



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 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 répulsif et toxique de l'origan sur
des insectes ravageurs des céréales stockées

Présenté Par :

Amara Douaa

Zediri Imen

Devant le jury :

Dr. Geudri Kamilia	MCA	Université Echahid Chikh Larbi Tébessi	Président
Dr. Bouzeraa Hayette	MCA	Université Echahid Chikh Larbi Tébessi	Rapporteur
Dr Djellab Sihem	MCA	Université Echahid Chikh Larbi Tébessi	Examineur

Date de soutenance : 04/06/2023

Note : /20

2022/2023

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicace 1

Dédicace 2

Listes des figures

Listes des tableaux

1. Introduction	01
2. Matériels et méthodes	05
2.1. Matériels biologiques	05
2.1.1. Présentation des insectes	05
2.1.2. Présentation de la plante organum vulgare	16
2.2. Méthodes d'étude	17
2.2.1. Technique d'élevage	17
2.2.2. Extraction de huile essentielle de O.vulgare	17
2.2.3. Calcul du rendement	18
2.2.4. Teste de toxicité	19
2.2.5. Teste de répulsion	19
2.2.6. Analyses statistiques	20
3. Résultats	22
3.1. Rendement en huile essentielle	22
3.2. Détermination de l'activité répulsive de l'huile essentielle	22
3.3. Détermination de la toxicité de l'huile essentielle	24
3.3.1. Toxicité de l'huile essentielle de O.vulgare sur T.confusum après 24h ,72h ,120h d'exposition	24
3.3.2. Toxicité de l'huile essentielle de O.vulgare sur R.dominica après 24h ,72h ,120h d'exposition	25
3.3.3. Toxicité de l'huile essentielle de O.vulgare sur S.oryzae après 24h ,72h ,120h d'exposition	25

3.3.4. Toxicité de l'huile essentielle de <i>O.vulgare</i> sur les adultes de <i>O.surinamensis</i> après 24h, 72h, 120h d'exposition	26
4. Discussion	30
5. Conclusion et perspectives	36
6. Résumé	38
7. Références bibliographiques	42



REMERCIEMENTS

Avant tout, nous rendons grâce à Dieu pour le souffle de vie qu'Il nous a donné, car Il nous a donné la force d'écrire et de penser, le courage et la force d'y croire, et la patience d'arriver au bout d'un rêve et du bonheur, afin que nous levions nos mains vers le ciel et le remercions.

Ce travail n'aurait pas été riche et n'aurait pas été possible sans l'aide de notre encadrante, Mme Bouzeraa Hayette. Nous la remercions vivement pour sa grande aide, ses précieux conseils, sa présence, son encadrement et sa disponibilité lors de notre préparation.

Un grand merci à Guedri.K pour avoir accepté la présidence de ce comité d'arbitrage, dont vous trouvez ici des expressions respectueuses. Je remercie également Mme Jallab.S d'avoir accepté l'étude de ce travail et de l'avoir honoré de sa présence en formant le jury.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont encouragés dans ce travail et soutenus lors de la réalisation de cette thèse.



Dédicace



*Je dédie ce travail à la source de tendresse, à la source de force et de
sécurité, et à la lumière de mon chemin, ma mère, et à mon père qui
grâce à son travail acharné a atteint ce stade et à ma sœur Fatma,
qui m'a encouragée et soutenue tout au long de mon parcours
académique, et qui a été la deuxième mère, ami et compagnon, et à toutes.
mes sœurs, frères, et à tous ceux qui me sont chers, et à tous ceux qui
m'ont soutenu Et il était avec moi dans ce voyage
enfin à cher cœur Soufiane que Dieu te garde ma joie et mon soutien .*

Zediri Imen

Dédicace



*Je dédie cet humble travail et mes remerciements et ma gratitude
à l'âme de mon père, que Dieu ait pitié de lui, qui a été la source
de ma force et de mon courage tout au long de ma vie.
Qui souhaitait me voir en ce lieu, mais le jugement de Dieu est de nous
quitter et de ne pas être à mes côtés aujourd'hui, mais
il est toujours présent dans mon cœur.
Et à la lumière de mes jours et à la flamme de mon cœur,
ma mère, mon éternel exemple de patience et source de joie et de
bonheur, et à ma chère sœur Linda, qui a été ma deuxième mère
et m'encourageante à la fois.
À Nadjib, qui m'a toujours encouragé à essayer de ne pas
désespérer et qui m'a accompagné en toutes circonstances,
que Dieu vous protège.*

Amara Douaa

Liste des Figures

Figure N°	Titre	Page
Figure 01	<i>Tribolium confusum</i>	05
Figure 02	Oeuf de <i>Tribolium confusum</i>	06
Figure 03	Larve de <i>Tribolium confusum</i>	06
Figure 04	Nymphe de <i>Tribolium confusum</i>	07
Figure 05	Imago de <i>Tribolium confusum</i>	07
Figure 06	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	08
Figure 07	Oeuf de <i>Oryzaephilus surinamensis</i>	09
Figure 08	Larve de <i>Oryzaephilus surinamensis</i>	09
Figure 09	Nymphe de <i>Oryzaephilus surinamensis</i>	10
Figure 10	Adulte de <i>Oryzaephilus surinamensis</i>	10
Figure 11	<i>Rhyzopertha dominica</i>	11
Figure 12	Oeuf de <i>Rhyzopertha dominica</i>	12
Figure 13	Larve de <i>Rhyzopertha dominica</i>	12
Figure 14	Nymphe de <i>Rhyzopertha dominica</i>	13
Figure 15	<i>Sitophilus oryzae</i>	14
Figure 16	Larve de <i>Sitophilus oryzae</i>	15
Figure 17	Cycle biologique de <i>Sitophilus oryzae</i>	15
Figure 18	Plante de <i>Origanum vulgare</i>	16
Figure 19	Hydrodistillateur de type clevenger	18
Figure 20	Teste de toxicité	19
Figure 21	Teste de répulsion	20
Figure 22	Activité répulsive de l'huile essentielle de <i>O. vulgare</i> sur <i>T. confusum</i> , <i>R. dominica</i> et <i>S. oryzae</i> à différentes concentrations (n=3 répétitions comportant chacune 10 larves et adultes)	24
Figure 23	Pourcentage de mortalité corrigée des insectes de <i>T. confusum</i> , <i>R. dominica</i> , <i>S. oryzae</i> et <i>O. surinamensis</i> après 24h, 72h et 120h d'exposition à l'huile essentielle d' <i>O. vulgare</i> . (m±SEM, n=3 répétitions comportant chacune 10 larves et adultes)	28

Liste des Tableaux

Tableaux N°	Titre	Page
Tableaux 01	Activité répulsive de huile essentielle de <i>Origanum vulgare</i> sur <i>T. confusum</i> , <i>R. dominica</i> et <i>S. oryzae</i> à différentes concentrations (n=3 répétitions comportant chacune 10 larves et adultes)	23
Tableaux 02	Pourcentage de mortalité corrigée des insectes de <i>T. confusum</i> , <i>R. dominica</i> , <i>S. oryzae</i> et <i>O. surinamensis</i> après 24h, 72h et 120h d'exposition à l'huile essentielle d' <i>O. vulgare</i> . (m±SEM, n=3 répétitions comportant chacune 10 larves et adultes)	27

INTRODUCTION

Introduction

L'agriculture est devenue un secteur important pour l'économie algérienne. Les céréales sont les principales productions agricoles qui constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'Homme et des animaux domestiques.

En Algérie, la valeur de la production céréalière nationale en 2022 a enregistré une augmentation de 48%, avec une valeur de 4 500 milliards de dinars et 41 millions de quintaux (environ 32 milliards de dollars). Contre 3 500 milliards de dinars, pour une valeur de 27,6 millions de quintaux (environ 24 milliards de dollars) en 2021 (**News algérie web**).

Néanmoins, cette valeur de production peut être réduite à cause des pertes agricoles et post- agricoles liées à plusieurs facteurs responsables. Les pertes post-récoltes désignent les pertes alimentaires qui sont enregistrées entre la récolte et la consommation c'est-à-dire avant que le produit arrive aux consommateurs.

Elles peuvent survenir durant les opérations de récolte en raison de l'emploi d'une mauvaise technique qui endommage le produit ou lors du stockage, du fait des conditions inappropriées d'entreposage, du niveau élevé d'humidité, de l'exposition à une température excessive et à une mauvaise ventilation des entrepôts qui conduisent aux Infestations par des parasites et/ou à des ravageurs.

Durant l'année 2019-2020, 37% de la production agricole africaine sont des pertes post récoltes (**Zoomagro web**).

Les insectes sont les principaux ravageurs qui causent des dégâts considérables au niveau du stocks. Certains insectes preferent certaines sortes de céréales à d'autres, et tous ne mangent pas la même partie de la graine. La sorte de céréale préférée et la partie de la graine mangée dépend de l'espèce d'insectes.

Les insectes nuisibles du stockage se classent en deux groupes (**Degroot, 2004**):

Ravageurs primaires: ces insectes sont capables de casser l'enveloppe dure des graines saines. Certaines espèces pondent leurs œufs à l'intérieur de la graine et les larves mangent la graine. D'autres pondent leurs œufs à la surface de la graine et les larves pénètrent l'enveloppe dure de la graine et se nourrissent.

Ravageurs secondaires: ils sont incapables de percer l'enveloppe dure des semences saines. Ils attaquent uniquement les grains endommagés et se nourrissent de grains cassés et de leurs enveloppes, de poussières de graines et de la poudre laissée par les groupes précédents.

La régulation de la reproduction et le développement des insectes implique de nombreux facteurs tels que les récepteurs sensoriels, la transmission et l'intégration neuronale dans le cerveau. Ces séquences sont étroitement liées aux conditions du milieu, ainsi qu'aux facteurs nutritionnels. Chez les insectes, l'odorat permet la reconnaissance et la discrimination d'une large gamme de produits chimiques volatils dans leur environnement provenant de plantes hôtes et conspécifiques. Ces signaux olfactifs sont reçus par les neurones sensoriels olfactifs (OSN) qui relaient des informations sur les sources de nourriture au cerveau et provoquent ainsi des comportements évocateurs d'odeurs distincts (**Fleischer *et al.*, 2018**).

Les céréales stockées sont considérées comme l'une des sources de nourriture les plus importantes pour les insectes, car ces derniers sont attirés par l'odeur des différentes céréales.

En Algérie, la lutte contre ces ravageurs est essentiellement chimique. Les progrès de cette méthode, lorsqu'elle est bien menée, permettent de limiter les dégâts. En revanche, l'emploi intensif des insecticides synthétiques a provoqué une contamination de la chaîne alimentaire, une éradication des espèces non ciblées et l'apparition d'insectes nuisibles résistants (**Abdelli, 2017**).

Les plantes produisent des métabolites primaires tels que le saccharose souvent détecté par les neurones des récepteurs gustatifs antennaires et stimulent ainsi l'alimentation de différentes espèces d'insectes (**Chapman, 2003; Osier & Lindroth, 2006; Jørgensen *et al.*, 2007; Alabi *et al.*, 2014**) et les métabolites secondaires, dits spécialisés, ont un rôle dans la défense de la plante et dans la réduction des performances des insectes herbivores à travers divers modes d'action (**Mithöfer & Boland, 2012; Agrawal & Weber, 2015**).

Les extraits de plantes contiennent de nombreux composés chimiques actifs qui sont très efficaces pour la défense des plantes contre de nombreux insectes nuisibles. (**Maqsood Ahmed *et al.*, 2020**)

Par leur volatilité et leur petite taille, beaucoup de composants des huiles essentielles interagissent avec les récepteurs d'odeurs des insectes, déclenchant des comportements variés : répulsion et/ou attraction (**Bouzeraa *et al.*, 2019**), des effets toxiques (**Bouzeraa *et al.*, 2018**) et des activités antiappétantes affectant ainsi la croissance, la mue, la fécondité et le

développement de différents espèces d'insecte des denrées stockées (**Iteipmai, 2013; Tirakmet, 2015; Habib et al., 2022**).

L'acétylcholine (Ach) est le principal neurotransmetteur du système nerveux central des insectes. L'acétylcholine est responsable de la régulation de nombreuses fonctions cellulaires telles que l'expression des gènes, la reproduction et la différenciation....(**Grünwald & Siefert, 2019**)

Le système cholinergique est une cible courante pour les insecticides es en se liant aux récepteurs de l'acétylcholine (récepteurs cholinergiques). Ce dernier se propage dans le cerveau de l'insecte et les récepteurs s'étendent dans la plupart des neurones du cerveau.

Le système cholinergique est responsable de l'odorat et de la formation de la mémoire pour la cellule. (**Grünwald & Siefert, 2019**)

L'Algérie compte actuellement 3000 variétés de plantes aromatiques et médicinales, dont 600 seulement sont utilisées(**Annasaronline web**). Leurs utilisations sont beaucoup plus pharmaceutique et cosmétique que phytopharmaceutique.

Une meilleure connaissance des vertus de ces plantes nous permet une exploitation optimale et raisonnée de nos ressources biologiques dans le but d'impulser un développement local en insecticides naturels pouvant améliorer la production et la diversité agricole ainsi l'économie algérienne.

Ces dernières années, de nombreux travaux ont été menés en Algérie pour proposer des méthodes alternatives efficaces et respectueuse de l'environnement telles que l'utilisation des bio insecticides à base d'huiles essentielle (**Bouzeraa et al., 2018, 2019; Sassoui, 2020; Aouadi et al., 2020, Momen, 2022**).

Dans notre travail, nous évaluant l'effet répulsif et toxique d'une plante indigène *Origanum vulgare* sur des ravageurs communs des céréales stockées en Algérie, *Tribolium confusum* (tribolion), *Sitophilus oryzae* (charançon du riz), *Rhizopertha dominica* (capucin des grains) et *Oryzaephilus surinamensis* (cucujide dentelé).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

2. Matériels et méthodes

2.1. Matériel biologique

2.1.1. Présentation des insectes

2.1.1.1. *Tribolium confusum*

T. confusum est un coléoptère un peu plat, de forme ovale, de couleur brun rougeâtre, d'une longueur de corps de 4,0 à 4,5 mm et d'une largeur de 1,0 à 1,2 mm, il fait partie de la famille des Tenebrionidae. Appelé le *Tribolium* brun de la farine ou confused flour beetle, est probablement originaire d'Afrique mais a acquis une répartition cosmopolite, avec une préférence pour les climats tempérés à chauds, il est très abondant dans les régions tropicales. Il existe là où les céréales stockées existent sous forme de graines ou de farines. Cet insecte a un régime très polyphages. C'est un ravageur secondaire, Il attaque les grains endommagés ou brisés. On le trouve dans la farine, la poussière et les impuretés. Ce coléoptère cause des dégâts en s'alimentant mais probablement davantage en contaminant les grains, par les cadavres d'insectes, les mues et pelotes fécales, ainsi que des liquides (quinones), et en donnant une mauvaise odeur aux denrées infestées. Cela peut entraîner une mauvaise acceptation des aliments par le bétail et le rejet par les acheteurs de grains. Souvent, l'infestation par les *Tribolium* favorise le développement de moisissures qui contribuent à réduire considérablement la qualité et la valeur du grain. Les larves peuvent consommer les oeufs, les nymphes et les adultes immatures, les adultes peuvent cannibaliser tous les stades sauf les adultes (Anonyme, 2001).

Position systématique

Règne : Animale

Embranchement: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordre: Coleoptera

S/Ordre: Polyphaga

Famille:Tenebrionidae

Genre: Tribolium

Espèce: Tribolium confusum (J.duvali, 1868)



Figure 1. *Tribolium confusum*

Nom français: Tribolium brun de la farine

Nom anglais : Confused Flour Beetle

المتشابهة الطحين خنفساء : Nom en arabe

Cycle biologique

Le cycle de vie de *Tribolium confusum* est d'une durée de 7 à 10 semaines environ, mais dans des conditions favorables, le processus peut être plus rapide. Il préfère des températures de 30° pour se développer et se reproduire. Il passe par quatre stades distincts : œuf, larve, puppe et adulte (**Benoit et al., 1996**).

L'œuf est ovalaire, sans sculpture, il mesure en moyenne 0.6 mm de long (**Steffan, 1978**). Il est oblong et blanchâtre, presque transparent, sa surface lisse est recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée (**Lepesme, 1944**).

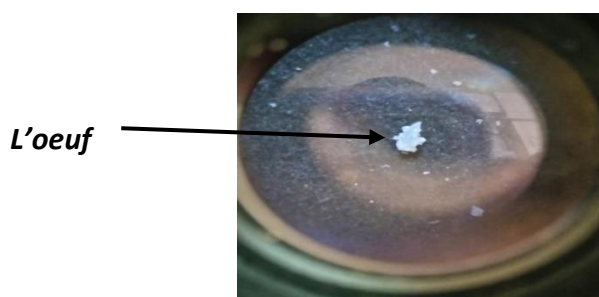


Figure 2. Oeuf de *Tribolium confusum* (photo personnelle ×40)

La larve est recouverte d'un tégument assez mou, taché de jaune sur le dessus et couvert de nombreuses soies, s'achève par une paire d'urogomphes de couleur rousse. La larve est étroite, mobile qui ne dépassent pas 1,4 mm lors de l'éclosion, atteignent 6 à 7 mm à l'achèvement de leur croissance. Le nombre de mues, 4 au minimum, 11 au maximum, varie selon de nombreux facteurs: température, humidité, qualité de l'alimentation, etc. (**Steffan, 1978**). Il y a 7 ou 8 stades larvaires (**Delobel & Trans, 1993**).



Figuer 3. Larve de *Tribolium confusum* (photo personnelle ×40)

La nymphe selon (Lepesme 1944), la nymphe femelle possède à la face ventrale, au dessus de la paire d'urogomphes à extrémité très aiguë et brun foncée, deux petites cornes qui, chez le mâle, se réduisent à un légèrement protubérance déprimée. La durée de sa nymphose varie de 10 jours à environ un mois.



Figure 4. Nympe de *Tribolium confusum* (photo personnelle x40)

L'imago La nymphe subit une mue imaginale et donne naissance à un imago (Anonyme, 1955). La durée de vie de dépasse généralement 6 mois et peut atteindre près de 3 ans, avec une durée de vie moyenne d'environ un an. Les femelles sont prolifiques, pondant environ 450 à 700 œufs sur des aliments (farine, grains brisés) qui leur collent.



Figure 05. Imago de *Tribolium confusum*(photo personnelle x30)

2.1.1.2. *Oryzaephilus surinamensis*

Petit coléoptère plat, plutôt étroit (mince) de couleur brun foncé, d'environ 2,5 à 3 mm de long. Le prothorax a six projections en forme de scie de chaque côté. Il se caractérise par des yeux un peu plus petits et un angle incurvé de la tête derrière le œil. Ses larves mesurent moins de 3 mm de long, sont de couleur blanc jaunâtre à l'exception de sa tête brune et s'attaquent aux céréales brisées, au blé et à l'orge.

Position Systématique:

Regne:	Animale
Embranchement:	Arthropodia
Sous-Embranchement:	Hexapoda
Classe:	Insect
Order:	Coleoptera
Sous-Order:	Polyphaga
Famille:	Silvanidae
Seper famille:	Cucujide dentelé
Genre:	<i>Oryzaephilus</i>
Espèce:	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>



Figure 06. *Oryzaephilus surinamensis*

Cycle biologique

Le cycle de vie d'*Oryzaephilus surinamensis* dure environ quatre semaines, mais dans des conditions appropriées, le processus est plus rapide. Des températures de 30 à 35 ° C sont préférées pour la croissance et la reproduction, et il comprend le passage par quatre étapes (œufs, larve, nymphe et adulte) .

L'œuf a une forme allongée ovale 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 pointe puis devient jaune-ocre avant l'éclosion (**Steffan, 1978**).



Figure 07. Oeuf de *Oryzaephilus surinamensis* (photo personnelle $\times 40$)

La larve est de couleur blanche tirant sur le jaune pâle à maturité, de forme subcylindrique légèrement élargie en arrière, aplatie et velue. Elle mesure 0.9 à 4 mm de long. La larve est dotée de trois paires de pattes, elle possède 3 segments thoraciques à plaque dorsale portant quatre longues soies au bord postérieur ainsi que deux tâches brunes sur chaque segment du thorax et de l'abdomen, . Tous les stades se déplacent activement dans le milieu, le dernier tisse un cocon de soie où a lieu la nymphose (**Steffan,1978**).

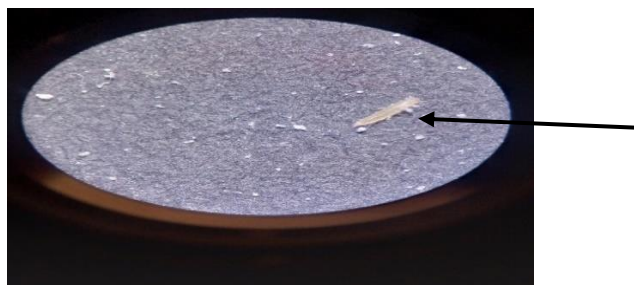


Figure 08. Larve de *Oryzaephilus surinamensis* (photo personnelle $\times 40$)

La nymphe est immobile et ne se nourrit pas, elle mesure 2.5 à 3 mm de long. Elle est de couleur blanche puis devient marron avant de devenir adulte. La nymphe a six projections (prolongements) de chaque côté du thorax ainsi que sur l'abdomen. Elle se nymphose dans un cocon protecteur (**Sinha & Watters, 1985; Rees, 2004**). La durée de nymphose est d'une à trois semaines

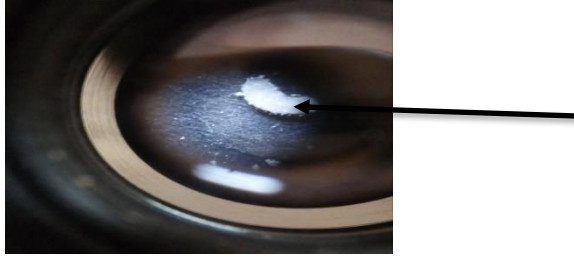


Figure 09. Nympe de *Oryzaephilus surinamensis* (photo personnelle x40)

L'adulte est un petit coléoptère très actif, ses mouvements sont gracieux à température normale et il est facilement reconnaissable à sa forme distinctive. La nymphe subit une mue pour devenir adulte. L'espérance de vie dépasse 6 à 10 mois, mais certaines peuvent vivre jusqu'à 3 ans. Les femelles produisent entre 300 à 400 œufs entre les aliments ou les grains de céréales.



Figure 10. Adulte de *Oryzaephilus surinamensis* (photo personnelle X30)

2.1.1.3. *Rhyzopertha Dominica*

Le capucin des grams, *Rhyzopertha dominica*, est une espèce d'insectes coléoptères cosmopolite de la famille des Bostrichidae. L'adulte est un petit coléoptère brun rougeâtre foncé de 3 mm de longueur aux antennes terminées par une massue lâche caractéristique de trois articles.

Le capucin est vraisemblablement originaire d'Asie du Sud-Est ; il est actuellement répandu dans l'ensemble des zones tropicales, subtropicales et tempérées chaudes. Il est devenu, en raison de sa tolérance à de nombreux insecticides et en particulier au phosphore d'hydrogène, le principal ravageur des stocks de blé et de riz dans différentes régions d'Asie (Delobel & Tran, 1993).

Le petit capucin des grains *R. dominica* a une aire de repartition cosmopolite avec une affinité pour les régions tropicales et subtropicales où les températures, entre 21 et 35 °C, sont adéquates à son développement (**Lepesme, 1944**).

R. dominica est le plus grand ennemi des grains après *Sitophilus oryzae*, c'est un ravageur primaire dévastateur de blé stocké. Les dégâts sont commis par les adultes qui réduisent en poudre le contenu du grain, germe et albumen. Il infeste le blé, riz, maïs, orge, sorgho, millet, et leurs dérivés (**Robiche et al., 2002**).

Selon (**Trematerra et al. 1999**), les dégâts causés par les ravageurs primaires *Rhizopertha dominica* et *Sitophilus oryzae*, sur des grains entiers, peuvent faciliter leur colonisation par des ravageurs secondaires. Cette constatation a été expliquée par l'émission de substances volatiles attractives détectées par ces insectes ainsi que la présence de farine produite servant de nourriture aux jeunes larves et aux déprédateurs secondaires.

Position systématique:

Regne.	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous-embr	Hexapoda
Classe.	Insecte
Ordre	Coleoptere
Sous-Ordre	Polyphaga
Famille	Bostrichidae
Genre.	Rhizopertha
Espèce	<i>Rhizopertha dominica</i> (1792)



Figure 11. *Rhizopertha dominica*

Arabe : ثاقبة الحبوب الصغرى

Français : Capucin des grains

Anglais : Lesser grain borer

Cycle biologique :

La durée totale du cycle est en moyenne de 38 jours. La température optimale pour le développement de *R. dominica* est d'environ 28 °C. L'espèce est plus sensible au froid, une température de 21 °C arrête sa multiplication

L'œuf est pondus, soit isolément, soit en petits amas à l'intérieur des grains attaqués ou à leur surface, parfois parmi les débris qui gisent entre eux. La durée moyenne d'incubation de l'œuf est de 15 jours à 26°C et 65% d'humidité relative (**Potter, 1935**).

Après l'éclosion, **la larve** s'introduit dans le grain en creusant des tunnels et continue son développement à l'intérieur (**Thomson, 1966**).



Figure12.Oeuf de *Rhyzopertha dominica* (photo personnelle ×40)

La larve: est blanche avec la capsule céphalique brun foncé et est recourbée en forme de C. Taille 3 à 5 mm, fortement incurvée et épaisse, blanche avec des soies foncées, segment anal renflé. Tête grosse et brune ornée de poils bruns ; pattes assez grandes, brunes. Elle est immobile à maturité et se prépare pour l'entrer dans la phase nympale. Le nombre de mues varie de 2 à 4 à une température de 29°C et de 70 à 80% d'HR. Le même auteur a estimé la durée de développement des différents stades larvaires à 17 jours.

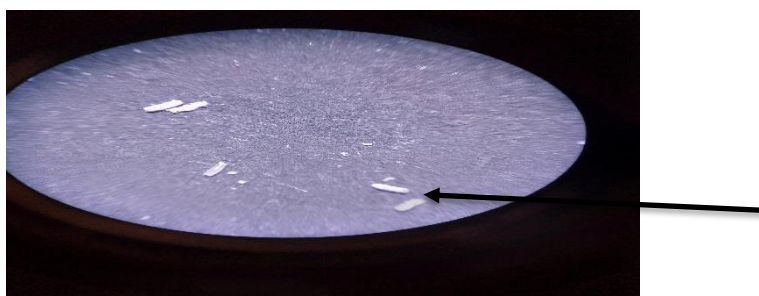


Figure13.Larve de *Rhyzopertha dominica* (photo personnelle ×40)

La nymphe: est effectuée dans la cavité d'alimentation, à l'intérieur du grain et l'insecte prend la forme d'un adulte progressivement, elle dure d'environ 5 à 6 jours à 28°C et 8 jours à 25°C (Mason, 2003).

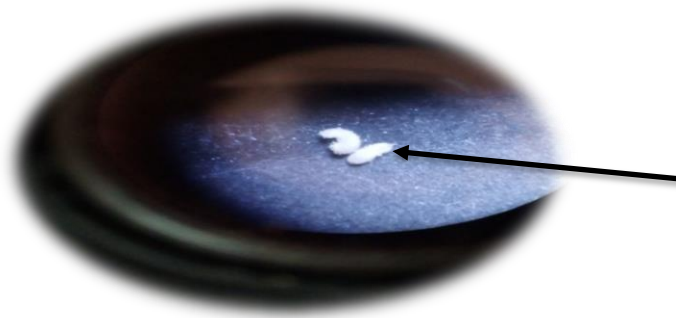


Figure 14.Nymphe de *Rhyzopertha dominica* (photo personnelle ×40)

L'adulte ne survit pas à 3°C, l'adulte peut supporter des températures assez élevées, mais une exposition de 3 min à 50 °C suffit pour le tuer (Lepesme, 1944). La femelle adulte peut pondre de 300 à 400 œufs au cours de sa vie. La durée de vie de l'adulte peut atteindre les jours 240 (Koehler & Pereira, 1994).

2.1.1.4. Sitophilus oryzae

Sitophilus oryzae est une espèce rencontrée surtout dans les zones tropicales et subtropicales, bien que le pays d'origine de cette espèce soit la région indienne. Actuellement cet insecte est cosmopolite et leur répartition dans le monde entier à cause des échanges internationaux. En zone tropicale *Sitophilus oryzae* est souvent confondu avec genre *zeamaïs*, espèce très voisine, mais de taille plus importante et qui déprécie plus particulièrement le maïs (Codon & William, 1991).

Il faut distinguer les denrées pouvant servir à l'alimentation des adultes de celles où la ponte est possible : cette dernière ne peut avoir lieu que dans les produits durs pouvant fournir un appui à la larve apode ; ce sont les grains de céréales, puis les pâtes alimentaires (à l'exception des vermicelles et des pâtes trop minces).

Cet insecte est un ravageur primaire. La larve se développant à l'intérieur du grain, les dégâts ne sont donc pas visibles à l'œil nu. Après la métamorphose, l'imago se fraye un passage en trouant l'enveloppe externe du grain. L'adulte se nourrit au dépend de grains intacts ou déjà attaqués en y laissant des trous de forme irrégulière. Dans les grains très atteints, les charançons peuvent avoir dévoré entièrement l'endosperme, ne laissant que l'enveloppe perforée et rongée provoquant ainsi une perte de poids, une détérioration de la qualité et parfois une contamination par les champignons.

Position systématique:

Régne:	Animalia
Embranchement:	Arthropoda
Classe :	Insecta
Ordre:	Coleoptera
Sous-ordre:	heterogastra
Famille:	Curculionoidea
Genre:	Sitophilus
Espèce:	Sitophilus oryzae (Linnaeus, 1763)
Nom Français:	Charançon de riz
Nom Anglais :	Rice weevil
Nom Arabe :	سوسة الارز



Figure 15. *Sitophilus oryzae*

Cycle biologique :

L'insecte entier vit longtemps de 7 à 8 mois, parfois jusqu'à 2 ans. Où la femelle creuse un petit trou avec ses pièces buccales mordantes à un endroit de son choix à la surface du haricot, et cela se fait dans le champ ou dans le magasin.

L'œuf est ovale ou piriforme, sa couleur est d'un blanc opaque et brillant. Il mesure 0,6 à 0,7 mm de longueur et 0,2 à 0,3 mm de largeur (Steffan & Scotti, 1978 ; Bar *et al.*, 1995). Il porte une protubérance à son extrémité qui lui permet de se fixer au substrat, elle se trouve à l'intérieur des trous de ponte. Les œufs éclosent en trois jours environ.

La larve est blanche, globuleuse et se caractérise par sa forme ramassée. Au terme de son développement, elle mesure 2,5 à 3 mm de long. L'absence des pattes chez la larve de *Sitophilus oryzae* (L.). Le nombre des mues est à la fois constant et peu élevé de 3 à 4 stades larvaires (Appert & Deuse, 1982). Les larves se développent de 4 à 6 semaines



Figure 16.Larve de *Sitophilus oryzae* (photo personnelle ×40)

La nymphe de forme cylindrique, mesure 3,75 à 4 mm de long, sa couleur passe du blanc au brun à mesure qu'elle évolue. Elle subit la mélanisation et la sclérotinisation de la cuticule. Elle a presque la taille de l'imago (**Lepesme, 1944**), *La durée de son cocooning est de 6 à 18 jours.*

L'adulte est un petit coléoptère de 2,5 à 5 mm de longueur. De couleur noire ou brune caractérisé principalement par deux grosses taches ocres sur chaque élytre. Le charançon a 3 paires de pattes attachées au thorax qui comporte aussi une paire d'élytres soudées qui forment une coque protectrice et une paire d'ailes membraneuses bien que le charançon ne vole pas. Sa tête porte deux antennes, deux yeux et un rostre, sorte de trompe rigide en prolongement de la tête. Il lui arrive de rabattre ses antennes sur le rostre pour pouvoir mieux creuser en profondeur dans les graines. Les adultes peuvent voler, ils vivent de 4 à 5 mois.

Le mâle se distingue de la femelle par un rostre plus épais, plus court et plus profondément ponctué, les derniers sternites abdominaux sont plus courbés ventralement chez le mâle que chez la femelle (**Lepesme, 1944**).

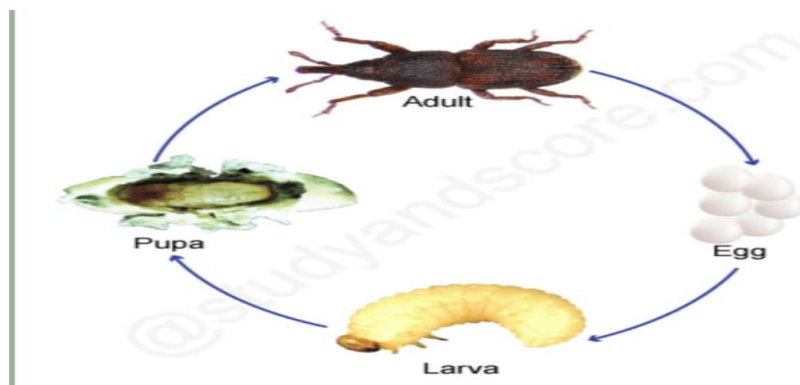


Figure17. Cycle biologique de *Sitophilus Oryzae* (**Studyandscore , 2017**)

2.1.2. Présentation de la plante *Origanum vulgare*

Origanum vulgare, origan vulgaire ou marjolaine sauvage, appelée en Arabe: zaiter, est une plante originaire d'Europe vers l'Asie centrale (**Bejenaru et al., 2017**).

L'origan vulgaire est une herbacée vivace de la classe des dicotylédones qui mesure de 30 à 80 cm de haut, au feuillage et aux fleurs odorantes quand on les froisse. Elle est ainsi reconnaissable à son odeur et à sa saveur phénolée, épicée et chaude (**Dubois et al., 2006**).

Elle pousse depuis le niveau de la mer jusqu'à 4000 m d'altitude, principalement sur les substrats calcaires. En Algérie. *Origanum vulgare* est distribuée à travers tout le nord-est du pays (Souk- Ahras, Guelma, Sétif...). Elle fleurit de Mai à Octobre.

Classification:

Règne : Plantae

Super-embr: Spermatophyta

Embranchement: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Sous-classe: Asteridae

Order: Lamiales

Famille: Lamiaceae

Genre: *Origanum*.

Espèce: *Origanum vulgare* (Linné, 1753)



Figure 18. plante de *Origanum vulgare*

Description botanique

C'est une plante souvent peu rougeâtre violacée et qui est couverte de poils. Faisant partie de la famille des Lamiaceae, elle possède donc de nombreuses tiges dressées à la section carrée et ramifiées. Ces tiges peuvent persister l'hiver à l'état sec. L'origan est une plante à tiges dressées, généralement poilues, quelques fois glabres. Elles portent les feuilles à bord entier ou denté (jusqu'à 30 paires par tige) généralement ovales et à pointe émoussée; elles sont poilues ou glabres et portent des glandes sécrétrices sessiles non apparentes (jusqu'à 800 par cm²).

Les fleurs sont groupées en inflorescences ou épis. Chaque fleur est située à l'aisselle d'une bractée ovale, légèrement membraneuse glabre ou quelques fois pubescente, de couleur

rouge-violacé ou parfois glauque. La bractée est plus longue que le calice de la fleur. À l'intérieur du calice de 2 à 4 mm de longueur, se trouve la corolle (4 à 10 mm de longueur) de couleur rose ou violette. (Caillaud, 2013; Dubois *et al.*, 2006).

En Algérie, communément appelé «< zaater >>, l'origan est une plante essentiellement médicinale qui jouit d'une grande ferveur populaire (Baba Aissa, 1990). La sous-espèce glandulosum est utilisée comme tisane par la population locale pour guérir plusieurs maladies telles que: rhumatismes, toux, rhume et troubles digestifs (Mahmoudi, 1990; Erdogan & Belhattab, 2010).

2.2. Méthodes d'étude

Ce travail a été réalisé dans le laboratoire pédagogique Biologie Animale Faculté des sciences exactes, naturelles et de la vie - Université Chikh Larbi Tebessi- Tebessa. . Elle consiste à mettre en évidence le potentiel insecticide de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* (Lamiaceae). Dans cette étude, nous avons utilisé la méthode d'hydro-distillation pour extraire les huiles essentielles que nous avons testées à la vapeur sur un ravageur secondaire des denrées stockées.

2.2.1. Technique d'élevage

Le son du blé, l'orge et la farine infesté par les charançons, les cucujides, les capucins des grains et les *Tribolium*s ont été apportés d'un dépôt de stockage de l'Office Interprofessionnel des Céréales (OAIC) de la wilaya de Tébessa et de la wilaya de Annaba.

L'élevage des insectes été réalisé au laboratoire à une température de $30^{\circ} \pm 2^{\circ}C$ et une humidité de 50%. Les adultes âgés de quelques jours et les larves du même âge ont été sélectionné et utilisé pour l'expérimentation.

2.2.2. Exrtaction de l'huile essentielle d' *O. vulgare*

Présentation du dispositif d'extraction

Les huiles essentielles sont obtenues par hydro-distillation dans un appareil de type Clevenger. Cette technique repose sur l'immersion d'un échantillon solide dans de l'eau bouillante. Le dispositif se compose d'un ballon chauffant qui permet une répartition homogène de la chaleur dans le ballon, d'un ballon en verre dans lequel on place la matière végétale sèche, de l'eau distillée, et d'une colonne de condensation de vapeur.

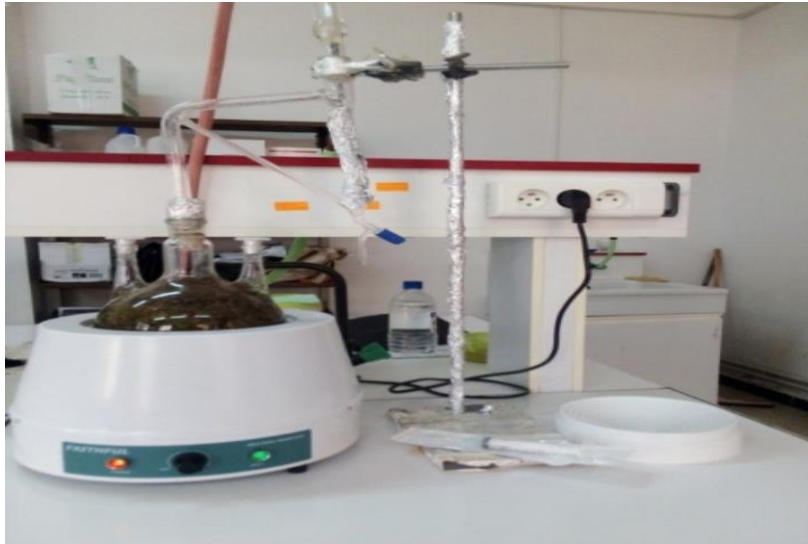


Figure 19. Hydrodistillateur de type clevenger (photo personnelle)

Mode opératoire

Nous avons mis 100 grammes de la partie aérienne sèche d'*Origanum vulgare* (acheté chez un herboriste, originaire de Sétif) avec 1500 ml d'eau distillée dans un flacon en verre. La distillation de l'eau a été faite en faisant bouillir la plante pendant 3 heures. La vapeur saturée d'huile essentielle passe par la serpentine, où elle se condense en deux produits : l'eau florale et l'huile essentielle. L'huile obtenue est conservée à 4°C dans un flacon hermétiquement fermé et enveloppée dans du papier d'aluminium pour éviter toute altération du produit.

2.2.3. Calcul du rendement

Le rendement en huile essentielle est défini comme le rapport entre la masse de l'huile essentielle ou de l'extrait obtenu et la masse de la matière végétale utilisée. Le rendement (R) est exprimé en pourcentage (%) et est donné par la formule suivante:

R: le rendement %

Ph: poids de l'huile essentielle

Pp: poids de la plante en g

$$R = \frac{Ph}{Pp} \times 100$$

2.2.4. Test de toxicité

Le test consiste à évaluer le potentiel toxique de l'huile essentielle de *O. Vulgare* par fumigation sur les adultes et les larves de *T. confusum*, *O. surinamensis*, *S. oryzae*, *R. dominica*

et. Dix larves et dix adultes de ont été placés séparément dans un flacon en verre de 125 ml contenant 100 g de farine pour *T. confusum* et *O. surinamensis* et 10g de blé/orge pour *S. oryzae* et *R. Dominica* servi pour alimentation. Différentes concentrations d'huile d' *O. vulgare* (128, 512, 768 et 1024 $\mu\text{l/L}$ d'air), a été placée séparément sur un papier filtre de 3 cm x 3 cm qui a été vissé sous le bouchon du flacon. Le flacon a été hermétiquement fermé. L'expérience a été réalisée à une température de $30 + 2$ ° C et une humidité de 50%. Trois répétitions de chaque concentration ont été réalisées avec une série témoin. Le témoin ne reçoit aucun traitement. Les larves et les adultes ont été exposés à différentes concentrations d'huile pendant 24 heures, 72 heures et 120 heures.

Les pourcentages de mortalité servée sont corrigés a formule d Abbott (1925 permet d'éliminer la mortame naturelle et de déterminer la toxicité réelle de iuille essentielle

% de mortalité corrigée $Mt (\%) - Mo (\%) + 100 / 100 - Mc (\%)$ Mt mortalité dans traitées
Mc mortalité dans control



Figure 20. Test de toxicité (photo personnelle)

2.2.5. Test de répulsion

Le test consiste a testé l'effet répulsif de l'huile sur sur les adultes et les larves cités précédement. Le papier a été divisé en deux parties égales dans des boîtes de Pétri. La moitié du papier est traitée avec de l'huile contenant de l'éthanol come solvant (1 ml) et l'autre moitié ne recoit aucun traitemnt. Selon des études précédentes, le test de l'éthanol seul n 'a aucun effet sur les insectes. . Les doses utilisées sont de (0.2, 1, 3, 5, 25 et 37.5) $\mu\text{l/ml}$. Trois répétitions sont utilisées pour chaque concentration. Après évaporation du solvant, les deux parties traitées et non traitées ont été réunies à l'aide du ruban adhésif et placées dans une boîte de Pétri. Dix adultes et dix larves ont été mis au centre de la boîte de Pétri. Le nombre des

indidus sur le coté traité et sur le coté control a été compté chaque 30mn pendant 2h (30mn, 60mn, 90mn, 120mn). Trois répétitions ont été effectuées pour chaque concentration avec une série témoin.

Les données ont été exprimées par le % de répulsion (PR) on utilisant la formule suivante :

$$PR = \frac{N_c - N_t}{N_c + N_t} * 100$$

N_c : nombre de larves dans la partie contrôle

N_t : nombre de larves dans la partie traitée

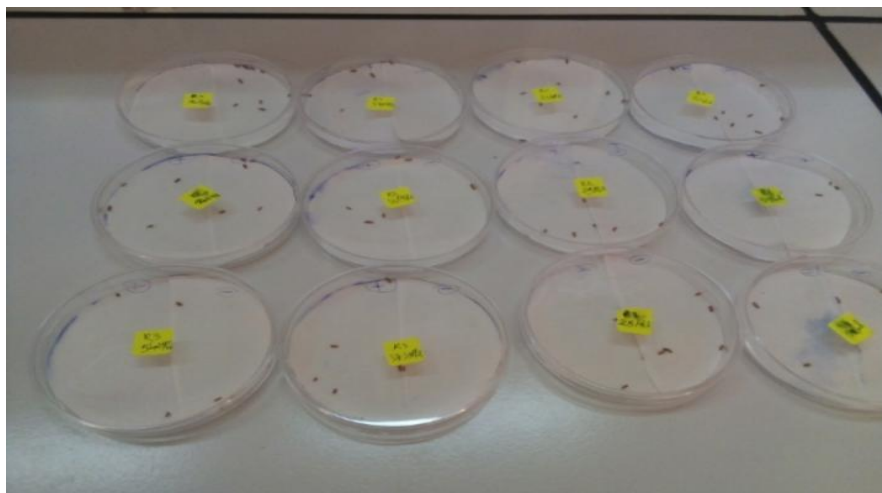


Figure 21. Test de répulsion (photo personnelle)

2.2.6. 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.

RÉSULTATS

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 4%. L'huile essentielle obtenue est de couleur jaune et d'une odeur aromatique agréable.

3.2. Détermination de l'activité répulsive de l'huile essentielle

L'huile essentielle extraite de l'Origan a été testée sur *T. confusum*, *S. oryzae*, *O. surinamensis* et *R. dominica* à différentes concentrations (0.2, 1, 3, 5, 25, 37.5µl/ml) pour son effet répulsif. Les résultats montrent que l'huile essentielle est répulsive après 2h d'exposition. La moyenne de répulsion affiche à la concentration la plus faible 0,2µl/ml une valeur de 47% chez les larves de *T. confusum*. Cependant la répulsion commence à partir de la concentration 1µl/ml chez les adultes de *T. confusum* et les autres insectes. A la concentration de 3µl/ml, l'huile d'Origan a un effet répulsif de 72% et 73% contre les larves et les adultes de *T. confusum*, 68% contre les larves de *S. oryzae*, et de 57% et 53% contre les adultes et les larves de *R. dominica*, respectivement. Un maximum de répulsion a été enregistré à 88% à la concentration de 5µl/ml pour les adultes de *T. confusum* alors que pour les larves de la même espèce est de 73% à la concentration de 3µl/ml. Pour l'espèce *R. dominica*, un taux de 62% d'adulte est plus sensible à l'huile à la concentration de 5µl/ml contre 79% à la concentration la plus élevée (37,5µl/ml). Un maximum de répulsion a touché 68% de larves de *S.oryzae* à la concentration de 3µl/ml.

D'après les résultats, l'effet de l'huile est plus répulsif envers *T. confusum* suivi par *S. oryzae*. La différence entre chaque concentration et les espèces est significative ($p=0,00$). En général le taux de répulsion augmente avec l'augmentation de la concentration, cependant, à la concentration maximale de répulsion, le taux de répulsion commence à diminuer chez les différentes espèces (**Tableau1, Figure22**).

Tableau 1. Activité répulsive de l'huile essentielle de *O. vulgare* sur *T. confusum*, *R. dominica* et *R. oryzae* à différentes concentrations. (n=3 répétitions comportant chacune 10 larves et adultes)

Insectes	Concentrations (μ l/ml)	(%) répulsion					(%) moyenne répulsion
		30mn	60mn	90mn	120mn		
<i>T. confusum</i> Adulte	0,2	-53	-53	-53	-47	-52 ^D	
	1	73	67	80	67	72 ^A	
	3	73	67	73	73	72 ^A	
	5	73	87	100	93	88 ^A	
	25	40	53	40	53	47 ^{AB}	
	37,5	-46	-46	-53	-53	-50 ^C	
<i>T. confusum</i> Larve	0,2	33	60	47	47	47 ^A	
	1	-7	60	60	60	43 ^{AB}	
	3	73	73	73	73	73 ^A	
	5	20	33	33	33	30 ^C	
	25	20	47	33	33	33 ^B	
	37,5	7	20	20	20	17 ^B	
<i>R. dominica</i> Adulte	0,2	13	-13	7	7	4 ^B	
	1	33	27	33	13	27 ^B	
	3	73	67	47	40	57 ^A	
	5	60	67	60	60	62 ^B	
	25	33	40	47	40	40 ^{AB}	
	37,5	33	13	33	33	28 ^B	
<i>R. dominica</i> Larve	0,2	-33	-20	-20	7	-17 ^{BC}	
	1	-7	20	20	7	10 ^B	
	3	33	60	60	60	53 ^A	
	5	60	60	60	60	60 ^B	
	25	60	73	47	73	63 ^A	
	37,5	100	87	30	100	79 ^A	
<i>S. oryzae</i> Larve	0,2	-13	-60	-60	-60	-48 ^{CD}	
	1	67	67	67	60	65 ^A	
	3	73	60	67	73	68 ^A	
	5	53	47	47	53	50 ^B	
	25	13	27	0	47	22 ^B	
	37,5	-13	-20	7	7	-5 ^B	

Les moyennes ne partageant aucune lettre entre les insectes sont sensiblement différente

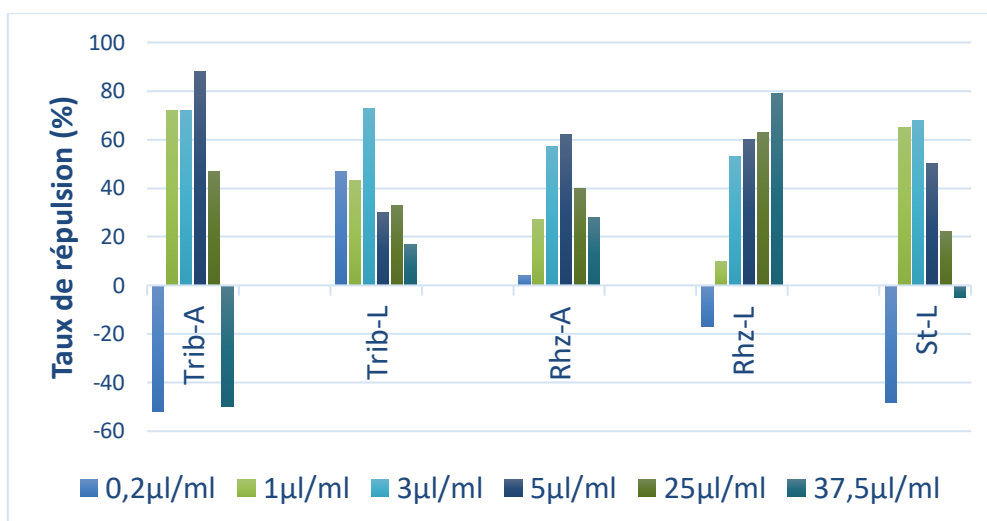


Figure 22. Activité répulsive de l'huile essentielle de *O. vulgare* sur *T. confusum*, *R. dominica* et *S. oryzae* à différentes concentrations (n=3 répétitions comportant chacune 10 larves et adultes)

3.3. Détermination de la toxicité de l'huile essentielle

Le test de toxicité a permis de déterminer l'activité insecticide de l'huile essentielle de *O. vulgare* sur *T. confusum*, *R. dominica*, *S. oryzae* et *O. surinamensis* à partir de la mortalité corrigée des adultes et des larves après avoir été sous traitement par fumigation pendant 24h, 72h et 120h. Différentes concentrations d'huile de *O. vulgare* ont été testées (128, 256, 512 et 1024 µl/l air).

3.3.1. Toxicité de l'huile essentielle de *O. vulgare* sur *T. confusum* après 24h, 72h et 120h d'exposition

Les mortalités corrigées sont mentionnées dans le tableau 2. Les résultats montrent une augmentation du taux de mortalité corrigée avec l'augmentation de la concentration, relation dose-réponse.

Selon le test ANOVA, une différence significative a été enregistrée entre les concentrations utilisées pour chaque durée d'exposition (P=0,0001; F= 28), 72h (P<0,000; F=81) et 120h (P=0,001; F=16,8) chez les larves de *T. confusum*.

L'huile essentielle de *O. vulgare* a une faible toxicité par fumigation sur les larves de *T. confusum*. Un taux de mortalité de 20% a été enregistré à la concentration la plus élevée (1024 µl/l) lorsque les larves ont été exposées à l'huile pendant 24h. Cependant, l'effet toxique de l'huile est presque absent (3%) lorsque cette dernière a été appliquée contre les adultes de *T. confusum*. Le taux de mortalité augmente par la suite après 120h d'exposition à l'huile pour

enregistrer un taux de plus de 50% contre 37% chez les larves traitées. Des différences significatives ont été enregistrées entre les concentrations après 72h ($P=0,002$; $F=12,2$) et 120h ($P=0,002$; $F=12,2$) d'exposition.

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

Les mortalités corrigées sont mentionnées dans le tableau 2. Les résultats montrent une augmentation du taux de mortalité corrigée avec l'augmentation de la concentration, relation dose-réponse.

Selon le test ANOVA, aucune différence significative n'a été signalée lorsque le traitement a été appliqué sur les adultes de *R. dominica* pendant 24h, 48h et 72h.

Cependant chez les larves, des différences significatives ont été enregistrées sur les trois périodes de traitement (24h : $P=0,001$; $F=17,4$) (72h : $P<0,000,1$; $F=56,6$) (120h : $P<0,0001$; $F=25,00$). Le taux de mortalité enregistré chez les adultes et chez les larves de *R. dominica* est de 23%, 26% respectivement à la concentration la plus faible $128\mu\text{l/l}$. La période d'exposition de l'insecte à l'huile a donné d'incidence sur le taux de mortalité. Après 72h et 120h de traitement, le taux de mortalité augmente à 56% et à 70% respectivement à la même concentration. Un taux de 40% enregistré à la concentration la plus élevée après 24h d'exposition des adultes contre un taux de 73% chez les larves. Après 72h et 120h d'exposition aucun adulte n'a survécu au traitement.

3.3.3. Toxicité de l'huile essentielle de *O. vulgare* sur *S. oryzae* après 24h, 72h et 120h d'exposition

Les mortalités corrigées sont mentionnées dans le tableau 2. Les résultats montrent une augmentation du taux de mortalité corrigée avec l'augmentation de la concentration, relation dose-réponse.

Selon le test ANOVA, une différence significative a été enregistrée entre les concentrations utilisées pour chaque durée d'exposition 24h ($P= 0,001$; $F= 13,46$), 72h ($P=0,003$; $F=10,6$) et 120h ($P=0,03$; $F=4,89$) chez les larves de *S. oryzae*. Chez les adultes le test a révélé une différence significative entre les concentrations utilisées sur une durée de 24h ($P= 0,004$; $F= 09,92$) et 72h ($P= 0,001$; $F= 14,25$).

Les larves de *S. oryzae* sont moins sensibles au traitement que les adultes de la même espèce.

Un taux de 37% a été enregistré à la concentration la plus élevée (1024 μ l/l) contre 100% de mortalité chez les adultes. Le taux de mortalité augmente progressivement avec le temps d'exposition au traitement. Les adultes de *S. oryzae* ont montré une sensibilité à l'huile de *O. vulgare*. Un taux de 60% en 24h à la concentration la plus faible 128 μ l/ml et une létalité totale à partir de 512 μ l/ml.

3.3.4. Toxicité de l'huile essentielle de *O. vulgare* sur les adultes de *O. surinamensis* après 24h, 72h et 120h d'exposition

Les mortalités corrigées sont mentionnées dans le tableau 2. Les résultats montrent une augmentation du taux de mortalité corrigée avec l'augmentation de la concentration, relation dose-réponse.

Selon le test ANOVA, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les concentrations utilisées pour chaque durée d'exposition 24h (P=0,4; F=0,9), 72h (P=0,2; F=1,6) et 120h (P=1,8; F=0,2) d'exposition au traitement.

L'exposition des adultes à l'huile essentielle de *O. vulgare* a provoqué une mortalité de 20% après 24h de traitement par fumigation à la concentration la plus faible 128 μ l/l. Le taux augmente après 72h et 120h. L'huile a provoquée 50% de mortalité lorsque les adultes ont été exposés à la concentration de 512 μ l/l et de 1024 μ l/l après 120h d'exposition au traitement.

Tableau 2. Pourcentage de mortalité corrigée des insectes de *T. confusum*, *R. dominica*, *S. oryzae* et *O. surinamensis* après 24h, 72h et 120h d'exposition à l'huile essentielle d'*O. vulgare*. (m±SEM, n=3 répétitions comportant chacune 10 larves et adultes)

Insectes	Concentrations (µl/l air)	% Mortalité		
		24H	72H	120H
<i>T. confusum</i> Adulte	128	00.00 ± 00.00 ^A	00.00 ± 00.00 ^B	00.00 ± 00.00 ^B
	256	00.00 ± 00.00 ^A	03.00 ± 04.70 ^B	03.00 ± 04.70 ^B
	512	03.00 ± 04.07 ^A	27.00 ± 17.00 ^{AB}	27.00 ± 17.0 ^{AB}
	1024	03.00 ± 04.07 ^A	53.00 ± 24.09 ^A	53.00 ± 24.09 ^A
<i>T.confusum</i> Larve	128	00.00 ± 00.00 ^C	03.40 ± 04.70 ^C	13.80 ± 04.70 ^B
	256	03.33 ± 04.70 ^{BC}	06.00 ± 00.00 ^C	10.34 ± 04.70 ^B
	512	10.00 ± 00.00 ^B	17.24 ± 00.00 ^B	20.69 ± 04.70 ^B
	1024	20.00 ± 00.00 ^A	37.90 ± 00.00 ^A	37.90 ± 00.00 ^A
<i>R. dominica</i> Adulte	128	23.30 ± 04.70 ^A	56.70 ± 20.50 ^A	70.00 ± 21.60 ^A
	256	37.00 ± 04.70 ^A	80.00 ± 21.70 ^A	87.00 ± 12.70 ^A
	512	40.00 ± 00.00 ^A	56.67 ± 12.50 ^A	66.67 ± 09.40 ^A
	1024	40.00 ± 08.20 ^A	100.0 ± 00.00 ^A	100.0 ± 00.00 ^A
<i>R. dominica</i> Larve	128	26,70 ± 09,40 ^C	40,00 ± 00,00 ^C	73,30 ± 09,40 ^{BC}
	256	40,00 ± 00,00 ^{BC}	63,00 ± 04,70 ^B	80,00 ± 00,00 ^B
	512	50,00 ± 00,00 ^B	60,00 ± 00,00 ^B	60,00 ± 00,00 ^C
	1024	73,33 ± 09,40 ^A	83,33 ± 04,70 ^A	100,0 ± 00,00 ^A
<i>S. oryzae</i> Adulte	128	60,00 ± 16,30 ^B	73,30 ± 04,70 ^B	100,0 ± 00,00 ^A
	256	83,00 ± 04,70 ^{AB}	90,00 ± 08,20 ^A	100,0 ± 00,00 ^A
	512	100,0 ± 00,00 ^A	100,0 ± 00,00 ^A	100,0 ± 00,00 ^A
	1024	100,0 ± 00,00 ^A	100,0 ± 00,00 ^A	100,0 ± 00,00 ^A
<i>S. oryzae</i> Larve	128	00.00 ± 00.00 ^B	00.00 ± 00.00 ^B	00.00 ± 00.00 ^B
	256	00.00 ± 00.00 ^B	00.03 ± 00.00 ^B	07.11 ± 00.00 ^{AB}
	512	13.33 ± 04.07 ^B	10.38 ± 04.07 ^B	28.55 ± 12.50 ^{AB}
	1024	36.67 ± 12.50 ^A	37.95 ± 14.10 ^A	42.84 ± 20.50 ^A
<i>O. surinamensis</i> Adulte	128	20,00 ± 08,20 ^A	27,00 ± 17,00 ^A	43,00 ± 04,70 ^A
	256	30,00 ± 14,10 ^A	37,00 ± 12,50 ^A	47,00 ± 04,50 ^A
	512	23,00 ± 12,50 ^A	30,00 ± 08,20 ^A	50,00 ± 00,00 ^A
	1024	37,00 ± 04,70 ^A	50,00 ± 00,00 ^A	50,00 ± 00,00 ^A

Les moyennes ne partageant aucune lettre entre les concentrations de chaque espèce et de chaque durée d'exposition sont sensiblement différentes

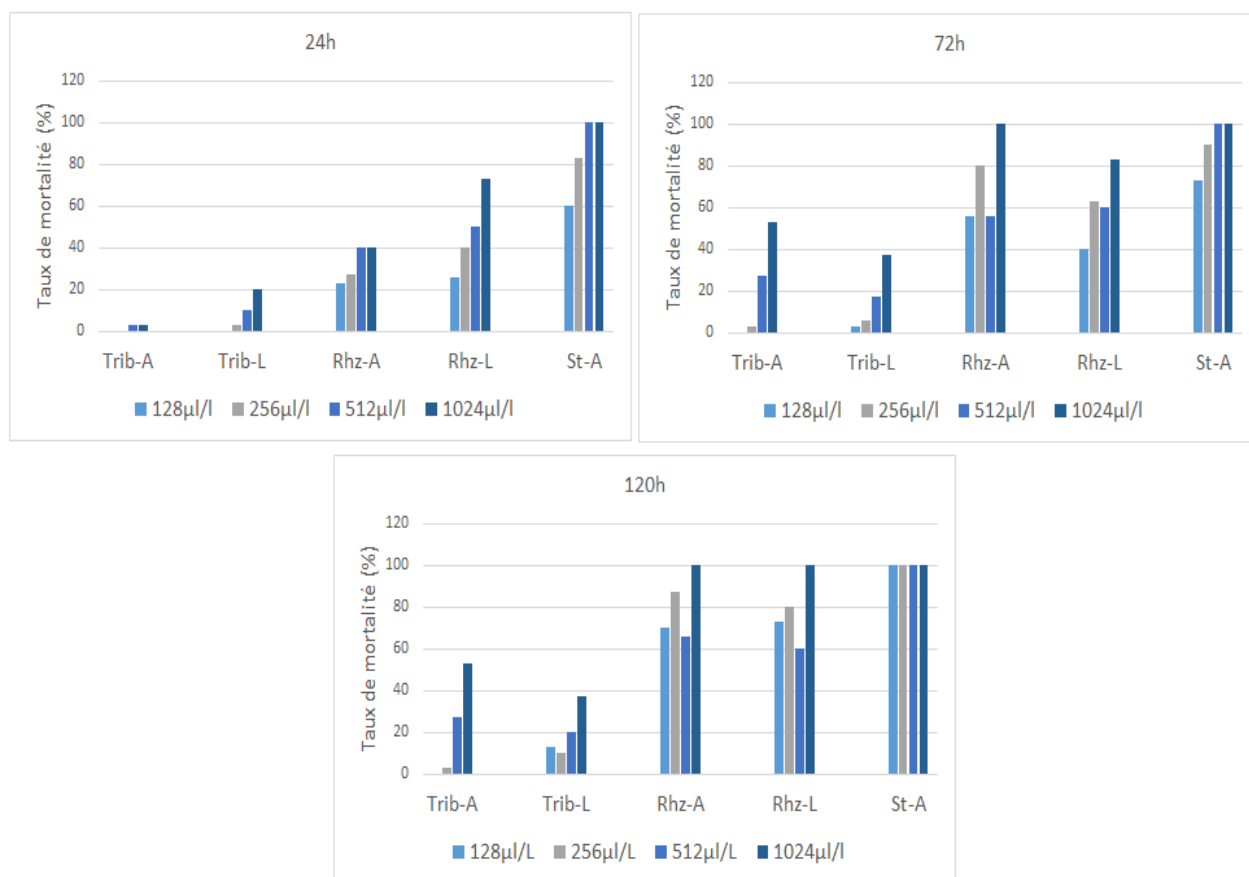


Figure 23. Pourcentage de mortalité corrigée des insectes de *T. confusum*, *R. dominica*, *S. oryzae* et *O. surinamensis* après 24h, 72h et 120h d'exposition à l'huile essentielle d'*O. vulgare*. (m±SEM, n=3 répétitions comportant chacune 10 larves et adultes)

DISCUSSION

4. Discussion

La protection des denrées stockées contre les insectes ravageurs comprend de nombreuses techniques physiques, chimiques, traditionnelles et/ou modernes. La pratique d'huiles essentielles est une des méthodes modernes utilisée dans la lutte contre les insectes à activité insecticide et répulsive.

L'extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation de la partie aérienne de la plante *Origanum vulgare*, originaire de Sétif, donné un rendement en huile essentielle de 4%, Ce rendement est considéré comme supérieure par rapport à celui obtenu de la même espèce de plante mais originaire de différentes wilaya : Mostaganem 1,66% (**Kharroub 2018**) et Guelma 1,15%-2,52% (**Bouhouda et al, 2016 ; Mahfouf ,2018**).

La différence de pourcentage dans le taux de production d'huiles essentielles peut être liée à des facteurs climatiques et géographiques, ainsi qu'aux méthodes de conservation et de stockage (**Veres et al, 2003 ; Karousou et al, 2005 ; Kouamé, 2012**).

L'activité insecticide des huiles essentielles n'est pas seulement limitée à ses constituants majeurs; il pourrait aussi être dû à l'effet synergique de plusieurs constituants minoritaires.

Les huiles essentielles sont volatiles et leur caractère lipophile leur permette de pénétrer dans la cuticule d'insectes rapidement et de nuire à leurs fonctions physiologiques. La majorité des huiles essentielles contiennent des mono terpènes oxygénés à action neurotoxique inhibant l'activité d'acetylcholinestérase et conduit à l'accumulation de l'acétylcholine dans le système nerveux central et les terminaisons nerveuses, cause d'une perturbation de la croissance, la reproduction ou la mort de l'insecte (**Grünewald & Siefert, 2019**). Les huiles peuvent aussi agir sur les sites octopaminergique des insectes (**Amzouar et al., 2016**)

Selon **Grünewald & Siefert, (2019)**, les insecticides à base d'huiles essentielles ciblent spécifiquement la transmission synaptique dépendante du système cholinergique de l'insecte, qui se lie aux récepteurs cholinergiques responsables de la stimulation de la chimiotaxie.

Dans notre travail, nous avons étudié l'effet insecticide et répulsif d' *Origanum vulgare* par fumigation (inhalation) sur les larves et les adultes de *Tribolium confusum*, *Rhyzopertha dominica*, *Oryzaephilus surinamensis* et *Sitophilus oryzae* par différentes concentrations et sur différentes durées d'exposition.

L'huile d' *O. vulgare* a montré des propriétés biologiques efficaces contre les insectes cités ci-dessus.

Les résultats montrent que l'huile essentielle est répulsive après 2h d'exposition. Le taux de répulsion varie selon l'espèce d'insecte. L'huile est plus active envers *T. confusum* suivi par *S. oryzae* et *R. dominica*.

Des études similaires ont montré que l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* est efficace avec des activités toxiques et répulsives. vis-à-vis des larves de *Ephestia kuchniella* (**Bouzerea et al , 2019**).

Sharifard, et al. (2018) ont montré que l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* est répulsive à 100% lorsque cette dernière a été appliquée à une concentration de 40% dans les conditions de laboratoire sur la punaise des lits (*Cimex lectularius*).

Des études similaires ont montré que l'huile essentielle d'*Artemisia annua* (Asteraceae) est modérément répulsive vis-à-vis des trois coléoptères des denrées stockées, *Callosobruchus maculatus*, *R. dominica* et *Sitophilus oryzae*, avec une répulsion moyenne de 65 à 74% à la plus forte dose testée (4µl/ml) pendant 1 heure (**Kishan et al., 2001**).

Ouchekdhidh-Ourlissene (2014) a montré l'activité répulsive des huiles essentielles extraites de la menthe, du thym et du romarin à l'égard de bruche du haricot *A. obtectus*. Il a enregistré un taux de répulsion plus élevé pour le thym comparé à la menthe, qui est respectivement de 71.25% et de 68.75%. Le romarin présente un taux de répulsion très faible qui est de 20%.

Les résultats obtenus par **Aiboud (2011)** pour le test de répulsion sur le bruche du niébé *C. maculatus* mettent en évidence un effet dose pour les sept huiles essentielles du Thym, l'origan et le bacilic testés.

Le test de toxicité par fumigation que nous avons réalisé a permis de déterminer l'efficacité de l'huile essentielle d' *O. vulgare* sur les larves et les adultes des insectes utilisés dans ce travail. . L'efficacité diffère d'une espèce à l'autre, elle est de non/ou moins toxique à toxicité moyenne. Cependant, la toxicité de l'huile est considérable avec le temps.

Les adultes de *S. oryzae* ont montré une sensibilité significative à l'huile d'Origan avec un taux de mortalité de 60% en 24 heures à la concentration minimale 128 µl/l air. La toxicité

de l'huile est considérable chez *R. dominica* et *O. surinamensis* après 24h et chez *T. confusum* après 120h d'exposition.

Des résultats similaires ont montré que les huiles essentielles extraites à partir de certaines Labiées comme l'origan, le basilic, la marjolaine, le thym, la sauge, le romarin et la lavande ont causé 100% de mortalité après 24h d'exposition chez l'adulte de *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera Bostrychidae). *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera Silvanidae). *Tribolium castaneum* (Hbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) et *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), à des concentrations variant de 10 à 15 µl/ l d'air **Shaaya et al (1991)**.

Tunc et al. (2000), ont constaté que l'huile essentielle d'origan (*Origanum synarum*) provoque une mortalité variant de 77% à 89% des adultes de *T. confusum*, après 96h d'exposition par contact.

Par ailleurs **Siad et al, (2016)** ont marqué une mortalité totale des adultes de charançon du riz par contact avec une dose de 40µl huile d'origan/ml d'acétone au bout du deuxième jour.

Des résultats antérieurs ont confirmé l'efficacité toxique de l' *O. vulgare* sur différents insectes. **Bouzeraa et al. (2019)** ont évalué l'effet toxique de l'huile d' *O. vulgare* par fumigation sur les larves d'*Ephestia kuehniella*, enregistré à plus de 76% de mortalité à la concentration de 150µl/l air en 24h.

Kharoub, (2018) ont montré que l'extrait aromatique d'*Origanum vulgare* appliqué sur des adultes d'*Aphis spiraecota* a donné aux agrumes verts des taux de mortalité très élevés dès le deuxième jour à une concentration de 80% ,in vitro par pulvérisation directe sur l'insecte.

Les résultats rapportés par **Arab et al, (2018)** indiquent l'effet insecticide de contact de l'extrait aqueux d'*Origanum vulgare* sur le haricot noir *Aphis fabae* à différentes concentrations. Ces auteurs ont enregistré un taux de mortalité supérieur à 50 % avec la dose à 40 % et une mortalité totale avec la dose à 50 %.

De même, l'effet toxique par inhalation des huiles essentielles de romarin, de la menthe verte et la menthe poivrée sur les adultes de *T. Confusum* et *Rhyzopertha dominica* a été démontré par **Benazzedine (2010)**, **Gheniet & Aouide (2016)** et **Koroghli (2018)**. Les huiles ont provoqué une mortalité de 100% après 24h d'exposition au traitement.

Les travaux de **Kheloul (2020)** ont montré que la mortalité des adultes de *T. Confusum* varie en fonction de l'huile essentielle appliquée par inhalation. Parmi les six huiles essentielles utilisées, l'eucalyptus (Myrtaceae), le myrte (Myrtaceae) et le romarin (Lamiaceae) se sont avérés les plus toxiques avec une mortalité de 100% à la dose 250 µl/l en 24h d'exposition seulement.

Sidali (2015) a signalé l'effet toxique par inhalation et par contact du *Thymus vulgaris* et de la Menthe verte sur 2 ravageurs des denrées stockées à savoir *Sitophilus oryzae* et *Tribolium confusum*

Russo et al (2015) ont testé l'action insecticide de l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus sur *T. Confusum*, une concentration élevée de 1.25 pl./cm² a éliminé 90% des ravageurs après 30 minutes d'exposition

Amrani (2017) a rapporté que l'application de l'huile essentielle de Clou de Girofle à trois doses différentes (0.2 ml 0.4 ml et 0.6 ml) sur les adultes de *T. confusum* par inhalation ne provoque aucun effet toxique considérable.

Similaire, dans notre travail, l'huile de Origan n'a pas donnée d'effet remarquable sur son efficacité contre *T. confusum*.

Des études antérieures ont signalés que l'échec de l'efficacité des insecticides est lié à la morphologie de l'insecte. Selon **Genevieve, (2006)** la présence de cuticule rigide « la sclérite qui couvre les pattes, appendices et l'abdomen des insectes est un obstacle structural vis-à-vis des produits appliqués selon le mode du traitement adopté.

Cette résistance a été remarquée depuis 47 ans, ainsi, l'apparition d'une résistance aux insecticides chez la population du *Tibolium* a été décrite comme un problème mondial (**Champ & Dyte, 1976**) : des cas de résistance ont été détectés en Amérique (**Haliday et al. 1988**), ainsi qu'en Asie (**Sexana et al., 1991**).

Des modifications de la pénétration de l'insecticide à travers la cuticule ont été mises en évidence chez *Tribolium castaneum* (**Walter & Price, 1989**), ainsi l'insecticide pourra être dégradé par les systèmes de détoxification et aura peu d'effet. Cette explication pourrait être en rapport avec les résultats de notre travail.

Les huiles essentielles comme des insecticides naturels sont donc une alternative aux insecticides synthétiques à cause de leurs propriétés physicochimiques qui les rendent très

volatils et biodegradables, qui ne présente aucun risque de résidus sur des produits traités ou sur la germination de grains traités. De plus, le fait que les huiles essentielles agissent sur les sites octopaminergique des insectes, ils sont moins toxiques aux mammifères (**amzouar *et al* , 2016**).

CONCLUSION

5. Conclusion et perspectives

Notre étude s'inscrit dans la recherche de méthodes alternatives aux insecticides de synthèse dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales stockées. L'étude de l'efficacité biologique de l'huile essentielle d' *Origanum vulgare* contre les insectes des céréales stockées *Rhizopertha dominica*, *Tribolium confusum*, *Sitophilus oryzae* et *Oryzaephilus surinamensis* nous a permis d'évaluer leur potentiel toxique et répulsif. Sur la base des résultats obtenus, nous pouvons conclure que l'huile testée exerce une activité répulsive et une toxicité par fumigation élevée contre *S. oryzae* et considérable contre *R. dominica* et *O. surinamensis* après 24h d'exposition.

Ainsi l'exposition prolongée à l'huile a une incidence sur le taux de mortalité. Selon la sensibilité de l'insecte, l'huile peut avoir un effet toxique dans les premières 24h jusqu'à 120h d'exposition.

Les résultats obtenus indiquent que l'huile essentielle d'*O. vulgare* constitue un moyen efficace de lutte contre ces insectes dans les entrepôts de stockage.

L'ensemble des résultats obtenus lors de ce travail pourrait constituer des solutions alternatives ou complémentaires à l'utilisation des pesticides organiques de synthèse pour la protection des grains stockés de céréales.

Devant la menace de plus en plus grande que représente ce ravageur pour nos stocks. Il est indispensable d'entreprendre des mesures concrètes en effectuant un programme de lutte intégrée tel que l'utilisation des huiles essentielles. Ce modeste travail ne constitue qu'une contribution à la connaissance de l'effet insecticide de certaines huiles essentielles. Les huiles essentielles peuvent se substituer aux insecticides chimiques dans le domaine de la lutte contre ces insectes, mais, des applications dans des conditions réelles de stockage restent encore à démontrer.

De nombreuses perspectives de recherche peuvent être dégagées de ce travail. Il serait intéressant d'évaluer l'activité insecticide de cette huile sur le potentiel reproducteur des insectes ravageurs des céréales, d'étudier la résistance de *T. confusum* et 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.

RÉSUMÉ

Résumé

L'Algérie est un pays riche en plantes aromatiques dont plusieurs sont endémiques. Parmi ces plantes figure l'origan (famille des Lamiacées). Les huiles essentielles et les extraits d'espèces d'origan sont largement utilisés dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique et à la préservation de plusieurs produits alimentaires. Afin de trouver des produits et des alternatives aux produits chimiques moins toxiques et plus respectueux de l'environnement, nous avons étudié l'activité biologique de l'huile essentielle d'Origan vulgaire contre les larves et les adultes de *Tribolium confusum*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* et *Oryzaephilus surinamensis* par répulsion et fumigation. L'huile essentielle *Origanum vulgare* a été extraite par hydro-distillation à l'aide d'un appareil Clevenger. Nous avons évalué la toxicité de l'huile essentielle en fumigant les larves et les adultes des insectes à différentes concentrations (128, 256, 512, 1024 µl/l d'air) après exposition à l'huile pendant une durée de (24, 72, 120h). Nous avons également évalué le taux de répulsion des mêmes insectes à différentes concentrations (0.2, 3, 5, 25, 37.5µl/ml) après deux heures toutes les 30 minutes. Les expériences ont été réalisées en laboratoire à une température de 32°C. L'huile essentielle *Origanum vulgare* s'est avérée avoir une forte toxicité fumigatoire et répulsive aussi bien pour les larves que les adultes de *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *Oryzaephilus surinamensis* après exposition à différentes concentrations et un certain temps, et elle s'est également avérée modérément efficace contre les larves et les adultes de *Tribolium confusum*. Ces résultats révèlent que l'activité insecticide de l'huile essentielle *Origanum vulgare* sur les adultes et les larves diffère d'un insecte à l'autre, et à des concentrations différentes, elle est considérée comme un insecticide efficace.

Mots clés : Origan vulgaire, huile essentielle, *T. confusum*, *R. dominica*, *S. oryzae*, *O. surinamensis*, répulsion, toxicité.

Abstract

Alegria is a country That produces hundreds of species of aromatic plants that are endemic. Among these plants is the oregano (Lamiaceae family). Oregano species extracts and essential oils are widely used in the pharmaceutical, cosmetic and in the preservation of several food products. In order to find products and alternatives to chemical products that are less toxic and more respectful of the environment, we have studied the biological activity of the essential oil of *Oregano vulgaris* against the larvae and adults of *Tribolium confusum*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus Oryzae* and *Oryzaeophilus Surinamensis* by repellency and fumigation. *Oregano vulgare* essential oil was extracted by hydro-distillation using a Clevenger apparatus. We evaluated the toxicity of the essential oil by fumigating insect larvae and adults at different concentrations (128, 256, 512, 1024 µl/l air) after exposure to the oil for a duration of (24, 72, 120h). We also evaluated the repellency rate of the same insects at different concentrations (0.2, 3, 5, 25, 37.5 µl/ml) after two hours every 30 minutes. The experiments were carried out in the laboratory at a temperature of 32°C. Common oregano essential oil has been found to have strong fumigant and repellent toxicity to both larvae and adults of *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *Oryzaeophilus surinamensis* after exposure to different concentrations and for a period of time, and has also shown to be moderately effective against larvae and adults of *Tribolium confusum*. These results reveal that the insecticidal activity of the essential oil of *Oregano vulgaris* on adults and larvae differs from one insect to another, and at different concentrations, it is considered an effective insecticide.

Key words : oregano, essential oils, biological activity, *T. confusum*., *R. dominica*, *S. oryzae* , *O surinamensis*, toxicity, repellency.

الملخص :

عائلة (الزعر النباتات هذه بين من .مستوطن منها والعديد ، العطرية بالنباتات غني بلد الجزائر

Lamiaceae)..

ومستحضرات الصيدلانية المستحضرات في واسع نطاق على الأوريجانو أنواع ومستخلصات الأساسية الزيوت تستخدم الغذائية المنتجات من العديد وحفظ التجميل

البيولوجي النشاط بدراسة قمنا ، للبيئة احتراماً والأكثر سمية الأقل الكيميائية للمنتجات وبدائل منتجات إيجاد أجل من *Tribolium confusum. Rhyzopertha* من والبالغين اليرقات ضد الأوريجانو من العطري للزيت والتبخير الطرد طريق عن *Sitophilus Oryzae* و *Oryzaeophilus Surinamensis* و *Dominica* Clevenger جهاز باستخدام المائي التقطير طريق عن للأوريجانو الاساسي زيت استخراج تم

مختلفة بتراكيز للحشرات والبالغين اليرقات على التبخير طريق عن الاساسي الزيت سمية بتقييم قمنا (24,72,120h) لمدة للزيت تعرضهم بعد (128,256,512,1024 µl / l d'air)

لكل ساعتين بعد) 0.2; 3; 5; 25; 37.5 (مختلفة بتراكيز الحشرات لنفس الطرد نسبة بتقييم قمنا وكذلك مؤوية درجة 32 حرارة عندة المخبر في التجارب اجرية بدقة 30

والبالغين اليرقات ضد عالية وطرود تبخير سمية له ان *origan vulgaire* ل العطري الزيت اثبت من لكل *Tribolium confusum. Rhyzopertha dominica, Oryzaeophilus surinamensis, Sitophilus* من والبالغين يرقات ضد متوسطة بصفة فعال انه اثبت كما معين ووقت مختلفة لتراكيز التعرض بعد *Oryzae* *Tribolium confusum.*

يختلف واليرقات البالغين على الشائع للأوريجانو العطري للزيت الحشرية المبيدات نشاط أن النتائج هذه تظهر فعال حشري مبيد يعتبر ، مختلفة وبتراكيزات ، أخرى إلى حشرة من

،المائي التقطير ، العطري الزيت , *Origan vulgaire* : المفتاحية الكلمات

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

A

Abdelli.L., 2017 Caractérisation physicochimique des huiles d'olive de quatre régions de la Kabylie et étude de leur activité biologique à l'égard des deux insectes ravageurs des grains stokes, *Rhyzoperta dominica* et *Sitophylus granaries*, Université de Tizi-Ouzou, Mémoire de master.

Agrawal, A. A., and M. G. Weber. 2015. On the study of plant defence and herbivory using comparative approaches: How important are secondary plant compounds. *Ecology Letters* 18:985-991.

Aiboud K., 2011. Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de bruche de neibé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera; Bruchidae) et impacts de traitement sur la germination des graines de *Vigna unguiculata*. Mémoire de magister en science écologie UMMTD.

Alabi, T., Marion-Poll, F., Danho, M., Mazzucchelli, G., De Pauw, E., Haubruge, E., 2014). Identification of taste receptors and proteomic characterization of the antenna and legs of *Tribolium brevicornis*, as 10.1111/imb. 12056

Amrani T., 2017, 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*., mémoire de master..Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Amzouar Sanoë, Ahmed Boughdad, Abdiwahed Mootoul, and Latifa Allam. 2019[Comparison of the chemical composition and the insecticidal activity of essential oils of *Mentha suaveolens* Ehrh. Collected from two different regions of Morocco, against *Bruchus rufimanus* (Bohman) (Coleoptera: Chrysomelidae)]

Anonyme, 2001. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. Ed. ITCF. 268 P.

Anonyme, 1955. Les ravageurs des grains entreposés. 3 éd. CRET, Paris. 54p.

Aouad Ghozlene , Soumaya Haouel, Abir Soltani, Maha Ben Abada, Emna Boushah, Salem Elkahoui, Faiza Taibi, Jouda Mediouni Ben Jemâa & Salima Bennadja . 2020 Screening for insecticidal efficacy of two Algerian essential oils with special concern to their impact on biological parameters of *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae).

Appert J. et Deuse. 1982 — External sex difference in stored product Coleoptera. BULL. Entomol. Res., Vol.51, pp. 119-133.

Arab H., Feddi L., 2018. Etude de l'effet biocide de quatre extraits végétaux: l'origan (Origanon vulgare), le thym (Thymus numidicus), le romarin (Rosmarinus officinalis) et la lavande (lavandula stoechas) à l'égard du puceron noir de la fève Aphis fabae Scopoli, 1763. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

B

Baba Aissa F. (1990). Encyclopedie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb substances végétales d'Afrique d'orient et d'occident. Ed. Librairie moderne Rouiba, 46.

Bar Ch., Beaux M-F., Belly J.M., Bocquet A., Bris V., Delplancke D., Fischer J., Foucher Ch., Gabillard M., Hoffmann D., Kern F., Lebanc M-P., Lebras A., Mahaut B. et Martin G., 1995. Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. Ed. ITCF, ONIC, Paris, 253 p.

Benoit. F., Valentin. A., Pelissier. Y., Diafouka. F., Marion C., Kone- Bamba.D., Kone. M., Mallie. M., Yapo. A., et Bastide. J.M., 1996. In vitro antimalarial activity of vegetal extracts used in West African traditional medicine. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 54(1) :67-71.

Benazzeddine S., 2010. Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à vis de Sitophilus oryzae (Coleoptera: Curculionidae) et Tribolium confusum (Coleoptera; Tenebrionidae). Mémoire d'ingénieur d'état en sciences agronomiques. 30p.

Bejenaru et al., 2017 Activité ovicide de deux huiles essentielles de Origanum vulgare et Ruta montana sur un ravageur secondaire des denrées stockées Tribolium confusum Mémoire Djoumana

Bernd Grünewald and Paul Siefert (2019). Acetylcholine and Its Receptors in Honeybees: Involvement in Development and Impairments by Neonicotinoids

Bouhaddouda, N., Aouadi, S., Labiod, R. (2016). Evaluation of Chemical Composition and Biological Activities of Essential oil and Methanolic Extract of Origanumvulgare L. Ssp glandulosum (Desf) letsvaart from Algeria International journal of pharmacognosy and phytochemical Research 2016:104-112 Page.

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

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.

Champ B.R et Dyte C.F., 1976. Report of the FAO global survey of pesticide susceptibility of stored grain pest. FAO Rome, 297 pp.

Chapman, R. F. (2003). Contact chemoreception in feeding by phytophagous insects. Annu. Rev. Entomol. 48, 455-484, doi : 10.1146/annurev.ento.48.091801.112629.

Codon B, William C, 1991. Les industries de première transformation des céréales, deuxième tirage édition. Tec& Doc, Lavoisier, Paris, P110,596,597,598,599,600,601,602,603,679,561,562.

D

Delobel A. & Trans, M., 1993 : Les coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes Ed ORSTOM, Paris, 424 p.

Dubois et al 2006 Activité ovicide de deux huiles essentielles de Origanum vulgare et Ruta montana sur un ravageur secondaire des denrées stockées Tribolium confusum Mémoire Djoumana.

F

Fleischer, J., Pregitzer, P., Breer, H., and Krieger, J. (2018). Access to the odor world: olfactory receptors and their role for signal transduction in insects. Cell. Mol. Life Sci. 75, 485-508. doi: 10.1007/s00018-017-2627-5.

G

Genevieve. L., 2006. L'origine de la metamorphose chez les insectes, Bulletin de la société d'entomologie du Québec. Laboratoire d'Éric Lucas à l'UQAM, Antennac, vol. 13, N°3, 03pages.

Ghenaiet, Aouide 2016. Etude de la toxicité de quelques plantes aromatiques a l'égard d'un insecte des denrées stockées *Rhysopertha dominica* mémoire de master Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Tefiles dehbha

H

Habib, Noor Jaseb. 2022. Évaluation de l'efficacité de certains nanocomposites, pesticides d'origine végétale et bio-préparation commerciale Naturalis-L dans le contrôle du tribolium rouge de la farine Coleoptera:Tenebrionidae (Herbst.) *Tribolium castaneum*) dans des conditions de laboratoire. Mémoire. Collège d'agriculture, Université de Karbala. 125 pages.

Halliday. W. R., Arthur. F. H., et Zettler. J. L., 1988. Resistance status of red flour beetle (Coleoptera : tenebrionidae). Linfesting stored panuts in southeastern United States. Journal of Economic Entomogy 81, 74-77.

I

Inge de Groot, 2004 (Protection des céréales et des légumineuses stokees) fondation Agromisa, Wageningen, 2004

Iteipmai., 2013. Les huiles essentielles dans la protection des cultures : une voie en cours d'exploration, 8p.

J

Jørgensen, K., Almaas, T. J., Marion-Poll, F., and Mustaparta, H. (2007). Electrophysiological characterization of responses from gustatory receptor neurons chactica in the moth *Heliothis virescens*, Chem. Sens. 32, 863-879. Doi: 10.1093/cheme/bjm057.

K

Karousou R., Koureas D.N. & Kokkini S., 2005.- Essential oil composition is related to the natural habitats : *Coridothymus capitatus* and *Saturejathymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. *Photochemistry*, 66 : 2668-2673.

Kherroub Nadia, 2018. Le pouvoir insecticide de l'extrait et huile essentielle d'origanum vulgare vis-à-vis de pucerons d'agrumes. Mémoire de master II université 1 :47 PM de Mostaganem.

Khelloul L., 2020. Etude de la biologie et de la sensibilité à l'action de quelques huiles essentielles de *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera : Tenebrionidae), un insecte ravageurs des denrées alimentaires entreposées. Thèse de doctorat en sciences Biologique. U.M.M.T.O 163 p.

Kishan K. A., Arun K. T., Veena P and Sushil K., 2001. Toxicity of 1,8-Cineole Towards Three Species of Stored Product Coleopterans. *Insect Sci. Applic.* Vol. 21, No. 2, pp. 155-160.

Koehler P.G., et Pereira A. (1994). Léser Grain Borer. *R. dominica* (Coleoptera : Tenebrionidae).146p.

Kouamé-Bi K.F.P., 2012- Valorisation de quatre plantes médicinales Ivoiriennes : étude phytochimique. Thèse de doctorat, chimie organique, Université de Nantes et de l'Université de Cocody-Abidjan. 180 p.

Koroghli K., 2018. Activité insecticide des huiles essentielles de romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) et de la menthe poivrée (*Mentha piperita* L.) à l'égard du petit capucin des grains de blé *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera : Bostrychidae). Mémoire de master en sciences biologiques, UMMTO, 58p.

L

Lepesme P., 1944. Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. Paul le chevalier, Paris, 335p.

M

Mahmoudi Y., 1990. La thérapeutique par les plantes communes en Algérie. Ed. Palais du livre, Blida. 150 p.

Maqsood Ahmed, Qin Peiwen, Zumin Gu, Yuyang Liu, Aatika Sikandar, Dilbar Hussain, Ansar Javeed, Jamil Shafi, Mazher Farid Iqbal, Ran An, Hongxia Guo, Ying Du, Weijing Wang, Yumeng Zhang & Mingshan Ji.(2020).Insecticidal activity and biochemical composition of *Citrullus colocynthis*, *Cannabis indica* and *Artemisia argyi* extracts against cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). *SCIENTIFIC REPORTS* Δ \square \square (2020) 10 :522.org/10.1038/41598-019-57092-5

Mason L.J. (2003). *Rhyzopertha dominica* (Fab.). Purdue Extension, 238: 1-2.

Mithöfer, A., and W. Boland. 2012. Plant Defense Against Herbivores : Chemical Aspects *Annual Review of Plant Biology* 63 :431-450.

O

Osier, T. L., and Lindroth, R. L. (2006). Genotype and environment determine allocation to and costs of resistance in quaking aspen. *Oecologia* 148, 293-303. Doi : 10.1007/s00442-006-0373-8.

Ouchekdhidh-Ourlissene O., 2014. Effets biocides des poudres et des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae). 10-15 p.

P

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

R

Rees D., 2004. *Insect of Stored Products*. Ed., CSIRO Publishing, Australia, 181p.

Regnault-Roger C., PHILOGENE J.R.B., et VINCENT C. (2002). *Biopesticides d'origine végétale*. Ed., Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 319p.

Russo, S., Cabrera, N., Chludil, H., Yaber-Grass, M., et Leicach, S. (2015). Insecticidal activity of young and mature leaves essential oil from *Eucalyptus glo-bulus* Labill against *Tribolium*

confusum Jacquelin du Val (Coleoptera : Tenebrionidae), Chilean Journal of Agricultural Research, 75(3), 375-379.

S

Sexena, D., Bhatia, S. K et Sinhas. R., 1991. Status of insecticide resistance in *Tribolium castaneum* (Herbst) in India IV : Resistance to phosphine. Bulletin of grain Technology. 29(3) :148-151 pp.

Shaaya, E., Ravid, U., Paster, N., Juven, B., Zisman, U., Pissarev, V., 1991. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. Journal of Chemical Ecology. 17 :499-704.

Sharififard, M., Alizadeh, L., Jahanifard, E., Wang, C., & Azemi, M. E. (2018). Chemical Composition and Repellency of *Origanum vulgare* Essential Oil against *Cimex lectularius* under Laboratory Conditions. Journal of arthropod-borne diseases, 12(4), 387.

Siad, F., Chabane, S., Baazizi, H. 2016, L'effet bio-insecticide de l'huile essentielle de l'origan *Origanum vulgare* (Lamiaceae) vis-à-vis de deux espèces d'insectes ravageurs le charançon *Sylophilus oryzae* (Coleoptera) et le thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera), Université M'Hamed Bouguera de Boumerdes.

Sidali 2015. Etude de la toxicité de quelques plantes aromatiques à l'égard d'un insecte des denrées stockées *Rhyssopertha dominica* mémoire de master Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Tefiles dehbiba

Sinha R. N., et Watters F. L., 1985. Insectes nuisibles des minoteries, des silos- élévateurs, 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.

T

Tirakmet S., 2015. Étude comparative entre l'activité insecticide des huiles essentielles extraites à partir de deux espèces de la famille des Astéracées récoltées dans la région de Makouda et l'activité insecticide d'un pesticide organique de synthèse sur le ravageur secondaire du blé tendre stocké *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidea), Mémoire de Master en Agronomie, Univ : Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 76p

Thomson V. (1966). The biology of the lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (Fab.).

Bull. Grain. Tec., 4 (4): 163-168.

Trematerra P., SCJARRETTA A., et TAMASI E. (1999). Behavioural responses

Of *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus), *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Tribolium*

Confusum. Du Val to naturally and artificially damaged durum wheat kernels. Entomol. Exp.

Appl., 49 : 41-44.

Tunc L., Berger B. M., Erler F et Dagli F., 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored product insects. Journal of Stored Products Research. 36 (2) : PP. 161-168.

V

Veres, K., Varga, E., Dobos, A., Hajdu, Zs., Mathe, I., Nemeth, E., Szabo. (2003).

Investigation of the composition and stability of the essential oils of *Origanum vulgare* ssp.. *vulgare* L., and *O.vulgare* ssp.*Hitus* (Link) letsvaart. Chromatographia, 57 (12), 95-98.

W

Walter CM., Price NR. (1989). The uptake and penetration of pirimiphos-methyl into susceptible and resistant strains of the red flour beetle *Tribolium castaneum*.Comp. Biochem. Physiol. 94c. p. 419-423.

Références webographiques :

<http://zomagro.com/index.php/2019/02/25> au Nigeria- 50- de la production de fruits est perdue.

News algérie web : www.ennaharonline.com

