الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers

Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Département : Biologie
Spécialité/Option : Biologie moléculaire et cellulaire

Thème :

Efficacités comparées de quelques poudres de plantes aromatiques sur, un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (*Zeller*)

Présenté par : BOUCHAIR Rahima
GUERFI Khawla

Devant le jury composé de :

Président : Mme Benbelkacem S.	**M.A.A. Université de Guelma**
Encadreur : Mme Hami M.	**M.C.B. Université de Guelma**
Examinateur : Mme Benosman S.	**M.C.B. Université de Guelma**

2020

Remerciements

Avant toutes choses nous remercions notre créateur Allah, Grand et Miséricordieux, le tout- puissant pour le courage, la force, la patience et la santé qu'il nous a données pour mener ce travail à terme.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à notre encadreur Mme Hami Manel, pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, leur disponibilité, leur précieux conseil, leur confiance qu'elle nous a accordée et pour leur suivi régulier pendant la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier Mme Benbelkacem Sofia d'avoir accepté la présidence du Jury de notre projet, qu'elle trouve ici toutes nos expressions respectueuses et en espérant d'être à la hauteur de votre confiance.

Nous tenons à remercier Mme Benosman Sana d'avoir accepté de faire partie des membres du jury de notre travail.

Sans oublier de remercier les techniciens de laboratoire d'université de Guelma qui nous aidons lors de la réalisation de la partie pratique.

Dédicace

Je dédie ce travail

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père « **Ahcen** ».*

*A la femme qui à souffrit sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère « **Leila** ».*

*A mes très chers frères « **Amir -kader-**, **Abd Errahim -pipou-** » et ma sœur « **Amina -sissa-** » je manifeste une pensée pleine de reconnaissance et d'amour pour vous. Je leurs souhaite beaucoup de succès et de bonheur dans leurs vie que dieu vous protège.*

*A la mémoire de ma petite sœur « **Lamis** » et mon très cher oncle « **Nour Eddine** ». Que dieu les bénisse et les accordes au paradis.*

*A mes grands-parents, à ma tente « **Alima** » et son mari « **Abd Elouheb** ». Que dieu leur donne une longue et joyeuse vie.*

*A mes cousins « **Soumia**, **Ramzi** et **Iness** », à toute ma famille « **BOUCHAIR** » et « **CHAOUI** ».*

*A mes chères copines **ZRN** « **Amira** et **Imane** » spécialement « **Ines** et **Jasmin** » pour leur soutien, leurs encouragements et leurs aides, je vous souhaite une vie plein de joie et de bonheur et une carrière plein de réussite que dieu vous protège.*

A mes amies du pré et du loin que dieu les mette dans la voie de réussite. Sans oublier mon binôme.

Mayssa Rahima

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents ma mère et mon père pour leur patience, leur amour,

leur soutien et leurs encouragements.

A mon mari, qui m'a encouragé toujours et qui a été compréhensif et patient.

A vous mes frères qui m'avez toujours me soutenu et encouragé durant ces années d'étude.

*Sans oublier mon binôme **Mayssa** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension*

tout au long de ce projet.

Khawla

Résumé

Cette étude vise à évaluer l'activité insecticide de trois plantes aromatiques *L. stoechas, P. lentiscus et T. vulgaris* » à l'égard d'un redoutable insecte ravageur des denrées stockées *E. Kuehniella Zeller* (Lopidoptera ; Pyralidae).

Les poudres extraites de feuilles des plantes étudiées, ont été testées séparément par ingestion sur les larves du dernier stade et les adultes nouvellement émergés d'*E. kuehniella* avec des différentes doses de poudres 2, 4, 5 et 6g/20g de farine. À la suite des observations les taux de mortalité ont été déterminés pendant 24 h, 48h, 72h et 96 heures. Les valeurs de la DL50 et de la DL90 ont été ensuite calculées.

Dans une seconde série d'expérience menée dans des conditions de laboratoire pour la formulation d'un bio-pesticide 100% naturel à base d'un mélange de 3 plantes aromatiques (*L. stoechas, P. lentiscus* et *T. vulgaris*). Les poudres de trois plantes sont mélangées à une seule dose de 12g et testés sur les adultes et les larves d'*E. kuehniella*.

D'après les résultats obtenus, la mortalité enregistrée varie selon la dose administrée, la matière botanique et la durée d'exposition des insectes au traitement. Cependant, après le calcul de la DL50 et la DL 90, on a constaté que la poudre de *L. stoechas* est avérée la plus efficace contre les larves d'*E. kuehniella* avec une DL50 de 2,64g, alors que la poudre de *T. vulgaris* manifeste une toxicité plus efficace contre les adultes d'*E. kuehniella* avec une DL50 de 2,92g.

Les résultats montrent que le biopesticide formulé à 12g a un effet insecticide plus important contre *E. kuehniella* par rapport à la poudre administrée seule en fonction des doses. Ce pesticide est plus efficace sur les adultes que les larves, on a enregistré un taux de mortalité de 90% avec la dose de 6 g après 48h d'exposition.

Mots-clés: *Ephestia kuehniella*, activité insecticide, la toxicité, *Lavandula stoechas, Pistacia lentiscus, Thymus vulgaris*, bio-pesticide, plantes aromatiques.

Abstract

This study was carried to evaluate the insecticidal activity of three aromatic plants *L stoechas*, *P. lentiscus* and *T. vulgaris* "against a formidable insect pest of stored foodstuffs *E. Kuehniella* Zeller (Lopidoptera; Pyralidae).

The powders extracted from the leaves of the plants studied were tested separately by ingestion on the last instar larvae and the newly emerged adults of *E. kuehniella* with different doses of powders 2, 4, 5 and 6g / 20g of flour. As a result of the observations, the mortality rates were determined for 24 h, 48 h, 72 h and 96 h. The LD50 and LD90 values were then calculated.

In a second series of experiments carried out under laboratory conditions for the formulation of a 100% natural bio-pesticide based on a mixture of tree aromatics plants (*L. stoechas, P. lentiscus and T. vulgaris*). The powders of three plants are mixed in a single dose of 12g and tested on adults and larvae of *E. kuehniella*.

Based on the results obtained, the recorded mortality varies according to the dose administered, the botanical material and the duration of exposure of the insects to the treatment. However, after calculating the LD50 and LD 90, *L. stoechas* powder was found to be the most effective against *E. kuehniella* with an LD50 of 2.64g, whereas T. vulgaris powder exhibits more effective toxicity against adults an LD50 of 2.92g.

The results show that the biopesticide formulated at 12 g has a greater insecticidal effect against *E. kuehniella* compared to the powder administered alone depending on the doses. This pesticide is more effective on adults than larvae, a mortality rate of 90% was recorded with the 6 g dose after 48 hours of exposure

Key-word: *E. kuehniella*, insecticide activity, toxicity, *L. stoechas, P. lentiscus, T. vulgaris*, bio-pesticide, aromatic plants.

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فعالية المبيدات الحشرية لثلاث نباتات عطرية "*L. stoechas* ، *P. lentiscus*، *T vulgaris*'' فيما يتعلق بآفة حشرية هائلة للمواد الغذائية المخزنة Lopidoptera *E.Kuehniella* (Pyralidae, Zeller).

تم اختبار المساحيق، المستخرجة من أوراق النباتات التي تمت دراستها، بشكل منفصل عن طريق الابتلاع على اليرقات المتأخرة في العمر والحشرات البالغة حديثة الظهور من *E. kuehniella* بجرعات مختلفة من المساحيق 2،4،5 و 6 غ / 20 غ دقيق. نتيجة للملاحظات، تم تحديد معدلات الوفيات لمدة 24 ساعة و 48 ساعة و 72 ساعة و 96 ساعة. ثم تم حساب قيم LD50 و LD90

في سلسلة ثانية من التجارب التي أجريت في ظل ظروف معملية لتركيب مبيد حيوي طبيعي 100٪ يعتمد على مزيج من 3 نباتات عطرية (*L. Stoechas* ، *P. lentiscus*، *T. vulgaris*)يتم خلط مساحيق ثلاث نباتات بجرعة واحدة تبلغ 12غ واختبارها على يرقات الحشرات البالغة والبكتريا *E. kuehniella*

بناءً على النتائج التي تم الحصول عليها ، يختلف معدل الوفيات المسجل اعتمادًا على الجرعة المعطاة ، والمواد النباتية ومدة تعرض الحشرات للعلاج. ومع ذلك ، بعد حساب LD50و LD 90، وجد أن مسحوق *L. stoechas* هو الأكثر فعالية ضد *E. kuehniella* مع LD50من 2.64 جم ، في حين أن مسحوق *T. vulgaris* يظهر سمية أكثر فعالية ضد البالغين من *E. kuehniella* مع LD50من 2.92غ.

أظهرت النتائج أن المبيد الحيوي المركب بجرعة 12غ له تأثير مبيد حشري أكبر ضد بكتريا *E. kuehniella* مقارنة بالمسحوق المعطى بمفرده حسب الجرعات. يعتبر هذا المبيد أكثر فاعلية على البالغين من اليرقات ، وقد تم تسجيل معدل وفيات بنسبة 90٪ بجرعة 6غ بعد 48 ساعة من التعرض.

الكلمات المفتاحية: *Ephestia kuehniella* ، نشاط المبيدات الحشرية ، السمية ، *Lavandula stoechas*، *Pistacia lentiscus*، *Thymus vulgaris* ، المبيدات الحيوية ، النباتات العطرية.

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

الملخص

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction …..…….……....1

I. Généralité sur les plantes aromatiques :..... 3

I.1. Définition des plantes aromatiques 3

I.1.1. Les grandes familles des plantes aromatiques 3

I.1.2. Quelques exemples des plantes aromatiques..... 4

I.2. Les bio-pesticides d'origine végétale..... 6

I.2.1. Les avantages et les inconvénients 6

I.3 Principaux ravageurs des denrées stockées..... 7

I.4. Dégâts et pertes 7

I.5. Moyens de lutte 8

I.5.1. Lutte physique 8

I.5.2. Lutte chimique..... 8

I.5.3. Lutte biologique..... 8

II. Matériel et méthodes..... 10

II.1. Présentation du modèle biologique..... 10

II. 1.1. Cycle biologique 11

II. 1.2. Élevage..... 13

II.2. Matériel végétal 13
II.2.1. Présentation de matériel végétal 13
II.2.2. Récolte et séchage des plantes 17
II.2.3. Doses et traitements 18
II.2.4. Formulation des bio-pesticides d'origine végétale 19
II.2.5. Etude toxicologique 20
II.2.6. Etude statistique 21
III. Résultats 22
III.1. Effet insecticide de la poudre des feuilles des plantes aromatiques étudiées 22
III.1.1. Effet larvicide de la poudre des plantes sur la mortalité 22
III.1.2. Effet de la poudre des plantes sur la mortalité des adultes 28
III.2. Efficacité d'un bio-pesticide formulé sur l'*E. kuehniella* 35
III. 2.1.Effet larvicide d'un bio-pesticide sur la mortalité des larves d'*E. kuehniella* 35
II. 2. 2. Efficacité d'un bio-pesticide sur la mortalité des adultes d*'E. kuehniella* 36
IV. Discussion : 38
IV.1. Efficacité de la poudre de trois plantes sur les larves et les adultes d'*E. kuehniella* : 38
IV.2. Effet d'un bio-pesticide formulé à base de trois poudres des plantes aromatiques sur, *E. kuehniella* : 40
Conclusion 43
Références bibliographiques 46

Liste des tableaux

Tableau 1 : Effet de la poudre des feuilles du *L. stoechas*, sur le taux de mortalité des larves d'*E. kuehniella.* 22

Tableau 2:Effet de la poudre des feuilles du *P. lentiscus*, sur le taux de mortalité des larves d'*E. kuehniella.* 24

Tableau 3 : Effet de la poudre des feuilles de *T. vulgaris*, sur le taux de mortalité des larves d'*E. kuehniella*. 25

Tableau 4: Calcul de la DL50 et la DL90 de la poudre des feuilles de plantes utilisées sur les larves d'*E. kuehniella* 27

Tableau 5: Effet de la poudre des feuilles du *L. stoechas*, sur le taux de mortalité des adultes d*'E. kuehniella* 28

Tableau 6: Effet de la poudre des feuilles de *L. stoechas*, sur le taux de mortalité corrigée(%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures). 29

Tableau 7: Effet de la poudre des feuilles de *P. lentiscus*, sur le taux de mortalité des adultes d'*E. kuehniella*. 30

Tableau 8: Effet de la poudre des feuilles de *P. lentiscus*, sur le taux de mortalité corrigée(%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures). 31

Tableau 9: Effet de la poudre des feuilles de *T. vulgaris*, sur le taux de mortalité des adultes d'*E. kuehniella.* 32

Tableau 10: Effet de la poudre des feuilles de *T. vulgaris*, sur le taux de mortalité corrigée(%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures). 32

Tableau 11: Calcul de DL50 et DL90 de la poudre des feuilles des plantes utilisées sur les adultes d'*E. kuehniella*. 35

Tableau 12: Effet de bio-pesticide, sur le taux de mortalité observé des larves *d'E.kuehniella.* 36

Tableau 13: Effet de bio-pesticide, sur le taux de mortalité observé chez les adultes d'*E. Kuehniella*. 37

Liste des figures

Figure 1 : *Ephestia kuehniella* Zeller (Zeller1879). 10

Figure 2: Cycle de développement d'*E. kuehniella* à 27°C (Hami 2005). 12

Figure 3 : Elevage de masse d'*Ephestia kuehniella* (Zeller). 13

Figure 4 : *Lavandula stoechas* [6], [3] 14

Figure 5 : *Pistacia lentiscus* [4], [5] 15

Figure 6 : *Thymus vulgaris* [2], [1]..... 16

Figure 7: Localisation géographique de la région de collecte de la *Lavandula stoechas* (Googlemap.com). 17

Figure 8 : Localisation géographique de la région de collecte de *Pistacia lentiscus* (Google maps.com). 18

Figure 9 : Localisation géographique de la région de collecte de *Thymus vulgaris* (Google maps.com). 18

Figure 10: Traitement des adultes et des larves d'*E. kuehniella* par un bio-pesticide formulé 20

Figure 11 : Evolution de la mortalité observé (%) des larves d*'E. kuehniella* en fonction des doses (g) en poudre des feuilles de *L. stoechas* et du temps d'exposition (heures)..... 23

Figure 12 : Evolution de la mortalité observé (%) des larves d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) en poudre des feuilles de *P. lentiscus* et du temps d'exposition (heures). 24

Figure 13: Evolution de la mortalité observé (%) des larves d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) en poudre des feuilles *T. vulgaris* et du temps d'exposition (heures). 25

Figure 14 :Efficacité larvicide des poudres des feuilles de *L. stoechas*, sur les larves d'*E.kuehniella*: Analyse des probits. 26

Figure 15 : Efficacité larvicide des poudres des feuilles de *P. lentiscus*, sur les larves d*'E. kuehniella*: Analyse des probits..... 26

Figure 16 : Efficacité larvicide des poudres des feuilles de *T. vulgaris*, sur les larves d'*E. kuehniella*: Analyse des probits..... 27

Figure 17: Evolution de la mortalité observé (%) des adultes d*'E. kuehniella* en fonction des doses (g)en poudre des feuilles de *L. stoechas* et du temps d'exposition (heures)..... 28

Figure 18: Effet de la poudre des feuilles de *L. stoechas*, sur le taux de mortalité corrigée(%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures). 29

Figure 19: Evolution de la mortalité observé (%) des adultes d*'E. kuehniella* en fonction des doses (g) en poudre des feuilles de *P. lentiscus* et du temps d'exposition (heures). 30

Figure 20:Effet de la poudre des feuilles de *P. lentiscus*, sur le taux de mortalité corrigée(%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures). 31

Figure 21 : Evolution de la mortalité observée (%) des adultes *d'E.kuehniella* en fonction des doses (g) en poudre des feuilles de *T. vulgaris* du temps d'exposition (heures). 32

Figure 22: Effet de la poudre des feuilles de *T. vulgaris*, sur le taux de mortalité corrigée (%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures). 33

Figure 23: Efficacité de la poudre des feuilles de *L. stoechas*, sur des adultes d'*E. kuehniella*: Analyse des probits. 34

Figure 24: Efficacité de la poudre des feuilles de *P. lentiscus* sur des adultes d*'E. kuehniella*: Analyse des probits. 34

Figure 25: Efficacité de la poudre des feuilles de *T. vulgaris*, sur des adultes d'*E.kuehniella*: Analyse des probits. 34

Figure 26 : Effet de bio-pesticide, sur le taux de mortalité observé(%) des larves d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures). 36

Figure 27: Effet de bio-pesticide, sur le taux de mortalité observé (%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures). 37

Introduction

Introduction

Les denrées stockées constituent le groupe de produits agricoles les plus échangés sur les marchés internationaux. De ce fait, on se trouve dans l'obligation de lutter contre des espèces parasites qui sont en compétition alimentaire avec l'espèce humaine. Les ennemis de stockage regroupent plusieurs espèces, parmi lesquelles on peut citer les insectes ravageurs des denrées stockées, qui ne sont pas dangereux. La famille des Lépidoptères regroupe les pyrales ou teignes telles que la pyrale de tabac et de riz, les teignes du raisin secs, de fruits secs, de semences et la teigne de la farine. Ces insectes causent des pertes importantes en Algérie et génèrent de coûts importants pour l'industrie agroalimentaire (**Hami *et al.*, 2005**). A l'heure actuelle, la lutte chimique et l'utilisation des pesticides est la plus utilisée à grande échelle que ce soit sur les sols de culture ou dans les bâtiments de stockage. Mais plusieurs recherches de toxicologie, révèlent la répercussion de ces produits dangereux sur la santé humaine et sur l'environnement **(Taibi *et al.*, 2003 ; Delimi *et al.*, 2015)**. Ces dangers ont conduits l'OMS à interdire l'usage de certains insecticides chimiques.

A l'heure actuelle, la lutte chimique et l'utilisation des pesticides provoquent non seulement des problèmes de résistance chez les insectes ravageurs mais, entraîneraient aussi des effets nocifs sur l'environnement et la santé humaine. Les insecticides posent en outre, des problèmes de disponibilité, de stockage, de manipulation sécurisée et de coût pour les paysans africains. Face à ces divers problèmes relatifs à l'utilisation des pesticides chimiques, l'utilisation des biopesticides est susceptible d'offrir une solution alternative. De nombreuses recherches sont orientées vers ces moyens naturels **(Munyuli, 2003 ; Mukendi *et al.*, 2014 ; Kanana *et al.*,2018).**

Des méthodes naturelles devraient être encouragées par la recherche chez les petits exploitants afin de les aider à protéger la biodiversité, leurs récoltes et de sauvegarder leur pouvoir d'achat. Les paysans pratiquaient depuis des siècles, des techniques traditionnelles en ajoutant aux denrées les produits locaux tels que les minéraux, les huiles, les feuilles ou extraits des plantes pour leur protection contre les infestations multiples (**Regnault-Roger, 2005)**. De ce fait, Les substances naturelles comme les molécules bioactive issue des végétaux, suscitent actuellement un intérêt tout particulier par leur multiples activités biologiques (antimicrobiennes, antioxydants et insecticides) **(Calatayud, 2011).**

Les plantes aromatiques sont parmi les insecticides les plus efficaces d'origine botanique et les huiles essentielles constituent souvent la fraction bioactive des extraits de plantes **(Shaaya *et al.*, 1997).** Les recherches de moyens de limitation de l'utilisation de ces insecticides dangereux prennent de plus en plus d'importance. A cet effet, de nombreux travaux récents se sont penchés sur la recherche de substances ayant des pouvoirs insecticides et respectueux de la santé humaine et de l'environnement. Que ce soit dans les pays développés ou en voie de développement, les huiles essentielles détiennent actuellement une place importante dans les systèmes de lutte, leur rôle dans la recherche phytopharmaceutique dans certains pays du monde n'est plus à démontrer **(Lahlou, 2004).**

Bien qu'un grand nombre études évaluant le potentiel insecticide des huiles essentielles aient été publiés au cours des dernières décennies, une moindre attention a été accordée aux ravageurs des produits stockés **(Campolo *et al.*, 2018)**. C'est à partir de ce contexte que notre travail s'intéresse à évaluer l'efficacité de quelques poudres végétales extraites de trois plantes aromatiques (*Lavandula stoechas*, *Pistacia lentiscus* et le *Thymus vulgaris*), sur un insecte ravageur des denrées stockées, *Ephestia kuehniella.* Son intérêt réside dans la mesure où elle constitue une des alternatives aux produits chimiques de conservation des denrées stockées.

Ce travail est organisé en 4 chapitres :

- Le premier chapitre consiste à une présentation bibliographique.
- Le matériel et les méthodes sont présentés dans le deuxième chapitre.
- Le troisième chapitre comporte les résultats.
- La discussion des résultats est présenté dans le chapitre quatre
- On termine par une conclusion et les références bibliographiques.

Partie bibliographique

I. Généralité sur les plantes aromatiques :

Avant que le concept d'histoire ne commence, les humains ont sans aucun doute acquis des avantages vitaux en découvrant des plantes médicinales et aromatiques qui étaient de la nourriture et des médicaments. La médecine traditionnelle ferait partie de toutes les civilisations avec des plantes médicinales et aromatiques et appliquées pour maintenir la vie. Il ne fait aucun doute que la variété des matières végétales disponibles serait goûtée et testée pour déterminer si une plante avait de la valeur comme aliment ou médicament. Aujourd'hui, une variété d'herbes et d'épices disponibles est utilisée et appréciée dans le monde entier et continue de promouvoir une bonne santé. Les bienfaits des plantes médicinales et aromatiques étant reconnus, ces plantes auront à l'avenir un rôle particulier pour l'homme **(Inoue *et al.*, 2019).**

I.1. Définition des plantes aromatiques

Les plantes aromatiques sont placées dans la catégorie des plantes médicinales et sont collectivement appelées plantes médicinales et aromatiques (MAP). Ces plantes fournissent des médicaments et aident à la préservation de la santé. Le développement des connaissances scientifiques sur ces espèces végétales ouvre de nouvelles voies pour leur utilisation dans de nombreuses facettes de la vie telles que les cosmétiques, les médicaments, les additifs alimentaires … la plupart d'elles sont récoltées à l'état sauvage **(Pandey *et al.*, 2020).**

Les plantes aromatiques synthétisent et préservent une variété de produits biochimiques, sont beaucoup extractibles et utiles comme matières premières pour diverses enquêtes scientifiques. De nombreux métabolites secondaires plantes sont commercialement important et sont utilisées dans certains nombre de produits parfumerie, d'aromatisation et des produits pharmaceutiques. La propriété caractéristique de la plante est due à une variété des composés chimiques complexes et donc les plantes aromatiques sont généralement appelées « Natural biochimiques usines ou chimiques goldmines» **(Skaria *et al.*, 2007)**.

I.1.1. Les grandes familles des plantes aromatiques

Les espèces aromatiques sont retrouvées en grande majorité chez les **végétaux supérieurs** et dans un nombre limité de familles.

– **Les Lamiacées** : thym, lavande, sauge, menthe, romarin, origan, marjolaine, sarriette…

– **Les Rutacées** : citron, orange, bergamote…

– **Les Cupressacées** : cyprès, genévrier…

– **Les Pinacées** : sapin, pin, cèdre…

– **Les Apiacées** : Coriandre, fenouil, anis, carvi…

– **Les Astéracées** : camomille romaine, matricaire, armoise, estragon, hélichryse, absinthe…

– **Les Lauracées** : laurier noble, cannelle de Ceylan, bois de rose camphrier, ravintsara…

– **Les Géraniacées** : géranium bourbon et géranium rosat…

– **Les Myrtacées** : eucalyptus, giroflier, myrte, niaouli, melaleuca (tes tree)…

– Plus rarement**, les Poacées (**citronnelle de java, palmarosa, lemon-gras), **les ériacées** (gaulthérie), **les Annonacées** (ylang-ylang), les **Zingiberacées** (gingembre)… **(Laurent, 2017).**

I.1.2. Quelques exemples des plantes aromatiques

I.1.2.1. *Lavandula stoechas*

- **Nom commun :** Lavandes toéchade, Lavande papillon, Lavande à toupet, Lavande maritime.
- **Nom scientifique :** *Lavandula stoechas.*
- **Nom en arabe :** khuzama.

I.1.2.1.1. Propriétés de la lavande

✓ Les huiles de lavandula sont connues pour posséder des propriétés antibactériennes, antifongiques, carminatives, sédatives, anti-dépresseurs et anti-inflammatoires ;

✓ L'importance croissante de la parfumerie, des cosmétiques, de l'aromatisation, de la fabrication de produits alimentaires et de l'industrie pharmaceutique **(Archana et Negi, 2012)**.

✓ Ils ont été utilisés soit séchés ou comme une huile essentielle pendant des siècles pour une variété de buts thérapeutiques et cosmétiques. L'huile est le plus souvent utilisée

en aromathérapie ou incorporés dans les savons et autres produits comme un parfum agréable ou comme un agent antimicrobien **(Hsu, 2007)**.

I.1.2.2. *Pistacia lentiscus*

- **Nom commun:** Lentisque, *Pistachier lentisque*, Arbre à mastic.
- **Nom scientifique:** *Pistacia lentiscus* L.
- **Nom en arabe:** Draw.

I.1.2.2.1. Propriétés de *Pistacia lentiscus*

✓ Les extraits du mastic sont utilisés depuis l'antiquité en médecine traditionnelle, principalement comme anti-inflammatoire, antiseptique, et dans le traitement de diverses maladies telles que la gastralgie et la dyspepsie d'activité hépatocropathique de l'extrait aqueux a été signalée.

✓ Récemment, la propriété antioxydante a été mise en évidence, et l'utilisation des extraits dans les produits cosmétiques a également été rapportée.

✓ En outre, l'huile pressée à froid des baies matures a utilisé comme substitut d'huile d'olive dans la préparation des aliments **(Barra *et al.*, 2007).**

I.1.2.3. *Thymus vulgaris*

- **Nom commun :** Thym.
- **Nom scientifique:** *Thymus vulgaris*.
- **Nom en arabe:** Zaatar.

I.1.2.3.1. Propriétés de *Thymus vulgaris*

✓ L'herbe de thym et ses extraits sont utilisés par voie orale pour traiter la dyspepsie et d'autres troubles gastro-intestinaux, la toux due à froid toux due au rhume, à la coqueluche, à la bronchite, à la laryngite et à l'amygdalite (en gargouillis) **(Fecka *et al.*, 2007).**

✓ Désinfectant dermique, antiseptique et un spasmolytique bronchique dont il est indiqué pour traiter les infections des voies respiratoires **(Martins, 2003).**

✓ Les applications topiques de thym préparations sont utilisées dans le traitement des blessures mineures, le rhume commun, les troubles de la cavité buccale et de l'hygiène buccale **(Fecka et Turek, 2007).**

I.2. Les bio-pesticides d'origine végétale

Un bio-pesticide se définit étymologiquement comme pesticide d'origine biologique, c'est-à dire d'organismes vivants ou substances d'origine naturelle synthétisées par ces derniers. «Le bio-pesticide est préconisé pour un meilleur respect des biocénoses et de l'environnement ».

Pour certains auteurs, le terme bio-pesticides doit être réservé aux agents biologiques vivants de lutte ou de contrôle des insectes, comme les arthropodes entomophages (par exemple les trichogrammes), les champignons hyphomycètes pathogènes pour les lépidoptères ou les coléoptères… **(Regnault-Roger, 2008).**

I.2.1. Les avantages et les inconvénients

L'utilisation de bio-pesticides en agriculture comporte des avantages et des inconvénients non exhaustifs des bienfaits d'une telle lutte et les inconvénients qui s'y rattachent **(Parde, 2006).**

I.2.1.1. Les avantages

- Restreindre ou élimines l'utilisation d'insecticides chimiques.
- Moins toxique que les pesticides chimiques.
- Favoriser lors d'une utilisation en serre (culture serricole de haute valeur économique).
- Diminuer les risques de développer de la résistance.
- Favoriser par le nombre restreint d'insecticides homologués en serre.
- Plus grande spécificité d'action.
- Améliorer la qualité de vie des travailleurs agricoles.
- Prévoir aucun délai avant la récolte.
- Offrir aux consommateurs des produits sains.
- Avoir une meilleure presse auprès des consommateurs.
- Dégradation rapide des bio-pesticides, diminution les risques de pollution.
- Maintenir la biodiversité des biotopes.

I.2.1.2. Les inconvénients

- Lutte souvent faite en prévention et moins efficace lorsqu'elle est curative.
- Effet moins drastique que les pesticides (plus d'application).
- Seuil de tolérance très bas pour les ravageurs.
- Efficacité pas toujours constante d'une production à l'autre.
- Activité restreinte lors d'une grande pression du ravageur.
- Conditions d'entreposage des produits biologiques (demi-vie et température plus fraîche).
- Excellente connaissance dans la relation proie-prédateur.

I.3 Principaux ravageurs des denrées stockées

Tout grain stocké est susceptible d'être attaqué par divers prédateurs. Les plus courant rencontrés sont les oiseaux, les rongeurs et les insectes. Ces derniers peuvent être les plus dangereux car ils sont les moins faciles à déceler **(Lakhial, 2018).**

Les denrées stockées constituent le groupe de produits agricoles les plus échanges sur les marches internationales. De ce fait, on se trouve dans l'obligation de lutter contre des espèces parasites qui sont en compétition alimentaire avec l'espèce humaine. Les nuisibles de stockage comprennent plusieurs espèces, parmi eux se trouvent les insectes des denrées stockées, qui ne sont pas dangereux **(Delimi *et al.*, 2013).**

Les insectes sont les principaux ravageurs des denrées stockées. Ils peuvent causer des dégâts considérables au niveau des stocks. La connaissance de ces ravageurs et leur biologie est le premier élément pour diminuer les dégâts **(Kechroud, 2012)**.

I.4. Dégâts et pertes

Les denrées alimentaires sont habituellement attaquées par les insectes au cours de leur entreposage depuis la civilisation humaine **(Djidel, 2018).** Ces insectes nuisibles peuvent être répartis en deux principaux groupes. Ces derniers renferment plusieurs ordres d'insectes mais les plus fréquents sont les coléoptères et les lépidoptères **(Kechroud, 2012).**

Les dégâts causés sur les stocks de céréales et légumineuses par les insectes a fait l'objet de nombreux travaux en Afrique **(Cissokho *et al.*, 2015).** Ces insectes causent des

pertes importantes en Algérie et génèrent de couts importants pour l'industrie agroalimentaire **(Delimi *et al.*, 2013)**

Kuehniella Ephestia (Lepidoptera, Pyralidae) est un insecte ravageur majeur des denrées stockées. C'est un modèle biologique utilisé dans notre laboratoire et qui a fait l'objet de plusieurs travaux portant sur l'impact des régulateurs de la croissance des insectes, l'inhibition de l'exuviation adulte **(Hami *et al.*, 2005)** et sur le développement et la sécrétion cuticulaire **(Yezli-Touiker et Soltani-Mazouni, 2010).**

I.5. Moyens de lutte

La protection des denrées stockées soulève souvent des polémiques, du fait que les dégâts surviennent quand les récoltes sont encore sur pied. Pour cela, il est essentiel d'assurer des méthodes de lutte qui visent l'élimination des ravageurs dans les stocks **(Kechroud, 2012).**

I.5.1. Lutte physique

La lutte physique est la destruction des insectes par la modification des condition environnementales. Ces moyens de lutte font appel au froid, à la chaleur, aux radiations ionisantes et, aux matières (inertes) **(Chachoua et Guerrache, 2019).**

I.5.2. Lutte chimique

Il existe deux types de traitement :

- ✓ Le traitement par contact où le grain est recouvert d'une pellicule de produits insecticide qui agit sur les insectes. Ces produits peuvent être utilisés sous forme de poudre ou après la dilution ;
- ✓ Le traitement par fumigation dont les petites molécules de gaz pénètre à l'intérieur des grains et dans les fissures, ce qui leur permet d'anéantir les insectes cachés. Il existe deux produits de fumigation qui possèdent une grande importance économique : l'hydrogène phosphoré (PH3) et le bromure de méthyle (CH3Br) **(Chachoua et Guerrache, 2019).**

I.5.3. Lutte biologique

La lutte biologique peut être définie par l'usage d'organisme vivant ou de leurs produits pour empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés par des organismes

nuisibles, s'appuie sur une stratégie de défense écologique et durable **(Hamdani, 2012).** La lutte biologique contre les ravageurs est celle qui utilise les parasites ou les prédateurs de ces ravageurs en vue de diminuer leurs dégâts **(Goucem, 2014).**

Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes

II.1. Présentation du modèle biologique

Ephestia kuehniella (zeller) est une mite des denrées stockées dont les larves s'attaquent essentiellement à la farine, aux grains de céréale (blé, maïs et riz), à la semoule, au flacon d'avoine, au muesli, aux biscuits, pâte alimentaires et plus exceptionnellement au fruits (raisins, figues et abricotes) **(Delimi *et al*,. 2013).**

- Sa position systématique est la suivante :

Règne	: Animalia
Sous-règne	: Metazoa
Embranchement	: Arthropoda
Sous embranchement	: Hexapoda
Classe	: Insecta
Sous classe	: Pterygota
Infra classe	: Neoptera
Super ordre	: Endopterygota
Famille	: Pyralidae
Genre	: *Ephestia*
Espèce	: *Kuhniella* (Zeller 1876)

Figure 1 : *Ephestia kuehniella* Zeller **(Zeller1879).**

II. 1.1. Cycle biologique

- **L'œuf :** Est blanc plus ovoïde, ses dimensions moyennes sont de 0,30 mm de long sur 0,20 mm de large **(Danysz, 1893)**, est pondu dans les céréales par les papillons adultes, dans lesquelles vont se développé les chenilles **(zekri, 2016).**

- **Larve :** Sont blanchâtre ou rosâtres mesurant 1 á 1,5mm accompagnées de tulles en soie tissée dans lesquelles elles vivent. Après six mues larvaires, celles -ci achèvent leur croissance, Elles sont totalement brunes et mesurent entre 10 à 20 mm, au stade finale et peuvent parcourir jusqu'à 400 mm **(Bouzerra, 2014).**

- **Chrysalide :** Formée après la dernière mue larvaire, la nymphe ne se nourrit pas. Chez certaines espèces, elle est enfermée dans un cocon tissé par la larve. Durant sa vie nymphale, l'insecte subit une métamorphose internet et externe complète qui mène au stade adulte **(Zekri, 2016).**

- **L'adulte :** Elle est largement répandu, d'une couleur gris foncée ou gris de souris **(Hayhurst *et al.*, 1942)**, à une petite tête globulaire et fait 20 à 25 mm d'envergure, les ailes antérieures dans grisâtres et satinées, les ailes postérieures finement frangées. Les femelles pondent juste après l'accouplement qui a lieu quelques heures après l'émergence et la fécondité est de 200 à 300 œufs blancs et de forme elliptique **(Hami *et al.*, 2012).**

Adulte (x 1,5)
Longévité : 14jours.

Chrysalide (x3)

Couleur : Marron.
Taille : 9à10mm

Forme : Ovoïde.
Couleur : Blanchâtre.
Longueur : 0,44mm.
Largeur : 0,24mm.

Œuf (x36)

Couleur : Rosâtre
Taille : 6,5 à 15mm

Larve (x3)

Figure 2: Cycle de développement d'*E. kuehniella* à 27°C (Hami 2005).

II. 1.2. Élevage

Les insectes utilisés dans cette étude provenaient des moulins Seybousse d'Annaba. L'élevage a été conduit au laboratoire dans une étuve sous des conditions optimales de développement, caractérisées par une température de 27˚C, une humidité relative voisine à 70% et à l'obscurité. Les adultes ont été déposés dans des jarres en verre, recouvertes d'un morceau de tulle maintenu par un élastique, contenant de la farine. Un suivi quotidien de l'élevage a permis de prélever des larves mâles ou femelles dans des boites contenant de la farine et du papier plissé, permettant aux larves de se nymphose **(Figure 3).**

Figure 3 : Elevage de masse d'*Ephestia kuehniella* (Zeller).

II.2. Matériel végétal

II.2.1. Présentation de matériel végétal

A. *Lavandula stoechas*

La lavande est une plante vivace rustique, à odeur parfumée, qui atteint une hauteur de 30 à 90 cm, à des feuilles étroites, sans pétiole ni dents, de couleur vert bleuté, disposées en paire opposées avec des tiges courtes, dressées, très ramifiées et ligneuses à la base. Ses racines peuvent pousser jusqu'à une profondeur de 4m et forment un gros système ligneux densément ramifié en profondeur. Elle produit des gracieux épis des petites fleurs de couleur mauve au bleu-gris disposées par verticilles de 6 à 8 fleurs **(Small et Deutsch, 2001).** La vie de la plante et assez variables : dix à douze ans au maximum **(Gontard, 1940).**

Figure 4 : *Lavandula stoechas* [6], [3]

Le genre lavandula est un membre important des Lamiacaées largement répandu dans la région méditerranéenne. **(Archana *et al.*, 2012).** *Lavandula stoechas*, connu sous le nom de lavande française **(Hsu *et al.*, 2007)**. Sa position systématique est la suivante :

Règne	: Plantae
Sous règne	: Tracheobionta
Division	: Magnoliophyta
Classe	: Magnoliopsida
Sous classe	: Asteridae
Ordre	: Lamiales
Famille	: Lamiaceae
Genre	: *Lavandula*
Espèce	: *stoechas* (L., 1753)

B. *Pistacia lentiscus*

C'est un arbrisseau de 1 à 3 mètres de hauteur. Les feuilles de ce petit ligneux sont persistant, paripennées **(Maameri, 2014).** La floraison du Lentisque a lieu à la fin du printemps, les fleurs sont unisexuées (le lentisque est une espèce dioïque c'est-à-dire qu'il y a des individus mâles et des individus femelles). Elles sont différenciables par leur couleur : les fleurs femelles sont jaunâtres et les fleurs mâles sont rouge foncé. Elles sont de petite taille et regroupées en grappes **(Perillaud, 2018).** Le fruit est petit suglobuleux pyriforme ou longs déchirures de 4-8 mm de diamètre, de couleur rouge puis noir à la maturité **(Boukeloua, 2009 ;Nahida *et al.*, 2012).**

Figure 5 : *Pistacia lentiscus* [4], [5]

(Arbre a mastic) est un buisson sempervirent au Genre Pistacia de la Anacardiacées qui comprend de nombreux espèces sauvages ou cultivées, réparties dans les pays méditerranéens et les régions du Moyen-Orient **(Gardeli, 2008).** On l'appelle aussi arbre a mastic car se sève est utilisée pour la réalisation d'une gomme a odeur prononcée **(Dahmani, 2009).** La classification taxonomique de *Pistacia lentiscus* selon **(Ghalem et Benhassaini, 2007)** est la suivante :

Règne	: Plantae
Embranchement	: Spermaphyte
Classe	: Magnoliopsida
Sous classe	: Rosidae
Ordre	: Sapindales
Famille	: Anacaradiacees
Genre	: *Pistacia* L
Espèce	: *Lentiscus*
Genre- Espèce	: *Pistacia lentiscus*

C. *Thymus vulgaris*

Thymus vulgaris est un minuscule arbuste vivace, avec un couvert végétal semi-persistant qui pousse rarement assez à (40cm) **(Eqbal, 2017).** Ils poussent jusqu'à 15-30 cm hauteur sur 40 cm de largeur, les tiges deviennent ligneuses avec l'âge **(Parasanth, 2014)**, sont nombreuses, dressés et quadrangulaires **(Eberhard *et al.*, 2005).**

Les feuilles sont persistant terriblement petites, ovales généralement de 2,5-5 mm de longueur.Le thym pousse bien pendant un climat tempéré à chaud, sec, ensoleille pour croître à son meilleur potentiel.Dans un sol léger et bien drainé dont le PH est de 5,0 à 8,0 **(Parasanth, 2014 ; Satyal, 2016).** Les fleurs sont violettes claires de 5 mm de long **(Stahl-Biskup, 2012).**

Figure 6 : *Thymus vulgaris* [2], [1]

Thymus vulgaris L. (Thym), connu localement ' Zaatar' ou, 'Zaitra', un membre de la famille de lamiacées **(Imelouane, 2009).** Sa position systématique selon **(Goetz et Ghédira, 2012)** est la suivante :

Règne	: Plantae
Sous- règne	: Tracheobionta
Embranchement	: Magnoliophytina
Classe	: Magnoliopsida
Sous-classe	: Asteridae
Ordre	: Lamiales
Famille	: Lamiaceae
Genre	: *Thymus*
Espèce	: *Vulgaris* L

II.2.2. Récolte et séchage des plantes

Les trois plantes aromatiques que nous avons utilisées pour notre étude ont été récolté de trois régions toutes différentes.

Une quantité importante des feuilles (la partie aérienne) de *L. stoechas, P. lentiscus* et du *T. Vulgaris* été récoltées manuellement à l'aide d'un sécateur, . Dans trois régions différentes :

La plante, *L.a stoechas* a été récolté de la région d'El fedjoudj dans la wilaya de Guelma **(Fig 07).**

La plante, *P. lentiscus* a été récoltée de la région de Bendjerrah dans la wilaya de Guelma **(Fig 08).**

La plante, *T. Vulgaris* a été récoltée de la région de Heliopolis dans la wilaya de Guelma **(Fig 09).** Les plantes sont nettoyées et séchées à l'abri dans une température ambiante de 21 à 24 °C pendant quelques jours.

Figure 7: Localisation géographique de la région de collecte de la *Lavandula stoechas* **(Googlemap.com).**

Figure 8 : Localisation géographique de la région de collecte de *Pistacia lentiscus* **(Google maps.com).**

Figure 9 : Localisation géographique de la région de collecte de *Thymus vulgaris* **(Google maps.com).**

II.2.3. Doses et traitements

II.2.3.1. Effet de la poudre des plantes sur la mortalité observée des larves du dernier stade

Dix larves d'*E. kuehniella* (dernier stade larvaire) sont introduites dans des boites de pétri contenant 20 g de farine mélangée avec la poudre des feuilles de chaque plante étudiée, à quatre doses différentes en poudre de 2g, 4g, 5g et 6g/20g de farine pour chaque poudre des feuilles des plantes étudiées. Les lots témoins ne reçoivent aucun traitement. Les expériences sont répétées trois fois comportant chacune 10 individus pour chaque dose.

II.2.3.2. Effet de la poudre des plantes sur la mortalité observée les adultes *E. kuehniella*

Des feuilles des trois plantes aromatiques sont séchées et broyées à l'aide d'un pilon et mortier jusqu'à toutes les feuilles ont été devenues sous forme de poudre fine puis tamisées à travers un tamis fin. Ensuite une quantité de 2g, 4g, 5g, et 6g de la poudre des plantes étudiées ainsi obtenue ont été mis dans des boîtes séparées contenant chacune 20g de farine puis 10 adultes d*'E. Kuehniella* ont été introduits dans chaque boite. 3 répétitions ont été mis en place pour chaque dose, Le nombre d'insectes morts de différents traitements a été compté à un intervallede 4 jours et comparé à la série témoin (sans aucun traitement botanique) et dans les mêmes conditions afin de choisir la dose la plus efficace pour lutter contre ces ravageurs.

II.2.4. Formulation des bio-pesticides d'origine végétale

La formulation des insecticides est un procédé physique, consistant à mélanger un ou plusieurs composés chimiques ayant une activité biologique avec des produits inertes, de façon à lutter de manière efficace, rentable et moins dangereuse contre les ravageurs des denrées stockées.

Dans la présente recherche, nous avons choisi une formulation poudreuse à base d'un mélange de la poudre des feuilles des plantes aromatiques testées, afin d'évaluer leurs efficacités sur les adultes et les larves du dernier stade d*'E. kuehniella.*

La formulation d'un bio-pesticide est un mélange de 4 g de la poudre de chacune des 3 plantes aromatiques pour avoir 12 g du mélange. Pour la préparation des doses, nous avons procédé à la peser de plusieurs quantités de la formulation (solution mère). Les doses sont de l'ordre de 2 g, 4 g, 5 g et 6 g. Chaque dose est saupoudrée dans des boites en plastique contenant chacune 7 adultes à l'émergence. Les témoins sont déposés dans des boites contenant de la farine seule. Cette opération est répétée trois fois pour chaque dose. Le comptage des adultes morts est réalisé chaque 24h jusqu'à 96h. La même expérience a été répétée pour le comptage de la mortalité des larves du dernier stade on mis cette fois 10 larves dans chaque boite.

Figure 10: Traitement des adultes et des larves d'*E. kuehniella* par un bio-pesticide formulé

II.2.5. Etude toxicologique

La mortalité observée est exprimée après correction par la formule d'Abbott **(Abbott, 1952).** Donnée par la formule suivante :

$$Mc\ (\%) = \frac{\text{Mortalité d'insectes testés} - \text{Mortalité d'insectes non traités}}{100 - \text{Mortalité d'insectes non traités}} \times 100$$

Mc (%)= Pourcentage de mortalité corrigée.

II.5.1.Transformation angulaire :

Les pourcentages de mortalité corrigée subissent une transformation angulaire selon Bliss (1938), cité par **Ficher & Yates (1957)**. Les données normalisées font l'objet d'une analyse de la variance à un critère de classification ; suivie par le classement des doses parle test de Tuckey.

II.5.2. Analyse des probit :.

Les pourcentages de mortalité corrigée subissent une transformation en probits **(Ficher & Yates, 1957).** Le logarithme décimal des doses en fonction du probit nous

permet de déterminer les droites de régression à partir des quelles, les DL50 et DL90sont précisés **(Finney, 1971)**.

II.5.3.Le calcul des intervalles de confiance :

La méthode de **Swaroop *et al.* (1966)** précise l'intervalle de confiance (IC) avec une probabilité de 95 % :

-Limite supérieure = DL50 x FDL50

-Limite inférieure = DL50 / FDL50

Aussi deux paramètres sont nécessaires :

-Le 1e paramètre est le S (Slope), donné par la formule suivante :

S= (DL84 / DL50 + DL50 / DL16) / 2

-Le 2ème paramètre est le FDL50 donnée par la formule suivante :

FDL50 = Anti log C

C = log S x 2, 77/√N : (N c'est le nombre total des blattes testées)

II.2.6. Etude statistique

L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel Minitab 18. Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne plus ou moins l'écart type (m± s). Différent test tels que l'analyse de la variance à un critère de classification , suivi par le test de Tukey, le test «t» de Student, ainsi que la régression linéaire, ont été utilisés.

Résultats

III. Résultats

III.1. Effet insecticide de la poudre des feuilles des plantes aromatiques étudiées

Les études toxicologiques permettent de déterminer l'efficacité des plantes aromatiques à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles. Cette étude a pour but de déterminer la DL50 et la DL90 ainsi que l'inhibition de la nymphose à différente temps d''exposition.

Les tests de toxicité sont appliqués sur un ravageur des denrées stockées « *E. kuehniella* » dans ces deux stades de développement (larves et adulte) avec des doses différentes : 2g, 4g ,5g et 6g de la poudre des feuilles des trois plantes aromatiques (toute plante en particulier) pendant quatre jours, les résultats de mortalité sont mentionnées dans les tableaux et les figures ci-dessous.

III.1.1. Effet larvicide de la poudre des plantes sur la mortalité

A-1. *Lavandula stoechas*

Les résultats obtenus montrent que le taux de mortalité corrigée est proportionnel aux doses utilisés et à la durée d'exposition des larves avec *Lavandula stoechas*. (Tab1 ; Fig 11)

Tableau 1 : Effet de la poudre des feuilles du *L. stoechas*, sur le taux de mortalité des larves d'*E. kuehniella.*

Dose(g)	Taux de mortalité(%) par jour ±S				Mo(%) ±S	Mc(%) ±S
	24h	48h	72h	96h		
Témoin	0	6,66±4,71	6,66±4,71	6,66±4,71	6,66±4,71	-
2g	13,33±9,43	23,33±12,47	40,00±21,60	46,66±23,58	46,66±23,58	42,85±23,88
4g	13,33±4,71	26,66±4,71	50,00±0	63,33±4,71	63,33±4,71	60,71±5,39
5g	16,66±9,43	30,00±8,16	50,00±0	66,66±4,71	66,66±4,71	64,28±5,28
6g	23,33±4,71	40,00±8,16	63,33±4,71	86,66±9,43	86,66±9,43	85,70±9,48

Mo (%) : Mortalité observée ; **Mc(%) :** Mortalité corrigée (%)

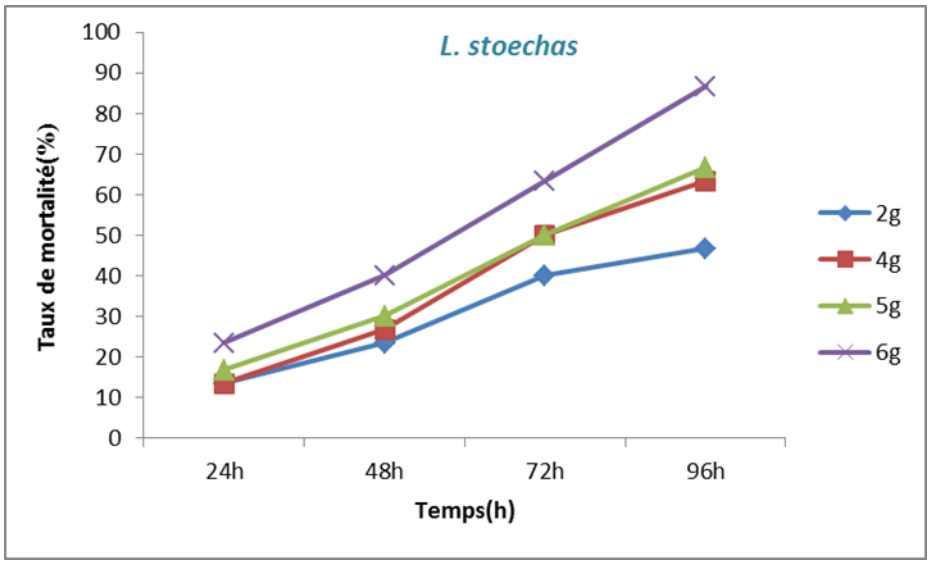

Figure 11 : Evolution de la mortalité observé (%) des larves d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) en poudre des feuilles de *L. stoechas* et du temps d'exposition (heures).

- Chez les séries traitées avec 2 g de la poudre de *L. stoechas*, on a enregistré un taux compris entre 13,33% et 42,85%.
- Chez les séries traitées avec 4 g de la poudre de *L. stoechas*, on a enregistré un taux compris entre 13,33% et 60,71%.
- Chez les séries traitées avec 5 g de la poudre de *L. stoechas*, on a un taux de mortalité compris entre 16,66 % et 64,28%.
- Chez les séries traitées avec 6 g de la poudre de *L. stoechas*, on a marqué un taux 85,70% dans le quatrième jour de traitement.
- Pour le témoin on a marqué un taux de 6,66 % dans le deuxième jour.

A-2. *Pistacia lentiscus*

D'après les résultats mentionnés dans le tableau 2 et la figure 12, nous avons constaté que le taux de mortalité des larves augmente avec les doses et la durée d'exposition. On a enregistré un taux de 82,75% pour les séries traitées avec 6g de la poudre de *P. lentiscus* après 96h de test ce qui montre que la dose de 6g est la plus efficace pour lutter contre les larves *d'E. kuehniella*.

Tableau 2: Effet de la poudre des feuilles du *P. lentiscus*, sur le taux de mortalité des larves d'*E. kuehniella.*

Dose(g)	Taux de mortalité(%) par jour ±S				Mo(%)±S	Mc(%) ±S
	24h	48h	72h	96h		
Témoin	0	0	0	3,33±4,71	3,33±4,71	-
2g	3,33±4,71	16,66±9,43	26,66±4,71	33,33±4,71	33,33±4,71	31,03±5,25
4g	6,66±9,43	23,33±4,71	33,33±9,43	50,00±16,33	50,00±16,33	48,27±16,42
5g	13,33±4,71	36,66±12,47	53,33±17,00	70,00±14,14	70,00±14,14	68,96±14,18
6g	13,33±4,71	36,66±9,43	60,00±8,16	83,33±4,71	83,33±4,71	82,75±4,75

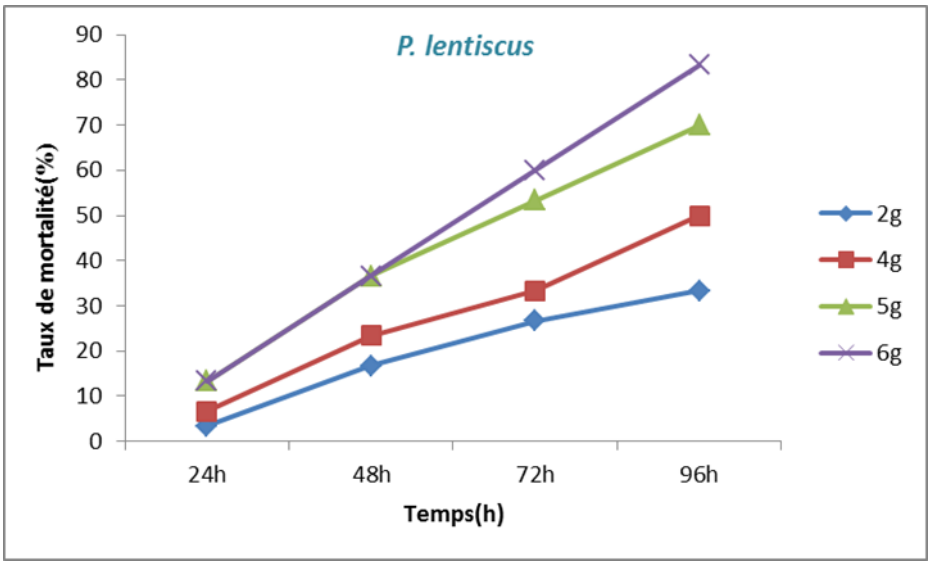

Figure 12 : Evolution de la mortalité observé (%) des larves d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) en poudre des feuilles de *P. lentiscus* et du temps d'exposition (heures).

A-3. *Thymus vulgaris* :

Tableau 3 : Effet de la poudre des feuilles de *T. vulgaris*, sur le taux de mortalité des larves d'*E. kuehniella*.

Dose(g)	Taux de mortalité(%) par jour ±S					
	24h	48h	72h	96h	Mo(%)±S	Mo(%)±S
Témoin	0	3,33±4,71	3,33±4,71	3,33±4,71	3,33±4,71	-
2g	6,66±9,43	20,00±8 ,16	33,33± 9,43	40,00±8,16	40,00±8,16	37,93±8,42
4g	10,00±8,16	23,33±4,71	36,66±4,71	50,00±14,14	50,00±14,14	48,27±14,24
5g	13,33±4,71	26,66±12,47	43,33±17,00	56,66±12,47	56,66±12,47	55,16±12,56
6g	13,33±12,47	30,00±16,33	46,66±20,55	63,33±26,25	63,33±26,25	62,06±26,28

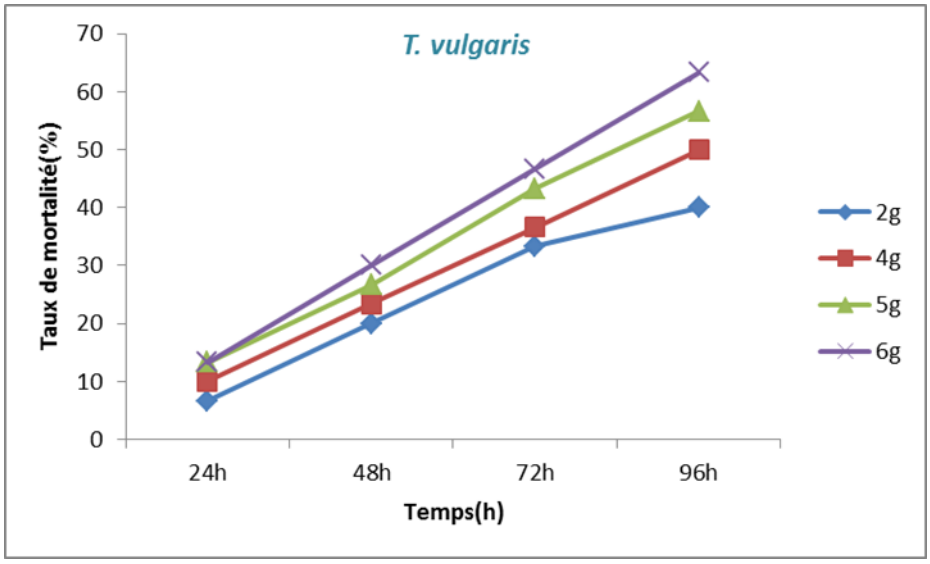

Figure 13: Evolution de la mortalité observé (%) des larves d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) en poudre des feuilles *T. vulgaris* et du temps d'exposition (heures).

➢ Les résultats montrent que la poudre de *T. vulgaris*, a provoqué un pourcentage de mortalité allant de 13,33% à 62,02% pour les séries traitées avec 6g de la poudre. Pour les séries traitées avec 2g de la poudre on a marqué un taux de 37,93% après 96h d'exposition, 48,27% pour les séries traités avec 4g de la poudre de la Thymus et 55,16% pour les séries traitées avec 5g (Tab 3 figure13).

***Analyse des probits : calcul de la DL50 et la DL90 :**

La transformation des pourcentages de mortalité des larves *d'E. kuehniella* après quatre jours d'exposition en probits, et la régression de ces données en fonction du logarithme de la dose en poudre des feuilles a permis d'obtenir les équations et les DL50 suivants **(Fig 14 ; fig 15 ; fig16):**

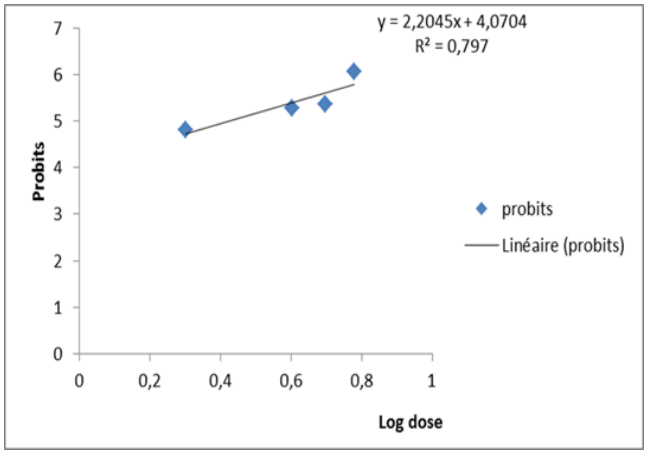

Figure 14 : Efficacité larvicide des poudres des feuilles de *L. stoechas*, sur les larves d'*E.kuehniella*: Analyse des probits.

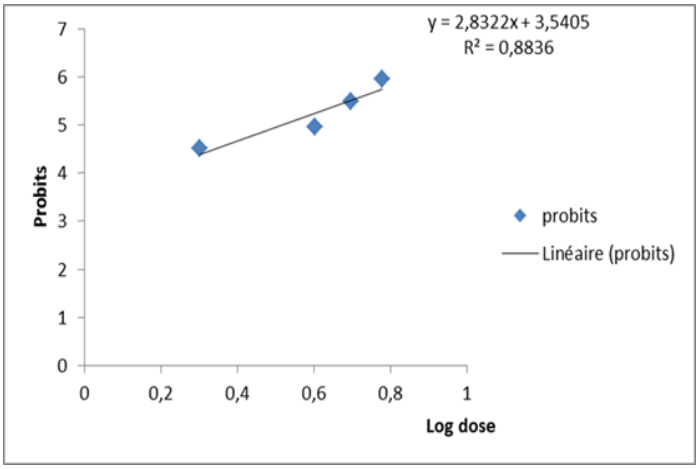

Figure 15 : Efficacité larvicide des poudres des feuilles de *P. lentiscus*, sur les larves d*'E. kuehniella*: Analyse des probits.

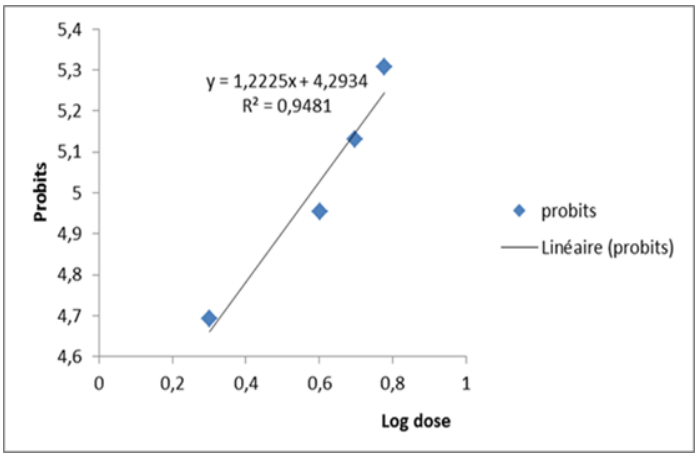

Figure 16 : Efficacité larvicide des poudres des feuilles de *T. vulgaris*, sur les larves d'*E. kuehniella*: Analyse des probits.

Tableau 4: Calcul de la DL50 et la DL90 de la poudre des feuilles de plantes utilisées sur les larves d'*E. kuehniella*

Traitements	**Equation de régression**	**Slope**	**DL50(IC)**	**DL90(IC)**
Poudre des feuilles de *L.stoechas*	Y=2,2045x+4,07	2,82	2,64(2,03-3,42)	10,05(7,42-13,32)
Poudre des feuilles de *P.lentiscus*	Y=2,8322x+3,54	2,23	3,27(2,67-4,01)	9,27(7,32-11,55)
Poudre des feuilles de *T.vulgaris*	Y=1,2225x+4,29	6,86	3,77(2,36-6,06)	42,17(24,42-70,12)

➢ D' après le calcul des valeurs de DL50 des trois plantes, on a marqué que la DL50 de la *L. stoechas* est la plus faible dose 2,64g suivie par *P. lentiscus* avec une valeur de 3,27g et 3,77g pour le *T. vulgaris.* Ce qui implique la *L. stoechas* est la plus efficace que les deux autres plantes car, elle peut provoquer la mortalité de la moitié d'insectes cibles (larves), après 72h d'exposition.

III.1.2. Effet de la poudre des plantes sur la mortalité des adultes

B-1. *Lavandula stoechas*:

Tableau 5: Effet de la poudre des feuilles du *L. stoechas*, sur le taux de mortalité des adultes d'*E. kuehniella*

Dose(g)	Taux de mortalité(%) par jour ±S				Mc(%) ±S	Mc(%) ±S
	24h	48h	72h	96h		
Témoin	0	0	3,33±4,71	10,00±8,16	10,00±8,16	-
2g	3,33±4,71	6,66±4,71	20,00±8,16	30,00±8,16	30,00±8,16	22,22±11,28
4g	6,66±4,71	16,66±12,47	33,33±4,71	46,66±4,71	46,66±4,71	40,73±7,58
5g	10,00±8,16	23,33±9,43	43,33±17,00	56,66±12,47	56,66±12,47	51,84±13,37
6g	13,33±4,71	33,33±4,71	56,66±4,71	83,33±23,57	83,33±23,57	81,47±23,64

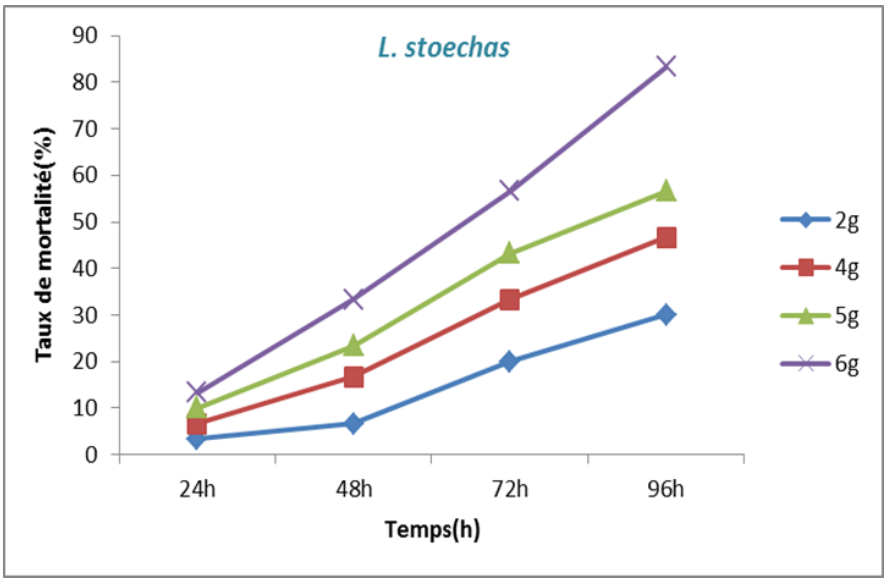

Figure 17: Evolution de la mortalité observé (%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g)en poudre des feuilles de *L. stoechas* et du temps d'exposition (heures).

Tableau 6: Effet de la poudre des feuilles de *L. stoechas*, sur le taux de mortalité corrigée(%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures).

Dose(g) **Temps(h)**	**2g**	**4g**	**5g**	**6g**
24h	3,33±4,71	6,66±4,71	10,00±8,16	13,33±4,71
48h	6,66±4,71	16,66±12,47	23,33±9,43	33,33±4,71
72h	17,24±8,62	31,03±5,25	41,37±17,11	55,16±4,95
96h	22,22±11,28	40,73±7,58	51,84±13,37	81,47±23,64

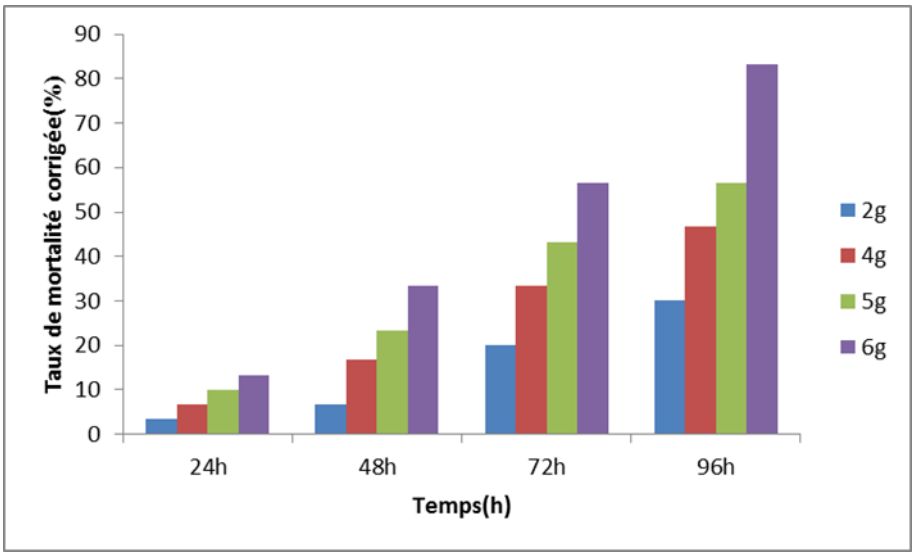

Figure 18: Effet de la poudre des feuilles de *L. stoechas*, sur le taux de mortalité corrigée(%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures).

D'après les résultats mentionnées dans (tableau 6 et la figure 18), on a montré clairement les propriétés insecticides de la poudre de *L. stoechas*, puisque le taux de mortalité observée chez les adultes d'*E. kuehniella* augmente significativement en fonction des doses utilisés.

- Après 24h de traitement, on a marqué un taux de mortalité compris entre 3,33% (pour 2g de la poudre de *Lavandula*) et 13,33% chez les séries traités avec la dose la plus forte.

- Après 48h de test, la mortalité augmente jusqu'à un taux de 33,33% chez les sériés traités avec 6g de la poudre de *L. stoechas*, alors qu'on a aucune mortalité chez le témoin.
- Après 72h, les résultats restent proportionnels avec les doses, on a enregistré une mortalité compris entre 17,24% et 55,16%.
- Après 96h, la mortalité corrigée augmente jusqu'elle atteint un taux de 81,47% pour les séries traités avec 6g de la poudre. Chez le témoin on a marqué un taux de mortalité de 10%.

B-2.*Pistacia lentiscus*

Tableau 7: Effet de la poudre des feuilles de *P. lentiscus*, sur le taux de mortalité des adultes d'*E. kuehniella*.

Dose(g)	Taux de mortalité(%) par jour ±S				Mo(%) ±S	Mc(%) ±S
	24h	48h	72h	96h		
Témoin	0	0	6,66±4,71	10,00±8,16	10,00±8,16	-
2g	10,00±8,16	16,66±9,43	20,00±8,16	23,33±9,43	23,33±9,43	14,81±12,71
4g	13,33±4,71	23,33±9,43	30,00±16,33	33,33±17,0	33,33±17,0	25,92±18,54
5g	20,00±8,16	40,00±8,16	53,33±4,71	63,33±9,43	63,33±9,43	59,25±10,27
6g	30,00±8,16	43,33±10,54	70,00±0	83,33±4,71	83,33±4,71	81,47±5,07

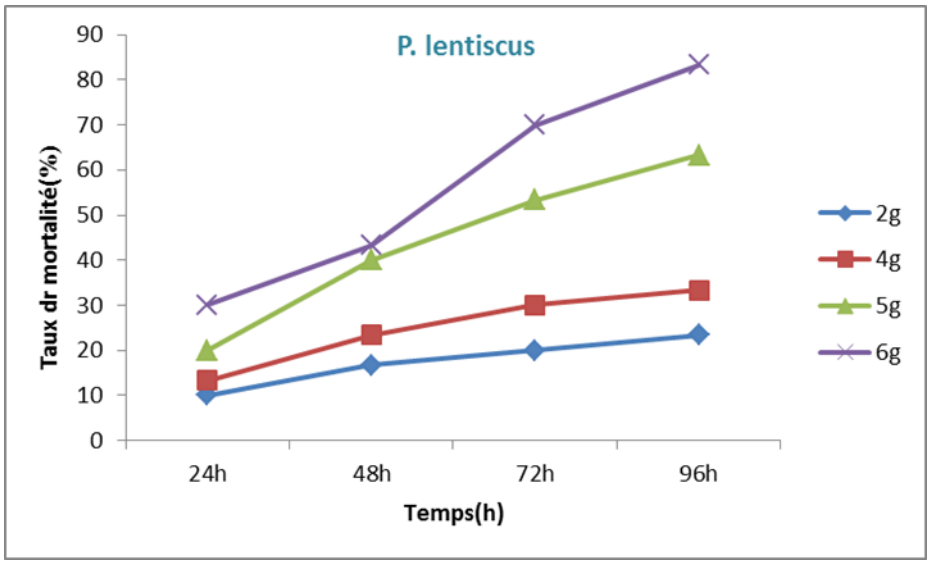

Figure 19: Evolution de la mortalité observé (%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) en poudre des feuilles de *P. lentiscus* et du temps d'exposition (heures).

Tableau 8: Effet de la poudre des feuilles de *P. lentiscus*, sur le taux de mortalité corrigée(%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures).

Dose(g) **Temps(h)**	**2g**	**4g**	**5g**	**6g**
24h	10,00±8,16	13,33±4,71	20,00±8,16	30,00±8,16
48h	16,66±9,43	23,33±9,43	40,00±8,16	43,33±10,54
72h	14,29±9,96	25,00±17,08	50,00±5,77	67,85±2,15
96h	14,81±12,71	25,92±18,54	59,25±10,27	81,47±5,07

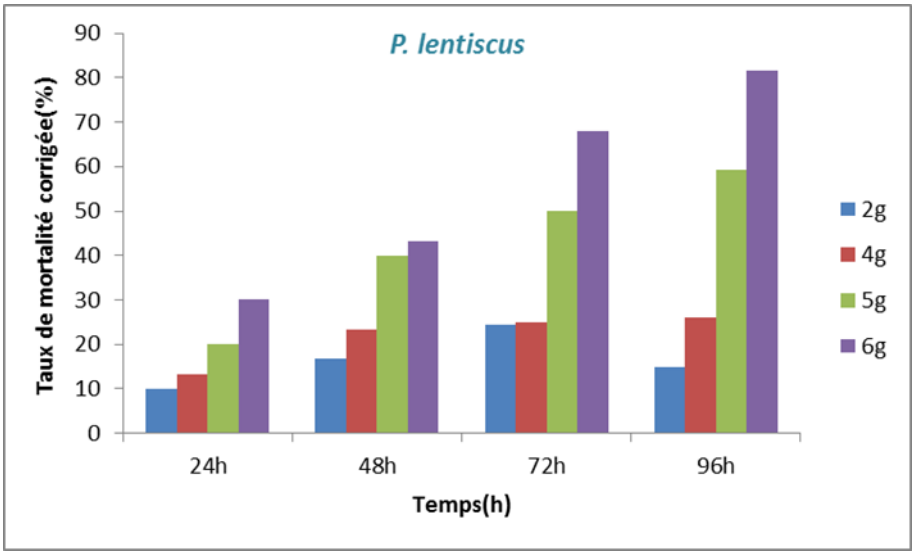

Figure 20: Effet de la poudre des feuilles de *P. lentiscus*, sur le taux de mortalité corrigée(%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures).

- L'effet de la poudre de *P. lentiscus*, sur les insectes est important à la dose de 6g, on a marqué une mortalité de 81% d'insectes après 96h du traitement, tandis que le taux de mortalité les moins élevé est de 59,25% pour la dose de 5 g et25,92% pour la dose de 5g de la poudre, pour la dose de 2g on a un taux de mortalité de 14,81% (Tab 12 ; fig 21).

B-3.*Thymus vulgaris*:

Tableau 9: Effet de la poudre des feuilles de *T. vulgaris*, sur le taux de mortalité des adultes d'*E. kuehniella.*

Dose(g)	Taux de mortalité(%) par jour ±S				Mo(%) ±S	Mc(%) ±S
	24h	48h	72h	96h		
Témoin	3,33±4,71	3,33±4,71	3,33±4,71	3,33±4,71	3,33±4,71	-
2g	10,00±8,16	16,66±12,47	23,33±17,00	36,66±12,47	36,66±12,47	34,47±12,66
4g	16,66±4,71	30,00±14,14	43,33±4,71	56,66±4,71	56,66±4,71	55,16±4,95
5g	16,66±4,71	33,33±12,47	50,00±21,60	66,66±19,85	66,66±19,85	65,51±24,97
6g	26,66±9,43	43,33±17,00	70,00±8,16	100±8,16	100±8,16	96,67±8,81

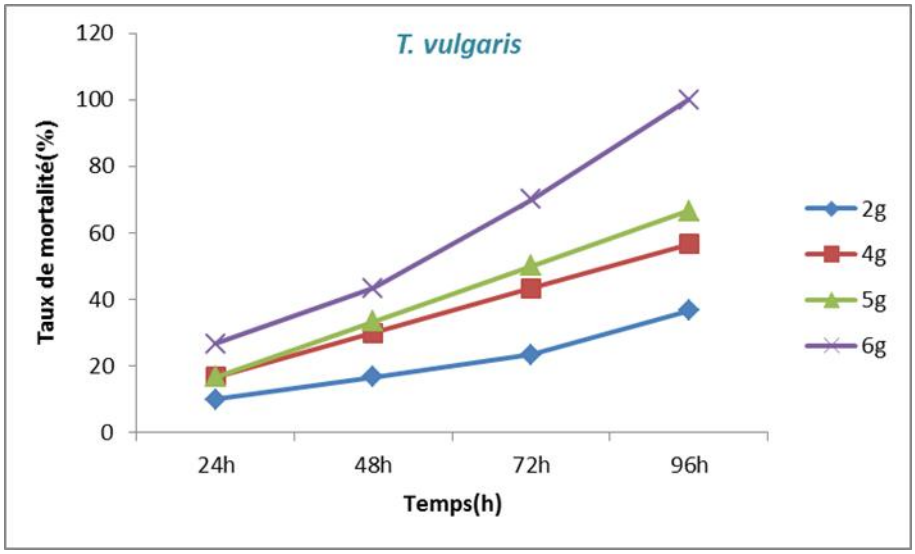

Figure 21 : Evolution de la mortalité observée (%) des adultes *d'E.kuehniella* en fonction des doses (g) en poudre des feuilles de *T. vulgaris* du temps d'exposition (heures).

Tableau 10: Effet de la poudre des feuilles de *T. vulgaris*, sur le taux de mortalité corrigée(%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures).

Dose(g) Temps(h)	2g	4g	5g	6g
24h	6,89±8,80	13,78±5,53	13,78±5,53	24,13±12,50
48h	13,78±12,80	27,58±14,35	31,03±12,68	41,37±17,11
72h	20,68±17,20	41,37±5,11	48,27±21,67	68,96±8,23
96h	34,47±12,66	55,16±4,95	65,51±24,97	96,67±8,81

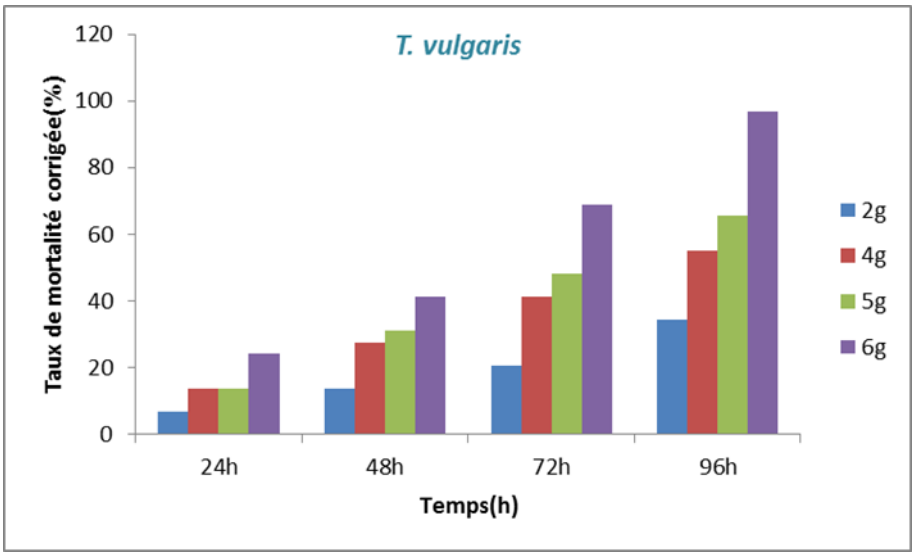

Figure 22: Effet de la poudre des feuilles de *T. vulgaris*, sur le taux de mortalité corrigée (%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures).

➢ Nous observons qu'au bout de 24h de contact avec la poudre le taux de mortalité est de 6,66% pour la dose de 2g et 13,78% pour les doses de 4g et de 5g. Il atteint 24,13% pour la dose de 6g.les valeurs de mortalité restent proportionnels avec les doses employées et la durée d'exposition, dans le quatrième jour de traitement le taux de mortalité est important compris entre 34,47% chez les séries traitées avec la dose de 2g et 96,67% pour la dose de 6g. Cela montre que la dose de 6g est la plus efficace capable de tuer presque tous les insectes cibles. Avec un taux de mortalité de témoin stable à 3,33% durant toute la durée des traitements (Tab 10 ; fig 22).

***Analyse des probits : calcul de la DL50 et la DL90**

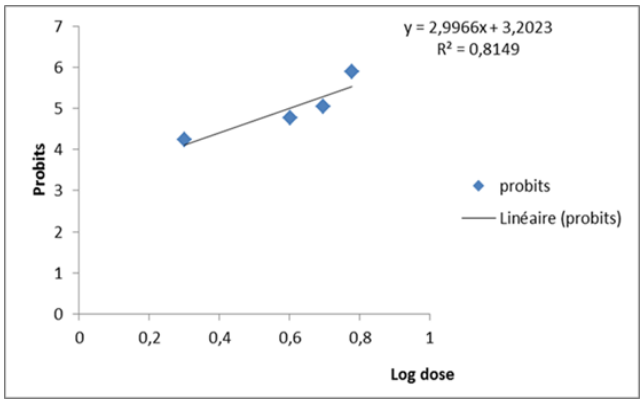

Figure 23: Efficacité de la poudre des feuilles de *L. stoechas*, sur des adultes d'*E. kuehniella*: Analyse des probits.

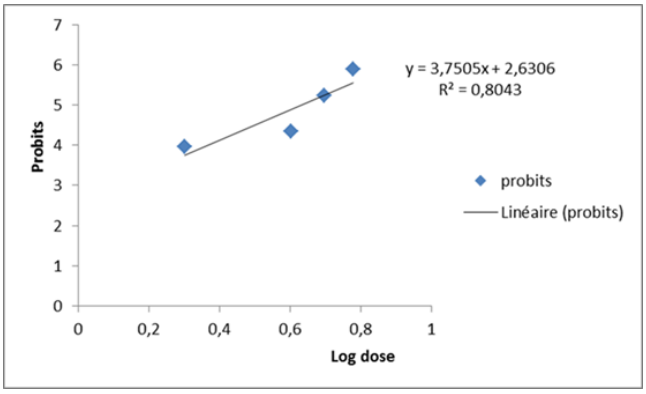

Figure 24: Efficacité de la poudre des feuilles de *P. lentiscus* sur des adultes d'*E. kuehniella*: Analyse des probits.

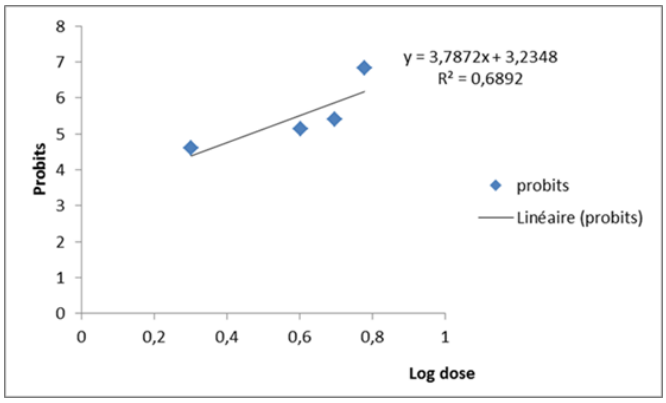

Figure 25: Efficacité de la poudre des feuilles de *T. vulgaris*, sur des adultes d'*E. kuehniella*: Analyse des probits.

Tableau 11: Calcul de DL50 et DL90 de la poudre des feuilles des plantes utilisées sur les adultes d'*E. kuehniella*.

Traitements	**Equation de régression**	**Slope**	**DL50(IC)**	**DL90(IC)**
Poudre des feuilles de *L. stoechas*	Y=2,9966x+3,2023	2,13	3,98(3,28-4,82)	10,64(8,51-13,09)
Poudre des feuilles de *P. lentiscus*	Y=3,7505x+2,6306	1 ,83	4,28(3,67-4,99)	9,39(7,86-11,09)
Poudre des feuilles de *T. vulgaris*	Y=3,7872x+3,2348	1,82	2,92(2,51-3,40)	6,36(5,33-7,50)

- A partir des valeurs de DL50 des trois plantes, on peut ordonner l'efficacité de la poudre contre les adultes d*'E. kuehniella*, Cependant le *T. vulgaris* est le plus efficace contre les adultes avec une DL 50 de l'ordre de 2,92g que les deux autres poudres, Puis on trouve que *L. stoechas* est plus efficace que *P. lentiscus* qui présente la DL50 la plus grande 4,28g (Tab 11).

III.2. Efficacité d'un bio-pesticide formulé sur l'*E. kuehniella*

III. 2.1.Effet larvicide d'un bio-pesticide sur la mortalité des larves d'*E. kuehniella*

A partir des résultats mentionnées dans le tableau 12 et la figure 26, on peut conclure que l'efficacité de bio-pesticide formuler par le mélange de trois plantes « *L. stoechas*, *P. lentiscus* et *T. vulgaris*» présente une activité insecticide plus au moins importante en relation avec la dose employée et de la durée d'exposition des larves au bio-pesticide. Donc on a marqué :

Après 24h de test un taux de mortalité compris entre 6,66% et 16,66% chez les séries traités avec 5g et 6g de bio-pesticide.

Après 48h de traitement, on observe une augmentation significative de la mortalité avec les doses employées 30% pour la dose la plus forte.

Après 72h de traitement, on a marqué aussi une augmentation significative de la mortalité ou elle atteint un taux de 56,66% chez les séries traitées avec 6g de bio-pesticide.

Tableau 12: Effet de bio-pesticide, sur le taux de mortalité observé des larves *d'E. kuehniella.*

Dose(g)	**Mo(%) ±S**		
	24h	48h	72h
Témoin	0	3,33±4,71	3,33±4,71
2g	6,66±4,71	20,00±8,16	23,33±12,47
4g	10±8,16	23,33±9,43	40,00±14,14
5g	16,66±4,71	26,66±4,71	50,00±8,16
6g	16,66±4,71	30,00±8,16	56,66±9,43

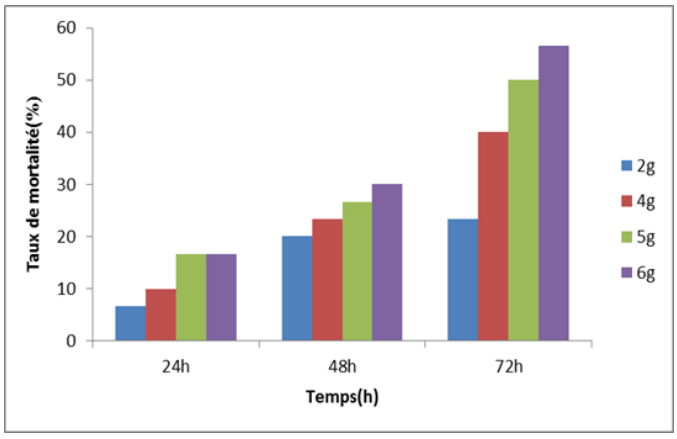

Figure 26 : Effet de bio-pesticide, sur le taux de mortalité observé(%) des larves d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures).

II. 2. 2. Efficacité d'un bio-pesticide sur la mortalité des adultes d'*E. kuehniella*

Les résultats mentionnés dans le tableau 13 et la figure 27 montrent que :

Apres 24h de traitement un taux de mortalité très faible avec les doses de 2g et de 4g, tandis qu'on a enregistré 23,80% chez les séries d'adultes traités avec 5g de bio-pesticide et 33,33% pour la dose de 6g.

Après 48h, on a remarqué que la dose de 2g provoque une mortalité supérieure à celle marqué par la dose de 4g, chez les séries traitées avec 6g de bio-pesticide on a marqué un taux de 57,13%.

Après 72h On constate une augmentation significative de la mortalité avec les doses utilisées et que la dose de 6g provoque la mortalité de 90,47% d'insectes cibles.

Tableau 13: Effet de bio-pesticide, sur le taux de mortalité observé chez les adultes d'*E. Kuehniella.*

Dose(g)	**Mo(%) ±S**		
	24h	**48h**	**72h**
Témoin	4,76±6,73	4,76±6,73	14,28±11,66
2g	9,52±6,73	23,80±6,73	47,61±13,47
4g	9,52±6,73	19,04±17,81	57,13±11,66
5g	23,80±6,74	38,09±6,73	71,42±0
6g	33,33±6,73	57,13±11,55	90,47±6,74

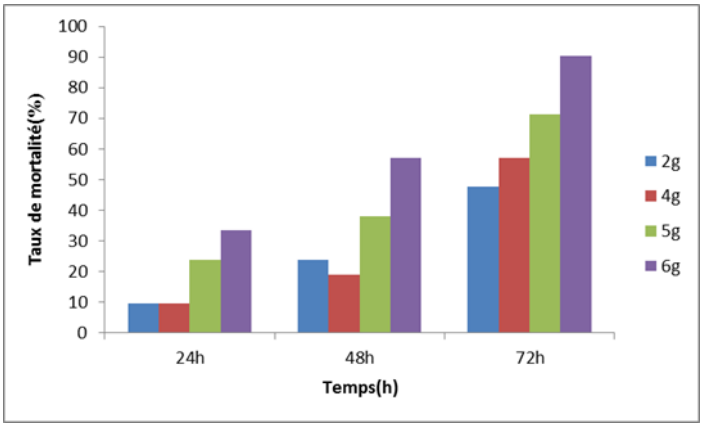

Figure 27: Effet de bio-pesticide, sur le taux de mortalité observé (%) des adultes d'*E. kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures).

Discussion

IV. Discussion :

IV.1. Efficacité de la poudre de trois plantes sur les larves et les adultes d'*E. kuehniella* :

Les différentes parties des plantes aromatiques sont considérées comme un bio insecticide qui permet de lutter contre une variété d'insectes et ravageurs des stocks d'après leurs constituants riches en huiles essentielles. Les résultats obtenus montrent que la poudre des feuilles des trois plantes testées est considérée comme un bio- insecticide. Après une soumission des insectes à différentes doses de la poudre, un taux de mortalité significatif enregistré est très variable, en relation avec l'espèce végétale, la dose de la poudre, le stade de développement et le temps d'exposition.

La toxicologie s'intéresse à la composition chimique et aux effets de toutes les substances toxiques connues, ainsi qu'à leurs effets post mortem. Les tests toxicologiques ont pour intérêt de caractériser le pouvoir insecticide d'une matière active à l'égard d'un insecte donné, il est nécessaire d'évaluer les doses létales (DL50 et DL90) ainsi, que le taux de mortalité observée au cours de temps.

Dans notre travail, la toxicité a été évaluée à partir du taux de mortalité enregistré après traitement par ingestion de la poudre de trois plantes aromatiques (*L. stoechas*, *P. lentiscus* et *le T. vulgaris*), à l'égard des larves et des adultes *d'E. kuehniella*, dont les résultats montrent une activité toxique de la DL50 et la DL90. En effet nous avons estimé la DL50 et la DL 90 des trois plantes respectivement, le *L. stoechas* avec une DL50=2,64g, DL90=10,05g, le *P. lentiscus* avec DL50=3,27g, DL90=9,27g) et le *T. vulgaris* avec DL50=3,77g,DL90=42,17g) chez les larves ainsi que l'effet toxique de *L. stoechas* avec DL50=3,98g, DL90=10,64g), le *P. lentiscus* avec DL50=4,28g, DL90=9,39g) et le T. vulgaris avec DL50=2,92g,Dl90=6,36g) sur les adultes. Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par de nombreux auteurs qui ont mis en évidence l'efficacité de poudre des feuilles des plantes aromatiques médicinales appliquées comme bio-insecticide. Les travaux de **Bouchikhi-Tani, (2011)** montre que les poudres des feuilles *d'Artemisia herba alba, Rosmarinus officinalis et Origanum glandulosum* étant toxique à l'égard des adultes d*'A. obtectus* avec DL50 de 3,89%, 4,36% et 5,62% poids de poudre par poids des graines respectivement. Aussi, les poudres des feuilles de *L. stoechas, T. capitatus, M. pulegium et S. molle* présente une toxicité peu variable avec DL50 de 6,60%, 6,76%, 6,91% et 6,91% poids de la poudre par poids des graines respectivement. Alors que la

toxicité la plus faible est représentée par *Ruta chalepensis, Ammoîdes verticillata, et Cistus ladaniferus* avec DL50 de 7,41%, 8,70% poids de poudre par poids des graines respectivement. **Belarouci, (2017)** a noté que, *Rosmarinus officinalis et Thymus vulgaris* représentent une toxicité peu variable avec DL50=3,2% ; DL50=4% poids de poudre par poids de semoule respectivement. Des effets comparables ont été enregistrés chez la même espèce, après le traitement avec d'autres composés végétaux. Les travaux de **Haiahem, 2019** ont montrés que la poudre de la plante d*'U. dioica* manifeste une toxicité contre les adultes d*'E. kuehniella*, avec des valeurs de DL50 et DL 90 de l'ordre de 7,5% et 25% après 4 jours de traitement. De plus, les résultats obtenus par les travaux d'**Amiri et Nedjadi, 2017** ont testé l'efficacité d'extraits aqueux des feuilles du marrube blanc sur les larves d*'E. kuehniella* et sur les larves de *C. capiata* ils ont déterminé les valeurs de DL50 de l'ordre de 0,03% et 0,64% respectivement, ces résultats justifient une activité insecticide importante du marrube blanc contre la mouche méditerranéenne des fruits et la pyrale de la farine. Les mêmes observations ont été faites après application des composés allélo chimiques des Allium avec des doses variant de 0,02 mg/l à 1,23 mg/l sur cinq espèces d'insectes : *Callosobruchus maculatus, Sitophilus oryzae, S. granarius* appartenant à l'ordre des coléoptères, et *E. kuehniella* et *Plodia interpunctella* appartenant à l'ordre des lépidoptères **(Auger *et al.*, 2002)**. Des études similaires réalisées par **Traboulsi *et al.*, (2002)** ont démontré l'activité insecticide de quatre plantes médicinales récoltées au Liban (*Myrtus communis L. Lavandula stoechas L.,Origanum syriacum L.* et *Mentha microphylla K*) sur les larves de *Culex pipiens* et *molestus Forskal*.

Ayvaz et coll. (2010) ; Taibi *et al.*, (2018) ont également testé l'activité insecticide des huiles essentielles extraites de *l'Origanum onites, thymbra et myrtus* contre les ravageurs des produits stockés comme *E. kuehniella et P. interpunctella.* Les auteurs ont observé que les huiles d'origan et de sarriette causent jusqu'à 100% de mortalité après seulement 24 heures d'exposition.

Aussi **Haddad et Khiri, 2017** ont estimé après 4 jours d'exposition l'effet *d'Inula viscosa* sur un insecte ravageur *T. castaneum* une DL50= 32,22% qui présente un l'effet toxique de plante sur les larves de *T. castaneum*. Dans une autre étude comparative de la toxicité de plusieurs extraits botaniques, appartenant à plusieurs espèces de plantes, *Tetraclini sarticulata* est la plus efficace avec une mortalité maximale de 70% contre *Tribolium castaneum* et 45% contre *Rhyzopertha dominica*, pour la quantité testée. *Schinus molle* présente un effet toxique très important contre les différents ravageurs en présentant un taux

de mortalité de 50% contre *Rhyzopertha dominica* et 46% contre les adultes de *T. castaneum. Eucalyptus globulus* possède également un effet toxique très important contre les différents ravageurs en présentant un taux de mortalité de 50% contre *T. castaneum,* le taux de mortalité diminue à 35% contre *R. dominica.* **(Hassaine2017).** Des résultats similaires sont observés chez les larves *d'Aphis nerii* après traitement avec la poudre de la plante Lamiacées *Marrubuim vulgare*. En effet, l'effet toxique de cette plante est enregistré avec un taux de mortalité à 100% à la dose de 50% d'extraits et 90% pour les doses de 12,5% (**Dib et Bouteldji, 2017)**.

IV.2. Effet d'un bio-pesticide formulé à base de trois poudres des plantes aromatiques sur*, E. kuehniella* :

Les plantes aromatiques synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différentes effets chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement…etc. Elles possèdent une toxicité contre les ravageurs des stocks varie selon la dose et la durée d'exposition, aussi cette toxicité diffère selon le stade de développement de l'insecte (larve ou adulte).

Dans l'objectif de mettre en évidence l'effet toxique de la poudre de quelques plantes, nous avons testé l'efficacité d'un biopesticide formulé à base de 3 plantes aromatiques en mélange à 12% complétés avec 88g de farine. Les résultats obtenus montrent que le biopesticide formulé présente un effet insecticide contre *E. kuehniella* en fonction des doses et de temps d'exposition. Le produit innover est un biopesticide très efficace contre les ravageurs des stocks, car il permet d'éliminer jusqu'à 90,5 % des adultes après 72 h de test et 57 % des individus après 48 h seulement comparativement au traitement par la poudre des 3 plantes administrées séparément. Plusieurs auteurs soulignent le rôle que jouent les plantes aromatiques que nous avons testé sur plusieurs ravageurs des denrées stockées. Selon **Beloued (2014),** le Thym contient des huiles essentielles dont les principales composantes sont le thymol et le carvacol, des tanins, des principes amers, des saponines et des antiseptiques végétaux. La poudre des feuilles de, *P. lentiscus,* possède un effet toxique très important contre les différents ravageurs en présentant un taux de mortalité de 60% contre *T. castaneum,* 46% contre *R. dominica*. La plante aromatique *E. globulus* possède également un effet toxique très important contre les différents ravageurs en présentant un taux de mortalité de 50% contre *T. castaneum,* le taux de mortalité diminue à 35% contre *R. dominica***.**

Bouaiad (2016), a noté que, le mélange de la poudre de 05 plantes aromatique (*L. dentata, Artimisia herba alba, Thymus cilatus, Ocimum basilicum et Urtica dioica*) à 10% a un effet positif sur *Aphis pomi* en fonction des doses. Et le mélange de la poudre avec de l'eau distillé après centrifugation montre un effet insecticide plus important contre les pucerons par rapport à la poudre. *T. castaneum*, 46% contre, *R.* dominica.

C'est ainsi que **Bouchikhi (2010)** montre que les poudres des feuilles des dix plantes aromatiques testées présentent un effet insecticide sur les adultes *d'A. obtectus et T. bisselliella* et les larves de *T. bisselliella*. En effet, l'efficacité de la poudre des feuilles d'une telle plante aromatique varie selon l'insecte traité (*A. obtectusou T. bisselliella*), et même selon le stade traité (adulte ou larve), et une variation concernant le taux de mortalité des insectes qui dépend de la dose utilisée en poudre des feuilles et la durée d'exposition.

De plus les travaux de **Bouchikhi (2011)** ont montré que les plantes ont été testées sous forme d'un mélange de feuilles fraîches à des doses de 750 g et 1500 g/ 5 kg de graines de haricot, et sous forme d'un mélange de poudre des feuilles à des doses de 100 et 200g de poudre/5 kg de graines de haricot. Il a constaté que la dose de 200 g de poudre pour 5 kg de graines réduisent significativement la prolifération des bruches, et que les poudres des feuilles sont beaucoup plus efficaces comparativement aux feuilles fraîches des plantes.

La poudre des feuilles des plantes aromatiques présente un effet toxique sur les insectes comme elles peuvent agir en tant que barrière physique. Selon **Kassemi (2014)** les poudres de 2 plantes *P. integrifolius et N. nepetella* montrent un effet insecticide sur les adultes des bruches (*Callosobruchus maculatuset Acanthoscelides obtectus)* et les ravageurs du blé (*Stophilus granarinus ;Rhyzopertha domonica castaneum*) et Sur les larves de *Tribolium castaneum.*

Des études antérieures ont montré que la toxicité des Huiles essentielles et des poudres des plantes aromatiques vis-à-vis d'une variété d'insectes est liée aux terpènes. Ils représentent la majeure partie des composants d'HE, en particulier des monoterpénoïdes **(Abdelaziz *et al.*, 2014).**

L'activité insecticide de nombreux H.E. a été évaluée par rapport à un certain nombre d'insectes. La toxicité des HE ne dépend pas seulement des composés chimiques qui agissent comme toxines, mais également de nombreux autres facteurs tel que ; le point d'entrée de la toxine, les poids moléculaires et les mécanismes d'action**. (Mossa., 2016).** L'apparition rapide

de la toxicité à partir d'huile essentielles ou de leurs constituants chez les insectes et autres arthropodes suggère un mode d'action neurotoxique. **(Isman et Machial., 2006).**

Conclusion

Conclusion

Les plantes peuvent fournir des solutions de rechange potentielles aux agents actuellement utilisés contre les insectes parce qu'elles constituent une source riche en produits chimiques bioactifs. Beaucoup d'effort a été donc concentré sur les matériaux dérivés de plante pour les produits potentiellement utiles en tant qu'agents commerciaux de lutte contre les insectes. Les plantes aromatiques sont parmi les insecticides les plus efficaces d'origine botanique constituent souvent la fraction bioactive des extraits de plantes.

L'objectif de notre étude est d'aboutir la présence des produits naturels pour lutter contre les ravageurs des denrées stockées. Nos expériences ont été menées en vue d'évaluer l'action des poudre des feuilles de trois plantes aromatiques à action insecticide *Lavandula stoschas, Pistacia lentiscus et le Thymus vulgaris* à l'égard d'un redoutable ravageur des stocks *E. kuehniella*.

Les études toxicologiques nous a permet d'estimer la DI50 et la DI90 de la poudre des plantes administrés par ingestion sur des adultes nouvellement émergés et sur les larves du dernier stade. Le taux de mortalité a augmenté considérablement 72h après l'application. Ils révèlent des effets insecticides avec une relation dose réponse et temps d'exposition.

Nos résultats montrent qu'effectivement les poudres extraites des feuilles de lavandula, pistacia et du thym exercent une activité insecticide plus au moins importante vis-à vis *E. kuehniella*. Cependant, pour l'ensemble des tests effectués, la poudre de *L. stoechas* est avérées plus efficace avec une DL50 et DL90 de l'ordre de 2,64g et 10,05g par rapport à la poudre de *P. lentiscus* avec une DL50 et DL90 de l'ordre de 3,27g et 9,27g et le *T. vulgaris* présente une toxicité avec des valeurs de 3,77g et 42,17g respectivement à l'égard des larves de ce ravageur. De plus, les résultats obtenus montrent que le *T. vulgaris* est très efficace sur les adultes avec une valeur de DL50 et DL90 de l'ordre de 1,82g ; 6,36g qui présente la dose la plus faible et la plus efficace suivie par *P. lentescus* et *L. stoechas* avec une DL 50 de l'ordre de1,83g et 2,13g respectivement**.** A partir de ces résultats on a essayé de formuler un bio-pesticide a la base de la poudre des feuilles des trois plantes étudiées, elle est une solution plus adaptée par rapport à l'utilisation des insecticides de synthèse, car ces bio-pesticides sont très efficaces contre ces ravageurs des stocks, à faible coûts et moins toxique pour l'homme. Le produit innover est un

biopesticide très efficace, car il permet d'éliminer jusqu'à 90,5 % des adultes après 72 h de test et 57 % des individus après 48 h seulement.

Ce travail s'inscrit dans l'amélioration des plantes, car il offre la pénibilité de lutter contre un insecte ravageurs efficacement, de diminuer le nombre d'individus, tout en étant non toxique, naturel et économique.

Il serait très intéressant d'évaluer l'activité bio insecticide des huiles essentielles de ces trois plantes et de mettre en évidence l'étude des différents paramètres de la reproduction et le développement de ce ravageur, ainsi que d'identifier les molécules les plus efficace contre les ravageurs des grains des céréales et des légumineuses stockées. .

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

Abbott, W. S. (1925). A method for computing the effectiveness of an insecticide, *Journal Of Ecological Entomology*. (18): 265-267.

Abdeaziz, N. F., Salem, H. A., & Sammour, E. A. (2014). Insecticidal Effect Of Certain Ecofriendly Componds On Some Scale Insects And Mealybugs And Their Side Effects On Antioxidant Enzymes Of Mango Nurslings. *Archives of Phytopathology And Plant Protection*. 47(1): 1-14. DOI:10.1080/03235408.2013.

Amiri, N., Nedjadi, R. (2017). Etude de l'activité insecticide de l'extrait de *Marrubium vulgare* (L., 1753) à l'égard de deux espèces d'insectes *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) et *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879).Mémoire de master. Université Akli Mohand Oulhadj, Bouira.

Archana, P. P., Negi, k. S. (2012). Comparative essential oils composition of Lavandula *species from India. DOI:10.1080/10496475.2012.690142. ISSN: 1049-4675.269p.*

Auger, J., Sébastien, D., Armelle, N., Ahmed, AG., Dominique, P. & Eric, T. (2002). Utilisation des composés allelochimiques des Allium en tant qu'insecticides. *Faculty of Science and Technique France*. (25): 1-13.

B

Barra, A., Coroneo, V., Dessis, S., Cabras, P., Angioni, A. (2007). Characterization of the volatile constituents in the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from different origins and its antifungal and antioxidant activity. J. *Agric, foodchem*. 55(17): 7093-7098.

Bouaiad, R. H., (2016). Essai de formulation d'un pesticide à base de la poudre des feuilles de quelques plantes aromatiques (Chih, ortie, la lavende, basilic thym). Mémoire de Master. Université de Tlemcen. Algérie.

Bouchikhi, T. Z. (2011). Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par les plantes aromatiques et leurs huiles essentielles. Thèse de doctorat. Université Aboubaker Belkaîd, Tlemcen.

Boukeloua, A. (2009). Caractérisation botanique et chimique évaluation Pharmaco-toxicologique d'une préparation topique a base a de l'huile de *Pistacia lentiscus* L (Anacardiaceae). Mémoire de magister en biologie. Université Mentouri-Constantine.

Bouzerra, H. (2014). Evaluation de l'impact de deux mimétiques de l'hormone de Mue (RH -2485 et RH-5992) sur Les gonades mâles d'*Ephestia kuehniella*, un lepidoptere ravageur des denrées stockées : aspect structural, biochimique et hormonal. Thèse de doctorat en biologie animal. Université de Badji-mokhtar Annaba.

C

Calatayud, (2011). Pharmacognosie, substances végétales d'Afrique d'orient et d'occident. 3 ème Edition, Tec et doc. Paris Libraire moderne Rouïba, 46 p.

Campolo, O., Glunti, G., Russo, A., Palmeri, V., &Zappalà, L. (2018). Essential oils in stored Product Insect Pest Control. *Journal of Food Quality*. 1- 18. DOI:10.1155/2018/6906105.

Chachoua, I & Guerrache, M. (2019). L'effet insecticide d'huile essentielle de *juniperus oxycedrus* sur les ravageurs des denrées stockées. Mémoire de master. Université Akli Mouhand Oulhadj. Bouira .Algérie.

Cissokho, P. S., Gueye, M. T., Sow, E., Diarra, K. (2015). Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insects ravageurs des cereals et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'Ouest. *Review paper* .9(3) : 1644-1653. ISSN: 1997-342X(online), ISSN 1991-8631 (print).

D

Dahmani, C. (2015). Etude édapho-floristique de *Pistacia lentiscus* L. Des zones littorales et continentales de l'ouest Algérien. Mémoire de master. Université Abou Baker Belkaid. Tlemcen.

Danysz, J. (1893). *Ephestia kuehniella*. Parasite des blés, des farines & des biscuits. Histoire naturelle du parasite et moyens de détruire. 3p.

Delimi, A., Taibi, F., Fissah, A., Gherib, S, Boukhari, M., Cheffrour, A. (2015). Bio-activité des huiles essentielles de l'armoise blanche *Artemessia herba alba* : effet sur la reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera). *Afrique science*. 9(03):82-90.

Dib, S & Bouteldji, M. R. (2017). Effet insecticide de l'extraits des feuilles de *Marrubuim vulgare* L. (Marrube blanc) sur le puceron *Aphis nerii* (Homoptera : Aphididae). Mémoire de master. Université Akli Mouhand Oulhadj. Bouira. Algérie.

Djidel, A., Daghbouche, S., Benrima, A., Djazouli, Z-E. (2018). Évaluation de l'activité insecticide de l'extrait aqueux brute de la *fab ace cytisus triflorus l'her* à l'égard de *tribolium castanium* (Herbst, 1797) (Coleoptera : Tenebrionidae). 8(2) : 1093-1102.

E

Eberhard, T., Robert, A., Annelise, L., (2005). Plantes aromatiques : Epices, aromates, condiments, et huiles essentielles. Edition Lavoisier. Paris. 522p.

Eqbal, M., Dauqan, A., Abdullah, A ., (2017). Medicinal and functional values of thym (*Thymus vulgaris* L). *Herb*.5 (2), pp.017-022. DOI: 10.7324/JaBB. 2017.50203.

F

Fecka, I., Turek, S. (2007). Determination of polyphenolic compounds in commercial herbal drugs and spices from Lamiaceae: Thym wild, thym and sweet marjoram by chromatographic techniques – *Food chemistry*. 108, 1039- 1053.

FINNEY, D.J. (1971). Statistical method in biological assay. 2ème Edition, Londres, Grifin, 333p.

Fisher, R. A. et Yates, F. (1957). Statistical tables for biological agricultural and medical research 5ème edition, Olivier et Boyd. London. P. 64-66.

G

Gardeli, C., Papageorgio, V., Mallouchios, A., Theodosis, K., Komaitis, M. (2008). Essential oils of *Pistacia lentiscus* L. And Myrutus communis L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts – *Food chemistry*. 107: 1120-1130. DOI : 10.1016/ j.foodchem. 2007.09.036.

Ghalem, B. R., Benhassaini, H. (2007). Etude de phytostérols et des acides gras de *Pistachia atlantica*. *Afrique Science*. 3(3):405-412.

Goetz, P., Ghédira, K. (2012). Phytothérapie anti-infectieuse. Springer Science & Business Media, 394p.

Gontard, M. (1940). La culture de la lavande en France. Revue.pp:43 – 60.

Goucem-khelfane, K. (2014). Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles et des poudres de quelques plantes à l'égard de la bruche du haricot *Acanthocelides obtectus* Say (Coleoptera, Chrysomelides, bruchinae) et comportement de ce ravageur vis-à-vis des composés volatils de différentes variétés de la plante hôte (*Phaseolus vulgaris* L.).

Gwinner, J., Hanisch, R., Mûck, O. (1996). Manuel sur la manutention et la conservationdes grains après récolte. Deutsche Gesellschaft fûr technische zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Escharbon, R.F.A., 388p.

H

Haddad, S & Khiri, I. (2017). Etude de l'activité insecticide de l'extraits d'Inula viscosa l'égard de deux espèces d'insectes *Ceratitis capitata* et *Tribolium castaneum*. Mémoire de master. Université Akli Mouhand Oulhadj-Bouira. Algérie.

Haiahem, L., Tebbani, I., Bencheghieb, B. (2019). Activité bio-insecticide des huiles essentielles de l'Ortie *Urtica dioica* L. sur, un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (zeller). Mémoire de master. Université 8 Mai 1945, Guelma.

Hami, M., Taibi, F., & Soltani-Mazouni, N. (2004). Toxicité Comparative De Quelques Mimétiques De L'hormone De Mue A L'égard Des Chrysalides d'*Ephestia Kuehniella* Euro Mediterranean workshop on animal Ecology.22-34p.

Hami, M., Taibi, F. , SMAGGHE G. and Soltani-Mazouni, N., (2005) Comparative toxicity of three ecdysone agonist insecticides agonist the Mediterranean flour moth. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent (2005).

Hassaine, S.(2017). Activité biologique de quelques plantes sur les ravageurs des denrées stockées. Mémoire de master. Université de Tlemcen. Algérie.

Hayhurst, H, F. I. C., A. M. I. Chem,E. (1942). Insectpests in stored products. 2ème Editions. Editor, industrial chemist and food.31p.

Hsu, C, K., Chang, C, T., Lu, H, Y., Chung, Y, C. (2007). Analytical Nutritional and chemistry and clinical methodes – *Food chemistry*. 105(2): 1099-1105.

Imelouane, B., Amhamdi, H., Wathelet, J, P., Ankit, M., Khedid, K., Elbachiri, A. (2009). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of Thym (Thymus vulgaris) from eastern Marocco. 11: 205-208.

Inoue, M., Hayashi, S., Craker, C. E. (2019). Role of medicinal and aromatic plants: Past, Present, and Future. Pharmacognosy-Medicinal plants. http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.82497.

Isman, M. B., & Machial, C. M. (2006). Pesticides Based On Plant Essential Oils: From Traditional Practice To Commercialization. In: Rai, M., & Carpinella, M. C. Naturally Occurring Bioactive Componds. Elsevier. P: 29.

K

Kanana P., T., D; Muniengi, B., I., (2018). Effet insecticide des poudres de quelques plantes sur la conservation des semences de maïs contre les charançons Sitophilus zeamais Motsch. Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture 2018 ; 1(2), 10-13

Kassemi N., (2014). Activité Biologique Des Poudres Et Des Huiles Essentielles De Deux Plantes Aromatiques (Pseudocytisus Integrifolius Salibe, Nepeta Nepetella L.) Sur Les Ravageurs Du Blé Et Des Légumes Secs. Thèse Du Doctorat. Université De Tlemcen .

Kechroud, M. (2012). Effet insecticide des huiles essentielles de Pinusnigra Arl Ssp. Mauritanica Maire et peyer sur les ravageurs des denrées stockées. Mémoire de master. Université Abdrrahmane Mira. Bedjaia. Algérie

L

Lahlou, M. (2004). Methods to study the phytochimestry and bioactivity of essential oils, phytother. Res. N°18,pp.435-448.

Lakhial, S. (2018). Inventaire des insectes et des maladies des denrées stockées. Master académique en science agronomique. Université Akli Mouhande Oulhadj. Bouira. Algérie

Laurent, J. (2017). Conseils et utilisation des huiles essentielles les plus courantes en officine. Thèse pour le diplôme d'état en pharmacie. Faculté de pharmacie de Toulouse.

M

Maameri, Z, H. (2014). *Pistacia lentiscus* L. Evaluation pharmacotoxicologique. Thèse de Doctorat en science . Université Mentouri – Constantine I. Algérie.

Martins, J, A., Gramez, M, C., Oliveira, M, J., Grawford, R, J. (2003). Journal of macromolecular science part B- physics. 45, 945.

Mossa, A. (2016). Green pesticides: Essential oils as biopesticides in Insect-pest Management. *Journal of Environmental Sciences and Technology*. 9(5):354-378. DOI :10.3923/jest.2016.354.378.

Mukendi R., Tshilenge D.K., Nkongolo C. & Munyuli T.M.B., 2014. Efficacité des plantes médicinales dans la lutte contre Ootheca mutabilis Sahlb. (Chrysomelidae en champ de niébé (Vigna unguiculata (L.) Walp.) en RD-Congo. Libanese *Sciences Journal*, 15 (1) 51-72.

Munyuli T. B. M., 2003. Effet de différentes poudres végétales sur l'infestation des semences de légumineuses et de céréales au cours de la conservation au Kivu (République Démocratique du Congo). *Cahiers Agricultures*, 12, 23-31.

N

Nahida., Ansar, S, H., Siddiqui, A, N. (2012). *Pistacia lentiscus*: a review on phyto-Chemistry and pharmacological properties. *International journal of pharmacy and pharmaceutical science*s.(4), 16-20.

P

Pandey, A. K., Kumar, P., Saxena, M. J., Maurya, P. (2020). Distribution of aromatic plants in the world and their properties. *Feed Additives*. http:/doi.org/10.1016/B978-0-126814700-9.0000-6

Parde. (2006). Recherche et développement de biopesticides naturels à faible toxicité pour les organismes non ciblés et respectueux de l'environnement. Ministère du développement durable, de l'environnement et des parces de Québec (MDDEP), p13.

Parasnth, R, V., Kandisa, R, V., Varsha, P., Satyam, S. (2014). Review on Thymus Vulgaris traditiona Christmas uses and pharmacological properties. DOI: 10.417212167- 0412. 1000164.

Perillaud, M. (2018). Proprietes therapeutiques des huiles essentielles de plantes Aromatiques du Maquis corse. Thèse pour le diplôme d'état du docteur en pharmacie. Université de pharmacie de Lille.

R

Regnault-Roger C., (2005). Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Tec et Doc Lavoisier, Paris, pp. 1013.

S

Satyal, P., Murray, B , L., Mcfeeters, R, L., Setzer, W, N. (2016). Essential oils characterization of thymus vulgaris from various geografical location .5(4), 70.

Shayaa, E., kostjukovski, M., Eilberg, J., Sukparkam, C. (1997). Plant Oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored product insects. *Journal of stored Products Research,* 33(1): 7-15.

Skaria, B. P., Joy, P. P., Mathew, S., Mathew, G., Joseph, A & Joseph, R. (2007). Aromatic plants. New Delhi, India 1p.

Small, E., Deutsch, E . (2001). Herbs culinaires pour nos jardins de pays froid. 107p. ISBN: 0- 660-96164-4.Stahl-Biskup, (2012). Thyme. 500p.

Swaroop, S., Gilroy, A. B., Uemura, K. (1996). Statistical methods in Malaria eradication.World Health Organisation. Geneva. P 164.

T

Taibi, F., SMAGGHE, G., Amrani, L., and Soltani- Mazouni, N., (2003). Effect of ecdysone agonist RH-0345 on reproduction of mealworm, Tenebrio molitor. Comparative biochemistry and Physiology Part, 135 (2003) 257-267

Taibi, F ; Boumendjel, M ; Zaafour, M ; Sekiou, O ; Khaldi, T ; Delimi, A ; Abdessmad, S; Rebani, H ; Chnouga, H ; Siakhène, N ; Boumendjel, A ; Messarah, M. (2018). Conservation of stored food using plant's extracts. Effect of oregano (Origanum vulgaris) essential oils on the reproduction and development of flour moth (*Ephestia kuehniella). Cell Mol Biol (Noisy le Grand). Vol.64. (10): P.5-11*.

Traboulsi, F. A., Taoubi, K., El-Haj, S., Bessiere, JM., Rammal, S. (2002). Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito Culex pipiens molestus (Diptera: Culicidae). http://doi.org/10.1002/ps.486.

Y

Yezli-Touiker, S., Soltani-Mazouni,N . (2010). Profil des ecdystéroïdes durant lamétamorphose et rapport avec cycle cuticulaire chez *Ephestia Kuehniella* (Insecta ,Lepidoptera , pyralidae).

Z

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

Sites web

[1]- http://www.alibaba.com/product-detail/thyme-oil-Thymus-vulgaris-_50004216628.html (consulté le 11/9/2020).

[2]- https://www.creapharma.ch/thym.htm (consulté le : 22/8/2020).

[3]- https://www.istockphoto.com/photo/lavender-lavandula-stoechas-flowers-background-gm54324578-97109019 (consulté le 4/9/2020).

[4]- https://www.leaderplant.com/catalogsearch/result/?q=pistacia+lentiscus%3A

(consulté le : 22/8/2020).

[5]- https://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:70253-1 (consulté le : 22/8/2020).

[6]- https://www.willemsefrance.fr (consulté le : 22/8/2020).