



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique
Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi – Tébessa –
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie



Département des sciences des Êtres Vivants

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Ecophysiologie animale

Thème :

Etude de l'effet toxique de l'origan sur l'éclosion
des œufs des ravageurs des céréales

Présenté Par :

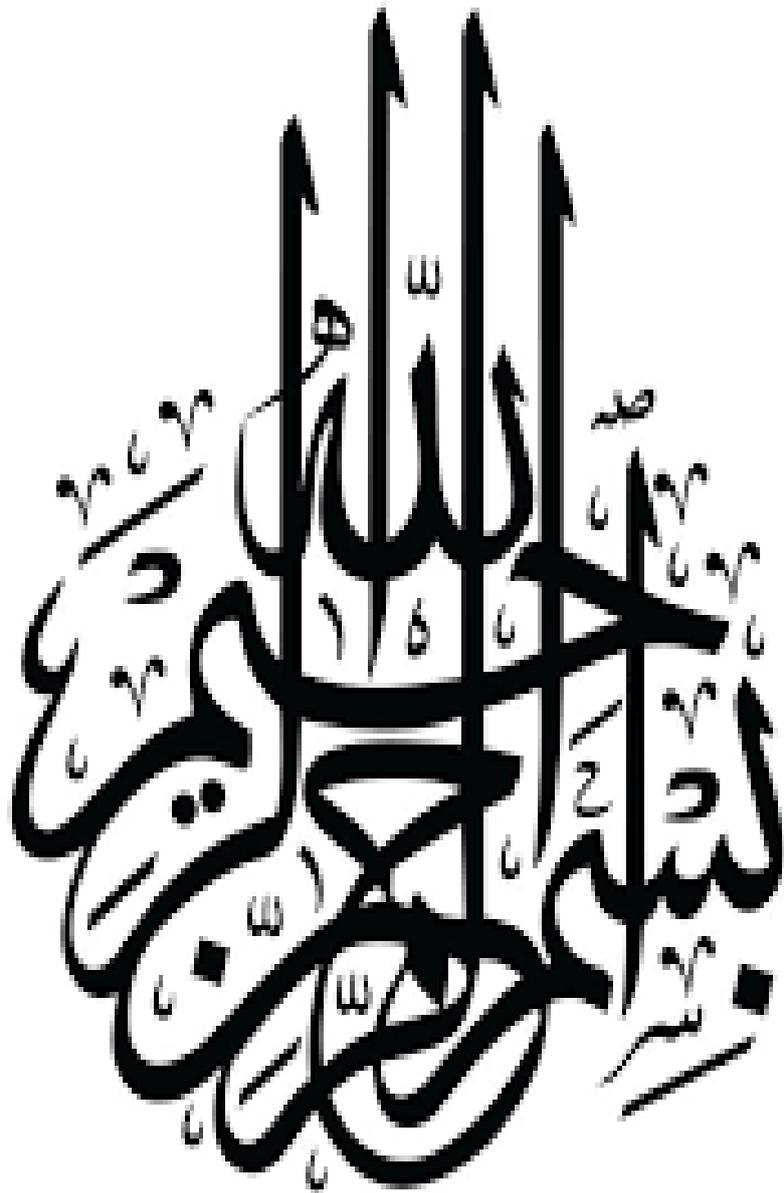
Labidi Manal

Hamzaoui Rayene Hibat allah

Devant le jury

| | | | |
|------------------------|-----|--|------------|
| Dr. Dekak A. | MCA | Université Echahid Chikh Larbi Tébessi | Président |
| Dr. Bouzeraa H. | MCA | Université Echahid Chikh Larbi Tébessi | Rapporteur |
| Dr. Fatmi H. | MCB | Université Echahid Chikh Larbi Tébessi | Examineur |

Date de soutenance : 04/06/2023



Remerciements

Avant tous nous remercions ALLAH, le tout puissant de nous avoir donné la volonté et la patience et surtout la bonne santé pour pouvoir réaliser ce travail.

Je tiens à transmettre mes vifs remerciements Au Dr. Dekak. A d'avoir accepté de présider le jury.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre encadreur Dr. Bouzeraa Hayette pour avoir accepté de nous encadrer, pour sa disponibilité, pour l'aide qu'elle a apportée et les connaissances qu'elle a su nous transmettre, et surtout ses conseils judicieux, qui ont contribué à améliorer la qualité de ce travail.

Nous tenons également à remercier les jurys :

Tous nos remerciements et reconnaissance à l'honneur que ma fait Dr. Fatmi. H d'avoir accepté d'examiner ce travail.

A toute la promotion BA ; 2022/2023.

Enfin, nous remerciant toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Merci 
Manal, Rayene Hibat Allah

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents *Abd El Hamid* et *Alaia*

Que dieu les protège.

Mes chers frères surtout *Mourad* et mes sœurs

Amira , Souhaïla , Hibat Errahmane , Ayat

Errahmane

Mes amies *Hadil, Asma, Ikhlis, Hana*

Et Toutes les personnes qui ont participé

À la réalisation de ce travail.

Manal



Dédicace

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents *El Wardi* et *Faiza*

Que dieu les protège.

Ma grand-mère

Mon oncle *Tidjani*

Ma cousine *Chaïma*

Mes chers frères *Zakaria* et *Saïf Eddine*

et mes sœurs *wedad* et *Hadil*

et tata *Hayette*

Mes amis *Assia, Manar, Nour, Ikram, Aïcha* et

Nassira, Asma

Et Toutes les personnes qui ont participé

À la réalisation de ce travail.

Rayene Hibat Allah



Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Introduction | 1 |
| 2. | Matériels et méthodes..... | 5 |
| 2.1. | Matériels biologiques..... | 5 |
| 2.1.1. | Présentation de l' insecte <i>Tribolium confusum</i> | 5 |
| 2.1.2. | Présentation de l'insecte <i>Oryzaephilus surinamensis</i> | 7 |
| 2.1.3. | Présentation de l'insecte <i>Sitophilus oryzae</i> | 10 |
| 2.1.4. | Présentation de l'insecte <i>Rhyzopertha dominica</i> | 13 |
| 2.1.5. | Présentation de la plante <i>Origanum vulgare</i> | 15 |
| 2.2. | Méthodes d'étude..... | 16 |
| 2.2.1. | Techniques d'élevage..... | 16 |
| 2.2.2. | Extraction de l'huile essentielle (HE) par hydrodistillation (HD) | 16 |
| 2.2.3. | Test de toxicité..... | 18 |
| 2.2.4. | Analyses statistiques | 19 |
| 3. | Résultats..... | 20 |
| 3.1. | Rendement en huile essentielle..... | 20 |
| 3.2. | Détermination de la toxicité de l' huile essentielle | 20 |
| 3.2.1. | Toxicité de l'huile essentielle de <i>O. vulgare</i> sur les œufs de <i>T. confusum</i> à différentes concentrations après 24h, 72h et 120h d'exposition..... | 20 |
| 3.2.2. | Toxicité de l'huile essentielle de <i>O. vulgare</i> sur les œufs de <i>O. surinamensis</i> à différentes concentrations après 24h, 72h et 120h d'exposition..... | 21 |
| 3.2.3. | Toxicité de l'huile essentielle de <i>O. vulgare</i> sur les œufs de <i>R. dominica</i> après 24h, 72h et 120h d'exposition | 22 |
| 4. | Discussion..... | 23 |
| 5. | Conclusion et perspectives | 27 |
| 6. | Résumé..... | 28 |
| 7. | Référence bibliographiques | 31 |

Liste des figures

| N° | Titre | Page |
|-----------|--|-------------|
| 01 | <i>Tribolium Confusum</i> | 05 |
| 02 | Œuf de <i>T. Confusum</i> | 06 |
| 03 | Larve de <i>T. Confusum</i> | 06 |
| 04 | Photo d'une nymphe de <i>T. Confusum</i> | 06 |
| 05 | Adulte de <i>T. Confusum</i> | 07 |
| 06 | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> | 08 |
| 07 | Œufs d' <i>O. Surinamensis</i> | 08 |
| 08 | Larve d' <i>O. Surinamensis</i> | 09 |
| 09 | Adulte d'un <i>O. Surinamensis</i> | 10 |
| 10 | <i>Sitophilus Oryzae</i> | 11 |
| 11 | Larve de <i>Sitophilus Oryzae</i> | 11 |
| 12 | Nymphe de <i>Sitophilus Oryzae</i> | 12 |
| 13 | Adulte de <i>Sitophilus Oryzae</i> | 12 |
| 14 | <i>Rhyzopertha Dominica</i> | 13 |
| 15 | Œufs de <i>R. Dominica</i> | 14 |
| 16 | Larves de <i>R. Dominica</i> | 14 |
| 17 | Adulte <i>R. Dominica</i> | 15 |
| 18 | <i>Origanum Vulgare</i> Elevage | 15 |
| 19 | Elevage de <i>Tribolium Confusum</i> | 16 |
| 20 | Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger | 17 |
| 21 | Test de toxicité par fumigation | 18 |

| | | |
|----|--|----|
| 22 | <p>Incidence du temps d'exposition à l'huile d' <i>O. vulgare</i> sur le taux de mortalité corrigée des œufs de <i>T. confusum</i> ($m \pm SEM$, $n= 3$ répétitions comportant chacune 10 œufs)</p> <p>S24h :série 24h, S72h : série 72h, S120h : série 120h</p> | 21 |
| 23 | <p>Incidence du temps d'exposition à l'huile d' <i>O. vulgare</i> sur le taux de mortalité corrigée des œufs de <i>O. surinamensis</i> ($m \pm SEM$, $n= 3$ répétitions comportant chacune 10 œufs). S24h :série 24h, S72h : série 72h, S120h : série 120h</p> | 22 |

Liste des tableaux

| <i>N°</i> | <i>Titre</i> | <i>Page</i> |
|-----------|---|-------------|
| <i>1</i> | Pourcentage de mortalité corrigée des oeufs de <i>T. confusum</i> après 24h, 72h et 120h d'exposition à l'huile essentielle de <i>O. vulgare</i> (m ± SEM, n= 3 répétitions comportant chacune 10 œufs) | <i>20</i> |
| <i>2</i> | Pourcentage de mortalité corrigée des oeufs de <i>O. surinamensis</i> après 24h, 72h et 120h d'exposition à l'huile essentielle de <i>O. vulgare</i> (m±SEM, n= 3 répétitions comportant chacune 10 œufs) | <i>21</i> |



Introduction

1. Introduction

Les denrées stockées telles que le blé, la semoule, la farine, l'orge, le son de blé, le maïs et la farine de maïs occupent une place importante voire majoritaire dans l'alimentation humaine, surtout dans les pays en voie de développement (Amrani, 2018). En Algérie, la production céréalière en 2022 a atteint 41 millions de quintaux (De Algérie Eco web).

La conservation post-récolte dans des silos et des entrepôts de stockage permet d'assurer le lien entre la récolte de l'année et la consommation permanente. Cependant, les récoltes conservées en général dans des conditions inadéquates, sont attaquées par des moisissures, des insectes et des rongeurs. Le stockage des produits agricoles reste un problème majeur responsable d'une augmentation des pertes agricoles (Meijer *et al.*, 2019).

Les pertes des denrées stockées occasionnées par les ravageurs sont estimées en moyenne à 10% dans le monde, une valeur monétaire annuelle de près de 58 milliards US\$ selon les statistiques de la FAO (Carvalho *et al.*, 2013).

Les insectes sont les principaux ravageurs et déclencheurs d'une infestation qui peut être destructive au stock entier. Ils se nourrissent, se multiplient, croissent et sécrètent des substances collantes et odorantes qui contaminent tout le stock (Anonyme & Arthur, 2017). L'humidité engendré par leur présence expose le produit au développement des moisissures et des champignons et laisse le produit impropre à la consommation, ce qui représente une menace sérieuse pour l'économie du pays (Doumma, 2012).

Les insectes ravageurs qui attaquent les denrées stockées sont divisés en :

Ravageurs primaires : ils sont les plus dangereux et les plus dévastateurs des grains stockés. Ils attaquent les grains sains et entiers, et effectuent leur cycle exclusivement sur le grain et sous forme cachée (Arrab, 2016).

Ravageurs secondaires : ils s'attaquent aux grains endommagés par les ravageurs primaires et se développent dans des conditions de température et d'humidité élevées (Aidani, 2015).

Les principaux insectes ravageurs des denrées stockées appartiennent aux ordres des coléoptères, des lépidoptères et des isoptères. Les coléoptères tels que le *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* et *Rhyzopertha dominica* sont parmi les plus communs (Khellaf & Kermiche, 2020).

Le système nerveux des insectes est divisé en deux parties : le système nerveux périphérique et le système nerveux central. La transmission de l'influx nerveux se fait grâce à des neurotransmetteurs au niveau synaptique et par des canaux voltage-dépendant sur les neurones. Les neurones ont besoin de neurotransmetteurs qui sont libérés par le neurone présynaptique pour transmettre l'influx nerveux aux neurones postsynaptiques. Les insecticides neurotoxiques perturbent cette transmission en agissant directement sur les récepteurs spécifiques situés sur la membrane du neurone postsynaptique, ce qui entraîne des variations électriques et perturbe la propagation de l'influx nerveux le long des axones des neurones. La transmission de l'influx nerveux se fait donc via des synapses, qui sont des zones de communication entre deux cellules nerveuses (Rabhi, 2015).

Les chimiorécepteurs sont des structures spécialisées chez les insectes qui leur permettent de percevoir les signaux chimiques de leur environnement.

Les chimiorécepteurs olfactifs détectent les signaux chimiques en suspension dans l'air, comme les phéromones et les différentes odeurs. Les antennes des insectes sont particulièrement riches en chimiorécepteurs et très sensibles. Les chimiorécepteurs sont généralement constitués de sensilles en forme de poils ou de cônes avec un orifice unique à leur extrémité (Delvare *et al.*, 1989).

Chez les insectes, la structure de l'œuf peut être approximée comme ayant une forme ovale simple (Markow *et al.*, 2009 ; Garcí'a-Barros, 2000). Elle a une structure interne complexe et des pores tels que les hydropyles et les aéropyles, principalement (Gautam *et al.*, 2015).

Le développement embryonnaire des insectes est un processus complexe qui dépend de l'interaction entre le vitellus, l'eau et l'oxygène. L'œuf d'insecte contient tous les éléments nécessaires au développement de l'embryon, notamment le vitellus qui est une réserve de nutriments située au centre de l'œuf. L'enveloppe rigide de l'œuf, le chorion, protège l'embryon des dommages extérieurs et permet l'échange de gaz et d'eau. L'eau est absorbée à travers l'hydropyle pour permettre le développement embryonnaire, tandis que l'oxygène est absorbé à travers les pores, canalicules ou autres dispositifs présents dans le chorion. Or en période de stress, l'influence négative de facteurs externes, absence d'oxygène et d'eau, entraîne l'arrêt du développement embryonnaire, l'œuf entre alors en état de dormance ou de quiescence (Lamy, 2000).

Pour diminuer les pertes agricoles dues aux insectes ravageurs, les agriculteurs choisissent souvent la lutte chimique tel que les insecticides de synthèses qui sont efficaces, rapides et faciles à utiliser ; cependant, ils présentent un risque à la santé humaine et à l'environnement (Carlos & Isman, 2006).

A la recherche d'alternatives aux insecticides de synthèse, de nouvelles stratégies dans la lutte contre les insectes ravageurs des cultures sont en cours de développement en Algérie et dans le monde.

Les huiles essentielles extraites de plantes aromatiques ont montré un effet similaire aux insecticides de synthèse. Elles ont une activité insecticide qui perturbe l'activité cellulaire des insectes ciblés, en affectant plusieurs cibles à la fois. Ces mécanismes peuvent inclure l'inhibition de l'acétylcholinestérase, la perturbation des récepteurs de l'octopamine et d'autres actions sur le système nerveux des insectes. (Djarallah & Bensaci, 2020).

L'Algérie se caractérise par la richesse et la diversité de sa flore, environ 4000 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires (Dabignand & Chatelain 2010, 2013).

Parmi ces plantes : *Origanum vulgare.*, *Thymus algeriensis L.*, *Artemisia campestris L.*, *Juniperus phoenicea L.*, *Teucrium polium L.*, *Artemisia herba-alba Asso.* et *Rosmarinus officinalis l...*

Les diverses utilisations populaires de ces plantes se transmettent de génération en génération chez la population la plus souvent rurale (Sahi, 2016).

Dans le domaine agricole, les huiles essentielles ont un effet antinutritionnel modifiant le processus de la digestion chez l'insecte (Cossolin *et al.*, 2019) , un effet répulsif (Bouzeraa *et al.*, 2018, 2019 ; Plata-Rueda *et al.*, 2020, 2022) en perturbant la réponse olfactive (Brügger *et al.*, 2021), des effets morphogénétiques perturbant la croissance (Zanuncio *et al.*, 2016) et le développement de l'insecte (Amaral, 2018) et un effet toxique par une privation d'oxygène (Martínez, 2018) et une déperdition d'énergie chez les insectes (Plata-Rueda *et al.*, 2020).

Différentes activités des espèces d'*Origanum* telles que antioxydante, antimicrobienne, antibactérienne, répulsive et insecticide ont fait l'objet de plusieurs études (Coccimiglio *et al.* 2016 ; Bouzeraa *et al.*, 2018, 2019).

Cependant, son activité ovicide sur les ravageurs des denrées stockées n'a pas fait l'objet d'une étude de recherche.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet toxique de l'origan sur l'éclosion des œufs de *Tribolium confusum* (tribolion), *Sitophilus oryzae* (charançon du riz), *Rhyzopertha dominica* (capucin des grains) et *Oryzaephilus surinamensis* (cucujide dentelé), quatre ravageurs communs des grains stockés. En d'autres termes, il s'agit de comprendre si l'utilisation de l'origan peut inhiber ou retarder l'éclosion des œufs de ces insectes ravageurs. Cette étude peut aider à déterminer si l'origan peut être utilisé comme agent de lutte biologique contre *Tribolium*, *Rhyzopertha*, *Sitophilus* et *Oryzaephilus* en offrant une alternative naturelle aux pesticides synthétiques.



Matériels

et

Méthodes

2. Matériels et méthodes

2.1. Matériels biologiques

2.1.1. Présentation de l'insecte *Tribolium confusum*

Le *tribolium* de la farine ou *Tribolium confusum* appartient à la famille des ténébrionidés. C'est un insecte nuisible, considéré comme un ravageur secondaire qui s'attaque aux produits farineux et céréaliers. Dans les produits de mouture, de pois, haricots, noix, épices, chocolat (Benlameur, 2016). D'origine africaine et se rencontre maintenant dans le monde entier, Il est plus commun dans les climats chauds. (Figure 01).

Position systématique :

Règne: Animalia

Embranchement: Arthropoda

Sous-embranchement: Hexapoda

Classe: Insecta

Ordre: Coleoptera

Famille: Tenebrionidae

Genre: *Tribolium*

Espèce : *Tribolium confusum* (Du Val, 1868)



Figure 01. *Tribolium Confusum*

Cycle de développement

Le cycle de développement de *Tribolium confusum* est d'une durée de 7 à 10 semaines environ à une température entre 30 et 32,5°C et une humidité relative de 70% l'optimum thermique se situe entre 32°C et 35°C, son développement s'arrête au-dessous de 18°C. (Bennett, 2003 ; Baldwin & Tfasulo, 2017 ; Kheloul *et al.*, 2020). L'insecte passe par quatre stades : œuf, larve, nymphe et adulte :

Œuf est blanchâtre presque transparent, de surface lisse recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée, mesuré en moyenne 0.6 x 0.3mm ; les œufs éclosent en larves après 3 à 5 jours (Hamidouche, 2021). (Figure 02).

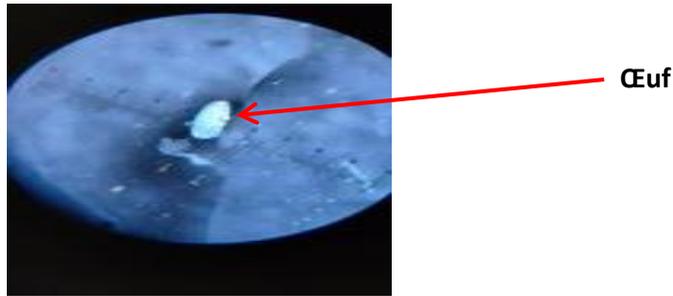


Figure 02. Œuf de *Tribolium Confusum* X 30 (photo personnelle, 2023)

Larve passe par 5 à 11 stades de mue avant de se transformer en nymphe immobile. La larve mesure 6 à 8mm de long. Elle est de couleur jaunâtre et de forme vermiforme. Elle est couverte de poils et a des pattes. Elle se termine par deux paires urogomphes (Delobel & Tran, 1993). Les larves s'immobilisent au cours des périodes de mues qui comporte 7 à 8 mues. Elles vivent directement dans les produits céréaliers ou se nourrissent de grains endommagés. (Figure 03).



Figure 03. Larve de *Tribolium Confusum* X 30 (photo personnelle, 2023)

Nymphe se transforme en adulte après 9 à 17 jours. La nymphe mature est immobile de couleur blanche à jaune pâle et la tête est déprimée sous le pronotum. Mesurait environ 3,25-4,15 mm de longueur et 1,0-0,25 mm de largeur. L'abdomen nymphal conique et le dernier segment à deux structures pointues, ce sont les urogomphes (Zohry *et al.*, 2017).(Figure 04).



Figure 04. Photo d'une nymphe de *Tribolium Confusum*

Adulte mesure de 3 à 4mm de long et la largeur de 1,0 à 1,2 mm , de couleur brun rougeâtre, plus foncé et plus rouge avec une capsule céphalique et une face dorsale légèrement rougeâtre. Il est étroit, allongé, à bord parallèle, à pronotum presque aussi large que les élytres (Delobel & Tran, 1993), Les mâles et les femelles sont indétectables au microscope optique (Zohry *et al.*, 2017). La femelle peut pondre entre 500 et 800 œufs tout au long de sa vie. Il est possible de rencontrer jusqu'à cinq générations par an en fonction des conditions environnementales et de la disponibilité des aliments (Belaiath, 2022).La durée de vie moyenne est d'environ un an (Hamidouche, 2021). (Figure 05).



Figure 05. Adulte de *Tribolium Confusum* X40 (photo personnelle, 2023)

2.1.2. Présentation de l'insecte *Oryzaephilus surinamensis*

Le cucujide dentelé des céréales, *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus) (Coleoptera : Silvanidae) est une espèce distribuée à l'échelle mondiale (Kousar, 2020). C'est un ravageur secondaire cosmopolite des denrées stockées, principalement des céréales. Il a une forte préférence pour les produits à base de céréales mais peut aussi infester une grande diversité de produits comme le sucre, le chocolat, le tabac, les graines d'oiseaux, la cire, le savon en poudre (Maisons, 2016).

Les adultes, de forme aplatie et de couleur brun foncé, ont une longueur de 1,7 à 3,2 mm. Ils ont une forme allongée, étroite recouvertes d'une pilosité dorée. Le prothorax présente deux larges sillons longitudinaux plats et six dents aiguës de chaque côté et est couvert de fines soies dorées. Sa tête est large et de forme triangulaire avec une paire d'antennes en forme de massue, deux petits yeux latéraux et des pièces buccales de type broyeur. La tête est allongée de forme rectangulaire, le thorax est presque rectangulaire et dentelé régulièrement sur les côtés (6 dents de chaque côté) et traversé du haut en bas par 3 crêtes bien marquées . Les antennes sont de 11 articles dont les 3 derniers sont légèrement renflés au bout (Chauvin, 2019). (Figure 06).

Position systématique

Règne: Animalia

Embranchement: Arthropoda

Sous-embranchement: Hexapoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

Famille : Silvanidae

Genre : *Oryzaephilus*

Espèce : *Oryzaephilus surinamensis* (Linné, 1758).



Figure 06. *Oryzaephilus Surinamensis*

Cycle de développement

O. surinamensis peut se développer lorsque les températures sont comprises entre 18 et 37,5 °C et lorsque l'humidité est comprise entre 10 et 90 %. Le cycle de développement peut durer de 20 à 80 jours (Howe, 1956).

Son cycle de développement passe par 4 stages: œuf, larve, nymphe et adulte :

L'œuf a une forme ovale allongée à allure de capsule, avec des extrémités plus ou moins arrondies. Il mesure 0.8 à 0.9 mm de long, il est de couleur blanchâtre, brillant à la ponte puis devient jaune-ocre avant l'éclosion (Stefan, 1978). L'éclosion des œufs a lieu entre 3 à 5 jours sous les conditions optimales de 30°C de température (Steffan, 1978 ; Howe, 1956). (Figure 07).



Un œuf

Figure 07. Oeufs d'*O. Surinamensis* X 20 (photo personnelle, 2023)

Larve est de couleur blanche à jaune pâle, de forme subcylindrique et légèrement élargie en arrière, avec une tête bien développée, des pièces buccales broyeuses, une paire d'antennes et trois paires de pattes. Elle mesure de 0,9 à 4 mm de long et possède des segments thoraciques et abdominaux avec des taches brunes, ainsi qu'un dernier tergite abdominal avec deux tubercules et une pointe émoussée. La larve se déplace activement dans le milieu et le dernier stade tisse un cocon de soie pour la nymphose (Stefan, 1978). La période larvaire moyenne dure 12 à 25 jours, au cours desquels les larves passent par 2 à 5 mues (habituellement 3), la durée entre deux mues est d'environ 4 à 6 jours.(Howe, 1956). (Figure 08).



Figure 08. Larve d' *Orysaephilus surinamensis* X30 (photo personnelle, 2023)

Nymphe est immobile, ne se nourrit pas et mesure de 2,5 à 3 mm de long. Elle est blanche et devient marron avant de devenir adulte. La nymphe a six prolongements de chaque côté du thorax et de l'abdomen. Elle se nymphose dans un cocon protecteur (Sinha & Waters, 1985 ; Rees, 2004). La nymphose a lieu dans une cellule formée de débris agglomérés par un produit de sécrétion émis par la bouche. La larve se fixe par son extrémité anale à un support solide. Un stade prépurale précède la nymphose qui dure de une à quatre semaines (Vilardebo, 1946).

Adulte est un petit coléoptère très actif. La femelle pond entre 150 à 375 œufs lors de son cycle de vie (Maisons, 2016). L'adulte peut survivre en hiver dans les climats tempérés et atteindre un âge de 3 ans (en moyenne 6 à 10 mois). (Figure 09).



Figure 09. Adulte d'un *Oryzaephilus surinamensis* X40 (photo personnelle, 2023)

2.1.3. Présentation de l'insecte *Sitophilus oryzae*

Sitophilus oryzae ou charançon du riz, the rice weevil, est une espèce appartenant à la famille des curculionidés caractérisée par la présence d'un long bec ou rostre. L'adulte mesure 2,5 à 4,5 mm, de couleur brun à brun noirâtre avec quatre grosses taches orangées sur les élytres qui sont ponctuées et striées. Les stries élytrales sont grossièrement ponctuées et l'inter stries finement ponctuées. Il possède des ailes postérieures membraneuses avec une capacité de voler (Camara, 2009). Le corps est oblong et allong, le thorax est creusé de trous ronds non alignés (Albouy & Rechar, 2017).

Parmi les ravageurs primaires qui peuvent facilement infester les graines saines, Il se nourrit principalement de céréales: en particulier l'avoine, mais aussi le blé, l'orge, le lin et le riz (Albouy & Rechar, 2017). L'alimentation du charançon entraîne l'échauffement du grain, et le grain infesté est souvent humide à cause de la respiration du ravageur (Benlameur, 2016). *S. oryzae* originaire des régions tropicales (Linnaeus, 1763). (Figure 10).

Position systématique

Règne: Animalia

Embranchement: Arthropoda

Sous-embranchement: Hexapoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

Famille : curculionidés

Genre : Sitophilus

Espèce : *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763)



Figure 10. *Sitophilus oryzae*

Cycle de développement

Dans de bonnes conditions (28 à 30°C; 70% HR), le cycle complet de *S. oryzae* dure environ un mois (Camara, 2009). L'insecte passe par 4 stades : œuf, larve, nymphe et adulte :

Œuf du charançon du riz est de forme piriforme, blanchâtre opaque et brillant lorsqu'il est fraîchement pondu. Avant l'éclosion, il devient rosâtre et mesure entre 0,5-0,8 mm de long et 0,2-0,3 mm de large. Il est recouvert d'un enduit visqueux et possède une protubérance pour adhérer à la denrée infestée.

Larve mesure de 2,5 à 3mm de long, de couleur blanche, de forme subcirculaire, apode et très peu velue. Les larves se développent à l'intérieur de la graine. Les larves vivant à l'intérieur de la graine, les dommages demeurent invisibles. (Figure 11).



Figure 11. Larve de *Sitophilus Oryzae* X40 (photo personnelle, 2023)

Nymphe est de forme cylindrique, mesurant 3,75 à 4 mm de long et 1,75mm de large, sa couleur passe du blanc au brun à mesure qu'elle évolue en subissant la mélanisation et la sclérotinisation de la cuticule.(Figure 12).

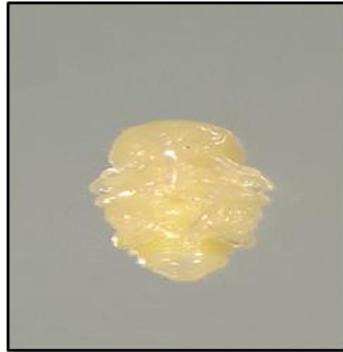


Figure 12. Nymphe de *Sitophilus Oryzae*

Adulte la femelle adulte a une fécondité de 300 œufs et une longévité de six à sept mois. Les pontes débutent quelques jours après l'accouplement et se poursuivent pendant quatre mois. Les femelles déposent les œufs dans la cavité d'une graine qu'elles forent avec leur rostre. La cavité est ensuite recouverte d'un tampon mucilagineux qui durcit à l'air. L'incubation dure 10 à 15 jours. La larve ronge l'intérieur du grain, se développe et s'y nymphose. Le cycle dure environ 24 jours et l'imago émerge au bout d'une semaine (chauvin, 2019). (Figure 13).



Figure 13. Adulte de *Sitophilus Oryzae* X 40 (photo personnelle, 2023)

2.1.4. Présentation de l'insecte *Rhyzopertha dominica*

Le capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*), lesser grain borer ou le petit perceur des grains est un ravageur primaire des graines entreposées appartenant à la famille des Bostrychidae. C'est une espèce d'insectes coléoptères cosmopolite de la famille des Bostrychidae. Il est de couleur brun plus ou moins rougeâtre. il mesure de 2.2 à 3mm de long. Face divisée en deux parties, la postérieure de moitié plus courte que l'antérieure. Présente des antennes en massues de 3 articles. les Irais derniers fortement dilatés, l'avant-dernier aussi long que le précédent. Le pronotum porte en avant une rangée de dents. et des tubercules aplatis en arrière. Les élytres sont arrondis postérieurement. Il attaque les grains de céréales, particulièrement le blé, l'orge, et le riz, maïs. Les adultes et les larves se nourrissent du germe et de l'albumen, ne laissant que l'enveloppe de son.

Les dégâts de *R. dominica* sont causés aussi bien par les larves que par les adultes très voraces qui n'épargnent aucune céréale (Seck, 1989 ; Jerraya, 2003). (Figure 14).

Position systématique

Règne: Animalia

Embranchement: Arthropoda

Sous-embranchement: Hexapoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

Famille : Bostrychidae

Genre : *Rhyzopertha*

Espèce : *Rhyzopertha dominica* (Fabricius 1792).

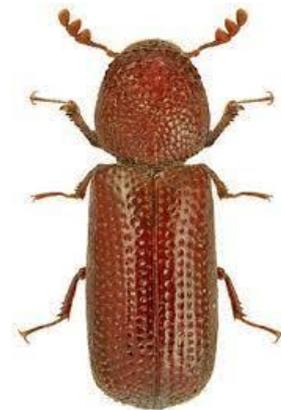


Figure 14. *Rhyzopertha dominica*

Cycle de développement

Les œufs sont de forme oblongue avec des extrémités arrondies: Ils sont de couleur blanche ou rose pâle. Leur longueur peut atteindre 0,6 mm et leur diamètre peut mesurer 0,2 mm (Ajaykumara *et al.*, 2018). La durée moyenne d'incubation de l'œuf est de 15 jours à 26°C et 65% d'humidité relative (Potter, 1935). (Figure 15).



Un œuf

Figure 15 . Œufs de *Rhyzopertha dominica* X30 (photo personnelle, 2023)

La larve est de couleur blanche de 5 mm de long, hérissée de soies brunes sur le dos, avec 3 paires de pattes thoraciques, une capsule céphalique brun foncé et recourbée en forme de «C». Elle est immobile à maturité. A l'éclosion, elle présente une épine pygidiale caractéristique de couleur jaune, insérée au bord dorsal d'une cavité formant une ventouse, le nombre de mues varie de 2 à 4 à une température de 29°C et de 70 à 80% d'HR (Chauvin, 2019). (Figure 16).



Figure 16. larves de *Rhyzopertha dominica* X40 (photo personnelle, 2023)

La nymphe est de couleur blanchâtre, avec une tête déprimée et un thorax élargi. Elle peut mesurer jusqu'à 3,07 mm de longueur et 1,3 mm de largeur (Ajaykumara *et al.*, 2018) ; la nymphose est effectué l'intérieur de grain et l'insecte prend la forme d'un adulte progressivement. Cette phase dure environ 5 à 6 jours à 28°C (Anthony & Chauvin, 2019).

L'adulte a une longévité de 8 mois au maximum avec une moyenne de 4 mois (Steffan, 1978; Mason, 2010). La fécondité de la femelle de *R. dominica* est d'environ 300 à 400 œufs et peut atteindre au maximum les 600 œufs. Ces œufs sont déposés en amas sur le grain ou isolément dans les excréments produits par l'insecte (Jerraya, 2003 ; Edde, 2012). (Figure 17).



Figure 17. Adulte *Rhyzopertha dominica*

2.1.5. Présentation de la plante *Origanum vulgare*

L'origan vulgaire ou marjolaine sauvage est une plante herbacée vivace poilue d'elle a une hauteur 30 à 80 cm, aromatique, très variable possédant des tiges dressées à 4 angles peu marqués, rougeâtres et velues. Ces feuilles petites et ovales, sont surtout velues au-dessous. Les fleurs ont une couleur rose pâle, groupées en inflorescence à l'extrémité des rameaux. De nombreuses bractées ovales rouge violet sont présentes en même temps que les fleurs. Le fruit est constitué de quatre petits akènes. La plante est récoltée pendant le mois d'août et septembre (Hernandez & Leon, 2005). La floraison peut s'étendre de mai à octobre (Caillaud, 2013). (Figure 18).

Position systématique

Règne: Plantae

Embranchement: Spermaphytes

Sous-embranchement: Angiospermes

Classe : Asteridae

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiacées

Genre : Origanum

Espèce: *Origanum vulgare* L.

(ou *Origanum glandulosum* Desf.)



Figure 18. *Origanum vulgare*

L'Origan est une plante très répandue en Algérie, avec plusieurs espèces botaniques qui poussent le long du littoral et même dans les zones arides. Cependant, la détermination précise de ces espèces peut être difficile en raison de leur variabilité et de leur propension à

s'hybrider facilement (Badi & Cheikh, 2019). En Algérie, *Origanum vulgare* est distribuée à travers tout le nord-est du pays (Souk- Ahras, Guelma, Sétif).

L'origan a été utilisé depuis l'Antiquité pour ses propriétés désinfectantes et antiparasitaires, et a été considéré comme un remède efficace contre les empoisonnements. Il a également été utilisé pour traiter diverses infections, y compris les infections respiratoires, les infections urinaires et génitales, les infections cutanées et les diarrhées (Mahfouf, 2018).

2.2. Méthodes d'étude

2.2.1. Techniques d'élevage

La farine, le riz et l'orge infestés par *T. confusum*, *O. surinamensis*, *S. oryzae* ,et *R. dominica* ont été prélevés d'un dépôt de stockage et de l'Office Interprofessionnel des Céréales (OAIC) de la wilaya de Tébessa et la wilaya de Annaba.

L'élevage des insectes a été réalisé au laboratoire à une température de $30^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et une humidité de 50%. Les espèces adultes âgés de quelques jours ont été mis séparément dans des boîtes en plastique contenant une nouvelle farine désinfectée, recouverte d'un tulle maintenue par un élastique, et laissée pour accouplement. Après 2 jours, les œufs âgés de deux jours ont été récupérés et utilisés pour l'expérimentation.

Les charançons ont été élevés dans des grains d'orge sains et non traités et laissés pour accouplement pendant 15 jours. (Figure 19).



Figure 19. Elevage de *Tribolium confusum* (photo personnelle, 2023)

2.2.2. Extraction de l'huile essentielle (HE) par hydrodistillation (HD)

La plante d'*O. vulgare* a été achetée chez un herboriste ; elle est d'origine montagnaise de la wilaya de Médéa.

L'extraction de l'HE de la plante par HD a été réalisée à l'aide d'un appareil de type « Clevenger ». Cette technique consiste à introduire une masse de matière végétale 100g dans un ballon contenant une quantité d'eau distillée 1,5 L. Sous l'action de la chaleur, l'eau se transforme en vapeur et passe à travers la plante en entraînant les molécules aromatiques vers un système de refroidissement. La vapeur d'eau chargée ainsi d'essence retourne à l'état liquide par condensation. Le produit de la distillation se sépare donc en deux phases : l'huile et l'eau condensée que l'on appelle eau florale ou hydrolat (Belaiche, 1979). Après 3 heures de temps, l'huile essentielle (surnageant) d'*O. vulgare* est séparée de l'eau par décantation. La première phase aqueuse est libérée dans un bécher et l'huile essentielle est récupérée dans un flacon en verre opaque fermé hermétiquement pour éviter tout risque d'altération. L'HE est conservée à 4°C jusqu'à utilisation. (Figure 20).



Figure 20. Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger (photo personnelle, 2023

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire pédagogique «Biologie Animale », de la Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie -université Echahid Cheikh Larbi Tebessi –Tébessa. Il consiste à mettre en évidence le potentiel insecticide de l'huile essentielle d'*O. vulgare*. Dans cette étude, nous avons utilisé la méthode d'hydrodistillation pour l'extraction des huiles essentielles que nous avons testées par fumigation sur l'éclosion des œufs de *T. confusum*, *O. surinamensis*, *R. dominica* et *S. oryzae*.

2.2.3. Test de toxicité

Pour évaluer la toxicité ovicide par fumigation de l'huile essentielle extraite de la plante testée, dix œufs de chaque espèce ont été misent séparément dans des flacons en verre de 125ml de volume contenant 100g de farine pour une condition naturelle à leur développement. Différentes concentrations d'huile d' O. vulgare (4, 8, 16, et 32 µl/l air) ont été utilisées séparément par fumigation comme traitement ovicide. Chaque concentration d'huile essentielle à été appliquée sur papier filtre de 3cm x 3cm qui a été attaché sous le couvercle du flacon. Le flacon a été hermétiquement fermé (Figure 21). L'expérimentation a été conduite au laboratoire à une température de 27 ± 2 °C et une humidité 50%. Trois répétitions de chaque concentration ont été effectuées avec une série témoin. Le témoin ne recoit aucun traitement. Les œufs ont été exposés aux différentes concentrations d'huile pour une durée de 24h, 72h et 120h. Le taux de mortalité embryonnaire a y été déterminé après 13 jours. Les œufs non éclos sont considérés comme non viables.

$$R = Ph / Pp \times 100$$

Ph : poids de l'huile essentielle en g

Pp : poids de la plante en g

Les pourcentages de mortalité observée sont corrigés selon la formule d'Abbott (1925) qui permet d'éliminer la mortalité naturelle et de déterminer la toxicité réelle de l'huile essentielle :

- Mt: mortalité dans traitées
- Mc: mortalité dans control

Le traitement pour les charançons a été effectué sur des grains contenant des œufs et laisser pour évaluation après émergence d'adulte. Les résultats n'ont pas pu être démontrés dans ce travail.



Figure 21. Test de toxicité par fumigation (photo personnelle, 2023)

2.2.4. Analyses statistiques

Les données de nos résultats sont exprimées statistiquement par la moyenne plus ou moins l'écart-type ($m \pm SD$). Les moyennes des différentes séries sont comparées par l'analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA) avec un seuil de signification $P \leq 0,05$ et le test de Tukey pour le groupement des moyennes.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel GRAPH PAD PRISM 7



3. Résultats

3.1. Rendement en huile essentielle

L'hydrodistillation de la partie aérienne sèche de la plante *O. vulgare* a permis d'obtenir un rendement en huile essentielle de 2,10%. L'huile essentielle obtenue est de couleur jaune et d'une odeur aromatique agréable.

3.2. Détermination de la toxicité de l'huile essentielle

Le test de toxicité a permis de déterminer l'activité ovicide de l'huile essentielle de *O. vulgare* sur *T. confusum*, et *O. surinamensis* à partir de la mortalité des œufs enregistrée après 13 jours après avoir été sous traitement par fumigation pendant 24h, 72h et 120h. Différentes concentrations d'huile de *O. vulgare* ont été testées (4, 8, 16, 32 µl/l air).

3.2.1. Toxicité de l'huile essentielle de *O. vulgare* sur les œufs de *T. confusum* à différentes concentrations après 24h, 72h et 120h d'exposition

Les mortalités corrigées sont mentionnées dans le tableau 1. Les résultats montrent une augmentation du taux de mortalité corrigée avec l'augmentation de la concentration, relation dose-réponse. Des différences significatives 24h ($P=0,002$; $F=12,38$) 72h ($P=0,002$; $F=13,24$) et 120h ($P=0,000$; $F=21,64$) ont été enregistrées entre les concentrations.

Un taux de 30% a été enregistré à la concentration la plus faible 4µl/l air après 24h d'exposition au traitement. Il augmente à 50% ensuite à plus de 80% à la concentration de 16 et 32µl/l air respectivement. L'exposition prolongée des œufs à l'odeur d'huile essentielle a eu une incidence sur le taux d'éclosion. Le taux de mortalité a passé à 43, 60, 96 et 96,5% après 120h d'exposition (Figure 22).

Tableau 01. Pourcentage de mortalité corrigée des oeufs de *T. confusum* après 24h, 72h et 120h d'exposition à l'huile essentielle de *O. vulgare* ($m \pm SEM$, $n= 3$ répétitions comportant chacune 10 œufs)

| Concentrations (µl/l air) | Taux de mortalité corrigé (%) | | |
|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 24h | 72h | 120h |
| 4 | 30,0 ± 08,2 ^B | 36,7 ± 04,8 ^B | 43,3 ± 04,7 ^B |
| 8 | 43,5 ± 12,4 ^B | 50,0 ± 14,4 ^B | 60,0 ± 14,4 ^B |
| 16 | 50,0 ± 00,0 ^B | 56,5 ± 04,6 ^B | 96,0 ± 04,7 ^A |
| 32 | 80,5 ± 08,2 ^A | 90,0 ± 08,2 ^A | 96,5 ± 04,7 ^A |

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont sensiblement

3.2.2. Toxicité de l'huile essentielle d'*O. vulgare* sur les œufs d'*O. surinamensis* à différentes concentrations après 24h, 72h et 120h d'exposition

Les mortalités corrigées sont mentionnées dans le tableau 1. Les résultats montrent une augmentation du taux de mortalité corrigée avec l'augmentation de la concentration, relation dose-réponse. Des différences significatives 24h ($P=0,006$; $F=9,27$) 72h ($P=0,01$; $F=6,5$) et 120h ($P=0,01$; $F=7,53$) ont été enregistrées entre les concentrations.

L'exposition des œufs d' *O. surinamensis* à l'huile essentielle pendant 5 jours a provoqué une létalité de plus de 50% à la concentration la plus faible 4 μ l/l air. Le taux de mortalité est plus élevé avec l'augmentation des concentrations d'huile. Il dépasse les 60% à 16 μ l/l air et une létalité totale à la concentration 32 μ l/l air après 24h d'exposition par fumigation à l'huile d'origan. L'exposition prolongée à l'huile est plus efficace sur la viabilité des œufs (Figure 23).

Tableau 02. Pourcentage de mortalité corrigée des oeufs de *O. surinamensis* après 24h, 72h et 120h d'exposition à l'huile essentielle de *O. vulgare* ($m \pm SEM$, $n= 3$ répétitions comportant chacune 10 œufs)

| Concentrations (μ l/l air) | Taux de mortalité corrigé (%) | | |
|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | 24h | 72h | 120h |
| 4 | 46,6 \pm 12,5 ^B | 53,7 \pm 20,5 ^B | 53,7 \pm 04,1 ^B |
| 8 | 53,0 \pm 09,3 ^B | 60,0 \pm 14,3 ^B | 63,6 \pm 12,4 ^B |
| 16 | 66,6 \pm 04,7 ^{AB} | 83,3 \pm 17,0 ^{AB} | 83,3 \pm 12,4 ^{AB} |
| 32 | 90,0 \pm 00,0 ^A | 100 \pm 00,0 ^A | 100 \pm 00,0 ^A |

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont sensiblement différentes

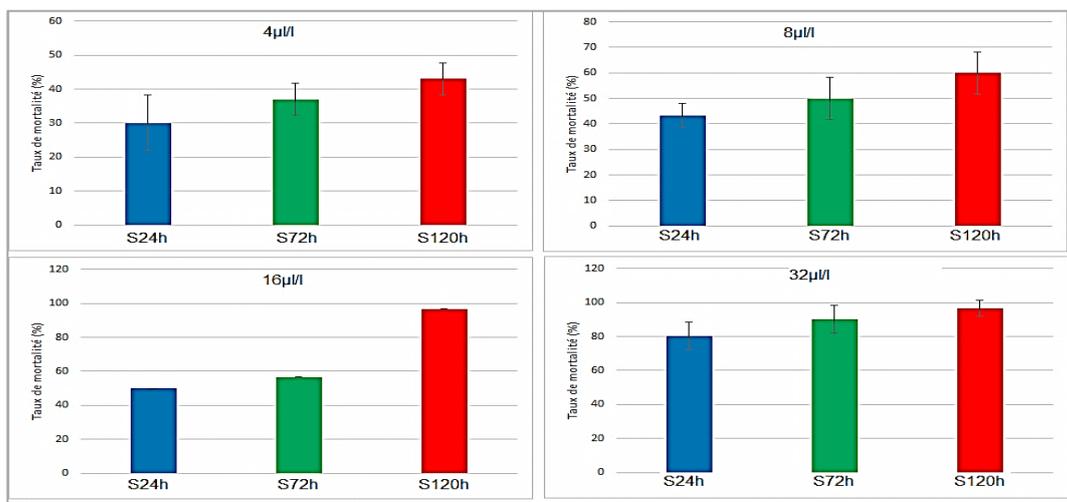


Figure 22. Incidence du temps d'exposition à l'huile d' *O. vulgare* sur le taux de mortalité corrigée des œufs de *T. confusum* ($m \pm SEM$, $n= 3$ répétitions comportant chacune 10 œufs) S24h :série 24h, S72h : série 72h, S120h : série 120h

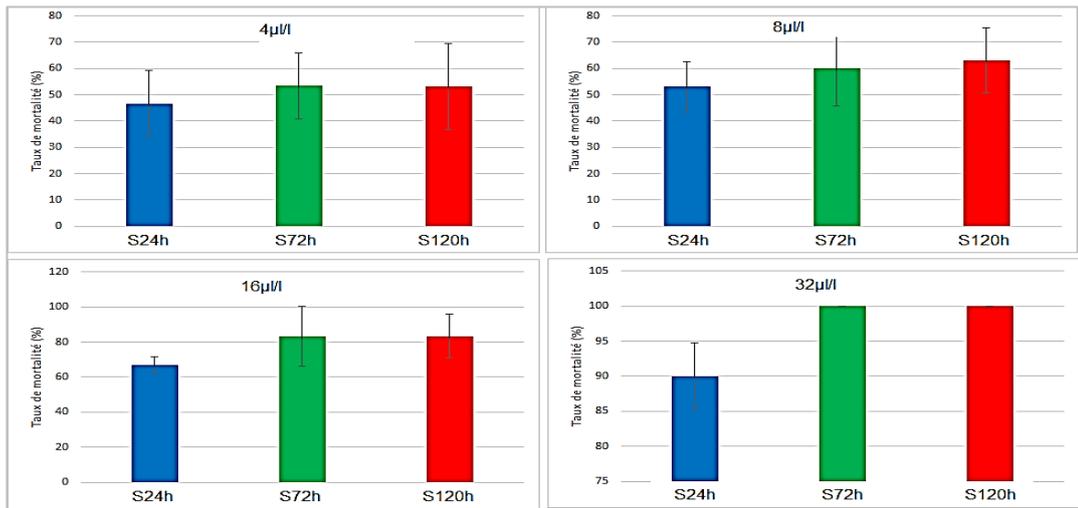


Figure 23. Incidence du temps d'exposition à l'huile d' *O. vulgare* sur le taux de mortalité corrigée des œufs de *O. surinamensis* ($m \pm \text{SEM}$, $n=3$ répétitions comportant chacune 10 œufs). S24h :série 24h, S72h : série 72h, S120h : série 120h

3.2.3. Toxicité de l'huile essentielle d'*O. vulgare* sur les œufs de *R. dominica* après 24h, 72h et 120h d'exposition

L'étude de l'évaluation de l'activité ovicide de l'huile de O. vulgare sur les œufs de R. dominica n'a pas été déterminée. Après accouplement, les œufs obtenus ont été soumis au traitement par fumigation avec une série témoin. Les résultats ont montré une absence totale d'éclosion des œufs chez les témoins probablement par manque de conditions favorables à l'incubation des œufs; ainsi, l'étude n'a pas été poursuivie.



Discussion

4. Discussion

La protection des denrées entreposées nécessite l'utilisation de différentes techniques, incluant à la fois des méthodes traditionnelles, méthodes physiques et/ou l'utilisation d'insecticides. Traditionnellement, les paysans avaient recours à l'ajout de produits locaux tels que des piments ou des feuilles de plantes répulsives aux insectes pour protéger leurs denrées stockées. Cependant, ces pratiques sont de moins en moins fréquentes, car elles sont progressivement remplacées par des méthodes chimiques.

L'huile essentielle (HE) est une fraction principalement volatile et odorante isolée par un processus physique à partir de la matière végétale. Elle est produite grâce aux plantes aromatiques. Ces plantes sont utilisées comme sources de produits chimiques aromatiques et aromatisants dans les industries alimentaires et pharmaceutiques (Jouault, 2012).

L'huile essentielle d'origan a longtemps été utilisée comme remède traditionnel pour traiter divers problèmes de santé tels que la coqueluche, la toux convulsive, les troubles digestifs et les problèmes menstruels. Les huiles essentielles et les extraits d'origan sont largement utilisés dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique, ainsi que comme arômes et conservateurs dans de nombreux produits alimentaires. De nombreuses études ont été menées sur les propriétés biologiques de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare*, démontrant ses propriétés antioxydantes, antibactériennes et antifongiques, ainsi que ses effets anti-inflammatoires, anticholinestérasiques et antimutagènes (Mahfouf, 2018).

Les pesticides végétaux qui ne sont pas distribués commercialement mais sont classés comme produits agricoles sont produits par les agriculteurs, selon des spécifications traditionnelles préservées et transmises de génération en génération (Grzy-wacz *et al.*, 2014; Sola *et al.*, 2014).

Dans notre travail, la plante endémique (originaire de Médea) *Origanum vulgare* a été évaluée sur l'activité ovicide de son HE sur *T. confusum*, *O. surinamensis*, *R. dominica*, les ravageurs des denrées stockées.

Son rendement en HE de la partie aérienne est de 2,10%. Un rendement inférieur par rapport à celui obtenu de la même espèce mais originaire de la wilaya de Sétif 3.84% (Zerrougui & Boukhatem, 2021) et la wilaya de Guelma (2, 52%) (Bouhadouda *et al.*, 2016) mais élevé par rapport à d'autres régions, la wilaya de Mostaganem (1, 66%) (Kherroub, 2018), la Tunisie (0, 1-0, 07%) (Mechergui *et al.*, 2010) et le Maroc (1, 15%) (Derwich *et al.*, 2010).

La différence de rendement de la même espèce de plante pourrait être due à plusieurs facteurs : la période de récolte, le séchage, le lieu de séchage, la contamination par des parasites, des virus et des mauvaises herbes, ainsi que le choix de la méthode d'extraction (Vekiari *et al.*, 2002 ; Karousou *et al.*, 2005 ; Kouamé, 2012 ; Baizid, 2016).

Les huiles essentielles ont montré une activité insecticide envers différents ordres d'insectes qui semble avoir une efficacité neurotoxique qui affecte les fonctions physiologiques et comportementales des insectes (Bouzeraa *et al.*, 2018, 2019).

Dans notre étude, l'huile utilisée par fumigation a montré une activité ovicide se traduisant par des œufs non viables ou qui n'arrivent pas à éclosion. Un taux de mortalité estimé entre 30% et 46% lorsque les œufs de *T. confusum* et de *O. surinamensis* ont été exposés à la concentration de 4µl/l air pendant 24h. L'huile a provoqué une létalité totale des œufs à la concentration de 32µl/l air. Le temps d'exposition des œufs aux différentes concentrations a une incidence sur le développement embryonnaire. L'exposition au traitement pendant 5 jours est plus efficace qu'une exposition qui dure 24h à 72h.

Des résultats similaires ont montré que l'huile essentielle d'origan a une activité ovicide contre les œufs des insectes nuisibles des produits stockés, tels que le *Tribolium confusum* et l'*Ephestia cautella* (Shaaya *et al.*, 1993). Lorsqu'ils ont été exposés aux vapeurs de l'huile essentielle d'origan, 77% et 89% des œufs du *Tribolium confusum* et de l'*Ephestia kuehniella* respectivement, ont été tués (Tunç, 2000).

L'analyse de la composition chimique de l'huile essentielle d'*O. vulgare* révèle la présence de composants connus pour leurs propriétés insecticides, tels que le thymol, le p-cymène, le γ -terpinène, l' α -pinène, le linalol et le carvacrol (Bouhaddouda *et al.*, 2016).

D'après des études antérieures, il a été démontré que le carvacrol, le 1,8-cinéole, le menthol, le γ -terpinène, le terpinen-4-ol et le thymol présentent une activité toxique par fumigation contre les œufs de *T. confusum* et d' *Ephestia kuehniella*. Ces composés ont entraîné des taux de mortalité supérieurs à 90% à des concentrations allant de 5,8 à 46,2 mg/l d'air (Erler, 2005).

Plusieurs études ont confirmé la toxicité du thymol, un composé phénolique, envers *Varroa* à toutes les étapes de son développement, y compris les œufs, les larves, les nymphes et les adultes (Daemon *et al.*, 2009).

Selon Aliane, (2020), les huiles ont des effets variables selon le stade du cycle reproductif de l'insecte (ovicide ou larvicide).

D'après les travaux de plusieurs auteurs qui ont montré l'effet de la fumigation des huiles essentielles sur les ravageurs des denrées stockées. Grâce à leur grande volatilité, les huiles essentielles et leurs constituants, principalement des monoterpènes, exercent des effets insecticides et réduisent ou perturbent la croissance des insectes à différents stades de leur développement (Weaver *et al.*, 1991 ; Konstatopoulou *et al.*, 1992 ; Regnault-Roger & El Hamraoui, 1994).

Koroghli (2018) a montré que les deux huiles essentielles de menthe poivrée (*Mentha piperita* L.) et de romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) présentent un effet toxique très hautement significatif sur les adultes de *R. dominica* au fur et à mesure que la dose et le temps d'exposition augmentent ; cet effet toxique est nettement plus important pour l'huile essentielle de la menthe pouliot que celui de l'huile essentielle de la sauge (Aliane, 2020).

La vapeur d'huile essentielle d'*O. vulgare* est toxique pour les nymphes et les adultes de *Tetranychus urticae* et les adultes de *Bemisia tabaci* (Calmasur *et al.*, 2006).

Des études antérieures ont montré que le taux de mortalité des adultes du puceron noir traités par fumigation augmente proportionnellement avec la dose de deux huiles essentielles : de l'origan commun *Origanum glandulosum* et de la lavande papillon *Lavandula stoechas*. Les DL50 calculées après 12H d'exposition pour l'origan et après 24H pour la lavande, montrent que l'huile essentielle d'origan est la plus toxique sur *Aphis pomi* avec une DL50 de 0.053 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ comparativement à l'huile essentielle de lavande dont la DL50 est de 0.105 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ (Aliane, 2020).

Tunç Berger et ses collaborateurs (1999) ont montré l'activité de fumigation des huiles essentielles extraites de l'anis (*Pimpinella anisum*), du cumin (*Cuminum cyminum*), de l'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*), de l'origan (*Origanum syriacum* et *O. dupium var. bevanii*) et du romarin (*Rosmarinus officinalis*) sur les œufs de *Tribolium confusum*.

Selon un ensemble de résultats obtenus par Kherroub (2018), un extrait aromatique d'*O. vulgare* appliqué sur des adultes d'*Aphis spiraecola*, dès le deuxième jour, la mortalité des pucerons verts des agrumes était très élevée, à une concentration de 80 %.



Conclusion
et
Perspectives

5. Conclusion et perspectives

Le stockage et les conservations adéquates des céréales sont essentiels pour les agriculteurs, notamment dans un environnement humide sujet au développement des insectes ravageurs agricoles. Les huiles essentielles sont largement étudiées comme bioinsecticides en raison de leur richesse en molécules bioactives. Elles sont célèbres pour leur activité insecticide significative. Cependant, la toxicité des huiles essentielles peut varier en fonction de la nature spécifique de l'huile essentielle, de sa concentration et de la durée du traitement.

L'huile essentielle extraite de la plante *Origanum vulgare* endémique à l'Algérie, utilisée dans notre travail, présente une activité ovicide par fumigation sur les œufs de *Tribolium confusum* et *Oryzaephilus surinamensis*. Elle peut perturber le développement embryonnaire ou inhiber l'éclosion des œufs à des concentrations allant de 4 à 32 μ l/l d'air ainsi qu'une incidence sur le taux d'éclosion lors d'une exposition prolongée des œufs à l'odeur de cette huile essentielle.

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'utilisation des plantes aromatiques comme bioinsecticides pour la lutte contre les insectes ravageurs agricoles.

Ceci ouvre de larges perspectives dans le domaine des connaissances de base d'une part et dans le domaine des applications d'autre part de cette huile essentielle. Des travaux sont prévus pour évaluer l'activité insecticide de cette huile sur l'oviposition, sa répercussion sur le développement embryonnaire et larvaire et la survie de ces insectes ravageurs des céréales, d'évaluer les composants majeurs de l'huile essentielle qui pourrait être plus efficace en synergie avec d'autres huiles essentielles.

En dernier lieu, nous suggérons des essais pilotes dans les entrepôts de stockage afin de mieux évaluer l'efficacité de ce traitement in situ.



6. Résumé

Afin de rationaliser l'usage des plantes aromatiques pour les appliquer comme bio-insecticides alternatifs aux insecticides de synthèse à risque écotoxicologique, nous nous sommes intéressées dans le présent travail à l'évaluation de l'effet ovicide de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare*, sur les œufs des ravageurs des céréales stockées *Sitophilus oryzae*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium confusum* et *Rhyzopertha dominica*. Les œufs ont été exposés par fumigation à l'huile essentielle à différentes concentrations (4, 8, 16 et 32 µl/l air) sur différentes durées 24, 72 et 120 heures. Les résultats ont été validés après treize jours et après une série de répétitions. L'huile essentielle d' *O. vulgare* a un effet ovicide efficace à la concentration la plus faible (4µl/l air). Un taux d'œuf non éclos de 30% chez *T. confusum* et de 46% chez *O. surinamensis* a été enregistré à la première exposition (24h). Plus de 80% de mortalité embryonnaire a été notée à partir de la concentration de 16µl/l d'air lorsque la durée du traitement a été prolongée. cet effet est attribué aux composants chimiques de l'huile essentielle qui possèdent une activité toxique sur la croissance et le développement embryonnaire des œufs de *T. confusum* et *O. surinamensis*.

Mots clés : Ravageurs primaires, Ravageurs secondaires, *Tribolium confusum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *Origanum vulgare*, toxicité.

Abstract

In order to rationalize the use of aromatic plants as alternative bio-insecticides to synthetic insecticides with ecotoxicological risks, we focused on evaluating the ovicidal effect of the essential oil of *Origanum vulgare* on the eggs of stored grain pests *Sitophilus oryzae*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium confusum*, and *Rhyzopertha dominica*. The eggs were exposed to the essential oil through fumigation at different concentrations (4, 8, 16, and 32 $\mu\text{l/l}$ air) for different durations of 24, 72, and 120 hours. The results were validated after thirteen days and through a series of repetitions. The essential oil of *O. vulgare* showed an effective ovicidal effect at the lowest concentration (4 $\mu\text{l/l}$ air). A non-hatching egg rate of 30% for *T. confusum* and 46% for *O. surinamensis* was observed after the initial exposure (24 hours). Over 80% embryonic mortality was noted starting from the concentration of 16 $\mu\text{l/l}$ air when the treatment duration was extended. This effect is attributed to the chemical components of the essential oil, which possess toxic activity on the growth and embryonic development of *T. confusum* and *O. surinamensis* eggs.

Key words: Primary pests, Secondary pests, *Tribolium confusum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *Origanum vulgare*, toxicity.

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير الزيت العطري للزعتر (*Origanum vulgare*) على بيوض الآفات الحشرية للحبوب المخزنة والتي تشمل السوسة الأرزبية (*ory zae Sitophilus*) والسوسة السورينامية (*Oryzaephilus surinamensis*) والخنفساء المشوشة (*confusum Tribolium*) والريزوبرثا الدومينيكا (*Rhyzopertha dominica*)، بهدف استخدامه كمبيد حشري حيوي بديل للمبيدات الحشرية التي تشكل خطراً على البيئة. تم تعريض بيوض هذه الآفات للزيت العطري بتركيزات مختلفة (4، 8، 16 و 32 ميكرو لتر/لتر من الهواء) لفترات زمنية مختلفة (24، 72 و 120 ساعة) باستخدام تقنية التبخير. تم التحقق من النتائج بعد ثلاثة عشر يوماً ومن خلال سلسلة من التكرارات. أظهر الزيت العطري للزعتر (*O. vulgare*) فعالية قاتلة للبيوض بأقل تركيز (4 ميكرو لتر/لتر من الهواء). تم تسجيل معدل بيوض غير مفقودة بلغ 30% لدى الخنفساء المشوشة و46% لدى السوسة السورينامية بعد التعرض الأول (24 ساعة). لاحظت معدلات وفيات الأجنة تزيد عن 80% بدءاً من تركيز 16 ميكرو لتر/لتر من الهواء عند زيادة مدة المعالجة. يُرجع هذا التأثير إلى المكونات الكيميائية للزيت العطري التي تمتلك نشاطاً ساماً على نمو وتطور الأجنة لبيوض الخنفساء المشوشة والسوسة السورينامية.

لكلمات المفتاحية: الآفات الأساسية، الآفات الثانوية، *Tribolium confusum*، *Oryzaephilus surinamensis*، *Rhyzopertha dominica*، *Sitophilus oryzae*، *Origanum vulgare*، السمية.



Références
Bibliographiques

7. Référence bibliographiques

-A-

Adel, B. Bioactivité de deux extraits de plantes spontanées sur un ravageur de denrées stockées.

Ajaykumar K.M., Thirumalaraju G.T .and Anjali A.S. (2018). Seasonal Variations in the Biologie of Lesser Grain Borer *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) on Stored Maize under Laboratory Conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(1): 516-522.

Albouy V. & Richard D. (2017). Coléoptères d'Europe. Delachaux & Niestlé

Aliane, S. (2020). Activité insecticide de l'huile essentielle de bigaradier (*Citrus aurantium* L.) à l'égard du petit capucin des grains de blé *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrychidae) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri)

Amrani, T. (2018). Etude de l'effet bio-insecticide de l'huile essentielle de Clous de Girofle (*Eugenia aromatica*) vis-à-vis d'un ravageur des denrées stockées (coléoptère; ténébrionidé) *Tribolium confusum* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

Arrab, R. (2016). Effet insecticide des plantes *Melia azedarach*. I et *Peganum harmala* L. sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castanum* herbst (Coleoptera, Tenebrionidae). Magister, unv. Farhat Abbas Sétif.

AIDANI, H. (2015). Effet des attaques de Capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*) sur les céréales stockées. «Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif Cas de blé dur dans la région de Tlemcen» (Doctoral dissertation).

Amaral, K.D.; Martínez, L.C.; Lima, M.A.P.; Serrão, J.E.; (2018). Della Lucia, T.M.C. Azadirachtin impairs egg production in *Atta sexdens* leaf-cutting ant queens. *Environ.*

Antioxidant, antibacterial, and cytotoxic activities of the ethanolic *Origanum vulgare* extract and its major constituents. *Oxidative medicine and cellular longevity* pp. 1-8.

-B-

Benlameur Z., 2016 . Les ravageurs des denrées stockées et leur impact sur la santé humaine, Thèse de doctorat, Ecole nationale supérieure agronomique, Alger, 132p.

Badi Selma-Cheikh Imen, O. L. (2019). Evaluation de l'activité antibactérienne d'extraits d'*Origanum vulgare*.

Belaiche P., 1979. Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome 1 : l'aromatogramme. Ed. Maloine, Paris.

BENLAMEUR, Z. (2016). Les ravageurs des denrées stockées et leur impact sur la santé humaine (Doctoral dissertation, ENSA).

Bennett, 2003; Baldwin & Tfasulo, 2017; Kheloul et al.,2020 Bennett J. M. & Bennett M.J., 2003. Developing intercultural sensitivity. Landis, D.,Bennett, J., Bennett, M. (red.): Handbook of Intercultural Training, pp : 147-165

Brügger, B.P.; Plata-Rueda, A.; Wilcken, C.F.; de Souza, L.S.A.; Serrão, J.E.; Carvalho, A.G.; Zanuncio, J.C.; Martínez, L.C. Exposure to lemongrass essential oil and its components causes behavior and respiratory disturbs in *Anticarsia gemmatalis*. *Int. J. Pest Manag.* 2021, 1–11.

Bouzeraa, H., Bessila-Bouzeraa, M., Labed, N., Sedira, F., & Ramdani, L. (2018). Evaluation of the insecticidal activity of *Artemisia herba alba* essential oil against *Plodia interpunctella* and *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(5), 145-150.

Bouzeraa, H., Bessila-Bouzeraa, M., & Labed, N. (2019.). Repellent and fumigant toxic potential of three essential oils against *Ephestia Kuehniella*. *Biosystems Diversity*, 27 (4), 349-353

-C-

Calmasur, O., I. Aslan, and F. Sahin. 2006. Insecticidal and acaricidal effect of three Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Industrial Crops and Products* 23:140-146.

Caillaud m'a. (2013). étude de l'espèce *Origanum vulgare* L ,thèse doctorant. Université Nantes. Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and piperitone on *Callosobruchus maculatus* development. *Fitotherapie*. Vol.77: PP 506-510.

Camara, A. (2009). Lutte contre *Sitophilus oryzae* L.(Coleoptera: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales (Doctoral dissertation, Université du Québec à Montréal).

Chauvin A, 2019.« Les petites bêtes de nos maisons » UNIVERSITÉ DE NANTES

Carlos Jsp. 2006. «Exposition humaine aux pesticides: un facteur de risque pour le suicide au Brésil». *Vertigo-La revue en Science de l'Environnement*, 7: 18.

Cossolin, J.F.S.; Pereira, M.J.; Martínez, L.C.; Turchen, L.M.; Fiaz, M.; Bozdogan, H.; Serrão, J.E.Cytotoxicity of *Piper aduncum* (Piperaceae) essential oil in brown stink bug *Euchistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae). *Ecotoxicology* 2019, 28, 63–770.

Coccimiglio J, Alipour M, Jiang Z H, Gottardo C & Suntres Z (2016).

-D-

Delobel, A., Tran, M. (1993). Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Paris : ORSTOM, 32, 425 p. (Faune Tropicale). ISBN 2 7099 1130 2. ISSN 0152 674 X.

DE ALGERIE ECO, Rédaction AE, 24 septembre 2022 <https://www.algerie-eco.com/>.

Doumma, A. (2012). Influence de deux alternatives de lutte sur les capacités reproductrices de *Callosobruchus maculatus* Fab.(Coleoptera-Bruchidae), ravageur du niébé (*Vigna unguiculata* Walp.) (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat D'Etat, L'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niamey).

Delvare, G., & Aberlenc, H. P. (1989). Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale: clés pour la reconnaissance des familles. Editions Quae.

Djarallah, M., & Bensaci, M. Utilisation des huiles essentielles dans la lutte biologique (Doctoral dissertation, Université Kasdi Merbah-Ouargla) 2020.

Dabignand & Chatelain 2010, 2013).

-E-

Edde, P.A., 2012. A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.). Journal of stored products research 48, 1-18.

-G-

García-Barros Enrique: Egg size in butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea): a summary of data. J Res Lepid 2000, 35:90-136.

Gautam SG, Opit GP, Margosan D, Hoffmann D, Tebbets JS, Walse S: Comparative egg morphology and chorionic ultrastructure of key stored-product insect pests. Ann Entomol Soc Am 2015, 108:43-56 .

-H-

Hamidouche, S. (2021). Activité de deux huiles essentielles sur un insecte ravageur des denrées stockées: *Tribolium confusum* (Coleoptera; Tenebrionidae) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

Hernandez Ochoa, Leon Raul. Substitution De Solvants Et Matières Actives De Synthèse Par Un Combiné «Solvant/Actif» D'origine Végétale. 2005. Thèse De Doctorat.

Howe R. W., 1956. The biology of the two common storage species of *Oryzaephilus* (Coleoptera: Cucujidae). Ann. Appl. Biol., 44(2): 341-355.

-J-

Jerraya A., 2003. Principaux nuisibles des plantes cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord. Leur biologie, leurs ennemis naturels, leurs dégâts, leur contrôle. Ed., Climat Publications, Tunis, 415p.

-K-

Kherroub. N.2018, Le pouvoir insecticide de l'extrait et huile essentielle d'Origanum vulgare vis à vis de pucerons d'agrumes, mémoire de master ,Universite Abdelhamid ibn Badis Mostaganem.

Kousar, T., H.A., Zaib un Nisa Memon, W.M.M., Sahito, F.A., Jatoi, Z.H., Shah, 2021. 1. Biology, morphology, and varietal distribution of Saw toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (L) on date palm dry and semi dry dates at district: Khairpur, Sindh Pakistan. Pure and Applied Biology 10 (3), 539 548.

Khellaf A et Kermiche A (2020). Les insectes ravageurs des denrées stockées. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master. unv des Frères Mentouri Constantine.

-L-

Linnaeus C., 1758. Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordinus, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I. Ed., Decima, Reformata., Impensis Direct, Laurentii Salvii, Holmiae, 824p.
(Lamy, 2000).

-M-

Mahfouf, N. (2018). Étude de l'espèce *Origanum vulgare* L (Doctoral dissertation, Université Chadli Benjedid-El Tarf (Algérie)).

Maisons, (2016). Le Directeur général AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à une demande d'autorisation d'introduction dans l'environnement du macro-organisme non indigène *Cephalonomia tarsalis* dans le cadre de la lutte biologique.

Meijer. B., Aissat, A., & Benchaalal, K. (2019). Potato storage and processing in Algeria; Study on potato processing and post-harvest chain in Algeria. Meijer Project Consultancy.

Markow TA, Beall S, Matzkin LM: Egg size, embryonic development time and ovoviviparity in *Drosophila* species. J Evol Biol 2009, 22:430-434 .

Martínez, L.C.; Plata-Rueda, A.; Colares, H.C.; Campos, J.M.; Dos Santos, M.H.; Fernandes, F.L.; Serrão, J.E.; Zanuncio, J.C. Toxic effects of two essential oils and their

constituents on the mealworm beetle, *Tenebrio molitor*. Bull. Entomol. Res. 2018, 108, 716–725.

-N-

Negrisoli, C. R. D. C. B., Júnior, A. S. N., Bernardi, D., & Garcia, M. S. (2013). Activity of eight strains of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) against five stored product pests. *Experimental parasitology*, 134(3), 384–388.

-P-

POTTER C. (1935).The biology and distribution of *Rhyzopertha dominica* (Fab.).Transactions and proceedings of the society, 83: 449 482.

Plata-Rueda,A.;Rolim,G.D.S.; Wilcken,C.F; Zanuncio, J.C.; Serrão, J.E.; Martínez, L.C. Acute toxicity and sublethal effects of lemongrass essential oil and their components against the granary weevil, *Sitophilus granarius*. *Insects* 2020 Pentatomidae). *Sci. Rep.* 2016 .

Pollut. 2018, 24, 809–814.

Plata-Rueda, A.; Martínez, L.C.; Rolim, G.D.S.; Coelho, R.P.; Santos, M.H.; Tavares, W.de.S.; Zanuncio, J.C.; Serrão, J.E. Insecticidal and repellent activities of *Cymbopogon citratus* (Poaceae) essential oil and its terpenoids (citral and geranyl acetate) against *Ulomoides dermestoides*. *Crop Prot.* 2020, 137, 105299.

-R-

Rees D., 2004- *Insect of Stored Products*, CSIRO Publishing, Canberra, Australia.

Rabhi, K. (2015). Effet de faibles doses d'un insecticide néonicotinoïde sur le système olfactif d'un lépidoptère de ravageur des cultures, *Agrotis ipsilon* (Doctoral dissertation, Université d'Angers) .

-S-

Seck, D., 1989, Importance et développement d'une approche de lutte intégrée contre les insectes ravageurs des stocks de maïs, de mil et de niébé en zone sahélienne, *Revue Sénégalaise des Recherches Agricoles et Halieutiques*, 2,34

Sinha R. N., et Watters F. L., 1985. Insectes nuisibles des minoteries, des silosélévateurs, des usines à provendes et méthodes de désinfection. Ed., Agriculture, Canada, 311p.

Steffan j.r., 1978. Description et biologie des insectes .Les insectes et les acariens des céréales stockées .Coed . A. F. N .O R.-I .T. G. C. F, Paris.237 p.

cheff, D, S, Arthur, F, H, 2017. Fecondity of *Trinolium castaneum* and *tribolium confusum* adults after exposure to deltamethine packaging .

Sahi, L. (2016).La dynamique des plantes aromatiques et médicinales en Algérie.101140p .

-T-

Tunc I, Berger BM, Erler F, Dagli F.2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-products insects. *Journal of Stored Products Research.* 1999/;36:161–168.

-V-

Vilardebo, Anselme. Etude préliminaire des parasites des bananes séchées en provenance de la Côte d'Afrique. 1946.

-Z-

Zohry, N. M. (2017). Scanning electron morphological studies of *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleopteran: Tenebrionidae). *The Journal of Basic and Applied Zoolog.* 78(1): 1 8.

Zanuncio, J.C.; Mourão, S.A.; Martínez, L.C.; Wilcken, C.F.; Ramalho, F.S.; Plata-Rueda, A.; Soares, M.A.; Serrão, J.E. Toxic effects of the neem oil (*Azadirachta indica*) formulation on the stink bug predator, *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: