

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Université 20 Août 1955 Skikda



Faculté des Sciences

Département des sciences Agronomiques

Filière : Sciences Agronomiques

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme

MASTER EN AMELIORATION DES PLANTES

Thème

**Activités Bio-insecticides, antioxydantes et antibactériennes des
huiles essentielles de la *Moringa Oleifera* Lam.**

Présenté par :

DJILANI HABIBA & BOUREMMA IKHLAS

Soutenu le : 01 /07/2024, Devant le jury :

Précédent : Dr. Z. HAFSI (MCB) Univ. 20 Août 1955- Skikda

Encadrant : Dr. N. SOUILAH (MCA) Univ. 20 Août 1955- Skikda

Examinatrice : Dr. S. LARIT (MCA) Univ. 20 Août 1955- Skikda

Année universitaire : 2023/ 2024

Remerciements

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos
remerciements et notre profonde
Gratitude avant tout à Allah le clément, le miséricordieux
Qui nous a donné la force, le
Courage et la volonté d'élaborer ce mémoire scientifique.*

*Je tiens remercier en tout premier lieu, mon encadreur **M^{me}
Souilah Nabila** de l'université de Skikda pour son
Encadrement, ses efforts, son soutien.*

*Je tiens aussi à remercier ceux qui m'ont fait l'honneur de
juger ce travail :*

***Mr. Hafsi Zakaria** et **Mme. Larit Sabah** pour avoir
accepté d'évaluer et d'examiner ce travail et participer au
Jury.*

*Notre respectueuse reconnaissance va à, **M^{me} Affaf**, **M^{me}
Azizaet M^{me} Khazri Dounia**, technicien*

Du laboratoire de chimie du sol pour leur aide,

Leur patience et leur bonne maniabilité avec nous.

*Enfin, je remercie tous ceux ou celles qui ont contribués de
près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ) البقرة 32

Je dédie ce travail

À celui qui a décoré mon nom des plus beaux titres, qui m'a soutenu sans limites et m'a offert gratuitement À celui qui m'a appris que le monde est un combat et que son arme est la science et la connaissance, à celui qui a inculqué dans mon âme la bonne morale, mon premier soutien sur mon chemin. Ma force et mon refuge après Dieu (Mon Père).

À celle à qui Dieu a mis le paradis sous ses pieds, dont le cœur m'a embrassé devant sa main et m'a facilité l'adversité par ses supplications à un cœur compatissant. Et la bougie qui était pour moi dans les nuits sombres Le secret de ma force et de ma réussite et la lampe de mon chemin vers la lueur de ma vie (ma mère)

À tout la famille Djilani et Fellous

À mes cousins et cousines

Et tous mes amis

HABIBA

Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

يرفع الله الذين امنوا منكم والذين اوتوا العلم درجات والله بما تعملون
« خير »

المجادلة 11

Je dédie ce modeste travail

*Aux deux personnes les plus proches de mon âme et cœur, Mes
Chères parents*

Papa & Maman

*Qui ont sacrifié toute leur Vie Pour me soutenir et m'encourager à
réaliser mes rêves et
Ambitions, qu'ils trouvent ici tout mon amour et ma gratitude et
Que dieu vous procurer une longue vie.*

*A Mon cher mari pour sans soutient inconditionnelle et
encouragement ont été de grande aide.*

*A mes fille la prunelle de mes yeux « Louna & line ». A mes
adorables Nièces « Sedrat, Roua, Rinad, Lilia » et mon cher unique
neveu « Tedj-eddine » je vous aime mes petits Bouts de chou que
dieu vous bénisse.*

*A mes précieuses magnifiques deux sœurs, « Mira & Roumaissa »
ma vie serait tellement vide et fade sans votre présence. Je vous
souhaite la réussite dans votre vie, avec le bonheur qu'il faut pour
vous combler, Puisse Dieu, le tout puissant vous préserver Du mal.*

A mes beaux-frères.

A tous ceux que j'ai eu le plaisir de connaître.

Une spéciale dédicace A ma belle-mère.

Ikhlas

Titre : Activités bio-insecticides, antioxydantes et antibactériennes des huiles essentielles de la *Moringa oleifera* Lam.

Résumé : Notre travail vise à valoriser les huiles essentielles des graines et feuilles de la plante médicinale *Moringa oleifera* de la famille des Moringaceae qui a été récoltée de la pépinière TF Garden de la Wilaya de Ain-Defla. L'objectif principal de cette étude est d'explorer les propriétés phytochimiques de la plante par : L'extraction des huiles essentielles (HE) par hydrodistillation à l'aide d'un hydro-distillateur, l'étude des activités antioxydantes (DPPH et Capacité Antioxydante Totale - CAT-), un essai bio-insecticide sur le ravageur des denrées stockées *Ephesia kuehniella* et une étude d'activité antibactérienne contre 3 souches bactériennes de GRAM - (*Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* et *Salmonella thiphymurium*). Les résultats obtenus montrent que le rendement en huile essentielle des graines et des feuilles est de 1.87% et 5.3%, respectivement avec des caractères organoleptiques similaire à celle d'AFNOR (1999). Pour l'HE des graines on note un aspect liquide mobile, incolore et une odeur fraîche et pour les feuilles en remarque aussi un aspect liquide et mobile couleur, incolore à jaune claire et une odeur fraîche herbacée aux notes épicées et anisées. Les tests de CAT et de DPPH de l'HE des grains et des feuilles montre une bonne activité antioxydante avec des valeurs de CAT de 19.49 ± 0.002 mg/ml et de 18.65 ± 0.002 mg/ml pour l'HE des feuilles et des valeurs de DPPH de 0.29 ± 0.001 mg/ml et 0.31 ± 0.001 mg/ml pour l'HE des graines. L'évaluation de l'activité bio-insecticide sur *Ephesia kuehniella* avec cinq doses pour l'HE des graines (0.5, 0.8, 1.5 et 2 μ L) et cinq doses pour l'HE des feuilles (0.5, 0.8, 1, 1.5, 2 et 2.8 μ L), montre les doses létales suivantes : chez l'HE des grains avec $DL_{10}=0.2773$ μ L, $DL_{25}=0.4746$ μ L, $DL_{50}=0.8123$ μ L et $DL_{90}=2.38$ μ L et les doses létales d'HE des feuilles avec $DL_{10}=0.4921$ μ L, $DL_{25}= 0.6639$ μ L, $DL_{50}= 1.031$ μ L et $DL_{90}=2.38$ μ L. Concernant l'activité antibactérienne on remarque que l'HE des feuilles montre une activité antibactérienne importante chez les trois souches *Escherichia coli* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 15.24 mm), *Salmonella thiphymurium* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17.78 mm) et *Klebsiella pneumoniae* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17, 78 mm). Pour l'huile essentielle des graines on note une activité importante chez *Escherichia coli* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17.78 mm) et la *Salmonella thiphymurium* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17 mm). Tandis que, la souche bactérienne *Klebsiella pneumoniae* montre une activité antibactérienne très importante (Extrêmement sensible (++) avec un diamètre de zone d'inhibition de 22.86 mm). Finalement, ces résultats suggèrent que les HE des grains de la *M. oleifera* et des feuilles pourrait être utilisés comme une alternative naturelle et efficace aux produits chimiques couramment utilisés en agriculture pour le contrôle des ravageurs des denrées stockées, ainsi que des antioxydants synthétiques et des antibactériens spécifiques pour des applications médicales. Cette étude ouvre la voie à de futures recherches pour optimiser l'utilisation de cette plante dans divers domaines.

Mot clés : *Moringa Oleifera*, huile essentielle, activité antioxydante, antibactérienne, bio-insecticide.

Title: Bio-insecticide, antioxidant and antibacterial activity of essential oils of *Moringa oleifera* Lam.

Abstract: Our work aims to promote the essential oils of the seeds and leaves of the medicinal plant *Moringa oleifera* of the Moringaceae family which was harvested from the TF Garden nursery in the Wilaya of Ain-Defla. The main objective of this study is to explore the phytochemical properties of the plant by: The extraction of essential oils (EO) by hydro-distillation using a hydro-distiller, the study of antioxidant activities (DPPH and Total Antioxidant Capacity -TAC-), a bio-insecticide test on the stored food pest *Ephestia kuehniella* and a study of antibacterial activity against 3 bacterial strains of GRAM - (*Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* and *Salmonella thiphymurium*). The results obtained show that the yield of essential oil from seeds and leaves is 1.87% and 5.3%, respectively with organoleptic characteristics similar to that of AFNOR (1999). For the EO of the seeds we note a mobile, colorless liquid appearance and a fresh smell and for the leaves we also notice a liquid and mobile color appearance, colorless to light yellow and a fresh herbaceous smell with spicy and aniseed notes. The TAC and DPPH tests of the EO of the grains and leaves show good antioxidant activity with CAT values of 19.49 ± 0.002 mg/ml and 18.65 ± 0.002 mg/ml for the EO of the leaves and values of DPPH of 0.29 ± 0.001 mg/ml and 0.31 ± 0.001 mg/ml for the EO of the seeds. The evaluation of the bio-insecticide activity on *Ephestia kuehniella* with five doses for the EO of the seeds (0.5, 0.8, 1.5 and 2 μ L) and five doses for the EO of the leaves (0.5, 0.8, 1, 1.5, 2 and 2.8 μ L), shows the following lethal doses: in the EO of grains with $DL_{10}=0.2773$ μ L, $DL_{25}=0.4746$ μ L, $DL_{50}=0.8123$ μ L and $DL_{90}=2.38$ μ L and the lethal doses of EO in leaves with $DL_{10}=0.4921$ μ L, $DL_{25}=0.6639$ μ L, $DL_{50}=1.031$ μ L and $DL_{90}=2.38$ μ L. Concerning the antibacterial activity we note that the EO of the leaves shows significant antibacterial activity in the three strains *Escherichia coli* (Very sensitive (++) with an inhibition zone of 15.24 mm), *Salmonella thiphymurium* (Very sensitive (+ +) with an inhibition zone of 17.78 mm) and *Klebsiella pneumoniae* (Very sensitive (++) with an inhibition zone of 17.78 mm). For the essential oil of the seeds, significant activity is noted in *Escherichia coli* (Very sensitive (++) with an inhibition zone of 17.78 mm) and *Salmonella thiphymurium* (Very sensitive (++) with an inhibition zone of 17.78 mm) inhibition of 17 mm). Whereas, the bacterial strain *Klebsiella pneumoniae* shows very significant antibacterial activity (Extremely sensitive (++) with an inhibition zone diameter of 22.86 mm). Ultimately, these results suggest that EOs from *M. oleifera* grains and leaves could be used as a natural and effective alternative to chemicals commonly used in agriculture for the control of stored commodity pests, as well as synthetic antioxidants and specific antibacterials for medical applications. This study paves the way for future research to optimize the use of this plant in various fields.

Keywords: *Moringa Oleifera*, essential oil, antioxidant, antibacterial, bio-insecticide activity.

العنوان: النشاطات الحشرية الحيوية ومضادات الأكسدة ومضادات البكتيريا للزيوت الأساسية. *Moringa Oleifera*.

الملخص: يهدف عملنا إلى ترويج الزيوت العطرية للنباتات الطبية من نبات المورينجا البفيرا (بذور و اوراق) المأخوذة من مشتل في ولاية عين الدفلى الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو استكشاف الخواص الكيميائية النباتية للنبات من خلال: استخلاص الزيوت العطرية عن طريق التقطير المائي باستخدام جهاز التقطير المائي ، دراسة نشاط مضادات الأكسدة (DPPH) والقدرة الكلية لمضادات الأكسدة (CAT)، واختبار حيوي للمبيدات الحشرية على الآفات الغذائية المخزنة *Ephestia kuehniella* ودراسة النشاط المضاد للبكتيريا ضد 3 سلالات بكتيرية من -GRAM (*Klebsiella pneumoniae*، *Escherichia coli* و *Salmonella thiphymurium*). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن إنتاجية الزيت العطري للنبور هي 5.3% والاوراق 1.87% مع خصائص حسية مماثلة ل (AFNOR (1999 بالنسبة للزيت العطري للنبور نلاحظ مظهر سائل زيتي وعديم اللون ورائحة منعشة وبالنسبة للزيت العطري لاوراق نلاحظ مظهر سائل متحرك، عديم اللون ورائحة منعشة. تُظهر اختبارات CAT و DPPH للزيت البذور و الاوراق نشاطاً جيداً مضاداً للأكسدة مع قيم CAT تبلغ 18.65 ± 0.002 و 19.49 ± 0.002 مل/مجم، وقيم DPPH تبلغ 0.29 ± 0.001 و 0.31 ± 0.001 ملغم/مل. تقييم نشاط المبيد الحشري الحيوي على *Ephestiakuehniella* بتراكيز مختلفة للاوراق (1.5، 0.8، 0.5، 0.8، 1، 1.5 و 2 ميكرو لتر)، يوضح الجرعات المميّنة التالية: بالنسبة للوراق $DL_{10}=0.2773$ ، $DL_{25}=0.4746$ ، $DL_{50}=0.8123$ ، $DL_{90}=2.38$ (بوحددة ميكرو لتر) والجرعات المميّنة للنبور DL_{10} مكافئ 0.4921 ميكرو لتر، DL_{25} مكافئ 0.6639 ميكرو لتر، LD_{50} مكافئ 1.031 ميكرو لتر وما يعادل LD_{90} من 2.38 ميكرو لتر. يُظهر النشاط المضاد للبكتيريا للنبور نشاطاً كبيراً على *E. Coli* (سلالة حساسة ++ 17.78 ملغم، ونشاطاً كبيراً على *S. thiphymurium* (سلالة حساسة جدا ++؛ 17 ملغم) ونشاطاً كبيراً للغاية +++ على *K. pneumoniae* (17.86 ملغم) و من ناحية أخرى يظهر الزيت العطري للاوراق نشاطاً ملحوظاً على *K. pneumoniae* و 17.78 ملغم السلالاتان حساستان جدا ++ *S. thiphymurium* وبالنسبة *Escherichia col* سلالة حساسة جدا ++ 15، 24 ملغم في نهاية المطاف، تشير هذه النتائج إلى أنه يمكن استخدام بذور واوراق المورينجا كبديل طبيعي وفعال للمواد الكيميائية المستخدمة عادة في الزراعة لمكافحة الآفات الغذائية المخزنة، فضلاً عن مضادات الأكسدة الاصطناعية ومضادات البكتيريا المحددة لتطبيقات طبية محددة. وتمهد هذه الدراسة الطريق لأبحاث مستقبلية لتحسين استخدام هذا النبات في مختلف المجالات

الكلمات المفتاحية: *Moringa Oleifera* ، الزيت العطري، مضادات الأكسدة، مضاد للجراثيم، نشاط المبيدات الحشرية الحيوية.

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pages
Tableau 1.	Caractères organoleptiques des huiles essentielles des feuilles et des graines du <i>Moringa oleifera</i>	20
Tableau 2.	Résultats de DPPH et de CAT des huiles essentielles (HE) des feuilles et des graines	21
Tableau 3.	Effets de l'HE des feuilles du <i>M. oleifera</i> , appliquée par fumigation à différentes doses (μ l) le jour de l'émergence des adultes d' <i>E. kuehniella</i> : mortalité observée (%) des adultes ($m \pm SD$; $n = 3$ répétitions de 100 individus chacune)	24
Tableau 4.	Effets de l'HE feuilles du <i>M. oleifera</i> appliquée par fumigation aux adultes nouvellement émergées d' <i>Ephestia kuehniella</i> à différentes doses (μ L) : Détermination des doses d'inhibition de la mue adulte (DI en μ L) et leurs intervalles de confiance à 95%.....	25
Tableau 5.	Effets de l'HE des graines du <i>M. oleifera</i> , appliquée par fumigation à différentes doses (μ l) le jour de l'émergence des adultes d' <i>E. kuehniella</i> : mortalité observée (%) des adultes ($m \pm SD$; $n = 3$ répétitions de 100 individus chacune)	25
Tableau 6.	Effets de l'HE des graines du <i>M. oleifera</i> appliquée par fumigation aux adultes nouvellement émergées d' <i>Ephestia kuehniella</i> à différentes doses (μ L) : Détermination des doses d'inhibition de la mue adulte (DL en μ L) et leurs intervalles de confiance à 95%.	26
Tableau 7.	Effet des feuilles et graines des huiles essentielles du <i>M. oleifera</i> sur les trois souches bactériennes des Gram négatives testées.....	27

Liste des figures

Figures	Titres	Pages
Figure 1.	Farine infestée par <i>Ephestia kuehniella</i> (Zeller)	04
Figure 2.	Cycle de développement d' <i>Ephestia kuehniella</i> à 27°C	05
Figure 3.	Distribution de <i>Moringa oleifera</i> dans le monde	07
Figure 4.	Arbre du <i>Moringa Oleifera</i> pris de la pépinière TF Garden à Ain-Defla.....	07
Figure 5.	Plantes collectées du <i>Moringa oleifera</i>	09
Figure 6.	Graines collectées du <i>Moringa oleifera</i>	09
Figure 7.	Poudre obtenue des feuilles et des graines du <i>Moringa oleifera</i>	09
Figure 8.	Hydro-distillateur	10
Figure 9.	Préparation des larves dans l'étuve	13
Figure 10.	Des larves d' <i>Ephestia kuehniella</i> sur papier plissé.....	13
Figure 11.	Etuve	13
Figure 12.	Préparation du papier buvard et micropipette (0.5-10µL).....	14
Figure 13.	Préparation des insectes dans les pilulier en plastique pour le traitement.....	15
Figure 14.	Application des doses des HE sur les insectes	15
Figure 15.	Méthode de diffusion en disques sur milieu solide des extraits de l'HE.....	16
Figure 16.	<i>Escherichia coli</i> en microscopie électronique à balayage	16
Figure 17.	<i>Klebsiella pneumonie</i> en microscopie à balayage	17
Figure 18.	Bactérie <i>Salmonella thiphymurium</i> en microscopie à balayage	17
Figure 19.	Huile essentielle des feuilles (à gauche) et des graines (à droite)	21
Figure 20.	Test de piégeage des radicaux libres DPPH.....	21
Figure 21.	Elevage d' <i>Ephestia kuehniella</i>	22
Figure 22.	Application des doses des extrait brute sur les adultes d' <i>Ephestia kuehniella</i>	23

Figure 23.	Effet de l'HE feuilles du <i>M. oleifera</i> (μ L) appliqué, par fumigation aux adultes nouvellement émergées d' <i>Ephestia kuehniella</i> sur la mortalité des adultes (%) ($m \pm SD$; $n = 3$ répétitions contenant chacune 100adultes ; les valeurs indiquées par des lettres différentes sont significativement différent par le test HSD à $p < 0.0001$)	24
Figure 24.	Effet de l'HE des graines du <i>M. oleifera</i> (μ L) appliqué, par fumigation aux adultes nouvellement émergées d' <i>Ephestia kuehniella</i> sur la mortalité des adultes (%) ($m \pm SD$; $n = 3$ répétitions contenant chacune 100 adultes ; les valeurs indiquées par des lettres différentes sont significativement différent par le test HSD à $p < 0.0001$).....	26
Figure 25.	Développement de <i>Escherichia coli</i>	27
Figure 26.	Développement de la <i>Klebsiella pneumoniae</i>	27
Figure 27.	Développement de la <i>Salmonella thiphymurium</i>	27
Figure 28.	Développement de <i>Escherichia coli</i>	27
Figure 29.	Développement de la <i>Klebsiella pneumoniae</i>	27
Figure 30.	Développement de la <i>Salmonella thiphymurium</i>	27

Liste des abréviations

AAR	: Activité Anti Radiculaire
BHIB	: Brain Heart Infusion Broth
BHT	: Butyl hydroxy toluène
CAT	: Contenu Antioxydant Total
DI	: Dose inhibition
DL	: Dose létale
DO	: Densité optique
DPPH	: 2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyl-hydrate
HE	: Huile essentielle
HSD	: Honest Significant Difference (Différence significative honnête)
IC₅₀	: Inhibitrice Concentration 50
M	: Moyenne
mL	: Millilitre
mm	: Millimètre
MMV	: Masse de l'huile essentielle
Mo⁵⁺	: Molybdenum (V) (Molybdène (V))
Mo⁶⁺	: Molybdenum (VI) (Molybdène (VI))
NCBI	: Centre National d'information sur la Biotechnologie
NT	: Non Testé
PPM	: Phospho Molybdate
RHE	: Rendement en huile essentielle
SD	: Standard déviation
µl	: Microlitre

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Résumés en trois langues	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	

Sommaire

I. Introduction	01
II. Matériels et Méthodes	04
II.1. Matériels biologiques	04
II.1.1. Présentation de la farine	04
II.1.2. Présentation d' <i>Ephestia kuehniella</i>	04
II.1.2.1. Biologie et classification	04
II.1.2.2. Cycle biologique	05
II.1.3. Présentation de la <i>Moringa oleifera</i>	06
II.1.3.1. Biologie et classification	06
II.1.3.2. Lieu de récolte	08
II.2. Méthodes d'étude	10
II.2.1. Extraction d'huile essentielle	10
II.2.2. Calcul du rendement de l'huile essentielle	11
II.2.3. Détermination des caractères organoleptiques	11
II.2.4. Activités antioxydantes	11
II.2.4.1. Test de piégeage des radicaux libres DPPH	11
II.2.4.2. Test d'activité antioxydante totale	12
II.2.5. Elevage d' <i>Ephestia kuehniella</i> en laboratoire	13
II.2.6. Bio-essai de l'activité insecticide par fumigation	14
II.2.7. Activité antibactérienne	16
II.2.7.1. Souches bactérienne utilisé.....	16
II.2.7.2. Protocole l'activité antibactérienne	18
II.3. Analyse statistique	19
III. Résultats et discussion	20

III.1. Huile essentielle	20
III.1.1. Calcul du rendement des huiles essentielles	20
III.1.2. Détermination des caractères organoleptiques.....	20
III.2. Activités antioxydantes	21
III.2.1. Test de piégeage des radicaux libres DPPH	21
III.2.2. Test d'activité antioxydante totale	22
III.3. Elevage d' <i>Ephestia kuehniella</i> en laboratoire	22
III.4. Activité bio-insecticide	23
III.4.1. Toxicité de l'huile essentielle des graines et des feuilles de <i>Moringa oleifera</i> par fumigation sur les adultes d' <i>Ephestia kuehniella</i>	23
III.5. Activité antibactérienne	27
IV. Conclusion	29
V. Références bibliographiques	30
VI. Annexes	35

Introduction

I. INTRODUCTION

Des remèdes traditionnels et efficaces sont dérivés de plante aromatique et médicinales, qui ont joué un rôle important dans l'usage humain à travers l'histoire et les civilisation (**Sallée, 1991**). Les plantes médicinales grâce à leur essence bénéfique présentent en général de nombreuses vertus thérapeutiques, qui pourraient contribuer à la prévention de certaines maladies chroniques telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires entre autres. Elles sont utilisées progressivement dans d'autres domaines d'intérêt économique. Leurs multiples utilisations entraînent une demande croissante sur les marchés internationaux (**Boulal et al., 2021**).

Les huiles essentielles aident à traiter les petites indispositions de la vie de tous les jours, outre leur action curative, elles opèrent de manière préventive en stimulent le système immunitaire afin que votre organisme lutte plus efficacement contre les infections bactériennes et virales. Parmi les propriétés les plus connues, on citera les propriétés antiseptiques. A l'heure où les germes microbiens deviennent de plus en plus résistants, ce qui implique pour l'industrie pharmaceutique et phytopharmaceutique de trouver des antibiotiques et bio-insecticide de plus en plus puissant les huiles essentielles offrent une véritable alternative. (**Bessah et Benyoussef, 2015**).

Depuis des milliers d'années, l'humanité. A utilisé. Diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies. Les plantes médicinales représentent un réservoir immense de composés potentiellement bénéfiques pour la santé qui sont représentés comme métabolites secondaires, qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité. De structure chimique. Ces métabolites possèdent un très large. Ventail d'activités biologiques. Cependant l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses. Études (**Kaouane et Chabane, 2017**).

Le continent africain est doté d'une biodiversité. Parmi les plantes riches dans le monde, avec un nombre très élevé de plantes utilisées comme herbes, comme aliments naturels et pour des buts thérapeutiques. De nombreuses substances naturelles différentes ont été identifiées et beaucoup d'entre elles se sont utilisées dans la médecine traditionnelle pour la prophylaxie et le traitement des maladies (**Kaouane et Chabane, 2017**).

L'huile de *Moringa oleifera* utilisée dans la médecine populaire en Afrique et en Asie du Sud elle a été. Utilisée aussi pour le traitement des inflammations, des maladies infectieuses, des troubles cardiovasculaires, gastro-intestinaux, hématologiques et hépatorénaux (**Ogbunugafor et al., 2011**).

L'huile essentielle de L'huile de *Moringa* est considérée comme très fine, inodore et ne rancissant pas, ce qui en fait une huile recherchée pour la cosmétique et les produits pharmaceutiques. Elle est également Comestible et créditée de propriétés médicinales (**Djaoui et al., 2015**).

Au cours des dernières années, on a été particulièrement attentif à la régulation des ravageurs nuisibles afin de préserver la qualité et la quantité des denrées stockées. (**Belgaid et Rahmani, 2018**). La quête d'alternatives pour la protection des denrées grâce à l'utilisation de bio-insecticides, Fabrication à partir des huiles essentielles des plantes aromatiques. (**Ngamo et Hance, 2007**). Aujourd'hui, on les utilise en raison de leurs propriétés insecticides et on les considère comme une véritable banque de molécules chimiques qui agissent comme des insecticides bioactifs (**Delimi et al., 2013**).

L'objectif d'un stockage et d'une conservation appropriés est de préserver autant que possible les propriétés originales des grains. De nombreuses pertes continuent d'être observées au niveau central des magasins. Les pertes sont principalement causées par les insectes, les ravageur et les bactéries. Certaines conditions physiques, notamment la teneur en humidité, l'humidité relative et la température, peuvent affecter la qualité des aliments stockés et entraîner une détérioration de la qualité. (**Boudreau & Ménard, 1992**) *Ephestia kuehniella* (Zeller) est un insecte ravageur des céréales, originaire d'Inde, vivant dans les régions tempérées et méditerranéennes. L'insecte préfère la farine, mais peut aussi attaquer les céréales, les biscuits, les pâtes alimentaires et le riz. (**Hami et al. 2004**).

Le *Moringa oleifera* est une plante médicinale utilisée pour ses nombreuses propriétés et la qualité de son huile fixe (**Muthu et al., 2006**). Les caractéristiques de l'huile de *Moringa* peuvent être hautement souhaitables, en particulier avec la tendance actuelle de remplacer les huiles végétales polyinsaturées par celles contenant de grandes quantités d'acides monoinsaturés (**Abdulkarim et al., 2005**). L'huile est riche en vitamines A et C et a également des propriétés antioxydantes, en plus de contenir des propriétés antimicrobiennes, antiseptiques et anti-inflammatoires qui sont bien connues pour traiter les maladies (**Ruttarattanamongkol et al.,**

2014). L'étude de l'activité antibactérienne d'huile de plante connues pour leurs attribues médicinales peut conduire au développement de nouveaux agents de lutte qui offriraient une alternative à la fois efficace, saine, biodégradable et sans danger pour l'environnement (**Serkaya et al., 2009**) Ces antioxydants et phyto-nutriments augmenteraient la durée de vie de l'huile de *M. oleifera* jusqu'à 5 ans et aident à freiner l'activité des radicaux libres (**Agroconsult, 2016**).

L'objectif global de cette mémoire est de valoriser l'huile essentielle de la *Moringa Oleifera* d'importance sur la santé humaine et environnementale dans le cadre de la recherche des substances bioactives naturelles, ainsi des ravageurs des denrées alimentaires stockés par l'utilisation des substituts aux substances synthétisées industriellement et aux insecticides chimiques utilisés.

Matériels et méthodes

II.1. Matériel Biologique

II.1.1. Présentation de la farine

Le produit obtenu à partir des grains de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) est appelé farine. Obtenu en écrasant et en broyant ces grains, ce qui élimine partiellement les graines et les germes et réduit la partie restante en une poudre suffisamment fine. (Bendjedid, 2022)

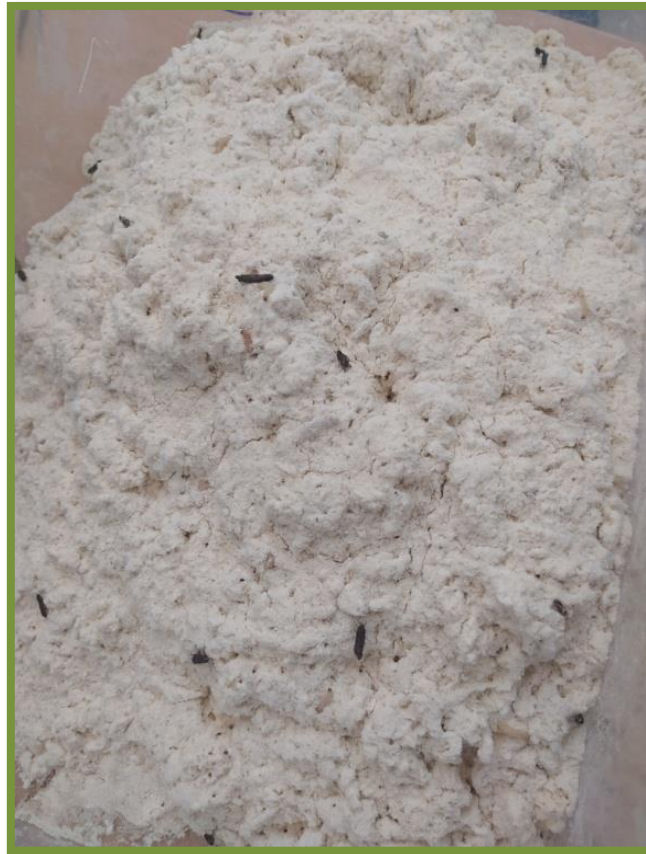


Figure 1. Farine infestée par *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Photo personnelle)

II.1.2. Présentation d'*Ephestia kuehniella*

II.1.2.1. Biologie et classification

Le cycle de développement d'*Ephestia kuehniella* (Zeller 1879) dure 75 jours à une température de 27° C et une humidité de 70 %. Les femelles pondent environ 200 à 300 œufs pendant une période de 3-5 jours formant un amas au fond et sur les parois des sacs de farine (Balachowsky, 1972 ; Soltani-Mazouni *et al.*, 2012 ; Yezli-Touiker *et al.*, 2016). Le cycle comporte quatre stades bien déterminés : œufs, larve ou chenille, nymphe ou chrysalide et adulte (Figure 2).

II.1.2.2. Cycle Biologique

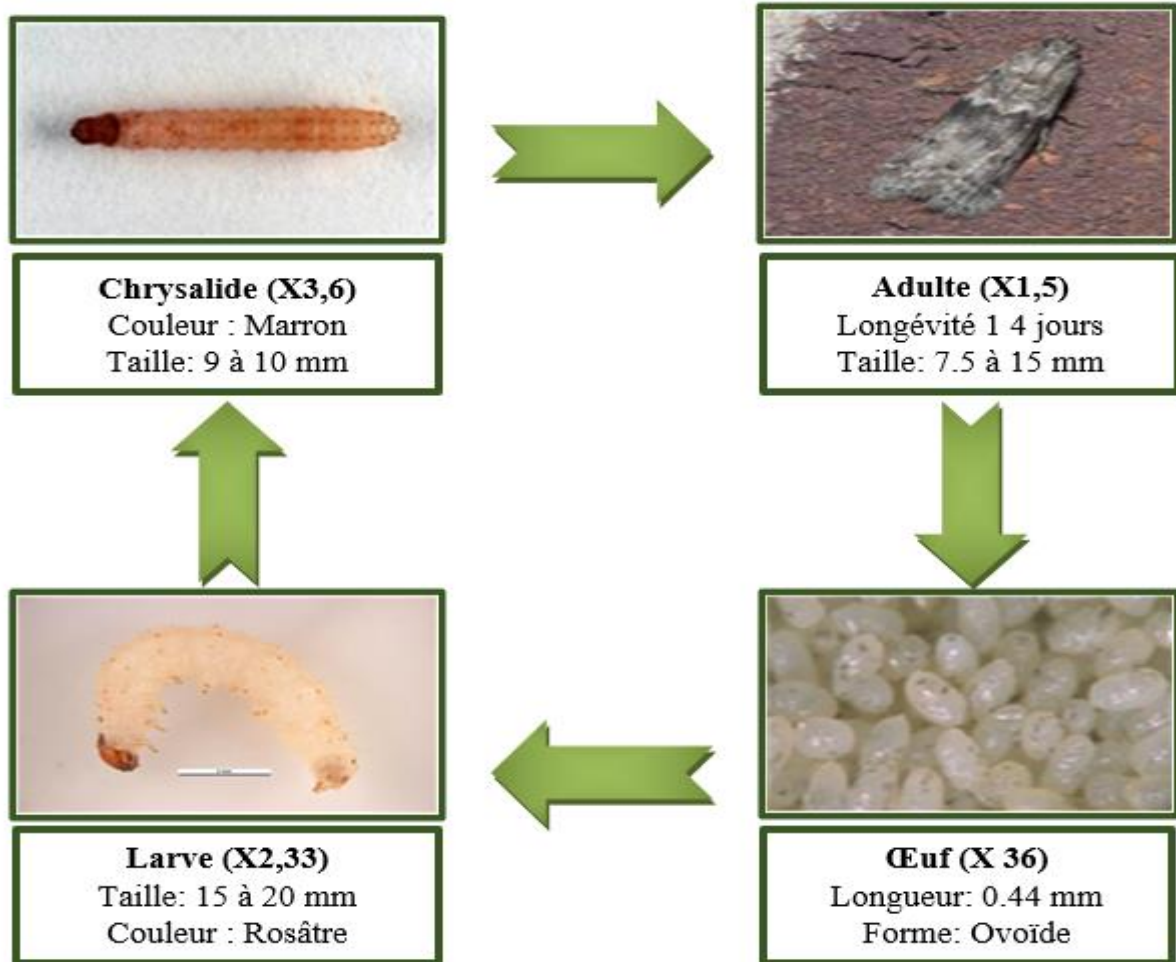


Figure2. Cycle de développement d'*Ephestia kuehniella* à 27°C

- **Œuf** : est de couleur blanc et d'une forme elliptique. Ses dimensions varient de 400 µm de longueur et de 230 µm de largeur. Les Œufs éclosent entre 3 et 14 jours (Chamont, 2013).
- **Larve** : est le seul stade de croissance. La larve consomme plusieurs fois son propre poids en nourriture et, comme sa peau est raide, elle mue régulièrement, ce qui lui permet de grandir. Les exuvies présentes dans les céréales et les oléagineuses, ainsi que leurs produits, sont des indicateurs de la présence ou de l'absence d'insectes. (Zekri, 2016).
- **Chrysalide** : La nymphe, formée après la dernière mue larvaire, ne se nourrit pas. Chez certaines espèces, il est enfermé dans un cocon tissé par la larve. Au cours de sa vie

nymphale, l'insecte subit une métamorphose interne et externe qui conduit au stade adulte. (Bouchair et Guerfi,2020).

- **Adulte** : A une petite tête globulaire de 20 à 25 mm, les antérieure ailes sont grises et brillantes avec des motifs noirs, tandis que les ailes postérieures sont finement frangées et blanches. L'abdomen de cette espèce contient des organes reproducteurs. Les adultes se déplacent dans les espaces entre les grains. S'enfouir dans le sol et voler. (Delimi *et al.*, 2013).

Selon Zekri (2016), la classification de l'*E. kuehniella* est la suivante :

-Règne	: Animalia
-Sous-règne	: Metazoa
-Embranchement	: Arthropoda
-Sous- Embranchement	: Hexapoda
-Classe	: Insecta
-Sous-classe	: Pterygota
-Infra-classe	: Neoptera
-Super-ordre	: Endopterygota
-Ordre	: Lepidoptera
-Famille	: Pyralidae
-Genre	: <i>Ephestia</i>
-Nom scientifique	: <i>Ephestia kuehniella</i> (Zeller)

II.1.3. Présentation de la *Moringa oleifera*

II.1.3.1. Biologie et classification

L'arbre *Moringa oleifera*, originaire des frontières entre l'Inde, le Pakistan et le Népal, est largement cultivé dans d'autres parties des tropiques de l'ancien et du nouveau monde, notamment l'Asie, l'Afrique et l'Amérique du Sud et Centrale (Ravindra *et al.*, 2016). On le retrouve sur trois continents et dans plus de cinquante pays tropicaux et subtropicaux à saison sèche marquée, voir en zone aride (Afrique, Arabie, Sud-est asiatique, Îles du pacifique, Amérique du sud). Dans ces pays, il est utilisé comme plante médicinale et alimentaire (Malo, 2014). La répartition de *M. oleifera* dans le monde est représenté parla (Figure 3) suivantes :

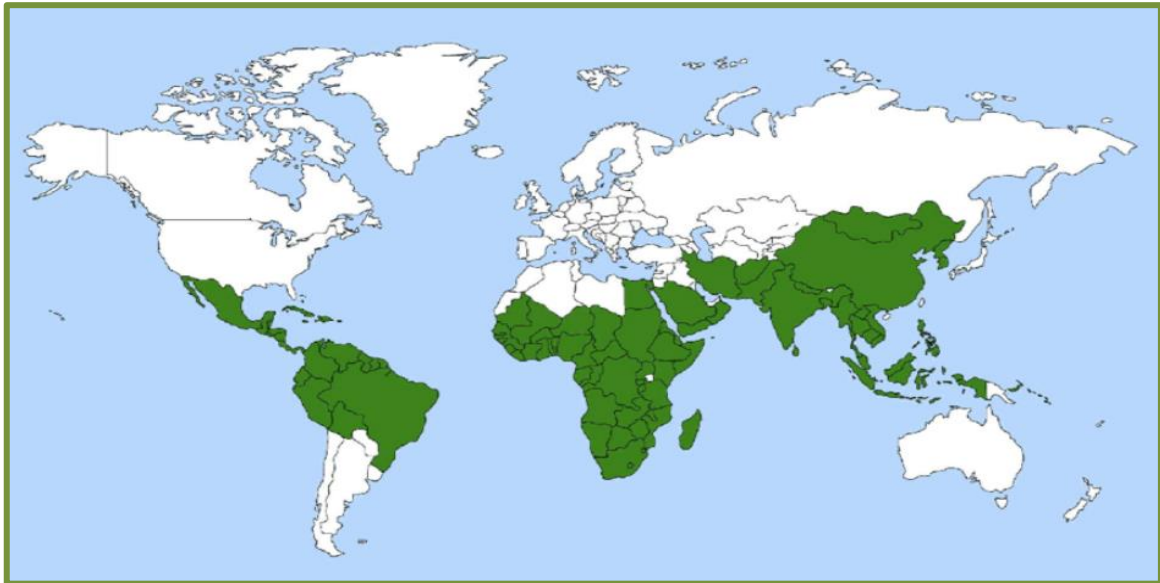


Figure 3. Distribution de *Moringa oleifera* dans le monde (Saini *et al.*, 2016)

Le *M. Oleifera* est un petit arbre, parfois confondu avec un arbuste, mesurant entre 4 et 5 m en moyenne ; il peut atteindre 20 m de hauteur et 3 m de longueur mètres et 3 m de diamètre, selon l'environnement (**Figure 4**). En fonction de l'environnement l'arbre pousse rapidement et peut repousser s'il subit une coupe sévère. (Delpha, 2011)



Figure4. Arbre du *Moringa oleifera* pris de la pépinière TF Garden à Ain-Defla (**Photo personnelle**).

- **Les feuilles :** Sont bi- ou triple, duveteuses et se développent principalement à la partie terminale des branches. Les fleurs de 2.5 cm de large ressemblent à des panicules axillaires

dont la taille varie de 10 à 25 cm. Ils sont de couleur verte, avec des pointes jaunes à la base (De Saint Sauveur et Broin 2010)

- **Les fruits** : Produisent des gousses à trois lobes mesurant 20 à 60 cm de long. Les gousses sèches s'ouvrent en trois moitiés, libérant 12 à 35 grains ; ils sont arrondis, ailés et ont un enduit marron semi-perméable. Trois moitiés le poids moyen d'un grain est de 0.3 g, dont 25% sont représentés par la coque (Makkar et Becker 1996 ; Laleye *et al.*, 2015).
- **Les Fleurs** : À 12 mois, l'arbre commence à fleurir de manière continue tout au long de l'année. L'inflorescence est en mode panicule, avec des fleurs imprévisibles dernières bisexuées de couleur blanc s'estompant sur le crème (Besse, 1996).
- **Les graines** : Sont arrondies, ailées, avec une coque marron semi-perméable, avec un poids moyen de 0.3g (25% de poids sont représentés par la coque). La production annuelle par arbre est de 15 000 à 25 000 graines (Makkar et Becker, 1997).
- **Les Racines** : Le système racinaire est de structure tubulaire et est constituée. D'un pivot central pouvant être enfoui dans le sol jusqu'à 1,30 m de profondeur, offrant une grande résistance à la sécheresse. Il se caractérise par des tubéreuses à l'odeur poivrée et des racines latérales pour la plupart claires. (Roloff *et al.*, 2009).

Selon Laleye *et al.*, (2015), la classification du *M. oleifera* est la suivante :

Règne	: Plantae
Sous-règne	: Tracheobionta
Classe	: Magnoliopsida
Ordre	: Capparales
Famille	: Moringaceae
Division	: Magnoliopyte
Genre	: <i>Moringa</i>
Espèce	: <i>Moringa oleifera</i>

II.1.3.2. Lieu de récolte et préparation de la plante

La collecte des jeunes plantes du *Moringa oleifera* (graines, feuilles) a été faite au mois de Novembre au niveau de la pépinière TF Garden de Ain-Defla (Figure 5 et 6). Le mode de préparation de la plante pour l'extraction des huiles essentielle est le suivant :

- On a nettoyé soigneusement les plantes avant le séchage, mais pas à l'eau pour se débarrasser des portions mortes ou pourries, de la terre.

- On a séché la plante et les graines à l'air libre et à l'ombre de la lumière au niveau de la maison à une température qui ne dépasse pas les 25°C.
- On a étalé les plantes et les graines en fines couches sur le papier des journaux dans une pièce aérée et pas humide et remuées chaque jour pour laisser passer de l'air.
- Après séchage de 15 jours, on a séparé la partie aérienne (feuilles) de la partie racinaire de la plante.
- On a broyé les feuilles séchées et les graines séparément par un broyeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre un peu fine (**Figure 7**).



Figure 5. Plantes collectées du *Moringa oleifera*. (Photo personnelle)



Figure 6. Graines collectées du *Moringa oleifera*. (Photo personnelle)



Figure 7. Poudre obtenue des feuilles et des graines du *Moringa oleifera* (Photo personnelle)

II.2. Méthode d'étude

II.2.1. Extraction des huiles essentielles

L'hydrodistillation est une variante de la distillation à la vapeur, permettant l'extraction d'huile essentielle à partir d'échantillons séchés en laboratoire. Contrairement à l'apport de vapeur, les échantillons de matériaux en hydrodistillation sont directement immergés dans l'eau distillée. Ce mélange solide-liquide est ensuite chauffé jusqu'à ébullition sous pression atmosphérique dans un alambic, où la chaleur permet la libération de molécules odorantes dans les cellules végétales. Ces composés aromatiques volatils et l'eau forment un mélange azéotropique (azéotropes), qui peut être évaporé ensemble à une pression similaire, puis condensé et divisé dans un flacon florentin en raison de leur différence de densité et de leur immiscibilité. De plus, un système de cohobation permet de recycler l'eau distillée à travers un siphon afin d'améliorer le rendement et la qualité de l'huile essentielle. (Golmohammadi *et al.*, 2018).



Figure 8. Hydro-distillateur (Photo personnelle)

L'extraction des H.E a été réalisée au niveau du laboratoire de chimie de sol du département d'Agronomie à l'université 20 Août 1955 Skikda, sur un montage d'hydrodistillation (**Figure 8**). Les étapes de l'extraction sont les suivantes :

- Peser 20g des feuilles broyées et séchées et les mettre dans un ballon de 1 litre et peser 50g des graines broyées.
- Introduire dans le ballon 700 ml d'eau distillée.
- Faire circuler l'eau froide dans le réfrigérant à eau à l'aide du robinet d'eau ; puis à l'aide du chauffe-ballon, porter le mélange à ébullition (Thermostat 40°C) Pendant 3heures.

- Le distillat est recueilli dans un erlenmeyer par la décantation afin de séparer l'HE de la phase aqueuse
- Après 3 h stopper le chauffage et laisser le distillat quelques heures.
- Mettre le dans une ampoule à décantation et laisser le à reposer quelques heures
- Après l'HE se séparer de la phase aqueuse et récupérer le à l'aide d'une pipette pasteur
- Mettre l'HE dans un petit flacon hermétique et recouvert de papier aluminium pour le protéger de la lumière
- Ajouter un déshydratant (sulfate de sodium) pour éliminer le peu d'eau susceptible d'avoir été retenu dans l'huile
- Conserver le flacon de l'huile obtenue au réfrigérateur 4°C jusqu'à l'utilisation.

II.2.2. Calcule du rendement

Le rendement de l'HE déterminé à l'aide de la formule qui mesure le rapport entre le poids de l'huile extraite et la masse de matière végétale. Cette méthode est décrite ci-dessous (Bendjedid, 2022) :

$$R = \frac{PB}{PA} \times 100$$

R : Rendement en huile (%).

PA : Poids de la matière sèche de la plante en g.

PB : Poids de l'huile en g.

II.2.3. Détermination des caractères organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques reflètent des aspects distinctifs de la plante contribuant à déterminer sa qualité et ses propriétés, comme : couleur, odeur, goût et autres caractéristiques (Texture et état naturel).

II.2.4. Activités antioxydantes

II.2.4.1. Test de piégeage des radicaux libres DPPH

L'activité antiradicalaire de *M. oleifera* a été déterminée selon la méthode de **Sanchez Moreno et al. (1998)** qui utilise le DPPH comme radical relativement libre absorbant dans le visible à la longueur d'onde de 517 nm. La solution de DPPH a été préparée au préalable en solubilisant 2.4 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol absolu. 25 µL de l'huile essentielle à différentes concentrations sont ajoutés à 975 µL de DPPH. Une solution standard d'antioxydant

(acide ascorbique) a également été préparée dans les mêmes conditions pour servir de contrôle positif. Le contrôle négatif était constitué de DPPH et de méthanol. Le mélange a été laissé à l'obscurité pendant 30 minutes. Le test a été effectué par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 517 nm.

Le pourcentage d'activité antiradicalaire a été estimé selon l'équation :

$$\text{Activité antiradicalaire [\%]} = [(A1-A2) / A1] \times 100$$

Où :

A1 : Absorbance du contrôle négatif

A2 : Absorbance en présence de l'extrait

La concentration Inhibitrice 50 (IC₅₀) était la concentration de l'échantillon testé requise pour réduire 50% du radical DPPH. Les valeurs IC₅₀ ont été calculées graphiquement par pourcentage d'inhibition basé sur différentes concentrations des extraits (**Torres *et al.*, 2006**). Pour l'ensemble de l'expérience, chaque test a été réalisé en triple.

II.2.4.2. Test d'activité antioxydante totale (TAC)

La Capacité Antioxydante Totale (TAC) (Test au Phosphomolybdate) était une variante du test DPPH. Elle a été évaluée par la méthode de **Prieto *et al.* (1999)**. La méthode était basée sur la réduction du molybdène Mo (VI) présent sous forme de molybdate MoO₄²⁻ en ions molybdène Mo (V) MoO₂⁺ en présence d'EO pour former un complexe vert à jaunâtre de phosphate/Mo (V) à l'acide pH. Un volume de 0.3 ml d'HE a été mélangé à 3 ml de solution réactive (acide sulfurique 0.6 M, phosphate de sodium 28 mM et molybdate d'ammonium 4 mM). Les tubes ont ensuite été incubés à 95°C pendant 90 minutes. Après refroidissement, l'absorbance des solutions a été mesurée à 695 nm par rapport au blanc qui contenait 3 ml de solution réactive et 0.3 ml de méthanol et incubée comme échantillon. La capacité antioxydante totale a été exprimée en milligramme équivalent d'acide ascorbique par gramme (mg AAE/g). Le test a été réalisé en triple.

II.2.5. Technique d'élevage



Figure 9. Préparation des larves dans l'étuve
(Photo personnelle)



Figure 10. Des larves d'*E. kuehniella* sur papier plissé (Photo personnelle)



Figure 11. Etuve (Photo personnelle)

L'élevage est réalisé au laboratoire de chimie de sol au niveau du département des sciences agronomiques à l'université 20 Août 1955 Skikda, à une humidité relative de 75% et une température de 27°C. Les insectes proviennent des moulins d'Aagrodiv d'El Harrouche. Ils sont élevés en laboratoire sous-développement dans des conditions optimale. Les larves d'*Ephestia Kuehniella* sont déposés dans des boites en plastique (**Figure 9**) contenant de la farine et du papier plissé pour qu'elles puissent se nymphoser (**Figure 10**) à une étuve régler à

27°C (**Figure 11**). L'élevage des larves est suivi quotidiennement pour obtenir des adultes sont utilisées pour l'expérimentation.

II.2.6. Bio-essai de l'activité insecticide par fumigation

L'évaluation de la toxicité des huiles essentielles par l'effet d'inhalation est réalisée par la saturation de l'environnement. Après un screening préalable, cinq doses ont été considérées pour le H.E des feuilles : 0.5, 0.8, 1.5, 2 et 2.8 μL et cinq doses ont été considérés pour le H.E des graines : 0.2, 0.5, 0.8, 1 et 2 μL (**Figure 12**). L'essai pour chaque dose est conduit en utilisant 3 réplifications qui comportent chacune 10 insectes. Le traitement a été administré *in vivo* à des adultes *d'Ephestia kuehniella*. 10 individus sont placés à l'intérieur des piluliers de 60ml de volume (**Figure 13**). Les différentes doses des H.E utilisées sont pulvérisées sur du papier buvard. Ensuite, les papiers traités par les différentes doses des huiles sont déposés sur face interne des couvercles des piluliers en plastique (**Figure 14**). Le comptage du nombre d'insectes morts se fait après 2, 4, 6 et 8 heures.



Figure 12. Préparation du papier buvard et micropipette (0.5-10 μL) (**Photo personnelle**)



Figure 13. Préparation des insectes dans les pilulier en plastique pour le traitement (**Photo personnelle**)



Figure 14. Application des doses des HE sur les insectes (**Photo personnelle**)

Les pourcentages d'inhibition observée des différentes séries ont été déterminés puis corrigés selon la formule d'**Abbott (1925)** pour éliminer la mortalité naturelle. Les pourcentages d'inhibitions corrigées subissent une transformation angulaire selon les tables de **Bliss (1938)**, cités par **Fisher et Yates (1957)** et font l'objet d'une analyse de la variance a un critère de classification qui permet le classement des doses par le test HSD de Tukey, afin d'évaluer l'effet de l'HE. Enfin, la régression non linéaire exprimant le pourcentage d'inhibition corrigée en fonction du logarithme de la dose a permis d'estimer, pour l'HE du *M. oleifera*, les doses d'inhibition de la mue adulte DI_{25} et DI_{50} (doses provoquant l'inhibition de l'émergence des

adultes de 25% et 50% des insectes traités, respectivement) avec leurs intervalles de confiance (95% FL) et le Hill Slope.

II.2.7. Activité antibactérienne

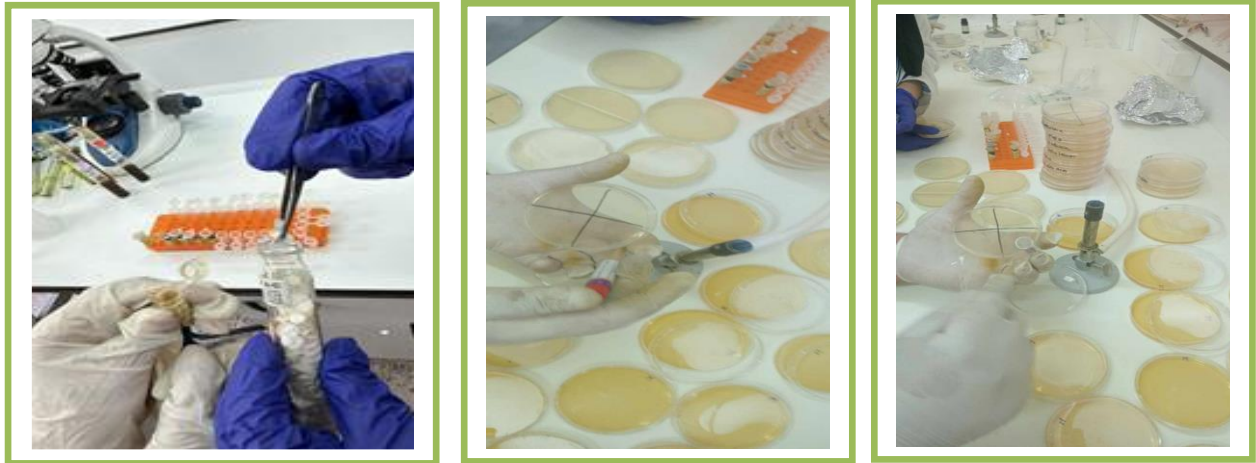


Figure 15. Méthode de diffusion en disques sur milieu solide des extraits de l'HE (**Photo personnelle**).

L'étude de l'activité antibactérienne de l'extrait des graines et des feuilles de *M. oleifera* été effectué aux laboratoires de Microbiologie au Département des Sciences de la Nature et de la Vie à l'université 20 Août 1955 Skikda.

II.2.7.1. Souches des bactéries utilisés

L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits des huiles essentielles ont été conduite contre trois souches bactérienne distinctes. Cette étude inclut les souches à Gram négatif, à savoir : *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella thiphymurium*.

- *Escherichia coli*



Figure 16. *Escherichia coli* en microscopie électronique à balayage (**Institut Pasteur, 2012**)

Elle a été isolée pour la première fois par Escherich en 1885. Elle est l'espèce bactérienne qui a été la plus étudiée par les fondamentalistes **Avri et al., (1992)**. Cette bactérie est connue depuis longtemps comme commensale du tube digestif et pathogène pour l'appareil urinaire (**Berche et al., 1989**).

- *Klebsiella pneumoniae*



Figure 17. *Klebsiella pneumoniae* en microscopie à balayage (**Institut Pasteur, 2023**).

Ces espèces bactériennes longtemps considérées comme commensales sont souvent multi-résistantes aux antibiotiques (**Avri et al. 1992**).

- *Salmonella thiphymurium*



Figure 18. Bactérie *Salmonella thiphymurium* en microscopie à balayage (**Institut Pasteur, 2017**)

Cette bactérie est une *entérobactérie* virulente à tropisme digestif pathogène pour l'homme et pour l'animal. Elles sont l'une des causes principales de toxi-infections alimentaires. (**Le Minor et al., 1982**).

II.2.7.2. Protocole de l'activité antibactérienne

- *Méthode de diffusion en milieu solide*

Cette technique est utilisée pour évaluer qualitativement l'activité inhibitrice d'un agent antibactérien par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition qui se forme autour d'un disque de papier whatman imprégné de l'agent en question (**Ponce et al., 2003**).

- *Préparation de l'inoculum*

Les souches bactériennes destinée à être testées sont d'abord cultivées dans des boîtes de pétri remplies de gélose nutritive (GN). Ces cultures sont incubées pendant 18 à 24 heures à une température constante de 37°C, ce qui permet d'obtenir une culture jeune comportant des colonies bien isolées (**Ponce et al., 2003**).

- *Préparation de la suspension bactérienne*

A partir de cette culture jeune, sélectionnez, trois à cinq colonies bien isolées et morphologiquement identiques. Transférez ces colonies dans 5ml d'eau physiologique stérile et homogénéisez manuellement la suspension. La standardisation de la densité de cette suspension bactérienne est ensuite effectuée avec un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 625nm. La densité optique (DO) doit se situer dans une plage de 0.08 à 0.1 conformément aux normes du CA-SFM de 2013 (**Ponce et al., 2003**).

- *Ensemencement*

- La gélose Mueller Hinton (MH) est coulée dans des boîtes de pétri. Après refroidissement et solidification de la gélose (MH) sur la paillasse, la suspension bactérienne à tester sont étalés à la surface du milieu de gélose à l'aide d'un écouvillon.
- Des disques de papier Wattman stériles de 6mm de diamètre imprégnés (10µl de l'extrait avec solvant) sont déposés à l'aide d'une pince stérile sur la gélose.
- Des disques imprégnés de et de l'eau physiologique stérile sont également déposés sur la même boîte pour servir de témoins.
- Les boîtes de Pétri sont ensuite fermées et laissées diffuser à T° ambiante pendant 15min, puis incubées à 37°C pendant 24h (**Ponce et al., 2003**).

- *Lecture*

La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'une règle.

- Souche non sensible (-) ou résistante : diamètre \leq à 8 mm ;
- Souche sensible (+) : diamètre compris entre 9 et 14 mm ;
- Souche très sensible (++) : diamètre compris entre 15 et 19 mm ;
- Souche extrêmement sensible (+++) : diamètre \geq 20 mm (**Ponce *et al.*, 2003**).

II.3. Analyse statistique

Les valeurs ont été exprimées en moyenne \pm écart type (Moyenne \pm SD).

Résultats et discussion

III.1. Huile essentielle

III.1.1. Calcul du rendement

Le rendement en huile essentielle (HE) des feuilles et des graines de *Moringa oleifera* obtenu est de l'ordre de 1.87% et de 5.3%, respectivement. Ces valeurs sont considérées comme fortes comparées à celles obtenues par **Kaidi et al. (2023)** à partir des feuilles dans la région d'Adrar avec 0.12%, de **Chuang et al. (2007)** dans la région de Taiwan à partir des graines avec 0.24% et de **Marrufo et al. (2013)** dans la région de Mozambique à partir des feuilles avec 0.05%.

Cette différence est due à plusieurs facteurs : l'origine géographique, les facteurs écologiques notamment climatiques (la température, l'humidité et les vents), le stade de la croissance, la conservation du matériel végétal et la méthode d'extraction le choix de la période de cueillette car elle est primordiale en termes de rendement et qualité de l'HE, la génétique de la plante l'organe de la plante utilisé, le degré de fraîcheur, la période de séchage, la méthode d'extraction employée, (**Granger et al., 1973 ; Rosua et al., 1987 ; Sefidkon et al., 2007 ; Kelen et Tepe, 2008**),

III.1.2. Détermination des caractères organoleptiques

Les paramètres organoleptiques de HE des feuilles et des graines du *Moringa oleifera* sont en accord avec ceux répertoriés dans les normes **AFNOR (1999)** sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 1. Caractères organoleptiques des huiles essentielles des feuilles et des graines du *Moringa oleifera*

HE	Selon les normes d'AFNOR (1999)	Caractéristique de notre HE
Feuilles	- Aspect : Liquide huileux, mobile, limpide - Couleur : Incolore à jaune clair - Odeur : Fraîche, herbacée, aux notes épicées et anisées	- Aspect : Liquide et mobile - Couleur : Incolore - Odeur : Fraîche
Graines	- Aspect : Liquide, huileux, mobile, limpide - Couleur : Incolore à jaune clair - Odeur : Fraîche, fleurie, boisée	- Aspect : Liquide et mobile - Couleur : Incolore - Odeur : Fraîche

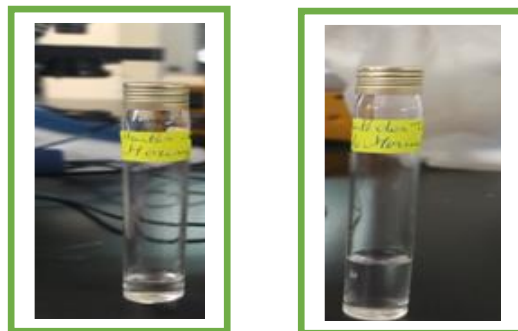


Figure 19. Huile essentielle des feuilles (à gauche) et des graines (à droite)

III.2. Activités antioxydants

Les résultats des activités antioxydantes par le test de piégeage des radicaux libres DPPH et le test d'activité antioxydante totale (CAT) sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 2. Résultats de DPPH et de CAT des huiles essentielles (HE) des feuilles et des graines

	DPPH IC ₅₀ (mg/mL)	CAT IC ₅₀ (mg/mL)
HE des feuilles	0.31±0.001	18.65±0.002
HE des graines	0.29±0.001	19.49±0.002
α-Tocophérol	7.31 ± 0.17	/
Quercétine	2.07 ± 0.10	250.09 ± 0.87
Acide ascorbique	NT	7936.48 ± 0.07

III.2.1. Test de piégeage des radicaux libres DPPH



Figure 20. Test de piégeage des radicaux libres DPPH

D'après le **Tableau 2** les huile essentielle (HE) des feuilles et des graines possèdent une activité antioxydantes très importants de 0.31 et 0.29 mg/mL respectivement, comparant avec les

deux standards utilisés : la quercétine avec 2.07 mg/mL et le α -Tocophérol avec 7.31 mg/mL. Notre valeur obtenue est très importante comparant avec la valeur de **Marrufo *et al.* (2013)** dans la région de Mozambique sur les feuilles de *M. oleifera* était de 30.28 mg/ml.

Les feuilles de *M. oleifera* agissent comme une bonne source d'antioxydants naturels en raison de la présence de divers types de composés antioxydants tels que l'acide ascorbique, les flavonoïdes, les composés phénoliques et les caroténoïdes (**Makkar et Becker, 1996 ; Anouar *et al.*, 2005**). La présence de deux flavonoïdes au pouvoir antioxydant prouvé pourrait donner une valeur ajoutée supplémentaire à l'huile essentielle, en raison de leur potentiel propriétés anticancérigènes, particularité rapportée pour plusieurs fruits et légumes (**Hertog *et al.*, 1992 ; Trichopoulou *et al.*, 2000**).

III.2.2. Test d'activité antioxydant totale

Les résultats obtenus des huiles essentielles des feuilles et des graines du *M. oleifera* montrent une activité antioxydante totale meilleure et plus active que l'acide ascorbique (7936.48 ± 0.07 mg/mL) avec des valeurs de 18.65 ± 0.002 mg/mL et 19.49 ± 0.002 mg/mL, respectivement.

III.3. Elevage d'*Ephestia kuehniella* en laboratoire



Figure 21. Elevage d'*Ephestia kuehniella* (Photo personnelle)

Les insectes utilisés dans cette étude ont été collectés aux Moulins d'El Harrouche d'Agro Div. Leur élevage s'est déroulé au laboratoire dans une étuve, où les conditions optimales de développement étaient maintenues : une température de 27°C, une humidité relative d'environ 70% et une obscurité totale. Les adultes étaient placés dans des jarres en verre et/ou plastique contenant de la farine, recouvertes d'un morceau de tulle maintenu par un élastique. Chaque jour, un suivi minutieux de l'élevage était effectué afin de prélever les larves mâles ou femelles des boîtes remplies de farine et de papier plissé, ce qui permettait aux larves de passer au stade nymphose.

Nous avons collecté environ 1 000 spécimens de vers, que nous avons ensuite soumis à une incubation contrôlée. Après une période de 8 jours, nous avons réussi à obtenir une population d'environ 450 papillons (**Figure 21**).

III.4. Bio-essai insecticide

III.4.1. Toxicité des huiles essentielles des feuilles du *M. oleifera* par fumigation sur les adultes d'*Ephestia kuehniella*



Figure 22. Application des doses des extrait brute sur les adultes d'*Ephestia kuehniella* (**Photo personnelle**)

L'efficacité des huiles essentielles des feuilles a été testée, par fumigation, chez des adultes nouvellement émergées d'*Ephestia kuehniella* (Zeller), La mortalité a été relevée et les doses correspondant à 25 et 50% de mortalité des adultes (DL₂₅ et DL₅₀), caractérisant la toxicité de l'HE ont été déterminées.

L'HE appliquée par fumigation à différentes doses pour les feuilles et (0.5, 0.8, 1.5, 2 et 2.8µL). Le jour de l'émergence adulte d'*E. kuehniella*, a induit une mortalité des adultes dont les

III. Résultats et Discussion

pourcentages sont précisés dans le **Tableau 3** et la **Figure 23**. Aucune mortalité n'a été enregistrée chez les témoins (mort naturelle), la mortalité augmente, chez les séries traitées significativement avec une relation dose réponse.

En effet, les résultats révèlent que le pourcentage de mortalité corrigée des adultes variaient est de l'ordre de $30.00 \pm 00\%$ pour la dose la plus faible ($0.5 \mu\text{l}$) est augmentent graduellement jusqu'au 93.33 ± 3.33 pour la dose testée la plus élevée ($2,8 \mu\text{l}$).

Tableau 3. Effets de l'HE des feuilles du *M. oleifera*, appliquée par fumigation à différentes doses (μl) le jour de l'émergence des adultes d'*E. kuehniella* : mortalité observée (%) des adultes ($m \pm SD$; $n = 3$ répétitions de 100 individus chacune).

Répétition	0.5 μl	0.8 μl	1.5 μl	2 μl	2.8 μl	Témoins
R1	30	50	70	90	10	00
R2	30	40	80	90	10	00
R3	30	50	70	100	10	00
m \pm SD	30 \pm 00	46.67 \pm 0.33	73.33 \pm 0.33	93.33 \pm 3.33	100	00

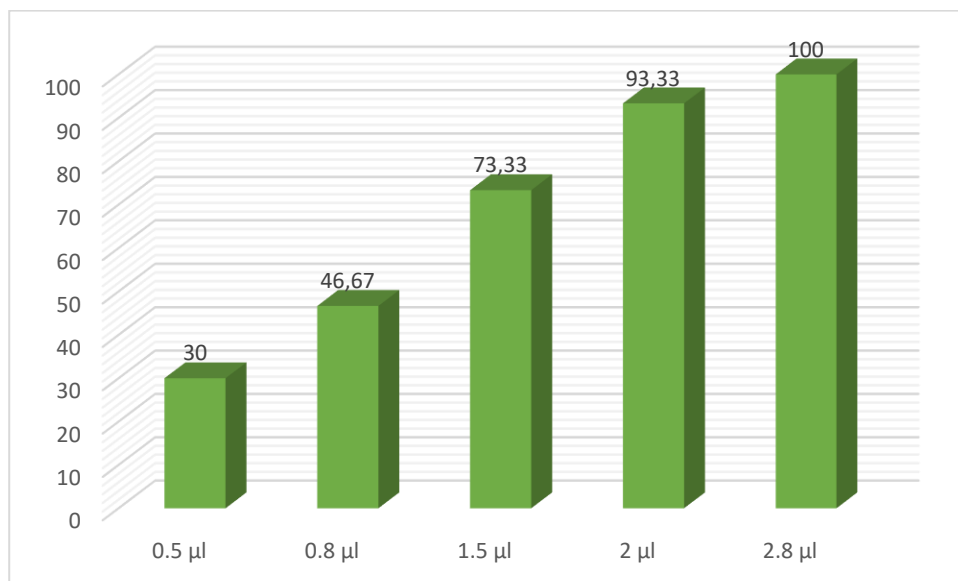


Figure 23. Effet de l'HE feuilles du *M. oleifera* (μL) appliqué, par fumigation aux adultes nouvellement émergées d'*Ephestia kuehniella* sur la mortalité des adultes (%) ($m \pm SD$; $n = 3$ répétitions contenant chacune 100adultes ; les valeurs indiquées par des lettres différentes sont significativement différent par le test HSD à $p < 0.0001$).

L'analyse statistique révèle un effet dose significatif ($F_{4, 10} = 609.6$; $p < 0.0001$) et le test HSD de Tukey a montré une augmentation significative de la mortalité avec des doses croissantes, différentes lettres minuscules indiquaient une différence significative entre

l'inhibition corrigée ($p < 0.0001$) Les doses de mortalité (DL) et la pente de Hill enregistrée avec leurs limites de référence (95 %) ont été répertoriées dans le suivant :

Tableau 4. Effets de l'HE feuilles du *M. oleifera* appliquée par fumigation aux adultes nouvellement émergées d'*Ephestia kuehniella* à différentes doses (μL) : Détermination des doses d'inhibition de la mue adulte (DI en μL) et leurs intervalles de confiance à 95%.

Doses	Valeurs (μL)	Intervalles de confiance (95%)	R ²
DL ₁₀	0.2773	[0.1058 – 0.7273]	96.4%
DL ₂₅	0.4746	0.2613– 0.8621	
DL ₅₀	0.8123	0.5647- 1.169	
DL ₉₀	2.38	1.011 – 5.599	
Hill Slope	0.3695	0.4544 – 3.634	

III.4.2. Toxicité de l'huile essentielle des graines par fumigation sur les adultes d'*Ephestia kuehniella*

L'efficacité de l'HE des graines du *M. oleifera* a été testée, par fumigation, chez des adultes nouvellement émergées d'*Ephestia kuehniella* (Zeller), la mortalité a été relevée et les doses correspondant à 25 et 50 % de mortalité des adultes (DL₂₅ et DL₅₀), caractérisant la toxicité de l'HE, ont été déterminées. L'HE appliquée par fumigation à différentes doses (0.2, 0.5, 0.8, 1 et 2 μL) le jour de l'émergence adulte d'*E. kuehniella*, a induit une mortalité des adultes dont les pourcentages sont précisés dans le **Tableau 5** et la **Figure 24**. Aucune mortalité n'a été enregistrée chez les témoins (mort naturelle), la mortalité augmente, chez les séries traitées significativement avec une relation dose réponse.

En effet, les résultats révèlent que le pourcentage de mortalité corrigée des adultes variaient est de l'ordre de $13.33 \pm 1.33\%$ pour la dose la plus faible (0.5 μL) est augmentent graduellement jusqu'au $100 \pm 00\%$ pour la dose testée la plus élevée (2 μL).

Tableau 5. Effets de l'HE des graines du *M. oleifera*, appliquée par fumigation à différentes doses (μL) le jour de l'émergence des adultes d'*E. kuehniella* : mortalité observée (%) des adultes ($m \pm \text{SD}$; $n = 3$ répétitions de 100 individus chacune).

Répétition	0.2 μL	0.5 μL	0.8 μL	1 μL	2 μL	Témoins
R1	10	40	70	90	100	00
R2	20	40	60	90	100	00
R3	10	30	60	80	100	00
$m \pm \text{SD}$	13.33 ± 1.33	36.67 ± 1.33	63.33 ± 0.33	86.67 ± 3.33	100	00

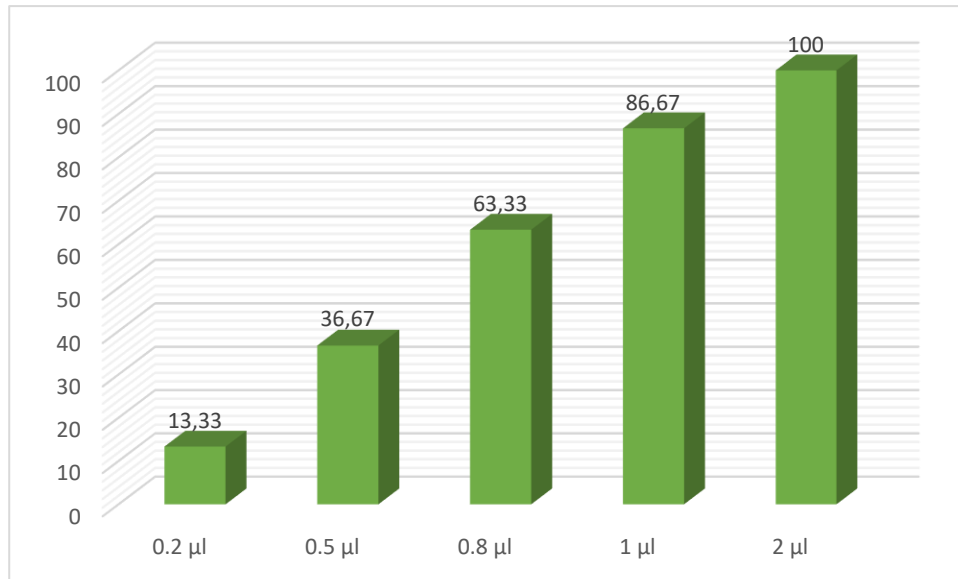


Figure 24. Effet de l’HE des graines du *M. oleifera* (µL) appliqué, par fumigation aux adultes nouvellement émergées d'*Ephestia kuehniella* sur la mortalité des adultes (%) (m ± SD ; n = 3 répétitions contenant chacune 100 adultes ; les valeurs indiquées par des lettres différentes sont significativement différent par le test HSD à p <0.0001).

L'analyse statistique révèle un effet dose significatif ($F_{4, 10} = 609.6$; $p < 0.0001$) et le test HSD de Tukey a montré une augmentation significative de la mortalité avec des doses croissantes, différentes lettres minuscules indiquaient une différence significative entre l'inhibition corrigée ($p < 0.0001$) Les doses de mortalité (DL) et la pente de Hill enregistrée avec leurs limites de référence (95 %) ont été répertoriées dans le suivant :






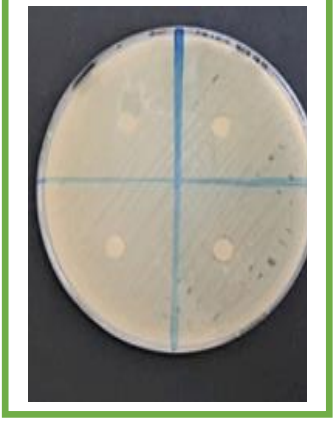
Tableau 6. Effets de l’HE des graines du *M. oleifera* appliquée par fumigation aux adultes nouvellement émergées d'*Ephestia kuehniella* à différentes doses (µL) : Détermination des doses d’inhibition de la mue adulte (DL en µL) et leurs intervalles de confiance à 95%.

Doses	Valeurs (µl)	Intervalles de confiance (95%)	R ²
DL ₁₀	0.4921	[0.2326 – 0.9847]	97.6%
DL ₂₅	0.6639	0.3843 – 1.147	
DL ₅₀	1.031	0.7484- 1.440	
DL ₉₀	2.38	1.011 – 5.599	
Hill Slope	0.6874	0.7009 – 5.898	

III.5. Activité Antibactérienne

L'activité antibactérienne des feuilles et graines des huiles essentielles du *M. oleifera* est déterminée par la mesure de diamètre des zones d'inhibitions pour les trois souches bactériennes testées (Figure 25, 26, 27, 28, 29 et 30), comme les montres dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7. Effet des feuilles et graines des huiles essentielles du *M. oleifera* sur les trois souches bactériennes des Gram négatives testées

Test de l'huile essentielle des feuilles		
<p>Figure 25. Développement de l'<i>Escherichia coli</i></p> 	<p>Figure 26. Développement de la <i>Klebsiella pneumoniae</i></p> 	<p>Figure 27. Développement de la <i>Salmonella thiphymurium</i></p> 
Moyenne des diamètres des zones d'inhibitions = 15.24 mm	Moyenne des diamètres des zones d'inhibitions = 17.78 mm	Moyenne des diamètres des zones d'inhibitions = 17.78 mm
Très sensible (++)	Très sensible (++)	Très sensible (++)
Test de l'huile essentielle des graines		
<p>Figure 28. Développement de l'<i>Escherichia coli</i></p> 	<p>Figure 29. Développement de la <i>Klebsiella pneumoniae</i></p> 	<p>Figure 30. Développement de la <i>Salmonella thiphymurium</i></p> 
Moyenne des diamètres des zones d'inhibitions = 17.78 mm	Moyenne des diamètres des zones d'inhibitions = 22.86 mm	Moyenne des diamètres des zones d'inhibitions = 17 mm
Très sensible (++)	Sensible (+++)	Très sensible (++)

D'après les résultats obtenus dans le **Tableau 8** on remarque que l'huile essentielle des feuilles montre une activité antibactérienne importante chez les trois souches *Escherichia coli* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 15.24 mm), *Salmonella thiphymurium* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17.78 mm) et *Klebsiella pneumoniae* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17, 78 mm). Pour l'huile essentielle des graines on note une activité importante chez l'*Escherichia coli* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17.78 mm) et la *Salmonella thiphymurium* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17 mm). Tandis que, la souche bactérienne *Klebsiella pneumoniae* montre une activité antibactérienne très importante (Extrêmement sensible (++) avec un diamètre de zone d'inhibition de 22.86 mm).

Conclusion

IV. Conclusion

Aujourd'hui, de nombreuses plantes médicinales présentent des propriétés pharmacologiques très significatives qui sont utilisées dans différents domaines tels que la médecine, la pharmacie et la nutrition et l'agriculture.

Notre étude est menée sur une plante médicinale connue pour ses vertus thérapeutiques et se développe dans les zones tropicales mais elle est introduite récemment en l'Algérie, scientifiquement appelé *Moringa oleifera*.

L'objectif de notre travail est d'évaluer l'activité antioxydante, bio-insecticide et antibactérienne *in vivo* et *in vitro* d'HE des feuilles et des graines du *Moringa oleifera*. Pour évaluer les propriétés biologiques de cette plante nous avons étudiés les paramètres suivants : l'extraction des huiles essentielles (HE) par hydro distillateur, l'étude de l'activité antioxydante avec deux méthodes du DPPH et du Capacité Antioxydante Totale (CAT), le bio-essai insecticide contre le ravageur des denrées stockés alimentaires *l'Ephestia kuehniella* et l'étude d'activité antibactérienne contre les trois souches bactériennes GRAM- suivantes : *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* et *Salmonella thiphymurium*.

L'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation montre un bon rendement en huiles essentielles (HE) de 1.87% des feuilles et de 5.3% des graines avec des caractères organoleptiques similaire de l'AFNOR (1999) : pour les feuilles on note, un aspect liquide, mobile, incolore et une odeur fraîche et chez l'HE des graines on note un aspect liquide mobile, incolore et une odeur fraîche.

Les tests des activités antioxydantes du CAT et du DPPH de l'HE des graines et des feuilles de *Moringa oleifera* montrent une bonne activité antioxydante avec des valeurs de CAT de 18.65 ± 0.002 et 19.49 ± 0.002 mg/ml pour l'HE des feuilles et des graines respectivement, et des valeurs de DPPH de 0.31 ± 0.001 et 0.29 ± 0.001 mg/ml pour l'HE des feuilles et des graines respectivement.

Concernant l'évaluation de l'activité bio-insecticide sur *l'Ephestia kuehniella* avec différentes concentrations d'HE des feuilles (0.5, 0.8, 1.5, 2 et 2.8 μ L) et d'HE des graines (0.2,

IV. Conclusion

0.5, 0.8, 1 et 2 μL) appliquées par fumigation sur 10 insectes adultes répliqués trois fois pendant 8 heures, montre les doses létales suivantes : pour l'HE des feuilles avec un DL_{10} équivalent de 0.2773 μL , un DL_{25} équivalent de 0.4746 μL , un DL_{50} équivalent de 0.8123 μL et un DL_{90} équivalent de 2.38 μL et pour l'HE des graines avec un DL_{10} équivalent de 0.4921 μL , DL_{25} équivalent de 0.6639 μL , un DL_{50} équivalent de 1.031 μL et un DL_{90} équivalent de 2.38 μL .

Le résultat de l'activité antibactérienne par la méthode de diffusion en milieu gélosé des huiles essentielles de *Moringa oleifera* (feuilles et graines). Concernant l'HE des feuilles montre une activité antibactérienne importante chez les trois souches *Escherichia coli* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 15.24 mm), *Salmonella thiphymurium* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17.78 mm) et *Klebsiella pneumoniae* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17, 78 mm). Pour l'huile essentielle des graines on note une activité importante chez l'*Escherichia coli* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17.78 mm) et la *Salmonella thiphymurium* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17 mm). Tandis que, la souche bactérienne *Klebsiella pneumoniae* montre une activité antibactérienne très importante (Extrêmement sensible (++) avec un diamètre de zone d'inhibition de 22.86 mm).

Selon les résultats obtenus dans cette étude, on peut conclure que les huiles essentielles de la plante étudiée ont révélé une capacité antioxydante, bio-insecticide et antimicrobienne potentielle et pourrait être utilisé comme une alternative naturelle et efficace aux produits chimiques couramment utilisés en agriculture pour le contrôle des ravageurs des denrées stockées, ainsi que des antioxydants synthétiques et des antibactériens spécifiques pour des applications médicales.

Cette étude ouvre la voie à des futures recherches pour optimiser l'utilisation de cette plante dans divers domaines pour son potentiel dans la lutte contre les virus, les champignons et d'autres pathogènes qui pourrait ouvrir des perspectives importantes dans le domaine médical, notamment pour développer de nouveaux traitements contre des infections virales émergentes ou résistantes. Parallèlement, élargir les études sur son spectre d'action antimicrobienne pour inclure une évaluation contre une plus grande diversité de micro-organismes pathogènes permettrait de déterminer sa polyvalence et son potentiel thérapeutique.

*Références
bibliographiques*

V. Références bibliographiques

A

- **Abdulkarim, S., Long, K., Lai, O., Muhammad, S., & Ghazali, H.,2005.** Some physicochemical properties of *Moringa oleifera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. *Food Chemistry*, 93(2), 253-263.
- **Adelaide and D. Vincenzo., 2013.** Chemical Composition and Biological (Coleoptera Bruchidae). Activity of the Essential Oil from Leaves of *Moringa oleifera* Lam Cultivated.
- **AGROCONSULT HAITI.,2016.** Analyse des Potentialités de l'Exploitation du *Moringa* en Haïti. In) : Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR), p.191.
- **Aouidet S et Ghenaiet I., 2016.** Etude de l'impact des huiles essentielles d'eucalyptus globulus sur *Rhyzoperthadominica* : Aspect toxicologique et biomarqueur. Mémoire de master en Biologie Appliqué. Option Toxicologie Xénobiotiques et Risques Toxicologiques. Université de Larbi Tébessi. Tébessa. Algérie.P.61
- **AVRI, J. L, DABERNAT, H ; DENIS, F, MOTEIL, H.,1992.** Bactériologie clinique. Ed Marketing (1^{ère} édition), Paris.

B

- **Balashowsky K., 1972.** Blood sucking ticks (Ixodidae) - Vectors of diseases of man and animals. *Mix. Publ. Ent. Soc. Am.* (8): 161-376.
- **Belgaid A., Rahmani A. 2018.** Activité insecticide du thym (*Thymus vulgaris* L.) sur un insecte des stocks *Callosobruchus maculatus* F (Coleoptera Bruchidae). Master en science biologique. Université Akli Mouhand Oulhadj- Bouira. P.77.
- **Benayad N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche en chimie. Université Mohammed V- Adgal. Rabat. P66.
- **Bendjedid H., 2021.** Etude in vivo de l'efficacité des huiles essentielles d'une plante *Thymus munbyanus* (Boiss & Reut.) à l'égard d'un ravageur à intérêt agronomique *Ephesia kuehniella* (Lepidoptera Pyralidae) : impact biochimique et physiologie. 9-14

V. Références bibliographiques

- **BERCHE, P GAILLARD, JI., SIMONET, M.,1989.** Bactériologie : les bactéries des infections humaines. Ed Flammarion (1^{ère} édition). Paris
- **Bessah R. Et El-Hadi Benyoussef., (2015).** La filière des huiles essentielles Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques. Revue des Energies Renouvelables 18(3) :513-528
- **Besse F : L'Arbre du mois – Moringa oleifera Bulletin de liaison des membres du RESEAU ARBRES TROPICAUX N° 40 - décembre 1996 - 25 FF p4**
- **BOUCHAIR R, GUERFIKh.,2020.** Efficacités comparées de quelques poudres de plantes aromatiques sur, un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Zeller) mémoire de master Université 8 Mai 1945 Guelma.
- **Boudreau A. & Ménard G.,1992.** Le blé : éléments fondamentaux et transformation. PUL. 400.
- **Boulal, A., Atabani, A.E., Mohammed, M.N., Khelaf, M., Uguz, G., 2021.** Microbiological treatment of domestic wastewater with *Moringa oleifera* seeds from the city of Adrar-Algeria". FasciculaBiologie vol. 27, n°2, Pp. 209214.

C

- **Chamont S., 2013.** INRA. Disponible sur le site : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/18007/Hyppencyclopedia-en-protection-des-plantes-Biologie-du-ravageur> (consulté le 10/05/2024).
- **Chuang P.H., Lee C.W., Chou J.Y., Murugan M., Shieh B.J., Chen H.M., 2007.** Anti-fungal activity of crude extracts and essential oil of *Moringa oleifera* Lam. BioresourceTechnol. 2007, 98, 232–236.

D

- **De Saint Sauveur, A., and Broin, M.,2010.** "Produire et transformer les feuilles de moringa."
- **Delimi, A., Taibi, F., Fissah, A., Gherib, S., Bouhkari, M. et Cheffrou, A.,2013.** Bio activité des huiles essentielles de 19 Armoise blanche *Artemisia herba alba* : effet sur la reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella*
- **Delpha, I., 2011.** Le moringa utilisations actuelles et intérêt pharmacologique. distillation methods and stage of plant growth in the essential oil content and
- **Domínguez, Y.D., García, D.T., Pérez, L.G.,2017.** Extraction and extraction methods. *Industrial Crops and Products*, 58, 68-77.

G

- **Golmohammadi, M., Borghei, A., Zenouzi, A., Ashrafi, N., & Taherzadeh, M. J., 2018.** Optimization Of Essential Oil Extraction from Orange Peels Using Steam Explosion. *Heliyon*, 4(11).

H

- **Hami M ; Taibi F et Soltani-mazouni N., 2004.** Effects Of Flucycloxon, A Chitin Synthesis Inhibitor, On Reproductive Events and Thickness of Chorion in Mealworms. *Med. Fac. Landbouww.*

K

- **Kaouane Amina, Chabane Fairouz.,(2017).** Contribution. L'étude des activités antibactérienne et antioxydante de l'huile essentielle de l'Armoise blanche (*Artemisia herba Alba*).11p
- **Kokou K, Joët T, Broin M, & Aidam A.,2001** Recherches sur la culture de *Moringa oleifera* Lam. Au Togo. *Cahiers Agricultures* 14 : 130-133.

L

- **Laleye, O. A. F., Ahissou, H., Olounlade, A. P., Azando, E. V. B., and Laleye, A.,2015.**"Etude bibliographique de trois plantes antidiabétiques de la flore béninoise: *Khaya senegalensis* (Desr) A. Juss (Meliaceae), *Momordicacharantia* Linn (Cucurbitaceae) et *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae)." *International Journal of Biological and Chemical Sciences*,
- **LE MINOR, L., VERON, M., POPOF, M.,1982.** Taxonomie des *Salmonella*. *Ann. Microbiol.*133B,223-243.

M

- **Makkar, H., & Becker, K.,1997.** Nutrients and antiequality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. *The Journal of Agricultural Science*, 128(03), 311-322
- **Makkar, H., and Becker, K.,1996.** "Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves." *Animal feed science and technology*,
- **Malo, T.,2014.** Effet de la fertilisation sur la croissance et la production de *Moringa oleifera* Local et *Moringa oleifera* PKM-1 dans la Région des Cascades (Burkina Faso).

V. Références bibliographiques

Mémoire de fin de cycle Institut du Développement Rural Université Polytechnique de Bobo –Dioulasso.

- **Mossa, A., 2016.** Green Pesticides: Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management. *Journal of Environmental Science and Technology*, 9(5), 300-355.
- **Muthu, C., Ayyanar M., Raja N. and Ignacimuthu S. (2006).** Medicinal plants used by traditional healers in Kancheepuram District of Tamil Nadu. India. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 2 : 50p.

N

- **Ngamo L.S. T et Hance Th., 2007.**Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternative de lutte en milieu tropical. *Tropiculture*,25(4) :P .215-220.

P

- **Pakyari H., Amir-Maafi M., Moghadamfar Z.& Zalucki M., 2018.**Estimating development and temperature thresholds pf *Ephestia kuehniella*: Toward improving a mass production system.*Bull.Entomol.Res.*1-8.
- **Ping-Hsien, L. Chi-Wei, C. Jia-Ying, M. Murugan, S. Bor-Jinn and C. Hueih-Min.,2007.** “Anti-fungal activity of crude extracts and essential oil of *In Mozambique*”. *Molecules*, ISSN 1420-3049.

R

- **Ravindra C., Joshi B.; Vasantharaj D., Rashmi K.,2016:** A review of the insect and mite pests of *Moringa oleifera* Lam. *Agriculture for Développement*, 29 (2016)
- **Reed C.R.,1992-** Development of storage techniques: A historical perspective. In *Storage of Cereal Grains and Their Products*. Edit. D. B. Sauer, St Paul: 143-156.
- **Roloff A., Weisgerber H., Lang U., Stimm B; Moringa oleifera Lam., 1785:** *Enzyklopädie der Holzgewächse. WILEY-VCH Verlag GmbH Weinheim; 2009.P14*
- **Ruttarattanamongkol, K., Siebenhandl-Ehn, S., Schreiner, M., & Petrasch, A. M. (2014).** Pilot-scale supercritical carbon dioxide extraction, physico-chemical properties and profile characterization of *Moringa oleifera* seed oil in comparison with conventional extraction methods. *Industrial Crops and Products*, 58, 68-77.

S

V. Références bibliographiques

- **Saini, R.K, Sivanesan, I. & Keum, Y.-S.,2016.** Composés phytochimiques du *Moringa oleifera* un examen de leur importance nutritionnelle, thérapeutique et industrielle. 3 *Biotechnologie*, 6(203) : 1-14
- **Sallée, J.L.,1991.** Le totum en phytothérapie : approche de phyto-biothérapie. Editions. Page 87.
- **Sefidkon, K., Abbasi Z. Jamzad and S. Ahmadi., 2007.** The effect of distillation methods and stage of plant growth the essential oil content and composition of *SaturejaRechingerijamzad*. *Food chemistry*, vol 100, pp 1054-1058.
- **Sertkaya E., Kaya K., et Soylu S., 2009-** Acaricidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the carmine spider mite (*TetranychuscinnabarinusBoisd.*). (*Acarina: Tetranychidae*), *Instrial Crops and Products* p100
- **Soltani-Mazouni N., Hami M. & Gramdi H. 2012.** Sublethal effects of methoxy - fenozide on reproduction of the Mediterranean flour moth, *Ephestia Kuehniella* Zeller. *Invertebr. Reprod. Dev.* 56 (2) : 157-163.

Υ

- **Yezli-Touiker S., Soltani-Mazouni N., Kirane-Amrani L. & Soltani N., 2016.** Delayed effects of caproptil on the mediterranean flour moth: reproductive events, of ovaries. Biochemical composition and molting hormone contents of ovaries. *Fresenius Environ. Bull.* 25 (4): 1190-1205.

Z

- **Zekri, F., 2016.** Contribution à l'étude Des propriétés insecticides du Laurier Noble, *LaurusNobilis* L. (*Lauraceae*), sur un insecte ravageur de denrées stockées, *Ephestia Kuchniella* (*Lepidoptera, Pyralidae*). Mémoire de master. Université de Les frères Mentouri. Constantine.

Annexe

V. ANNEXE

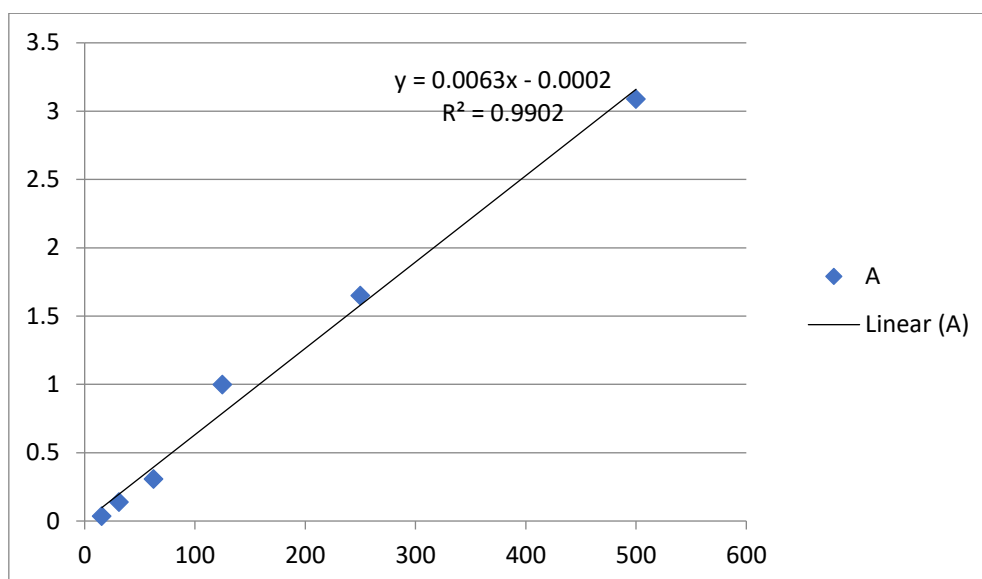


Figure 14. Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique pour le CAT

Nom et prénom : Bouremma Ikhlas

Nom et prénom : Djilani Habiba

Titre : Activités bio-insecticides, antioxydantes et antibactériennes des huiles essentielles de la *Moringa oleifera* Lam.

Résumé : Notre travail vise à valoriser les huiles essentielles des graines et feuilles de la plante médicinale *Moringa oleifera* de la famille des Moringaceae qui a été récoltée de la pépinière TF Garden de la Wilaya de Ain-Defla. L'objectif principal de cette étude est d'explorer les propriétés phytochimiques de la plante par : L'extraction des huiles essentielles (HE) par hydrodistillation à l'aide d'un hydro-distillateur, l'étude des activités antioxydantes (DPPH et Capacité Antioxydante Totale -CAT-), un essai bio-insecticide sur le ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* et une étude d'activité antibactérienne contre 3 souches bactériennes de GRAM - (*Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* et *Salmonella thiphymurium*). Les résultats obtenus montrent que le rendement en huile essentielle des graines et des feuilles est de 1.87% et 5.3%, respectivement avec des caractères organoleptiques similaires à celle d'AFNOR (1999). Pour l'HE des graines on note un aspect liquide mobile, incolore et une odeur fraîche et pour les feuilles en remarque aussi un aspect liquide et mobile couleur, incolore à jaune claire et une odeur fraîche herbacée aux notes épicées et anisées. Les tests de CAT et de DPPH de l'HE des grains et des feuilles montre une bonne activité antioxydante avec des valeurs de CAT de $19.49 \pm 0.002 \text{ mg/ml}$ et de $18.65 \pm 0.002 \text{ mg/ml}$ pour l'HE des feuilles et des valeurs de DPPH de $0.29 \pm 0.001 \text{ mg/ml}$ et $0.31 \pm 0.001 \text{ mg/ml}$ pour l'HE des graines. L'évaluation de l'activité bio-insecticide sur *Ephestia kuehniella* avec cinq doses pour l'HE des graines (0.5, 0.8, 1.5 et 2 μL) et cinq doses pour l'HE des feuilles (0.5, 0.8, 1, 1.5, 2 et 2.8 μL), montre les doses létales suivantes : chez l'HE des grains avec $DL_{10}=0.2773 \mu\text{L}$, $DL_{25}=0.4746 \mu\text{L}$, $DL_{50}=0.8123 \mu\text{L}$ et $DL_{90}=2.38 \mu\text{L}$ et les doses létales d'HE des feuilles avec $DL_{10}=0.4921 \mu\text{L}$, $DL_{25}=0.6639 \mu\text{L}$, $DL_{50}=1.031 \mu\text{L}$ et $DL_{90}=2.38 \mu\text{L}$. Concernant l'activité antibactérienne on remarque que l'HE des feuilles montre une activité antibactérienne importante chez les trois souches *Escherichia coli* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 15.24 mm), *Salmonella thiphymurium* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17.78 mm) et *Klebsiella pneumoniae* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17, 78 mm). Pour l'huile essentielle des graines on note une activité importante chez *Escherichia coli* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17.78 mm) et la *Salmonella thiphymurium* (Très sensible (++) avec une zone d'inhibition de 17 mm). Tandis que, la souche bactérienne *Klebsiella pneumoniae* montre une activité antibactérienne très importante (Extrêmement sensible (++) avec un diamètre de zone d'inhibition de 22.86 mm). Finalement, ces résultats suggèrent que les HE des grains de la *M. oleifera* et des feuilles pourrait être utilisés comme une alternative naturelle et efficace aux produits chimiques couramment utilisés en agriculture pour le contrôle des ravageurs des denrées stockées, ainsi que des antioxydants synthétiques et des antibactériens spécifiques pour des applications médicales. Cette étude ouvre la voie à de futures recherches pour optimiser l'utilisation de cette plante dans divers domaines.

Mot clés : *Moringa Oleifera*, huile essentielle, activité antioxydante, antibactérienne, bio-insecticide.