique et éthanolique de *B. incrassatum* de dose 100,400mg/kg

- Effets dose-réponse de l'extrait méthanolique et éthanolique de *M.oleifera*, *M. recutita*, *B. incrassatum*, var frantoye lors du test de tolerance au glucose mesure de la glycémie chez les lapins prétraités

➤ **Hypoglycémie *M. recutita***

D'après les résultats illustrés dans la **figure (63)**, pour les lots traités avec les doses de 100 mg/ kg et 400 mg/ kg de poids corporel de l'extrait méthanolique de la plante *Mr*, nous avons observé une augmentation après 30 minutes ($2,52 \pm 0,09$ g/l et $1,94 \pm 0,63$ g/l) puis, après 1h30, une diminution de la glycémie ($1,64 \pm 0,07$ g/l et $1,63 \pm 0,77$ g/l).

Quant à l'extrait éthanolique de la même plante, il ne diffère pas beaucoup de l'extrait méthanolique. Après traitement avec des doses de 100 et 400 mg/kg de poids corporel, il y a eu une augmentation de la glycémie dans les 30 premières minutes ($1,65 \pm 0,79$ et $1,67 \pm 0,10$), suivie d'une diminution après 1h30 ($1,53 \pm 0,09$ g/l et $1,55 \pm 0,52$ g/l).

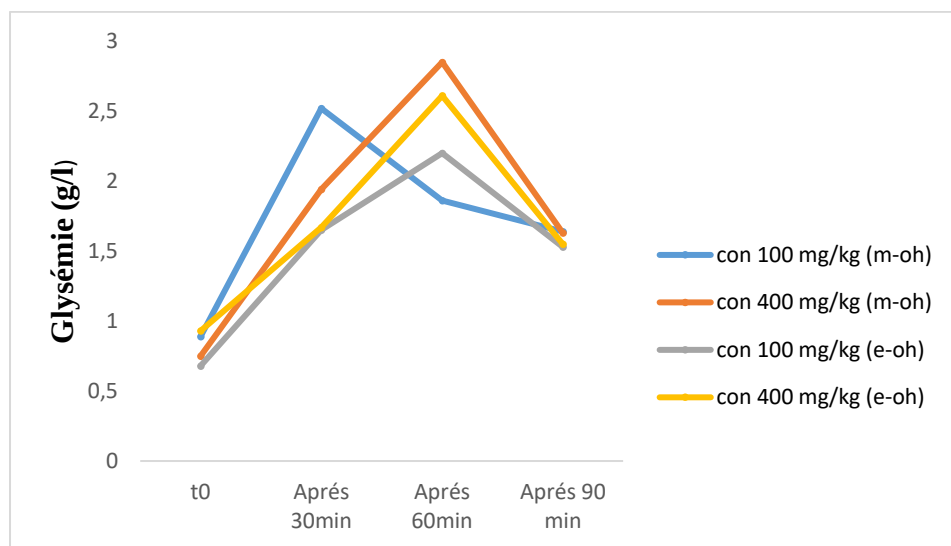


Figure 63: Variation de la glycémie chez les lapins traités par L'extrait méthanolique et éthanolique de *M. recutita* de dose 100,400mg/kg

➤ **Hypoglycémie *M. oleifera***

Selon les résultats présentés par cet histogramme, pour les lots traités par Les doses 100 et 400mg/kg PC de l'extrait méthanolique de *Mo* on a remarqué une augmentation de la glycémie avec des différents valeurs (2.65 ± 0.26 et 2.35g/l) durant le temps après 30 min chez tous les lots, puis on remarque une diminution progressive de glycémie jusqu'au 1.8 ± 0.34 et $2.01 \pm 0.39 \text{ g/l}$ après 90 min successivement.

Pour l'extrait éthanolique de *Mo*, les lots traités avec des doses de 100 et 400 mg/kg PC ont montré une augmentation de la glycémie avec des valeurs différentes (2.11 ± 0.59 et $2.16 \pm 0.14 \text{ g/L}$) après 30 minutes chez tous les lots, suivie d'une diminution progressive de la glycémie jusqu'à 1.91 ± 0.31 et $1.74 \pm 0.17 \text{ g/L}$ après 90 minutes respectivement.

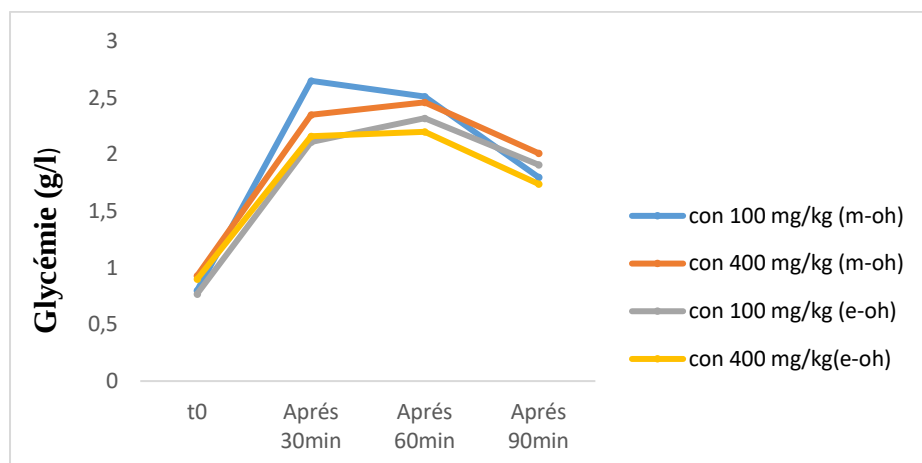


Figure 64: Variation de la glycémie chez les lapins traités par L'extrait méthanolique et éthanolique de *M. oleifera* de dose 100,400mg/kg

➤ Hypoglycémie *B. incrassatum*

D'après les résultats présentés par cet histogramme, l'extrait éthanolique de *Bi* a entraîné une augmentation de la glycémie chez les lots traités avec des doses de 100 et 400 mg/kg PC, atteignant des valeurs de $2,62 \pm 0,45$ et $2,32 \pm 0,007$ g/L après 30 minutes. Par la suite, une diminution progressive de la glycémie a été observée, atteignant $2,14 \pm 0,50$ et $1,47 \pm 0,007$ g/L après 90 minutes.

Autrement, l'administration orale de l'extrait éthanolique de *Bi* à des doses de 100 mg/kg PC et 400 mg/kg PC est associée à une légère baisse de la glycémie. Les résultats montrent une tendance à l'augmentation de la glycémie après 60 minutes de l'administration de l'extrait. En effet, ces doses font varier la glycémie de $2,14 \pm 0,28$ et $2,04 \pm 0,62$ g/l entre 30 et 60 minutes, suivies de diminutions remarquables avec des valeurs de $1,52 \pm 0,10$ g/l et $0,97 \pm 0,02$ g/l respectivement, Ces résultats étaient supérieurs à ceux obtenus avec le glucophage pour la normoglycémie.

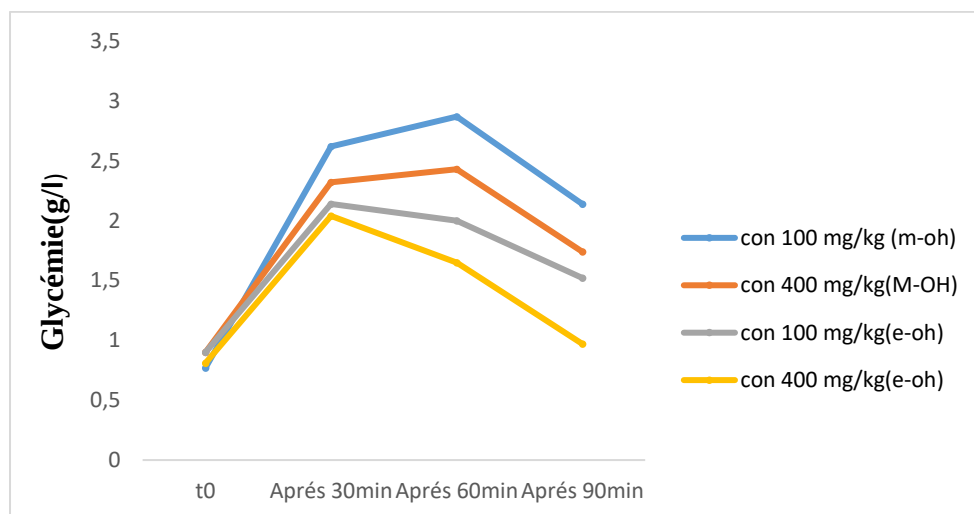


Figure 65: Variation de la glycémie chez les lapins traités par L'extrait méthanolique et éthanolique de *B. incrassatum* de dose 100, 400 mg/kg

✚ Normoglycémie (T-, T+)

L'administration d'eau distillée ainsi qu'une dose de 500 mg/kg n'ont aucun effet sur la glycémie des lapins normoglycémiques. Le glucose sanguin reste stable après 1 heure et 30 minutes d'observation, avec des valeurs de $0,83 \pm 0,17$ par rapport à $0,89 \pm 0,07$ g/l et $0,96 \pm 0,04$ par rapport à $0,98 \pm 0,007$ g/l, respectivement.

✚ Hypoglycémie (T+)

Le Glucophage (substance de référence), administré à une dose de 500 mg/kg de poids corporel, entraîne une nette diminution de la glycémie chez les lapins traités. Cette hypoglycémie atteint son maximum 90 minutes après l'administration du Glucophage, passant de $1,70 \pm 0,42$ g/l au début du traitement à $1,63 \pm 0,69$ g/l.

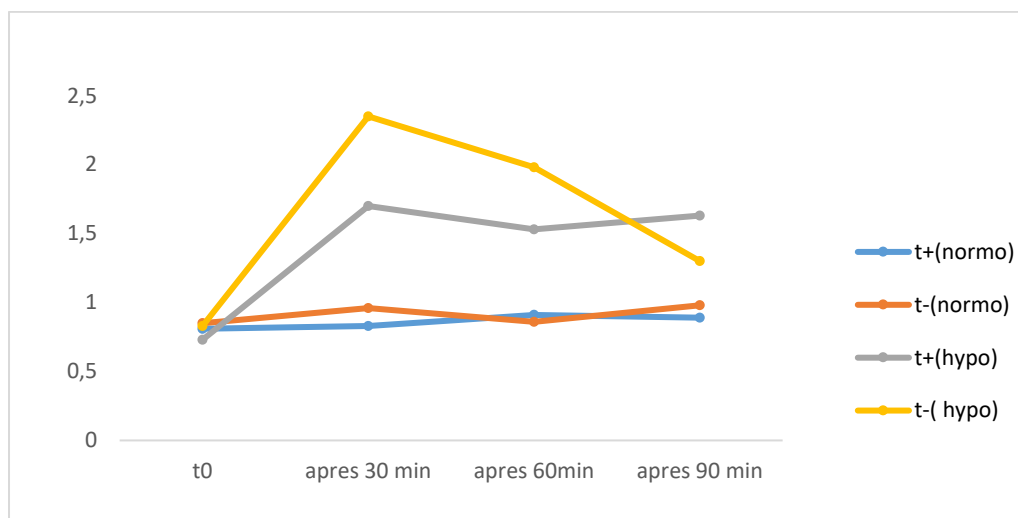


Figure 66: Variation de la glycémie chez les lapins utilisés
Comme témoin positive et négative

2 Discussion

Dans notre travail, nous avons choisi le méthanol et l'éthanol comme solvants d'extraction. L'extraction des composés phénoliques des trois plantes *Moringa oleifera*, *Bunium incrassatum* et *Matricaria recutita* a donné un rendement allant de 9,025% à 18,172%. Pour *M.oleifera* et *M.recutita*, le rendement d'extraction avec le méthanol (80%) était supérieur à celui de l'éthanol (75%), tandis que pour la plante *B.incrassatum*, c'était l'inverse, l'éthanol étant meilleur.

Le rendement de notre extrait M-OH de plante *M.oleifera* est inférieur que celui de l'extrait méthanolique obtenu par la méthode de Soxhlet (11,78%) enregistré chez **(Roopalatha et Nair, 2013)**

Pour la plante *Matricaria recutita* le rendement d'extraction que nous avons trouvé est de 16,676 % pour l'extrait éthanolique et de 18,172 % pour l'extrait méthanolique, ce qui est supérieur à la valeur de 11 % qu'il a trouvée par **Bahedi et Daoudi (2016)**.

Le rendement de l'extrait méthanolique de plante *B.incrassatum* obtenu dans notre travail est supérieur à celui obtenu par **(Souri et al., 2008)** (6.24%) et inférieur (11.9%) **(Giancarlo et al., 2006)**.

Notre étude a confirmé la présence de phénols et de flavonoïdes dans les trois plantes à des valeurs différentes. *M.oleifera* et *M.recutita* étaient les plus riches en ces composés comparés à *B.incrassatum*, avec la valeur la plus élevée de polyphénols dans l'extrait éthanolique de la plante *Matricaria recutita* à $144,122 \pm 0,47$ mg Eq AG/g d'extrait, tandis que la valeur la plus élevée de flavonoïdes était dans l'extrait éthanolique de *Moringa oleifera* à $48,575 \pm 0,20$ mg Eq AG/g d'extrait.

Pour la plante *Moringa oleifera*, la valeur trouvée par **(Vyas, 2015)** de 144,778 mg Eq AG/g était supérieure à celle que nous avons trouvée dans l'extrait méthanolique à $78,643 \pm 0,91$ mg Eq AG/g d'extrait, tandis que celle trouvée par **(Mwamatope, 2020)** de 12,33 mg Eq AG/g d'extrait était inférieure à la nôtre.

Pour la plante *Matricaria recutita*, selon les résultats obtenus par **(Haghi, 2014)** pour les contenus en polyphénols de l'extrait aqueux $412,5 \pm 19,4$ Eq AG/g d'extrait, ceux-ci étaient

supérieurs à nos résultats pour l'extrait éthanolique $144,122 \pm 0,47$ mg Eq AG/g d'extrait et méthanolique $95,885 \pm 0,60$ mg Eq AG/g d'extrait.

Enfin, pour la plante *Bunium incrassatum*, nos résultats pour les polyphénols dans l'extrait méthanolique étaient de $17,264 \pm 0,60$ mg Eq AG/g d'extrait, ce qui est inférieur aux valeurs ($214,03 \pm 4,10$ mg /100g) trouvées par **Souri (2008)** et la valeurs ($574,8 \pm 4,2$ mg /l) trouvées par **Meshktalsada et Zarei (2011)**.

En ce qui concerne les flavonoïdes, nos valeurs varient de $1,073 \pm 0,06$ mg Eq Qu/g d'extrait à $48,575 \pm 0,20$ mg Eq Qu/g d'extrait. Ces résultats montrent que l'extrait éthanolique était le meilleur pour les trois plantes comparées à l'extrait méthanolique.

Selon les résultats obtenus par **Vyas et ses collaborateurs (2015)** a trouvé une teneur en flavonoïdes dans l'extrait méthanolique de feuilles de *Moringa oleifera* de $57,64$ mg Eq Qu/g d'extrait on peut dire que nos valeurs étaient inférieures là où nous les trouvions $26,353 \pm 0,09$ mg Eq Qu/g d'extrait.

Pour la plante *Bunium incrassatum*, selon les résultats obtenus dans l'extrait méthanolique $1,073 \pm 0,06$ mg Eq Qu/g d'extrait, on peut dire qu'elles sont faibles comparées à celles trouvées par **Chzzola (2014)** *Bunium persicum* à $6,4 \pm 43$ mg/g et par **Deghimat (2022)** dans la plante *Bunium ferulaceum* dans l'extrait hydrométhanolique 87 ± 3 µg ER / mg.

Quant à la plante *Matricaria recutita*, on peut dire que les résultats obtenus par **Hadj M (2021)** $57,6 \pm 11,3$ mg Eq Qu/g d'extrait, étaient nettement supérieurs à ceux que nous avons obtenus en utilisant l'extrait méthanolique ($28,860 \pm 0,69$ mg Eq Qu/g d'extrait) et l'extrait éthanolique ($45,612 \pm 0,34$ mg Eq Qu/g d'extrait).

L'activité antioxydante est affectée par le solvant utilisé, en plus de la quantité de phénol et de la teneur en flavonoïdes qui peuvent également contribuer à l'activité antioxydante, car les phénols et les flavonoïdes font partie des principaux composés naturellement présents dans les plantes médicinales et qui jouent un rôle important. Dans le traitement et même dans la prévention des dommages (**Abdulaziz Rabiou et al., 2015**). Stress oxydatif causé par les radicaux libres.

Grâce aux résultats que nous avons obtenus, qui montrent les valeurs de l'acide ascorbique et des extraits de plantes (l'éthanol méthanolique de la plante (*Moringa oleifera*), nous constatons

que la valeur la plus élevée pour IC_{50} Elle a été enregistrée dans l'extrait éthanolique à 37.63 $\mu\text{g/ml}$, tandis que dans l'extrait méthanolique, elle a été estimée à $IC_{50} = 99.48 \mu\text{g/ml}$, ce qui signifie que les extraits de feuilles ont une activité antioxydante par rapport aux autres extraits. Cela concorde avec les conclusions (**Abdulaziz Rabiou et al., 2015**) selon lesquelles l'extrait méthanolique de feuilles de *Moringa oleifera* poussant en Malaisie a une plus grande activité antioxydante que d'autres parties de la plante.

Quant à (**Ratshiliva et al., 2014**), dans une étude sur les feuilles de la plante *Moringa oleifera* poussant au Malawi, ils ont constaté que l'extrait de feuilles de 12 arbres *Moringa* d'âges et de saisons de récolte différents a une efficacité antioxydante supérieure à celle du Moringa acide ascorbique.

Quant à (**Lucky et al., 2018**). Les résultats de leurs travaux sur des extraits méthanoliques de diverses parties végétales de la plante *Moringa* poussant au Nigeria ont montré que ces extraits ont une activité antioxydante significative. A la lumière des résultats obtenus Nous concluons que l'extrait de feuille a une efficacité antioxydante.

A partir de la valeur de IC_{50} obtenue, il a été montré que l'extrait méthanolique et éthanolique de la plante *Matricaria recutita* joue un rôle important dans l'inhibition des radicaux libres (DPPH), et la valeur de IC_{50} était de 31.47 $\mu\text{g/ml}$, et 30.27 $\mu\text{g/ml}$ respectivement.

La présence de flavonoïdes à haut niveau a été rapportée dans les fleurs et leurs extraits (**Yang et al., 2012**), confirmant ainsi les résultats et les observations effectuées dans cette étude. Les résultats du test de piégeage des radicaux DPPH⁺ ont montré la richesse des extraits de fleurs en molécules responsables du piégeage du DPPH⁺ par rapport à l'extrait de feuilles. Une plus grande activité de piégeage des radicaux pourrait être attribuée à la présence de phénols, de tanins ou de flavonols dans l'extrait de fleur.

Les résultats de l'étude ont montré l'extrait Le méthanol destiné à l'usine de Taglounda a la valeur $IC_{50} = 308.53 (\mu\text{g/ml})$ la plus élevée. Comparé à l'extrait éthanolique $IC_{50} = 261.75 (\mu\text{g/ml})$ Nous pouvons conclure que Montre la force de la plante *B. incrassatum* Faible antioxydant Il est arrivé à cette conclusion en étudiant l'extrait méthanolique de feuilles de plantes *B. mauritanicum* à bientôt montré une activité C'est la norme pour éliminer les radicaux libres DPPH⁺.

Les résultats obtenus montrent que l'activité antibactérienne varie en fonction de bactérie cible. Il s'avère que toutes les bactéries testées ont été sensibles vis-à-vis des extrait *B.incrassatum* et *M. recutita* et *M. oleifera*.

Ces résultats montrent que l'extrait hydro-méthanolique et éthanolique du *B.incrassatum* agi positivement sur les souches bactériennes ce qui est en concordance avec ce qui a été rapporté par **Bousetla et ses collaborateurs (2011)**. Dont, ils ont constaté que l'extrait hydro-méthanolique de *B. incrassatum* a un effet antibactérien notable.

Ainsi, les résultats montrent clairement l'augmentation du diamètre des d'inhibition correspond à une augmentation de la concentration de l'extrait appliquée. Les résultats observés révèlent qu'un effet important antibactérien a été exercé par l'extrait hydro-méthanolique vis-à-vis *P. aeruginosa* avec une zone d'inhibition de Néanmoins (**Bousetla et al., 2011**). Trouvaient que *S. aureus* présente une forte sensibilité envers l'extrait hydrométhanolique de *B. incrassatum* beaucoup plus que *P. aeruginosa*.

Lorsque nous avons testé l'efficacité inhibitrice de l'extrait méthanolique de la *M recutita* a été observé que les bactéries *S. aureus* (10.74 ± 0.28) et *B.cereus* (10.03 ± 0.19) étaient plus affectées par l'extrait méthanolique que les bactéries *E. coli* (9.45 ± 0.05), *P.aeruginosa* (7.78 ± 0.38) et ce résultat était complètement identique à que les littératures selon lesquelles les bactéries à gram (+) montrent la plus grande sensibilité par rapport aux bactéries à gram (-) (**Hulin et al., 1998 ; Bakkali et al., 2008**).

Après l'évaluation de l'activité antidiabétique de l'extrait méthanolique et éthanolique des feuilles de Mo sur la normoglycémie et le prétraitement par le glucose des lapins on peut dire que le *M. oleifera* est une plante hypoglycémiant spécifiquement les feuilles , ces résultats sont en accord avec les travaux de (**Edoga et al., 2013**), où l'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera* présente une activité hypoglycémiant chez les lapins normaux et les lapins atteints de diabète induit par l'alloxane. Il est connu que le jus des feuilles de *Moringa oleifera* a un effet prouvé sur la pression artérielle (**Dangy, 1988**).

Les extraits éthanoliques et méthanoliques de la plante *Matricaria recutita* a des effets remarquables sur l'activité anti-diabétique. Selon les travaux de **Emam (2012)**, il a été prouvé

que les extraits de camomille réduisent le taux de glucose dans le sang. Des études montrent que le thé à la camomille améliore les indices glycémiques et le statut antioxydant chez les patients atteints de diabète de type 2 (**Rafraf et al., 2015**).

Les extraits méthanolique et éthanolique de la plante *B. incrassatum* possèdent une activité antidiabétique et cette propriété se trouve également dans la plante *Amodaucus leucotrichus* appartenant à la même famille *B. incrassatum*, qui est Apiaceae, car l'extrait de cette plante a la capacité de réduire la glycémie selon les résultats obtenus par (**Lenzen, 2008**).

Conclusion



Conclusion

Dans cette étude, nous avons réalisé une étude phytochimique et biologique (antibactériennes, antidiabétiques, antioxydantes) des extraits de plantes provenant des feuilles de *Moringa oleifera*, des racines de *Bunium incrassatum* et des fleurs de *Matricaria recutita*.

Le rendement en extraits bruts en utilisant techniques d'extraction révèle que ces valeurs varient considérablement selon la méthode d'extraction appliquée. En effet, Les meilleurs résultats ont été enregistrés pour l'extrait méthanolique des plantes *Moringa oleifera* et *Matricaria recutita*, évalués respectivement à (9,60 %) et (18,17 %.). Quant à *Bunium incrassatum*, son rendement a été estimé à (12,26 %) pour l'extrait éthanolique.

Les résultats de l'analyse quantitative des extraits éthanoliques et méthanoliques de *B.incrassatum*, *M. oleifera* et *M. recutita* ont montré des résultats significatifs dans la détermination des polyphénols et des flavonoïdes totaux. L'extrait éthanolique de *M. recutita* s'est révélé être le plus riche comparé aux extraits des autres plantes (*B. incrassatum* et *M. oleifera*), avec une quantité évaluée à $114,122 \pm 0,47$ mg EQ AG/g d'Ex pour les polyphénols totaux. Concernant les flavonoïdes, la valeur la plus élevée a été enregistrée dans l'extrait éthanolique de *M. oleifera*, comparé aux extraits des autres plantes, avec une valeur de $48,57 \pm 0,20$ mg EQ AG/g d'Ex.

L'évaluation de l'activité antioxydante a été réalisée par la méthode DPPH⁺ pour piéger les radicaux libres, confirmant des propriétés puissantes en comparaison avec la concentration équivalente pour 50 % des radicaux DPPH⁺ (IC₅₀) qui était de (30.27µg/ml) pour *M. recutita* contre (3.41µg/ml) pour l'acide ascorbique, ce qui explique que le extraite éthanolique de *M.recutita* qui ont une efficacité biologique plus que d'autres extraits.

Selon la méthode d'extraction choisie, l'activité antibactérienne dans cette étude a montré une sensibilité aux agents bactériens des extraits choisis, avec des zones d'inhibition variant entre (6 et 10,74) mm à des concentrations différentes (50 mg/ml pour l'extrait méthanolique et 100 mg/ml pour l'extrait éthanolique). Une activité antibactérienne notable a été enregistrée avec l'extrait méthanolique contre la souche *Escherichia colli*, tandis que la souche *Klebsiella*

pneumoniae s'est avérée non sensible aux extraits éthaniques, ne montrant aucune activité antibactérienne.

Nous avons conclu dans tous les résultats aux effets bénéfiques de l'utilisation des extraits éthanoliques et méthanoliques des plantes *M. oleifera*, *M. recutita* et *B. incrassatum* pour réduire le taux de sucre dans le sang, avec une préférence pour l'extrait éthanolique de *B. incrassatum*.

D'après les résultats obtenus, nous pouvons déduire que les *M. oleifera*, *M. recutita* et *B. incrassatum*.

Les résultats de la présente étude restent préliminaires. Il serait donc intéressant d'approfondir cette étude en faisant des recherches plus poussées. Il est souhaitable de:

- Utiliser des extraits de *M. oleifera*, *M. recutita* et *B. incrassatum* in vivo et tester l'effet de l'activité antioxydante sur la qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique des aliments.
- Etudier d'autres activités biologiques de *M. oleifera*, *M. recutita* et *B. incrassatum* à savoir les propriétés antifongiques, anti-inflammatoires et antivirales. Evaluer l'activité antioxydante et antibactérienne d'autres parties de la plante *Moringa oleifera* (les racines, les graines, les fleurs, les gousses).
- Etudier l'activité insecticide de l'extrait aqueux de *Moringa oleifera* sur la mineuse de la tomate par exemple.
- utilisant d'autres méthodes d'extraction et d'analyse plus efficaces qui permettent non seulement de déterminer la quantité de composés phénoliques présents dans Divers extraits de *M. oleifera*, *M. recutita* et *B. incrassatum*, mais aussi leur qualification

Références bibliographiques



Références bibliographiques

A

Abdulaziz Rabiou A., Dhiya D., Zawawi and Md. Sarwar J., (2015). DPPH antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid content of different part of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.). Faculty of bioresources and food Industry, University Sultan Zainul Abidin, Tembilaka Campus, Besut, Terengganu Malaysia Journal of Chemical and Pharmaceutical Research 7(4) :1423-1428.

Abdull, R., Ahmad, F., Ibrahim, M. D., Kntayya, S. B. (2014). Health benefits of *Moringa oleifera*. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention. Volume .15(20). p.p. : 8571-8576.

Abubakar I., Usman A., (2016). Phytochemical and antibacterial investigations of *moringa* (*Moringa oleifera*) leaf extract on selected bacterial pathogens, Journal of Microbiology and Antimicrobials. 8(5), PP. 28-33.

Adouane S. (2016). Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région méridionale des Aurès. Mémoire de Magistère. Université Mohamed Khider, Biskra, 209p.

Agroconsult haiti S A., (2016). Analyse des Potentialités de l'Exploitation du *Moringa* en Haïti. Rapport. Banque de la république d'Haiti. 20p.

Alam Md. N. Bristi N.J. and Rafiquzzaman Md., (2013). Review on in vivo and in vitro methods of antioxidant activity. Saudi Pharmaceutical Journal, 21: 143-152.

Albert W G. (2009). German *chamomile production*. Agriculture, forestry and fisheries. Department: Agriculture, forestry and fisheries. Republic of South Africa. 19p.

Alhakmani, F., Kumar, S., Okindra, A., et Khan, A. (2013). Estimation of total phenolic content, in vitro antioxidant and anti-inflammatory activity of flowers of *Moringa oleifera*. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 3(6), 623-627.

Amadou, D. (2005). Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzygium guineense* WILLD. (Myrtaceae). Thèse, Pharmacie, Université de Bamako (Mali).

Ang-lee M. K., Moss J., Yuan C. S. (2006) - Herbal medicines and perioperative care. Journal of the American Medical Association (JAMA) 286 :208–216.

Anwar, F., Rashid, U., (2007). Physico-chemical characteristics of Moringa oleifera seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan. Pak. J. Bot. Volume 39(5). p.p.: 1443-1453.

Aref M. et Heded M. (2015). Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologiques (Antioxydant et Antibactérienne) d'une plante médicinale Cleome arabica L (Région d'Oued Souf). Mémoire de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar, El Oued, 78p.

Aribi A and Hasasni L. (2018). Contribution à l'étude des extraits aqueux et méthanolique d'une plante médicinale (Sonchus oleraceus. L) « Master thesis ». (Pp 14-16).

B

Bahedi. Z et DaoudI. N. (2016). Effet du venin d'un serpent (Cerastes cerastes) Et d'une plante antivenimeuse de la pharmacopée traditionnelle algérienne (*Matricaria pubescens* (Desf)) chez le lapin. Mémoire de Master Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUE, P 39.

Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D., Idaomar, M., (2008): Microbiological effects of essentials oils. Food and chemical toxicology, 46: 446-475.

Batt. In:Batt ;Trab. Fl. (1888). de l'Algerie (Dicot.) 346. Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World.

Bauer A W., Kirby W M., Sheris J C., et Turck M.,(1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method. AM. J. Clin. Pathol. 45.P :493-496.

Benhamou pierre yves.(2005):Diagnostic positif et etiologique du diabète in corpusMedical. Faculté de Medcine de Grenoble http://WWW_Sante.ujf_grenoble.fr/SANTE/1/10 (233f) p 2.

Benjira L. (2016). Etude de la prescription d'antibiotique chez l'enfant. Thèse de Doctorat. Universite Sidi Mohammed Ben Abdellah, Maroc, 165p.

Benkhalfa, A., Toumi, M., et Berberi, M. (2019). Talghouda'' une ancienne source alimentaire et une culture adaptée aux régions montagneuses. Laboratoire d'ethnobotanique et substances naturelles, ENS El-Ibrahimi Kouba, Alger.

Bichi, M.H., Agunwamba J.G., Muyibi S.H. et Abdulkarim M.I., (2013). Effect of Extraction Method on the Antimicrobial Activity of Moringa Oleifera Seeds Extract. Journal of American Science ;8(9): 450 -457.

Boissiere M. (2018) - Consommation des plantes médicinales par les patients suivis en cabinet de médecine générale à La Réunion - Expériences, représentations et ressentis des patients dans le cadre de la communication médecin-patient, diplôme d'Etat de docteur en médecine, Université de Bordeaux, 94 p.

Bore, I. K. (2012). Focus group research and TV comedy audiences. Participations Journal of Audience and Reception Studies, 9(2).

Boukezata A. (2014). La Composition chimique et l'activité antibactérienne d'une plante Algérienne (*Bunium Incrassatum*). Mémoire de Master. Université Ferhat Abbas, Sétif, 59p.

Bounihi.A, (2015) - Criblage photochimique, Étude Toxicologique et Valorisation Pharmacologique de *Melissa officinalis* et de *Mentha rotundifolia* (Lamiacées), Université Mohammed rabat, 24-25p.

Bousetla A., Zellagui A., Derouiche K. et Rhouati S. (2011). Chemical constituents of the roots of Algerian *Bunium incrassatum* and evaluation of its antimicrobial activity. Arabian Journal of Chemistry, Arabie Saoudite. 8: 313–316.

Boutaoui, N., Zaiter, L., Benayache, F., Benayache, S., Carradori, S., Cesa, S., ... and Locatelli, M. (2018). Qualitative and quantitative phytochemical analysis of different extracts from *Thymus algeriensis* aerial parts. *Molecules*, 23(2), 463.

Brand-williams W., Cuvelier M.E., Berset C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*. (1995), 28(1): 25-30.

Bussmann, B., Heinerman, J., and Lehman, J. (2019). Towards empathic deep Q-learning. arXiv preprint arXiv:1906.10918.

C

Çavdar C., Sifil A., et Çamsarı T., (1997). Reaktif oksijen partikülleri ve antioksidan savunma. Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplanta²syon Dergisi. 1997; 3-4: 92-95.

Chabrier.J.Y, (2010)- Plantes médicinales et formes d'utilisation en Phytothérapie,) Université Henri Poincaré. Nancy 1 faculté de pharmacie. 26-74p.

Chaudhary, K., Chaurasia, S., (2017). Neutraceutical properties of *Moringa oleifera*: a review. Eur J Pharm Med Res. Volume 4(4). p.p.: 646-655.

Chentouh S, B. S. (2018). Effets des extraits organiques de *Bunium incrassatum*. Revue des BioRessources, 9.

Chentouh, S., Boulahbel, S., Ouldjaoui, A., Hammoudi, N., Djebaili, H.,and Adjal, F. (2017). Effect of organic extracts of *Bunium incrassatum* on the hematological, ovarian and uterine parameters of mature female rabbit. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 9(3), 1618.

Chew Y L., Goh J K., Lim Y Y. (2009). Assessment of in vitro antioxidant capacity and polyphenolic composition of selected medicinal herbs from Leguminosae family in Malaysia. Food Chem. 116 :13-18.

Chizzola, R., Saeidnejad, A., Azizi, M., and Oroojalian, F. (2014). *Bunium persicum*: variability in essential oil and antioxidants activity of fruits from different Iranian wild populations. Genet Resour Crop Evol (61), 1621–1631.

Cuvelier M E., Richard H., Berset C. (1996). Antioxidative activity and phenolic composition of pilot plant and commercial extracts of sage and rosmmary. J.am.oil Chem. Soc. 73 : 645-652.

D

Dangi SY, Jolly CI, Narayana S. (2002). Antihypertensive activity of the total alkaloids from the leaves of *Moringa oleifera*. Pharm. Biol., 40 :144–148.

De Saint Sauveur, A., and Broin, M. (2010). "Produire et transformer les feuilles de *moringa*."

Delpha, I. (2011). Le moringa (*moringa oleifera* lam.) : utilisations actuelles et intérêt pharmacologique.

E

Edoga, C. O., Njoku, O. O., Amadi, E. N., and Okeke, J. J. (2013). Blood Sugar Lowering Effect of *Moringa Oleifera* Lam in Albino Rats. International Journal, 3,(1) 88-89 .ISSN 2224-3577-.

Edrah S and Kumar A (2012). Preliminary Phytochemical and Antibacterial Studies of *Olea europaea* and *Polygonum maritimum* Libyan Plants. International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN (Online) : 2319-7064.

Efrat, S. (2008). "Beta-cell replacement for insulin-dependent diabetes mellitus." Adv drug Deliv Rev 60(2): 114-123

Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M and Abdelly C. (2008). Phenolic composition of *Cynaracardunculus* L. organs, and their biological activities.C. R. Biology. 331 : 372-379 p.

F

FAO, (1982): «Espèces fruitières forestières». Fiches techniques avec l'assistance de l'office central suédois pour l'aide au développement international. Page 132 – 133.

Favier A., (2003). Le stress oxydant.Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité chimique, 108-115.

Foidl, N., Makkar, H., Becker, K., (2001). Potentiel de *Moringa oleifera* en agriculture et dans l'industrie. Potentiel de développement des produits de *Moringa*. Dar es-Salaam, Tanzanie, du 29 octobre au 2 Novembre 2001.

Fomba M. (2006). Rôle pathogène et sensibilité aux antibiotiques des *Acinetobacter* et des *Staphylococcus a coagulasse négatif* à l'hôpital du point G. Thèse de Doctorat.

Franz, C.H., Bauer, R., Carle, R. Tedesco, D., Tubaro, A., and Zitterl-Eglseer, K. (2005). Study on the assessment of plants/herbs, plant/herb extracts and their naturally or synthetically produced components as "additives" for use in animal production. V: 1. PP (155-163).

G

Ghasemi, R., Haeri, A., Dargahi, L., Mohamed, Z., and Ahmadiani, A. (2013). Insulin in the brain: sources, localization and functions. *Molecular neurobiology*, 47, 145-171.

Ghedira, K., Goetz, P. and Le Jeune, R. (2009). Phytothérapie. *Matricaria recutita* L. Rauschert (Asteraceae) *Camomille allemande, matricaire*. Springer. V: 7. PP (316--322).

Giancarlo, S., Rosa, L. M., Nadjafi, F., and; Francesco, M. (2006). Hypoglycaemic activity of two spices extracts: *Rhus coriaria* L. and *Bunium persicum* Boiss. *Natural Product Research*, 20(9), 882-886.

Grenez.E.B, (2019)- Phytothérapie exemples de pathologies courantes à l'officine: Fatigue, Insomnie, Stress, Constipation, Rhume, Douleur et Inflammation, Université de Lille, 17-26p.

H

Hadj M, (2021). *Matricaria recutita* L: Caractérisation phytochimique, activités biologiques et possibilité d'application dans la lutte biologique. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 83 (1), 4789-4797.

Haffner, S. M. (1998). Epidemiology of type 2 diabetes: risk factors. *Diabetes care*, 21(Supplement 3), C3-C6.

Haghi G, Hatami A, Safaei A, Mehran M (2014) Analysis of phenolic compounds in *Matricaria chamomilla* and its extracts by UPLC-UV. Res Pharm Sci 9 : 31–37.

Harbourne, N., Jacquie, J.C. and O'Riordan, D. (2009). Optimisation of the extraction and processing conditions of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) for incorporation in to a beverage. Journal of Agricultural and Food. V: 115. PP (15-19).

Hêdji, C. C., Gangbazo, D. K., Houinato, M. R., Fiogbé, E. D., (2014).Valorisation de Azolla spp, *Moringa oleifera*, son de riz, et de co-produits de volaille et de poisson en alimentation animale: synthèse bibliographique. Journal of Applied Biosciences. Volume 81(1). p.p. :7277-7289.

Hseini S., Kahouadji A., (2007). Étude ethnobotanique de la flore médicinale dans la région de Rabat (Maroc occidental), Lazaroa Maroc, pp 79-78.

Hulin, V., Mathot, A.G., Mafart, P., Dufossé, L., (1998) : Les propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles et composés d'arômes. Sciences des aliments, 18 : 563-582.

Huluk, R., et Karina, A. E. (2016). Trabajo en equipo:¿ Es posible formar equipos médicos expertos a partir de profesionales expertos?. Revista Médica del Uruguay, 32.67-59 ,(1).

I

IDF (2013). IDF Diabetes Atlas sixth edition. T. N. Leonor Guariguata, Jessica Beagley, Ute Linnenkamp, Olivier Jacqmain..

Iserin P.M., (2001). Encyclopedia of medicinal plants (2nd Edition ed). (T.D.F. Edith ybert, Ed., and P, Vican,Trans) Larousse – Bordas (1997). ISBN : 2-03-560252-1. P.6-16,18-53,335p.

Ivana K., Milena N. and Miodrag L., (2011). Comparison of antioxidant and antimicrobial activities of methanolic extracts of the artemisia sp. recovered by different, extraction techniques. Biotechnology and bioengineering Chinese journal of chemical engineering, 19(3): 504-511p.

K

Khawaja, T. M., Tahira, M., Ikram, U.H. (2010). *Moringa oleifera*: a natural gift-A review. J. Pharm. Sci. Et Res. Volume 2 (11). p.p.: 775-781.

Kim, M. S. and K. U. Lee (2005). "Role of hypothalamic 5'-AMP-activated protein kinase in, the regulation of food intake and energy homeostasis." J Mol Med (Berl) 83(7): 514-520.

Kissoum A. et Khalfaoui K. (2015). Evaluation phytochimique et étude des activités biologiques d'une plante médicinale Algérienne (*Foeniculum vulgare*). Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri, Constantine, 56p.

Koul, B., Chase, N., (2015). *Moringa oleifera* Lam.: Panacea to several maladies. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. Volume 7(6). p.p.: 687-707.

Kumarasamy, Y., Byres, M., Cox, P.J., Jasapars, M., Nahar, L. and Sarker, S.D. (2007) .Screening Seeds of Some Scottish Plants for Free-Radical Scavenging Activity. Phytotherapy Research, 21, 615-621.

L

Lamaison J.L.C., Carnet, A., (1990). Teneur en principaux flavonoïdes des fleurs de *crataegusmonogyna* Jacq et de *crataeguslaevigata* (Poiret D.C.) en fonction de la végétation. Pharmaceutic Acta Helvetiae.65, 3153320.

Lamamra M. (2011). Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Tinguarra sicula* L. Parl. et de *Filipendula hexapetala* Gibb. Mémoire de Magister. Université Ferhat Abbas, Sétif, 107p.

Lazli,A, Beldi.M, Ghouri.L, Nouri.N, (2018) - Étude ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales dans la région de Bougous (Parc National d'El Kala, - Nord-est algérien) Laboratoire d'écologie fonctionnelle et évolutive, Université Chadli Bendjedid d'El Tarf. Algérie, Université Chadli Bendjedid d'El Tarf, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 23p.

Lee K W., Kim Y J., Lee H J., Lee C Y. (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. J. Agric Food chem. 51 :7292-7295.

Lefahal, M., Zaabat, N., Djarri, L., Benahmed, M., Medjroubi, K., Laouer , H., et Akkal, S. (2017). Evaluation of the antioxidant activity of extracts and flavonoids obtained from *Bunium alpinum* Waldst. and Kit. (Apiaceae) and *Tamarix gallica* L. (Tamaricaceae). *Current Issues in pharmacy and Medical Sciences*, 30(1), 5-8.

Lehucher-Michel M.P., Lesgards J.F., Delubac O., Stocker P., Durand,P., et Prost M. (2001). Stress oxydant et pathologies humaines. *La Presse médicale*. 30: 1076-1081.

Lenzen S., (2008). The mechanisms of alloxan- and streptozotocin-induced diabetes. *Diabetologia*, 51: 216-126.

Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., Bertoli, S. (2015). Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: an overview. *International journal of molecular sciences*. Volume 16(6). p.p.: 12791-12835.

Li, H. B., Cheng, K. W., Wong, C. C., Fan, K. W., Chen, F., and Jiang, Y.(2007) . Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. *Food chemistry*, 102(3), 771-776.

Louni Sofiane, (2009). Extraction et caractérisation physicochimique de l'huile de graines de *Moringa oleifera*.

Lucky L.N., Ekramy E., Jonah S.A., Iyeopu S. and wayne G.C., (2018). In vitro Anti-Cholinesterase and antioxidant activity of extracts of *Moringa oleifera* plants from Rivers State, Niger Delta, Negeria, *Medicines* .5,71, doi :10.3390.

M

Emam, M. A. (2012). Comparative evaluation of antidiabetic activity of *Rosmarinus officinalis* L. and *Chamomile recutita* in streptozotocin induced diabetic rats. *Agric. Biol. JN Am*, 3(6), 247-252.

Mendiola, J. C. L. (2007). Viana celebra los acontecimientos de lamonarquía. *Cuadernos de etnología y etnografía de Navarra*, 39(82), 67-112.

Meshkatalasadat, M., et Zarei, S. (2011). determination of volatile components of *bunium luristanicum* rech.f using mahd and hd extraction twchniques and antioxidative activity of methanolic extract- a green chemistry approach. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, 6 (2), 515-521.

Messadia S. (2017). Etude du contenu polyphénolique d'Ephedra alata Decne. Et de L'activité antioxydante par différentes méthodes d'extraction. « Master thesis ». 96 Pages.

Milam EC, Rieder EA. (2016) An Approach to Cosmeceuticals. J Drugs Dermatol.

Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J. Sci. Technol, 26,(2)211-219.

Morton J.F., (1991). The horseradish tree, *Moringa pterigosperma* (Moringaceae). A boon to arid lands. Econ Bot. Volume 45.p.p.: 318–333.

Mwamatope, B., Tembo, D., Chikowe, I., Kampira, E., and Nyirenda, C. (2020). Total phenolic contents and antioxidant activity of Senna singueana, Melia azedarach, *Moringa oleifera* and Lannea discolor herbal plants. Scientific African.

N

N'Guessan, J.D., Boni, A.R., Zirihi, G.N., Djaman, A.J. (2009). Relation entre les activités antioxydantes et les teneurs en polyphénols de six plantes de la pharmacopée ivoirienne. Laboratoire de pharmacodynamie biochimique, UFR biosciences, Université de Cocody- Abidjan, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Nicola, S. M., Yun, I. A., Wakabayashi, K. T., and Fields, H. L. (2004). Firing of nucleus accumbens neurons during the consummatory phase of a discriminative stimulus task depends on previous reward predictive cues. Journal of neurophysiology, 91(4), 1866-1882.

O

Obame Engonga, L. (2009). Etude Phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de quelques plantes aromatiques et médicinales africaines. Université D'Ouagadougou unité de formation et de recherche sciences de la Vie et de la Terre (UFR SVT) P : 201.

Organisation mondiale de la santé. Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023. Genève: Organisation mondiale de la santé; 2013.

Ozturk, M., Ozturk, F.A., Duru, M.E., Topcu, G. (2007). Antioxidant activity of stem and root extracts of Rhubarb (*Rheum ribes*): An edible medicinal plant. Food Chemistry, 103:623- 630.

P

Palomo N. (2010) - La gestion des plantes médicinales chez les communautés autochtones Nahuas de la Huasteca Potosina, Mexique, Mémoire présenté à la Faculté des arts et des sciences en vue de l'obtention du grade de Maîtrise en Géographie, Université de Montréal, Canada, 294p.

Parrotta, J. A. P. (1785) *Moringa oleifera* LAM. Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch und Atlas der Dendrologie; Roloff A., Weisgerber H., Lang U., Stimm B.; WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim; 2009; 8p.

Penchev P-I., (2010). Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions, Thèse de doctorat, l'université de Toulouse : 129-130.

Penso, G. (1980) The role of WHO in the selection and characterisation of medicinal plants (vegetable drugs). J. Ethnopharmacol. 2, 183-8.

Prakash D., Upadhyay G., Brahma N., Singh H B. (2007). Singh antioxidant and free radical scavenging activities of seeds of some varieties of soybean (*glycine max*). Food Chem. 104 :783-790.

Q

Quezel P., Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome II, Centre National de la Recherche Scientifique.

R

Rafraf, M., Zemestani, M., and Asghari-Jafarabadi, M. (2015). Effectiveness of *chamomile* tea on glycemic control and serum lipid profile in patients with type 2 diabetes. Journal of Endocrinological Investigation, 38(2) :163-170.

Ratshilivha N., Awouafack MD., E.s. du Toit, Eloff J.N., (2014). The variation in antimicrobial and antioxidant activities of acetone leaf extracts of 12 *Moringa oleifera* (Moringaceae) trees enables the selection of trees with additional uses, South African Journal of Botany ,92(2014)59-64.

Ricci, D., Fraternale, D., Giamperi, L., Bucchini, A., Epifano, F., Burini, G., and Curini, M. (2005). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil of *Teucrium marum* (Lamiaceae). Journal of ethnopharmacology, 98(1-2), 195-200.

Rios, J.L et Recio, M.C. (2005). Medicinal plants and antimicrobial activity. Journal of Ethnopharmacology, 100: 80-84.

Rolland, Y. (2004). Antioxydants naturels Végétaux, OCL. France.

Roloff, A., Weisgerber, H., Lang, U., Stimm, B., (2009). *Moringa oleifera* LAM., 1785. Sea. Volume 10(10).p 8.

Roopalatha, U. C., Nair, V. M. (2013) Phytochemical analysis of successive reextracts of the leaves of *Moringa oleifera* Lam. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. Volume 5. p.p. : 0975-1491.

Roura, S. I., Moreira, M. D. R., Ponce, A., et Del Valle, C. E. (2003). Dip treatments for fresh Romaine lettuce. Italian journal of food science, 15(3).

S

Scheen A. J., Luyckx F H. (2010) .L'hyperglycémie provoquée par voie orale(HGPO) revisitée: 1re partie: Tolérance au glucose, diabète gestationnel et hypoglycémie réactive. Médecine des Maladies Métaboliques.; 4: 569-574.

Schibler, L., Vaiman, D., Oustry, A., Guinec, N., Dangy-Caye, A. L., Billault, A., and Cribiu, E. P. (1998). Construction and extensive characterization of a goat bacterial artificial chromosome library with threefold genome coverage. *Mammalian Genome*, 9(2), 119-124.

Schippmann, U., Leaman, D. J., and Cunningham, A. B. (2002). Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: Global trends and issues. In FAO (Ed.), Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries (pp. 12-13). Satellite event on the occasion of the Ninth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome, 12-13 October 2002. Inter-Departmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. Rome: FAO

Siddhuraju, P., Becker, K. (2003). Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *J. Agric. Food Chem.*, 51(8), 2144-2155.

Singh, and., Khanam, Z., Misra, N. and Srivastava, M. (2011). *Chamomile (Matricaria chamomilla* L.: An overview. *V*: 5(9). P (82-95).

Singleton V L et Ross J A. (1965). Colorimetry of total phenolics phosphomolybdicphosphotungstic acid reagentes.Amer J Enol Vitic 16. 144-153 .

Sofowora,A, (2010).Plantes médicinaleset médecine traditionnelle d'Afrique,Karthala editions.

Souri E, Amin G, Farsam H, and Barazandeh Tehrani M. (2008). « Screening of antioxidant activity and phenolic content of 24 medicinal plant extracts ».

Soukehal B., (2017)- La wilaya de Mila: villes, villages et problématique de l'alimentation en eau potable.Thèse de Doctorat. Université Mentouri Constantine, Algérie, 23p.

T

Treki A S., Merghem R et Dehimat L. (2009). Etude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne d'une Labiée: *Thymus hirtus*. Sciences et Technologie. 29.p: 25-29.

V

Vyas, S., Kachhwaha, S., Kothari, L. (2015). Comparative analysis of phenolic contents and total antioxidant capacity of *Moringa oleifera* Lam. Pharm J.

W

Wichtl M., Anton R. Plantes thérapeutiques – Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique, 2ème édition, Ed. TEC et amp; DOC, (2003).

Wiess R.F. ; Thieme Verlag M.D.G. ; Wiess's Herbal Medicine. 6ème édition Stuttgar: Thieme, 79-80. (2001).

Wolfgang, L., et P. Dieter. (2010). "Gros plan sur les plantes de Méditerranée." Nathan. Paris.

Y

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

Yang, D.J., Chang, Y.Z., Chen, Y.C., Liu, S.C., Hsu, C.H., Lin, J.T., (2012): Antioxidant effect and active components of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) flower. Food and Chemical Toxicology, 50: 3056-3061.

Young, I. S., and Woodside, J. V. (2001). Antioxidants in health and disease. Journal of clinical pathology, 54(3), 176-186.

Yusoff M (2016). Aqueous enzymatic extraction of *Moringa oleifera* oil with high pressure processing pre-treatment. Food Chemistry 211:400–408.

Z

Zeghad N. (2009). Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne. Mémoire de Magister. Université Mentouri, Constantine, 96p.

Zhishen, J., Mengcheng, T., and Jianming, W. (1999). Research on antioxidant activity of flavonoids from natural materials. *Food Chem*, 64, 555-559.

- محمد السيد هيكل، (1993) النباتات الطبية والعطرية كيمياؤها وإنتاجها فوائدها.

- يوسف محمد، غراف نور الدين، العابد إبراهيم. (2009). دراسة الفعالية المضادة للبكتريا والمضادة لألكسدة لمستخلص القلويدات الخام لنبات الضمران *Traganum nudatum*.

Annexes

Annexe I : Matériel de laboratoire

Tableau I : Matériel de laboratoire

Verreries et matériel en plastique	Solvants
- Pipettes - Micro pipette (1000 µl, 200 µl) - Tubes à essai - Flacons (250 ml) - Erlenmeyer - Bêchers - Spatule - Para film - Tube en plastiques citratés - Eprouvette graduées - Papier filtre (0.45µm). - Burette graduée - Cuve en verre - Tubes à essais - Embouts - Fioles - Tubes secs à bouchons - Flacons en verre ambré - Papier film - Porte tube à essai - Papier d'aluminium - Entonnoir en verre - Compte à gouttes - Ecoviont	- Méthanol C_2H_6O $CH_3 OH$ -Ethanol - Eau distillée - Acide chlorhydrique (HCl) - Hydroxyde de sodium (NaOH) - Chlorure de fer ($FeCl_3$) - Hydroxyde l'ammonium (NH_4OH) - Folin-Ciocalteu - Acide gallique -Aide ascorbique - Carbonate de sodium (Na_2CO_3) - Réactif de FCR (Folin Ciocalteau) - Quercétine

Annexe II : Appareillages de laboratoire



Balance



Plaque chauffante



Agitateur



Balance



Balance de
précision



Vortex



Bec Benzène



Glucomètre



Moulin À Café



Bain marie



Autoclave



Etuve



Micro -ondes



Retavapeur



Spectrophotomètre



Pied alcoolisé



Perforeuse



Annexe III: Préparation des solutions

- Eau physiologie 0.9%

Chlorure de Sodium9g

Eau distillée1000ml

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min

- Carbonate de Sodium

Carbonate de Sodium20g

Eau distillée100ml

- Acide ascorbique

Acide ascorbique.....0.5mg

Méthanol1ml

- Chlorure d'Aluminium ($AlCl_3$ 2%, P/V)

$AlCl_3$ 2g

Méthanol100 ml

- Acide gallique

Acide gallique1mg

Méthanol10ml

- Quercétine

Quercétine.....2mg

Méthanol20ml

Annexe IV: Composition des milieux de culture

- Gélose Muller-Hinton

Mueller Hinton38g

Eau distillée1000ml

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min

- Gélose nutritive

Gélose nutritif 28g

Eau distillée1000ml

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min.

Année universitaire: 2023/2024		Présenté par: BOUNAAMA Meroua KERROUCHE Kawther	
Etude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales			
Résumé			
Dans le but de valoriser les propriétés thérapeutiques des plantes médicinales bien connues, nous avons choisi <i>Matricaria recutita</i>, <i>Moringa oleifera</i> et <i>Bunium incrassatum</i>, étant donné leur utilisation répandue en médecine traditionnelle. L'objectif de cette étude est d'effectuer une analyse phytochimique approfondie et d'évaluer les activités antioxydantes, antibactériennes et antidiabétiques de ces plantes. Les rendements des extraits varient significativement en fonction du solvant d'extraction utilisé, à savoir le méthanol ou l'éthanol. Les rendements les plus élevés ont été observés pour l'extrait méthanolique de <i>Matricaria recutita</i> (18,72 %) et de <i>Moringa oleifera</i> (9,64 %), tandis que <i>Bunium incrassatum</i> a montré un rendement supérieur dans l'extrait éthanolique (12,266 %). L'analyse quantitative a révélé que l'extrait des fleurs de <i>Matricaria recutita</i>, dissous dans l'éthanol, est particulièrement riche en composés phénoliques, avec un contenu mesuré à $114,122 \pm 0,47$ mg Eq AG/g d'extrait. Pour <i>Moringa oleifera</i>, l'extrait éthanolique présente le contenu en flavonoïdes le plus élevé, évalué à $48,57 \pm 0,20$ mg Eq Qu/g d'extrait. L'activité antioxydante des extraits a été évaluée par le test au DPPH⁺, révélant que l'extrait méthanolique de <i>Matricaria recutita</i> présente une activité antioxydante notable avec une concentration inhibitrice de 30,27 µg/ml, différente des autres extraits testés. L'efficacité antibactérienne a été testée sur cinq souches bactériennes en utilisant des extraits éthanoliques et méthanoliques à différentes concentrations. Il a été observé que l'extrait méthanolique de <i>Bunium incrassatum</i> montre une activité antibactérienne contre <i>Escherichia coli</i> et <i>Staphylococcus aureus</i>, tandis que tous les extraits éthanoliques ont montré un effet négatif contre <i>Klebsiella pneumoniae</i>. En conclusion, cette étude souligne l'efficacité des plantes étudiées pour abaisser la glycémie, en plus de leurs activités antioxydantes et antibactériennes prometteuses, renforçant ainsi leur potentiel thérapeutique dans divers contextes médicaux.			
Mots clés: Extrait éthanolique, flavonoids, antioxydants, antibactérien et hypoglycémiant.			
Devant le jury composé de:			
-Présidente: HIMOUR Sara		Maître de Conférences B	CUMila
-Examinatrice: BELDI Hakima		Maître Assistant B	CUMila
-Promotrice: BELATTAR Hakima		Maître de Conférences A	CUMila
Année Universitaire: 2023/2024			