



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Larbi Tébessa –Tébessa



Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie

Département des Sciences des Êtres Vivants

Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Ecophysiologie Animale

Thème :

Activité adulticide et larvicide de l'huile essentielle de
Origanum vulgare sur un ravageur secondaire des denrées
stockées -*Tribolium confusum*-

Présenté par :

Zerrougui Noura

Boukhatem Manel

Devant le jury :

Dr Mihi A	MCA	Université de Tébessa	Président
Dr Bouzeraa H	MCA	Université de Tébessa	Rapporteur
Dr Hannachi M	MCB	Université de Tébessa	Examineur

Date de soutenance : /06/2020

Note : /20

-2020/2021-

Sommaire

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

1. Introduction	1
2. Matériels et méthodes	6
2.1. Matériels biologiques	6
2.1.1. Présentation de l'insecte	6
2.1.2. Présentation de la plante	10
2.2. Méthodes d'études	12
2.2.1. Techniques d'élevage	12
2.2.2. Screening phytochimique	13
2.2.2.1. Préparation de l'extrait aqueux	13
2.2.2.2. Préparation de l'extrait acide	14
2.2.2.3. Préparation de l'extrait méthanolique	14
2.2.3. Extraction de l'huile essentielle (HE) par hydrodistillation	15
2.2.4. Calcule de rendement	18
2.2.5. Test de toxicité	18
2.3. Analyses statistiques	19
3. Résultats	21
3.1. Screening phytochimique	21
3.2. Rendement en huile essentielle	22
3.3. Détermination de la toxicité de l'huile essentielle	22

3.3.1. Toxicité de l'huile essentielle sur les adultes de <i>T.confusum</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition	22
3.3.2. Toxicité de l'huile essentielle sur les larves de <i>T.confusum</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition	23
4. Discussion.....	26
5. Conclusion et perspective	32
Résumés.....	34
Références bibliographiques	38



REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions ALLAH tout puissant qui nous a donné le courage et la patience pour terminée ce mémoire et d'arriver à ce niveau d'instruction.

Nous adressons également nos très sincères remerciements à l'ensemble des membres pour l'honneur qu'ils nous ont fait pour avoir accepté de faire partie de ce jury en acceptant d'examiner et d'évaluer ce mémoire.

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

*Tous nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à notre docteur et à notre superviseur « **BOUZERAA HAYETTE** » pour avoir accepté de nous encadrer, on vous remercions pour tous vos efforts, vos conseils avisés qui nous a permis de réaliser ce travail.*

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

Par l'occasion , nous tenons à remercier tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenue et encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à toutes et à tous.



Liste des Figures

Figure N°	Titre	Page
Figure 01	<i>Tribolium confusum</i> (adulte) (J. DUVAL, 1868)	06
Figure 02	Cycle de développement de <i>Tribolium confusum</i> à 30°C (photos personnelles)	09
Figure 03	<i>Origanum vulgare</i> (Linné, 1753)	11
Figure 04	Elevage de <i>Tribolium confusum</i> (photo personnelle)	13
Figure 05	Montage d'un hydrodistillateur de type Clevenger (photo personnelle)	16
Figure 06	Etapas d'extraction de l'huile essentielle d' <i>O. vulgare</i> Par hydrodistillation (photo personnel)	17
Figure 07	Révélation des composants chimiques de la plante <i>O. vulgare</i> par un screening phytochimique	22

Liste des Tableaux

Tableau N°	Titre	P
1	Résultats de screening phytochimique	21
2	Pourcentage de mortalité corrigée des adultes de <i>T. confusum</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition à l'huile essentielle de <i>O. vulgare</i> (m±SEM, n=4 répétitions comportant chacune 10 adultes).	23
3	Pourcentage de mortalité corrigée des larves de <i>T. confusum</i> après 24, 48 et 72h d'exposition à l'huile essentielle de <i>O. vulgare</i> (m±SEM, n=4 répétitions comportant chacune 10 larves).	24

Introduction

Introduction

La production agricole est généralement saisonnière alors que les besoins des consommateurs s'étendent sur tout le long de l'année, d'où la nécessité de stocker les céréales (**Mikolo et al., 2007**).

En Algérie, la filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole (**Djermoun, 2009**). Elle occupe une superficie de 3.5 millions d'hectares avec 1,6 million d'hectares de blé dur. Une nette amélioration dans la production des céréales a été enregistrée durant la saison 2016-2017, avec une production de plus de 34 millions de tonnes d'après l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (**OAIC, 2017**). Si on s'intéresse d'une manière plus précise au blé dur, on constate qu'il occupe une place très importante dans la structure spatiale de l'activité agricole. Il représente plus de 50% des superficies céréalières récoltées. Cette production reste insuffisante et ne couvre pas les besoins qui ne cessent d'augmenter, faisant de l'Algérie un des plus importants pays importateurs de céréales (**Ammar, 2014**).

Cependant, le stockage des céréales est soumis non seulement à des agressions d'origines physico-chimiques (température, humidité relative) mais aussi à des agressions biotiques (ravageurs, rongeurs, micro-organismes) qui sont en concurrence avec nos ressources alimentaires (**Bhumi et al., 2017**).

Les insectes ravageurs sont à l'origine de la plupart des dommages subis dans les réserves des denrées stockées et causent d'importantes pertes économiques au niveau du stockage des céréales (**Karahacane, 2015**). Les dégâts qu'ils occasionnent incluent la perte de poids, une diminution de la quantité et la qualité des grains et quelque fois une perte du pouvoir germinatif (**Mossa, 2016**). L'activité métabolique des insectes crée un milieu favorable au développement des micro-organismes produisant des toxines à l'instar des champignons aflatoxinogènes du genre *Aspergillus* (**Waongo et al., 2013**), ce qui rendent le produit impropre à la consommation.

D'après la FAO (Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) (**2016**), les pertes dues aux insectes nuisibles correspondent à 35% de la production agricole mondiale.

Les grains et les graines entreposées subissent de multiples agressions de la part d'insectes nuisibles appartenant à l'ordre des coléoptères et lépidoptères lors du stockage et de la conservation.

Ils sont répartis en trois catégories (**Arrab,2016**): les ravageurs primaires, appelés aussi « à formes cachées », capables de s'attaquer à des grains sains et entiers, exemple de charançon du riz(**Kucerova et al.,2003**).Les ravageurs secondaires, appelés aussi « à formes libres », ne peuvent déprécier les grains qu'à partir des dégâts causés par les ravageurs primaire, exemple de *Tribolium* de la farine(**Jemaa et al., 2012**). Les ravageurs tertiaires se nourrissent de graines cassées de poussières de graines et de la poudre laissée par les groupes précédents exemple de pyrale de la farine (**Lorini et al., 2015**).

La régulation de la reproduction des insectes implique de nombreux facteurs tels que les récepteurs sensoriels, la transmission et l'intégration neuronale dans le cerveau.

La reproduction comporte de nombreuses séquences subordonnées les unes aux autres, mitoses goniales, méiose, premiers stades de l'ovogenèse, différenciation de l'ovariole, prévitellogenèse, vitellogenèse, fonctionnement des glandes annexes, production de phéromones, comportement sexuel, ovulation, oviposition (**Marie, 1984**)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 proies, 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 plantes hôtes produisent des centaines voire des milliers de molécules différentes qui, prises ensembles, constituent des profils phytochimiques souvent très variables dans les populations naturelles (**Geber et Griffen 2003, Barbour et al., 2015**). Parmi ces composés, les métabolites primaires des plantes tels que le saccharose sont souvent détectés par les neurones des récepteurs gustatifs antennaires et stimulent ainsi l'alimentation de différentes espèces d'insectes (**Isidoro et al., 1998 ; Chapman, 2003 ; Osier et Lindroth, 2006; Jørgensen et al., 2007 ; Alabi et al., 2014**). Les métabolites secondaires, dits spécialisés, ont un rôle dans les défenses de la plante et dans la réduction des performances des insectes herbivores à travers divers mode d'action (**Fraenkel, 1959 ; Mithöfer et Boland, 2012 ;**

Agrawal et Weber, 2015). Parmi ces métabolites, l'huile essentielle est définie dans le contexte de la certification **Swisseo (2005)** comme l'extrait naturel de plantes ou d'arbres aromatiques obtenu par distillation à la vapeur d'eau. Autrement dit l'huile essentielle est l'essence distillée, l'essence étant la sécrétion naturelle élaborée au sein des organes producteurs des plantes aromatiques. Chimiquement, une huile essentielle est constituée exclusivement de molécules aromatiques à condition que sa pureté soit totale et qu'elle ait été distillée convenablement (**Swisseo, 2005**).

Les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques en particulier les huiles essentielles accoutument une double activité insecticide sur les adultes et sur les différentes phases du cycle reproductif (**Tirakmet, 2015**). Toutefois, les activités insecticides des huiles essentielles décrites sur les insectes des denrées stockées s'exercent sur plusieurs niveaux et limitent la renaissance des nouvelles générations (**Regnault-Roger et al., 2008**). 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 antiappétant affectant ainsi la croissance, la mue, la fécondité et le développement des insectes (**Iteipmai, 2013; Tirakmet, 2015**).

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**). C'est pourquoi le recours aux substances d'origine végétale, en tant que bio pesticides dans la protection des graines, apparaît comme la meilleure alternative de lutte propre et douce contre les déprédateurs des denrées stockées.

L'Algérie compte actuellement quelques 3000 variétés de plantes aromatiques et médicinales, dont 600 seulement sont utilisées. 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 basent d'huiles essentielles (**Ait aïder et al., 2016, Bouzeraa et al., 2018,**

2019 ; Chaib,2018 ;Brahimi, 2019 ;Belouaer et Selahdja, 2020 ; BenrabeH et Matari, 2020).

Dans notre travail, nous allons évaluer l'activité insecticide d'une plante aromatique indigène *Origanum vulgare* (Lamiaceae) sur un important ravageur secondaire des denrées stockées, *Tribolium confusum*.

Matériels et Méthodes

2. Matériels et méthodes

2.1. Matériels biologiques

2.1.1. Présentation de l'insecte

Le *Tribolium* est un insecte ravageur commun connu pour attaquer et infester les denrées alimentaires stockées notamment la farine et les grains de céréales, dans les silos, les entrepôts, les boulangeries, les épiceries. Il est appelé aussi le petit ver de la farine, le ver brun de la farine. C'est une espèce d'insectes coléoptères de la famille des Ténébrionidés, à répartition cosmopolite.

Classification :

Règne : Animale

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

S/Ordre : Polyphaga

Famille : Tenebrionidae

Genre : Tribolium

Espèce : *Tribolium confusum* (J.DUVAL, 1868)

Nom français : Tribolium brun de la farine

Nom anglais : Confused Flour Beetle

Nom en arabe : خنفساء الطحين المتشابهة



Figure 01: *Tribolium confusum*
(J. DUVAL, 1868)

- Appellations

Cette espèce a été décrite pour la première fois par **Jacquelin Duval (1868)**. Le nom commun Français attribué à ce ravageur est : Tribolium brun de la farine. En Anglais, il est connu comme confused flour beetle, mason beetle.

- Origine et répartition géographique

L'aire de répartition de *T. confusum* est très vaste à travers le monde. Il est généralement distribué dans le monde entier et il est très abondant dans toutes les parties des Etats-Unis (**Anonyme, 1955**).

Selon **Lepesme (1944)**, cette espèce préfère les régions tempérées et remonte assez loin dans le nord de l'Europe et de l'Amérique, sous les climats froids (**Anonyme, 2001**). On rencontre cet insecte dans la nature, non seulement en Afrique, mais aussi dans les régions où elle fut introduite, sous l'écorce des arbres (**Delobel et Trans, 1993**).

- Régime alimentaire et dégâts

Le Tribolium recherche surtout les denrées amylacées pulvérulentes comme la farine, le son, les issues... etc. (**Lepesme, 1944**). Les adultes sécrètent une odeur persistante et désagréable aux produits alimentaires envahis. La substance émise affecte les propriétés de la pâte faite avec de la farine contaminée, cette substance est irritante pour l'homme et elle peut causer des désordres gastriques (**Roger, 2002**). D'après **Steffan (1978)**, les adultes sont très polyphages, ce sont des cléthrophages secondaires, car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures, ils attaquent les grains endommagés, escortent souvent les charançons ou parachèvent leurs dégâts.

- Cycle biologique

Le cycle de vie de *Tribolium confusum* comprend quatre stades distincts (**Figure 02**) : œuf, larve, puppe et adulte (**Benoit et al., 1996**).

- **Œuf**: il est oblong et blanchâtre presque transparent. Sa surface est lisse recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée. Il mesure en moyenne 0.6 x 0.3 mm (**Lepesme, 1944**). Les œufs sont pondus séparément et éclosent après 3 à 12 jours.

- **Larve:** son corps est recouvert 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. Les larves, qui ne dépassent pas 1,4 mm lors de l'éclosion, atteignent 6 à 7 mm à l'achèvement de leur croissance. Elle est étroite, mobile et de couleur blanche à jaune-brun (Anonyme, 2001). Elle passe par 7 à 8 stades larvaires (**Delobel et Trans, 1993**), varies selon de nombreux facteurs : température, humidité, qualité de l'alimentation, etc. (**Steffan, 1978**).
- **Nymphe :** elle est blanche et nue. Les segments de son abdomen sont explantés latéralement en lames rectangulaires à bords crénelés (**Balachowsky, 1936**). La nymphe reste sans protection et est incapable de se déplacer. Le stade nymphal est d'environ 8 jours. Une fois que la pupa devient adulte.
- **L'imago (adulte) :** La nymphe subit une mue imaginale et donne naissance à un imago (**Anonyme, 1955**). Il passe trois à quatre jours dans un stade adulte immature, non reproducteur, de couleur blanchâtre à crème appelé le stade adulte lâche (**Ryan et al., 1970**).

Une fois mature, l'adulte devient brun rouge, long d'environ 3,5 mm, aplati et ovale dont la tête et la partie antérieure du thorax sont densément couverts de points minuscules et les élytres sont striés dans le sens de la longueur avec de rares ponctuations entre les stries. Les antennes sont moniliformes avec les 3 derniers articles élargis (**Balachowsky, 1962**). Sa longévité dépasse généralement 6 mois et peut atteindre près de 4 ans.

La durée moyenne de développement de l'œuf à l'adulte est de 54 jours à 24°C, de 28 jours à 29°C et de 26 jours à 34°.

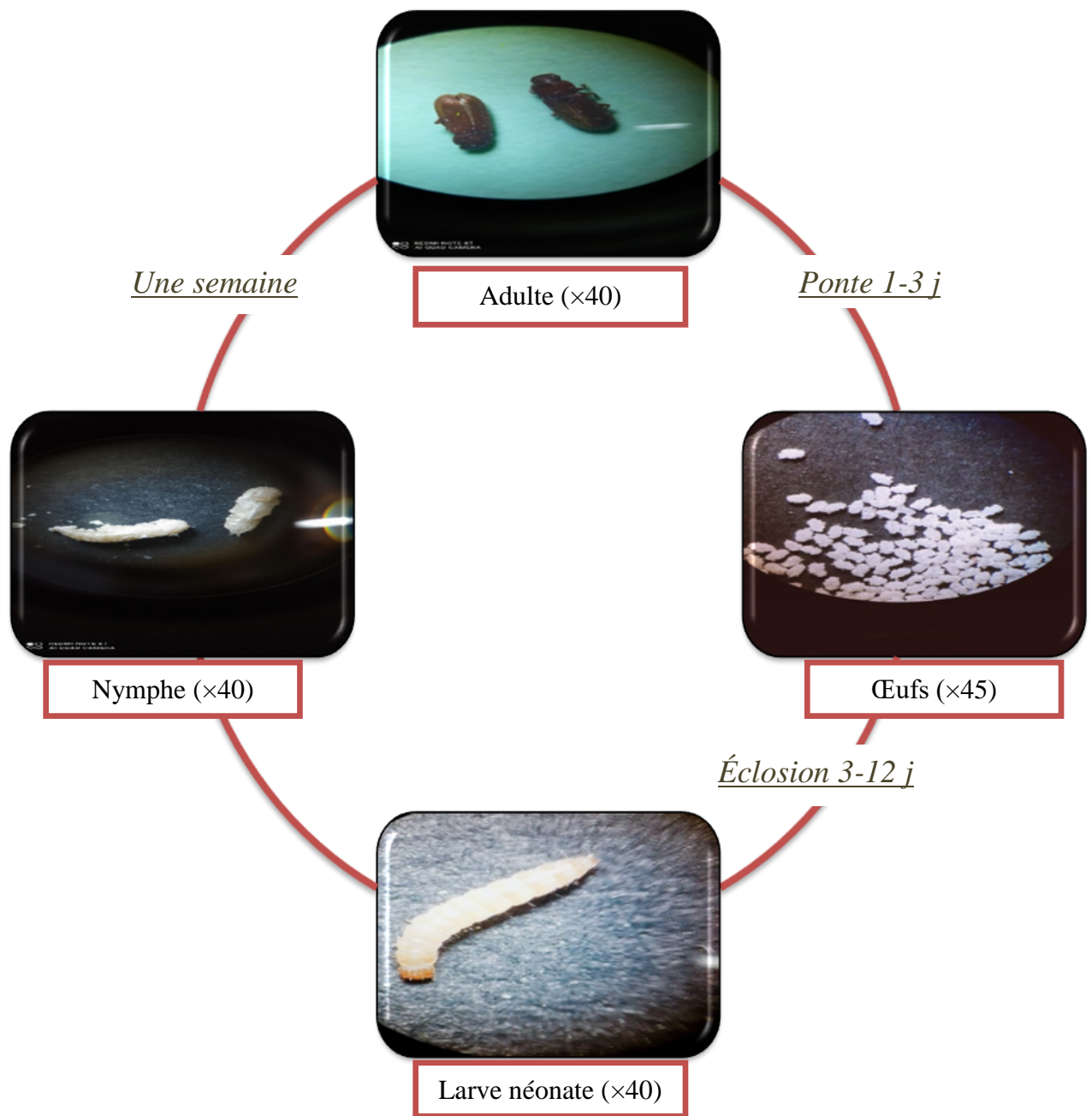


Figure 02: Cycle de développement de *Tribolium confusum* à 30°C (photos personnelles)

2.1.2. Présentation de la plante *Origanum vulgare*

- Présentation botanique

L'origanum vulgare 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 froissent. 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. Elle fleurit de mai à octobre. C'est une plante hémicryptophyte. Les plantes hémicryptophytes sont des plantes vivaces dont les bourgeons de renouvellement sont situés au niveau du sol. En effet, les parties aériennes meurent pendant la mauvaise saison, et la plante peut donc repartir à partir des bourgeons de renouvellement (**Caillaud, 2013**). 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(**Figure03**).

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**).

Classification :

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Sous-famille : Népétoïdées

Genre : *Origanum*

Espèce : *Origanum vulgare* (Linné, 1753)

Nom Français : Origan commun

Nom anglais : oregano

Nom Arabe : الزعتر



Figure 03 : *Origanum vulgare*
(Linné, 1753)

- Composition chimique

La composition chimique varie largement en fonction du chimiotype ainsi qu'en fonction de la période de récolte. Selon **Bouhaddouda(2016)**, la plante entière de *Origanum vulgare* comportent les flavonoïdes, les terpènes, les tanins catéchiques, les anthocyanes et les saponosides. Son huile essentielle est caractérisée par un pourcentage élevé de composés monoterpéniques hydrocarbonés et oxygénés. Le plus souvent ; la carvacrol est majoritaire et accompagne de thymol, γ -terpinene, p-cymene, myrcene, limonene, ocimene, caryophyllene , s-bisabolene , germacrene , α - pinene , camphene , α -terpinen , α -phellandrene (**Goetz, 2012**)

.- Propriétés principales

L'origan est une plante aromatique Méditerranéenne couramment utilisée pour renforcer les fonctions digestives, respiratoires et articulaires.

En effet, l'huile essentielle d'origan possède des propriétés antibactériennes (**Ozkalp et al., 2010**), stimulantes, antiseptiques, il est utilisé pour soigner les affections respiratoires

telles que la toux, l'angine, la bronchite et l'asthme. En application, il soulage les douleurs dentaires et articulaires (**Delaroque, 2001**).

-L'huile essentielle est antifongique, antioxydant du fait de la richesse en composés phénoliques, thymol et carvacrol, inhibe la formation de peroxy-nitrites (**Prieto et al., 2007**).

-L'huile essentielle d'origan est utilisée abondamment dans l'industrie alimentaire, pharmaceutique et cosmétique

-les HEs de cette plante entre dans les formulations de diverses spécialités : pommades antiseptiques et cicatrisantes, sirops pour traitement des affections des voies respiratoires.

2.2. Méthodes d'étude

2.2.1. Technique d'élevage

Les insectes proviennent d'un dépôt de stockage à El Aouinet (wilaya de Tébessa).

L'élevage en masse de cette espèce a été réalisé au niveau du laboratoire pédagogique « écophysiologie animale », de la Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie -université Larbi Tebessi -Tébessa-.

L'élevage a été mis dans un bocal en verre contenant la semoule pour alimentation ; le tout a été recouvert d'un tulle et maintenu à une température de 30-32°C (**Figure 04**), une humidité relative voisine à 50% et une photopériode de 8h (J) :16h (N). Les larves du dernier stade et les adultes âgés de quelques jours ont été prélevés et utilisés pour expérimentation.



Figure 04 : Elevage de *Tribolium confusum* (photo personnelle).

2.2.2. Screening phytochimique

Il s'agit d'une analyse qualitative basée sur des réactions de coloration et/ou de précipitation en vue de mettre en évidence les grands groupes chimiques des métabolites secondaires de la plante. Dans notre travail, la partie aérienne sèche de la plante *O. vulgare* a été broyée à l'aide d'un mortier de manière à obtenir une poudre fine et homogène. Différents extraits de la plante (extrait aqueux, acide et méthanolique) ont été préparé et ont servi à la réalisation d'un screening phytochimique préliminaire pour la détection de certains composants chimiques à activités insecticides.

2.2.2.1. Préparation de l'extrait aqueux

Vingt grammes de poudre de la plante ont été portés à ébullition dans 200 ml d'eau distillée. Le macéré a été ensuite filtré à l'aide d'un papier filtre.

➤ Détection des saponines

Pour mettre en évidence les saponines, nous avons introduit 2 ml de l'extrait aqueux dans un tube à essai. Le tube est agité pendant 15 secondes (s) puis laissé au repos pendant 15 min. Une hauteur de mousse persistante, supérieure à 1 cm indique la présence de saponosides.

➤ Détection des tanins

3 à 4 gouttes de chlorure ferrique sont ajoutées à 2 ml d'extrait aqueux. L'apparition d'une coloration vert foncée indique la présence de tanins catéchiques, et une coloration bleue verdâtre indique la présence simultanée des deux types de tanins: les tanins hydrolysables et condensés (**Soulama et al., 2014**).

➤ Détection des glycosides cardiaques (Frothing test)

Deux ml de chloroforme sont ajoutés à 2 ml de l'extrait, l'apparition d'une coloration brun-rougeâtre après l'ajout de 3 à 4 gouttes de H₂SO₄ indique la présence des glycosides cardiaques.

2.2.2.2. Préparation de l'extrait acide

Pour préparer l'extrait acide, 2 g de poudre végétale sont laissés macérer pendant 30mn au dans 20 ml d'acide chlorhydrique (HCl). L'extrait est ensuite filtré. Le filtrat obtenu a servi pour la détection des flavonoïdes.

➤ Détection des flavonoïdes (NaOH test)

La présence ou l'absence des flavonoïdes a été détectée après l'ajout de 2ml de NaOH à 10% à 2ml de l'extrait acide. Une coloration plus foncée à l'extrait acide révèle la présence des flavonoïdes.

2.2.2.3. Préparation de l'extrait méthanolique

Dix grammes de la plante sèche ont été laissées pour macération dans 100ml de méthanol pendant 30mn. Après filtration, le filtrat récupéré a été soumis à une évaporation obtenant un extrait sec. Ce dernier a été ensuite dissous dans six ml de chloroforme. Cet extrait a servi pour la détection des alcaloïdes, les triterpènes et stérols.

➤ Détection des alcaloïdes (WAGNER test)

Pour mettre en évidence les alcaloïdes, le réactif de WAGNER a été utilisé. 2 à 3 gouttes du réactif WAGNER ont été ajoutées aux 2ml de l'extrait alcoolique. L'apparition d'un précipité ou d'une coloration orangée indique un test positif.

➤ Détection des triterpènes et stérols (LIBERMANN test)

Les stérols et les terpènes ont été recherchés par la réaction de Liebermann. 2 à 3 gouttes de l'acide anhydride ont été ajoutées dans deux ml de l'extrait alcoolique. L'apparition, à l'interphase, d'un anneau pourpre ou violet, virant au bleu puis au vert, indique une réaction positive après l'ajout de quelques gouttes de l'acide sulfurique.

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

-Principe

Il s'agit de la méthode la plus simple et la plus anciennement utilisée. Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène qui met en jeu l'application de deux lois physiques (loi de Dalton et loi de Raoult) (**Pavia et al., 1976**). Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est, ensuite, porté à ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité. Au laboratoire, le système équipé d'une cohobe, généralement utilisée pour l'extraction des HEs, est le Clevenger. La durée d'une hydrodistillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter. La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait (**Figure 05**).

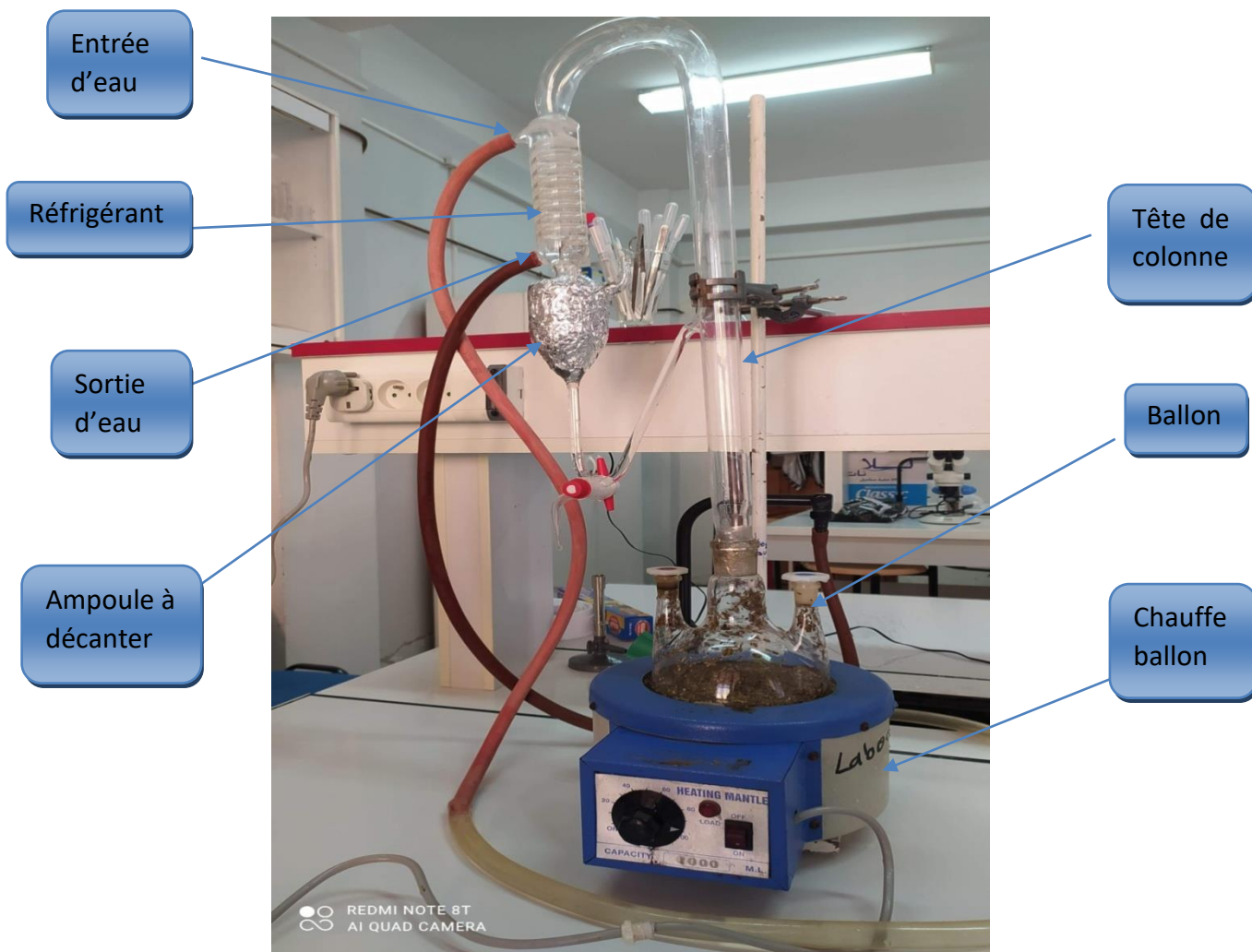


Figure 05 : Montage d'un hydrodistillateur de type Clevenger (*photo personnelle*).

-Protocole

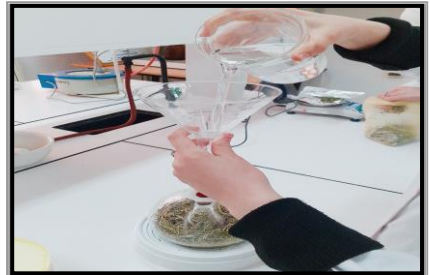
L'extraction de l'huile essentielle de la plante a été effectuée au niveau du laboratoire pédagogique de l'université Larbi Tebessi. Une quantité de 50 grammes de matière sèche aérienne de la plante *O.vulgare* a été introduite dans le ballon de l'appareil Clevenger d'une capacité de 1000 ml contenant 500 ml l'eau distillée. L'ensemble est porté à ébullition pendant 2h. Les vapeurs chargées d'huile essentielle se condensent à leurs arrivées au niveau du réfrigérant et elles retombent sous forme de gouttelettes dans l'ampoule à décanter en formant avec l'eau un mélange d'eau et d'huile. L'huile essentielle obtenue a été récupérée et conservée dans des petits flacons en verre de 10 ml, hermétiquement clos et recouvert avec du papier aluminium pour éviter tout risque d'altération et de dégradation de ses composantes chimiques. Les flacons sont gardés à une température de 4°C (**Figure 06**).



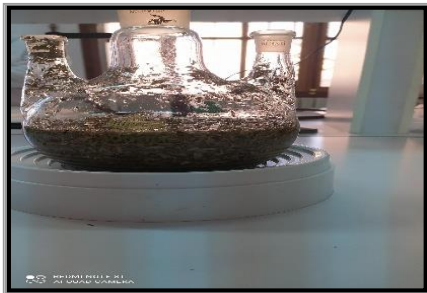
1



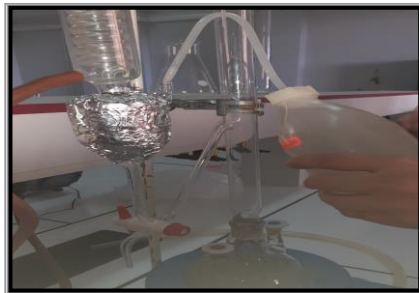
2



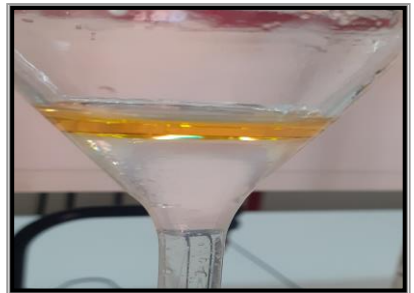
3



4



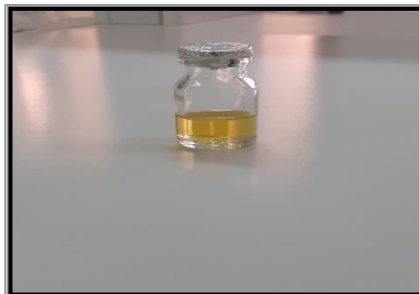
5



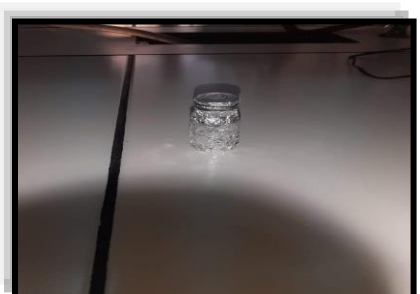
6



7



8



9

Figure 06: Etapes d'extraction de l'huile essentielle d'*O. vulgare* Par hydrodistillation (*photo personnel*)

2.2.4. Calcul de rendement

Le rendement en huile essentielle (R) est le rapport entre le poids de l'huile extraite (P') et le poids de la plante utilisée (P) ; Il est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante (**Labioud, 2016**):

$$R\% = (P' / P) \times 100$$

- R% : rendement de l'huile en (%)
- P : poids de la plante en (g)
- P' : poids de l'huile en (g)

2.2.5. Test de toxicité

Le traitement consiste à étudier l'effet toxique par fumigation de l'huile essentielle de *O. vulgare* sur les adultes et les larves de *T. confusum*.

Différentes concentrations d'huile essentielle (800, 1200, 1440, 1600 µl/l air µl/l air), (640, 960, 1280 et 1600 µl/l air) utilisées contre les adultes et les larves, respectivement, ont été appliquées sur un papier filtre de 3cm de diamètre qui a été attaché sous le couvercle du flacon. Dix larves du dernier stade et 10 adultes âgés de quelques jours ont été misent séparément dans des flacons en verre de 125ml de volume et 100g de farine ont été ajoutés pour l'alimentation. Les flacons ont été hermétiquement fermés. L'expérimentation a été conduite à une température de 30±2°C et une humidité voisine à 50%. Quatre répétitions pour chaque concentration ont été effectuées avec une série témoin. Le témoin ne reçoit aucun traitement. Les larves et les adultes ont été exposés aux différentes concentrations d'huile pour une durée de 24h, 48h et 72h. Le taux de mortalité a y été déterminé.

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:

$$\% \text{ de mortalité corrigée} = Mt (\%) - Mc (\%) * 100 / 100 - Mc (\%)$$

Mt: mortalité dans traitées

Mc: mortalité dans control

Les résultats de la toxicité d'*O. vulgare* sur les individus de *T. confusum* n'ont pas permis de déterminer les concentrations létales à 50% (CL50) et à 90% (CL90).

2.3. 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. Screening phytochimique

Le screening phytochimique de la plante nous a permis de déterminer les composants chimiques secondaires de la plante *O. vulgare* (**Figure 08**).

D'après les résultats obtenus dans le tableau ci-dessous, nous avons noté que la plante *O. vulgare* est riche en quatre composants chimiques. L'extrait aqueux nous a permis de détecter la présence des glycosides cardiaques et des tanins de couleur verte révélant la présence des catéchiques. La présence des alcaloïdes et des triterpènes et stérols ont été aussi détectés dans l'extrait méthanolique. Les saponines et les flavonoïdes sont absents dans l'extrait aqueux et acide de la plante, respectivement.

Tableau 01 : Résultats de screening phytochimique

Composés	Solvant d'extraction	Révélation
Glycosides cardiaques	Eau distillée	+
Tanins	Eau distillée	+
Saponines	Eau distillée	-
Flavonoïdes	Acide chlorhydrique	-
Alcaloïdes	Méthanol	+
Triterpènes et stérols	Méthanol	+

+ : positif ; - : Négatif.



Figure 07 : Révélation des composants chimiques de la plante *O. vulgare* par un screening phytochimique.

3.2. 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 3.84%. L'huile essentielle obtenue est de couleur jaune ocre et d'une odeur aromatique agréable.

3.3. Détermination de la toxicité de l'huile essentielle

Le test de toxicité a permis de déterminer l'activité adulticide et larvicide de l'huile essentielle de *O. vulgare* sur *T. confusum* à partir de la mortalité enregistrée chez les adultes et les larves après 24h, 48h et 72h d'exposition au traitement par fumigation. Différentes concentrations ont été testées (800, 1200, 1440, 1600 μ l/l air) et (640, 960, 1280 et 1600 μ l/l air), respectivement.

3.3.1. Toxicité de l'huile essentielle sur les adultes de *T. confusum* après 24h, 48h et 72h d'exposition

Les mortalités corrigées sont mentionnées dans le tableau 02. Les résultats montrent une augmentation du taux de mortalité corrigée en fonction du temps.

Après vérification de l'égalité de la variance, un test non paramétrique (Kruskal-wallis) a ainsi été utilisé. Une différence significative ($p < 0,0001$, 0,0001 et 0,02) a été enregistrée entre les concentrations pour chaque 24h selon le test de tukey.

L'activité adulticide de l'huile essentielle provoque une toxicité faible se traduisant par un taux de mortalité de seulement 7% à la concentration de 800µl/l air après 24h d'exposition. Le taux de mortalité augmente à 35% après une augmentation de la concentration (1200µl/l air). Cependant, le taux de mortalité diminue par la suite et devient nul à la concentration la plus élevée (1600µl/l air) ainsi la concentration létale 50% (CL50) n'a pas été déterminée.

Tableau 2. Pourcentage de mortalité corrigée des adultes de *T. confusum* après 24h, 48h et 72h d'exposition à l'huile essentielle de *O. vulgare* (m±SEM, n=4 répétitions comportant chacune 10 adultes

Concentrations (µl/l air)	Taux de mortalité corrigé (%)		
	24h	48h	72h
800	07,5±02,8 ^B	12,0±00,0 ^B	22,5±08,2 ^{AB}
1200	35,0±16,5 ^A	37,5±17,8 ^A	45,0±16,5 ^A
1440	15,0±05,0 ^{AB}	17,5±08,2 ^{AB}	22,5±10,9 ^{AB}
1600	00,0±00,0 ^B	00,0±00,0 ^B	12,5±04,3 ^B

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont sensiblement différentes entre les concentrations pour chaque insecte.

3.3.2. Toxicité de l'huile essentielle sur les larves de *T. confusum* après 24h, 48h et 72h d'exposition

Les mortalités corrigées sont mentionnées dans le tableau 03. Les résultats montrent une augmentation du taux de mortalité corrigée en fonction du temps.

Une différence significative ($p < 0,001$, 0,01 et 0,003) a été enregistrée entre les concentrations pour chaque 24h selon le test de tukey.

L'huile essentielle d'*O. vulgare* a montré une faible activité larvicide contre *T. confusum*. Une toxicité faible se traduisant par un taux de mortalité de seulement 6,66% à la concentration la plus élevée 1600µl/l air après 24h d'exposition. Le taux de mortalité augmente à 33% après 72h d'exposition à la même concentration. Cependant, le taux de mortalité est très faible au-dessous de 50% ainsi la concentration létale 50% (CL50) n'a pas été déterminée.

Tableau 3. Pourcentage de mortalité corrigée des larves de *T. confusum* après 24, 48 et 72h d'exposition à l'huile essentielle de *O. vulgare* (m±SEM, n=4 répétitions comportant chacune 10 larves)

Concentrations (µl/l air)	Taux de mortalité corrigé (%)		
	24h	48h	72h
640	00,0±00,0 ^B	03,3±01,2 ^B	10,0±00,0 ^B
960	00,0±00,0 ^B	03,3±01,2 ^B	10,0±00,0 ^B
1280	00,0±00,0 ^B	16,6±04,7 ^{AB}	20,0±00,0 ^{AB}
1600	6,66±02,3 ^A	23,3±09,4 ^A	33,3±09,4 ^A

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont sensiblement différentes entre les concentrations pour chaque insecte.

Discussion

4. Discussion

Les plantes aromatiques médicinales sont considérées, d'après leurs constituants en huiles essentielles (HE), comme un bio insecticide qui permet de lutter contre une variété d'insectes et ravageurs des stocks (**Ketho, 2004**).

Dans le cadre de la gestion des ravageurs agricoles, les pesticides botaniques sont bien adaptés pour une utilisation dans les pays industrialisés et peuvent jouer un rôle beaucoup plus important dans la protection des post-récoltes et les produits alimentaires (**Isman, 2006**). Parmi les différents produits d'origine végétale, l'application d'huiles essentielles est une méthode très intéressante pour contrôler les pertes de post-récolte.

Les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques en particulier les huiles essentielles accoutument une double activité insecticide sur les adultes et sur les différentes phases du cycle reproductif (**Tirakmet, 2015**). Toutefois, les activités insecticides des huiles essentielles décrites sur les insectes des denrées stockées s'exercent sur plusieurs niveaux et limite la renaissance des nouvelles générations (**Regnault-Roger et al., 2008**).

Dans notre travail, la plante indigène (originaire de Sétif) *Origanum vulgare* a été évaluée sur l'activité insecticide de son HE sur *Tribolium confusum*, un ravageur secondaire des denrées stockées. L'HE obtenue par hydrodistillation est de couleur jaune, elle a une saveur fortement piquante et une odeur forte caractéristique des plantes aromatiques.

La plante possède un rendement en HE de 3,84%. Une différence entre les rendements d'extractions, de l'espèce étudiée, a été observée dans d'autres régions et pays : Guelma (2,52%) (**Bouhaddouda et al., 2016**), Maroc (1,15%) (**Derwich et al., 2010**), Tunisie (0,1-0,7%) (**Mechergui et al., 2010**). La différence existante entre les rendements d'extractions est probablement liée aux facteurs suivants :

- Le temps de l'hydrodistillation
- La durée de séchage
- Le rapport Eau/Matière végétale
- La température de chauffage (**Fadil et al., 2014**).

Elle peut être liée, également aux facteurs climatiques (chaleur, froid, stress hydrique), facteurs géographiques (altitude, nature du sol, taux d'exposition au soleil) et génétiques (croisements naturels) (**Veres et al., 2003**).

Les tests phytochimiques d'*O.vulgare* montrent que la plante possède différents composants chimiques tels que les alcaloïdes, les tanins, les glycosides et les triterpènes et stéroïdes.

Ces métabolites secondaires de la plante ont montré des activités insecticides contre des insectes nuisibles. Selon **Bouchelta et al. (2005)**, les alcaloïdes se sont avérés plus efficaces et peuvent avoir des effets toxiques par contact et par ingestion chez les adultes de *Bemisia tabaci*.

Les tanins possèdent des propriétés insecticides, larvicides et répulsives, ils influencent la croissance, le développement et la fécondité de plusieurs insectes phytophages (**Acheuk et al., 2014**).

Les Triterpénoïdes présentent dans la plante *Melia azedarach* ont des activités insecticides (**Bounechada et Arab, 2011**), un effet antinutritionnel, inhibent la prise alimentaire des insectes phytophages et provoquent la mort et des malformations chez les descendants (**Carpinella et al., 2003**).

Les huiles essentielles sont riches en monoterpènes et cause la mort des insectes par inhibition de l'activité de l'acétylcholinestérase au niveau du système nerveux (**Houghton et al., 2006**).

Guo et al. (2009) ont constaté que les monoterpénoïde, le terpinène-4-ol, ont un fort pouvoir inhibiteur de l'activité de Na⁺, K⁺ et l'ATPase.

Selon **Iteipmai, (2013)**, les huiles essentielles interagissent avec les récepteurs d'odeurs des insectes, déclenchant des comportements variés : fuite, attraction, oviposition etc.

D'autres chercheurs rapportent que les mécanismes d'action des huiles essentielles sont d'ordre physiologique ou physique. Les huiles essentielles ont des effets anti- appétant, affectant ainsi la croissance, la mue, la fécondité et le développement des insectes (**Tirakmet, 2015**).

Dans notre travail, l'huile essentielle de *O. vulgare* possède une faible activité toxique contre les adultes et les larves et de *T. confusum*. L'inhalation, par ces derniers, des composants volatils de la plante a provoqué un effet significatif entre les concentrations. Des taux de mortalité nul à très faibles sont enregistrés à des concentrations élevées après les premières 24h.

Des études similaires sur l'activité insecticide, plus au moins faibles, des différentes huiles essentielles et de leurs composants sur *T.confusum* sont décrit dans un certains nombres de publications.

Khani et al. (2017) ont étudié la toxicité des huiles essentielles de *Juniperus polycarpus* et de *J. sabina* contre *T. confusum* ; les valeurs de CL50 pour les huiles essentielles de *J. polycarpus* et de *J. sabina* étaient respectivement de 368,4 et 301, 9 $\mu\text{L} / \text{L}$ d'air.

La toxicité de l'huile essentielle de *C. sinensis* pour *T. confusum* a été déterminée à une CL50 de 259 $\mu\text{l/l}$ air (**Tandorost et Karimpour, 2012**).

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 $\mu\text{L} / \text{cm}^2$ a éliminé 90% des ravageurs après 30 minutes d'exposition.

Des études antérieures ont montré que la toxicité par fumigation des huiles essentielles dépendait du stade de développement de l'insecte. L'huile essentielle de *Lavandula hybride* a montré l'effet toxique le plus élevé contre les larves de 10 et 25 jours de *T.confusum*, *L.nobilis* était le plus toxique pour les larves de 31 jours, alors que l'huile de *C.sinensis* et *C.limon* étaient les plus toxiques pour les adultes (**Theou et al., 2013**).

La plupart des huiles essentielles perturbent la structure de la membrane cellulaire, mais pour certaines, des effets neurotoxiques ont peut être mis en évidence, dus à des interactions avec des neurotransmetteurs tels que le GABA (acide gamma aminobutyrique) et l'octopamine, ou par inhibition de l'acétyle cholinestérase (**Huignard, 2013 ; Tirakmet, 2015**) .Autrement, certaines huiles essentielles peuvent potentialiser l'action d'autres molécules en inhibant les cytochromes P450 qui, normalement les détoxifient. **Boukhalfa et abahRou(2020)**.

En effet, la nature lipophile de l'huile essentielle peut dégrader la couche cireuse et causer des pertes en eau. Les trachées et les sacs d'air des insectes sont enduits de cette couche cireuse et sont affectées par l'huile essentielle ce qui peut entraîner l'asphyxie (**Chiasson et Beloin, 2007**).

Nos résultats sur les larves de *T. confusum* ont montrés que l'exposition de ces individus par inhalation à l'huile essentielle d'*O. vulgare* est inefficace par la présence de quelques taux faibles et rares taux de mortalité chez les individus de *T. confusum*. Chez les

adultes, le taux de mortalité est encore faible avec absence d'effet de toxicité aux concentrations les plus élevées.

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.

Selon **Patil, Guthrie, (1979)**, la cuticule de la souche résistante de *Musca domestica*, contiendrait plus de phospholipides (entre 1,6 × et 1,9 ×) que chez une souche sensible.

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

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.

D'après **Ryan et Byrne, (1988)** et **Boyer et al.,(2011)**, l'absence d'effets insecticides peut être liée à une concentration insuffisante d'huiles essentielles ou au phénomènes de résistance développé chez l'insecte et qui peut être lié au cytochrome P450-dependent monoox-ygenase, carboxyle estérase , superoxide dismutase et catalase.

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.

Cependant, la plante *O. vulgare* a montré une bonne efficacité insecticide sur d'autres espèces d'insectes.

Selon **Bouzeraa et al., (2019)**, l'huile de *O. vulgare* a un effet toxique et une activité répulsive vis-à-vis des larves de *Ephestia kuehniella*.

Hamla et Hamla, (2020) ont montré des propriétés antiappétante de l'extrait d'*O. vulgare* contre *T. confusum*.

D'après l'ensemble de résultats obtenus par **Kherroub (2018)**, l'extrait aromatique de *O.vulgare* appliqué sur les adultes d'*Aphis spiraecola*, puceron vert des argumes a donné des taux de mortalité très importante dès le deuxième jour pour une concentration de 80%.

Les vapeurs d'huiles essentielles d'*O.vulgare* étaient toxique contre les nymphes et les adultes de *Tetranychus urticae Koch* et les adultes de *Bemisia tabaci Gennadius (Calmasur et al.,2006)* .

Conclusion et perspectives

5. Conclusion et perspectives

Le remplacement des pesticides dangereux avec les bio-insecticides à base des huiles essentielles végétales naturelles serait plus bénéfique à l'homme pour préserver sa santé et s'épargner la perte de ses récoltes.

Cependant, l'efficacité des huiles essentielles est certaine sur l'ensemble des insectes ravageurs ciblés mais elle peut être non efficace sur certains insectes devenus résistants quel que soit le stade de vie de l'insecte.

Dans le présent travail, l'usage de l'huile essentielle extraite de la plante aromatique *O. vulgare* a montré sa faible toxicité envers l'insecte ravageur secondaire des stocks, *T. confusum*. Nos résultats sur les larves de *T. confusum* ont montrés que l'exposition de ces individus par inhalation à l'huile essentielle d'*O. vulgare* est inefficace par la présence de quelques taux faibles et rares taux de mortalité chez les individus de *T. confusum*. Chez les adultes, le taux de mortalité est encore faible avec absence d'effet de toxicité aux concentrations les plus élevées.

A l'issu de cette étude, les résultats obtenus sont en accord avec des résultats antérieurs. Ils confirment la résistance de *T. confusum* envers plusieurs variétés de plantes aromatiques et insecticides de synthèse largement utilisés et approuvés leur toxicité contre d'autres plusieurs espèces d'insectes.

Des travaux envisagés sur l'évaluation de l'activité répulsive et antiappétante de *O. vulgare* et ses effets sur le potentiel reproducteur de *T. confusum* apporterons des données complémentaires sur l'inefficacité de l'huile de *O. vulgare* sur plusieurs mode d'action. Un dosage de l'acétylcholine estérase (AChE) et GST pourrait apporter des informations complémentaires sur la résistance de ces *T. confusum* à l'huile de *O. vulgare*.

Résumé

Résumé

L'utilisation de bio- insecticides d'origines végétales est une meilleure solution pour préserver les denrées stockées et d'éviter l'effet le plus toxique des insecticides de synthèse. La présente étude a pour objet d'évaluer l'effet insecticide de l'huile essentielle extraite de la partie aérienne séchée d'*Origanum vulgare*, une plante indigène, sur les larves et les adultes de l'insecte ravageur secondaire des denrées stockées, *Tribolium confusum*. Le criblage phytochimique de l'extrait brut de la plante qui se base sur des réactions de coloration et/ou de précipitation. montre que la plante possède différents composants chimiques tels que les alcaloïdes, les tanins, les glycosides et les triterpènes et stérols. L'huile essentielle de la plante a été extraite par hydrodistillation et a été utilisée à différentes concentrations contre les larves et les adultes de *T. confusum* : 640, 960, 1280 et 1600 µl/ l air et 800, 1200, 1440, 1600 µl/l air, respectivement. Le test de toxicité a été réalisé au laboratoire à une température de 30°C et une humidité de 50%. Les individus ont été exposés à l'huile essentielle par fumigation pendant 24, 48 et 72h. Les résultats ont montré que le taux de mortalité des individus est presque inexistant quel que soit le stade de vie, la concentration et la durée d'exposition à l'huile essentielle. La CL50 n'a pas été déterminée par la présence d'un taux de mortalité très faible enregistré aux concentrations les plus élevées. Ces résultats révèlent que l'activité insecticide de l'huile essentielle d'*O. vulgare* sur les adultes et les larves de *T. confusum* est une activité insecticide très basse. Les individus de *T. confusum* sont résistants à l'huile d'*O. vulgare*.

Mots clés : Ravageurs secondaires, *Tribolium confusum*, *Origanum vulgare*, toxicité, résistance.

Abstract

The use of botanical insecticides is a better solution to preserve stored food and to avoid the toxic effect of synthetic insecticides. The purpose of the present study is to evaluate the effect of the insecticides of the essential oil extracted from the dried upper part of *Origanum vulgare*, a native plant, on the larvae and adults of the secondary harmful insect of stored foodstuffs, *Tribolium confusum*. The phytochemical screening of the crude extract of the plant, which is based on coloring and / or precipitation reactions, shows that the plant has different chemical components such as alkaloids, tanins, glycosides and triterpenes and sterols. The essential oil of the plant was extracted by hydrodistillation and was used at different concentrations against the larvae and adults of *T.confusum*: 640, 960, 1280 and 1600 $\mu\text{l/l}$ air and 800, 1200, 1440, 1600 $\mu\text{l/l}$ air, respectively. The toxicity test carried out in laboratory at a temperature of 30°C and a humidity of 50%. The individuals were exposed to the essential oil by fumigation for 24, 48 and 72 hours. The results showed that the mortality rate of individuals is almost non-existent regardless of stage, concentration and duration of exposure to essential oil. The LC50 was not determined by the presence of a very low mortality rate recorded at the highest concentrations. These results reveal that the insecticidal activity of the essential oil of *O.vulgare* on adults and larvae of *T.confusum* is very low. Individuals of *T.confusum* are resistant to the oil of *O.vulgare*.

Key words: Secondary pests, *Tribolium confusum*, *Origanum vulgare*, toxicity, resistance.

ملخص

يعد استخدام المبيدات الحشرية الحيوية من أصل نباتي حلاً أفضل للحفاظ على الأغذية المخزنة ولتجنب التأثير الأكثر سمية للمبيدات الحشرية الاصطناعية. الغرض من هذه الدراسة هو تقييم تأثير المبيدات الحشرية للزيت العطري المستخرج من الجزء العلوي المجفف لنبتة *Origanum vulgare* على اليرقات والبالغات من آفة المواد الغذائية المخزنة المسماة *Tribolium confusum*. يظهر الفحص الكيميائي لمستخلص النبات الخام، والذي يعتمد على تفاعلات التلوين و / أو الترسيب، أن النبتة تحتوي على مركبات كيميائية مختلفة مثل الألكالويدات، الغليكوزيدات، تربنويد، ستيروول. تم استخلاص الزيت العطري للنبات عن طريق التقطير المائي وتم استخدامه بتركيزات مختلفة ضد يرقات و بالغات *Tribolium confusum*: 1280, 960, 640, 1600 ميكرو لتر / لتر هواء و 800, 1200, 1440, 1600 ميكرو لتر / لتر هواء، على التوالي. تم إجراء اختبار السمية في المختبر عند درجة حرارة 30° و رطوبة 50%. تم تعريض الأفراد للزيت العطري عن طريق التبخير لمدة 24 و 48 و 72 ساعة. أظهرت النتائج أن معدل الوفيات شبه معدوم بغض النظر عن مرحلة العمر و التركيز و مدة التعرض للزيت العطري. لم يتم تحديد التركيز المميت النصفى من خلال وجود معدل وفيات منخفض جداً تم تسجيله عند أعلى التركيزات. تكشف هذه النتائج أن نشاط المبيدات الحشرية للزيت العطري من *Origanum vulgare* على البالغين و يرقات *Tribolium confusum* هو نشاط مبيد حشري منخفض للغاية. حشرة خنفساء الدقيق المتشابهة *T.confusum* مقاومة لزيوت الزعر البري *O.vulgare*.

الكلمات المفتاحية: *Tribolium confusum*, *Origanum vulgare*, تسمم, مقاومة.

Références bibliographique

Référence bibliographique

A

Abbott W.S. (1925). A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18, pp.265-267.

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

Acheuk. F., Abdellaoui. K., Bendifallah. L., Hammichi.A. et SemmaS., 2014. Effets de l'extrait éthanolique brut de *Solenostemma argel* (Asclepiadaceae) vis-à-vis des larves du 5ème stade de *Locusta migratoria*. Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, Université de Sousse, Tunisie, 09 p.

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.

Ait aider. F., Kellouche. A., Fellag. H., Debras J.F.,2016: Evaluation of the bio-insecticidal effects of the main fatty acids of olive on *Callosobruchus maculatus* F. Coléoptère: Bruchidae)in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) journal of plant diseases and protection, 132 (5): 235- 245.

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*, a stored food product pest. *Insect Mol. Biol.* 23, 1–12. doi: 10.1111/imb.12056.

Ammar,M.,(2014). Organisation de le chaine logistique dans la filiere cereales en algerie. Etat des lieux et perspectives. Mémoire fin d'étude.11p.

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

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

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

Arrab, R., (2016).Effet insecticide des plantes *Meliaazedarach*.I et *Peganum harmala* L.sur l'insecte des céréales stockées *Triboliumcastanum* herbest (Coleoptera , Tenebrionidae). Magister, unv. Farhat Abbas Sétif.

B

Balachowsky .A. S., 1962. Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et cie, paris, Tome I. 1564 p.

Balachowesky A., et MENSIL L.;1936-Les insectes nuisibles azux plantes cultivées leurs destruction .Ed.Etablissement Busson,Paris, T.II,III,Pp:1722-1724.

Barbour, M. A., M. A. Rodriguez-Cabal, E. T. Wu, R. Julkunen-Tiitto, C. E. Ritland, A. E. Miscampbell, E. S. Jules, and G. M. Cruisinger., 2015. Multiple plant traits shape the genetic basis of herbivore community assembly. *Functional Ecology* 29:995–1006.

Bleouaer.R et Selahdja.A., 2020, Synthèse bibliographique sur les méthodes de lutte contre les ravageurs des denrées stockées, Université de BBA, Mémoire de master.

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.

Benrabah.F et Matari. N., 2020, Effet insecticide par inhalation de l'huile essentielle d'*Eucalyptus gomphocephala* sur les adultes et les larves de l'insecte ravageur du blé en post-récolte *Tribolium castaneum* (Herbst), Université de Khemis-Miliana, Mémoire de master.

Bhumi, T., Urvi, C., Pragna, P., 2017: Biopesticidal Potential Of Some Plant Derived Essential Oils Against The Stored Grain Pests. International Journal of Zoological Investigations, 23(3) ,188–197.

Bouchelta. A., Boughdad. A., Blenzar. A., 2005. Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits de *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). Biotechnol. Agron. Soc. 9 (4): 259–269.

Bouhaddouda.N, Aouadi. S., LABIOD R., (2016)-evaluation of chemical composition and biological activities of essential oil and methanolic extract of *origanum vulgare* l. ssp.glandulosum (Desf.) from Algeria., international journal of pharmacognosy and phytochemical research., 8(1),104-112p.

Bouhaddouda.N., (2016). Activités antioxydante et antimicrobienne de deux plantes du sol local : *Origanum vulgare* et *Mentha pulegium*; du diplôme de Doctorat. Annaba: Université d'Annaba.

Boukhalfa .H et Rouabah. I., 2020, L'utilisation des huiles essentielles dans la lutte contre les insectes des denrées stockées (Recherche bibliographique) ., mémoire de master., Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

Bounechada. M. et Arab. R., 2011. Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). Agronomie numéro 1. 16pages.

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.

Boyer, S., Zhang, H., et Lempérière, G. (2011). A review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. *Bulletin of Entomological Research*, 102(2), 213–229.

Brahmi, S., 2019, *Deverra reboudii* Coss. Et Durieu : biologie, composition chimique et activités biologiques des extraits et des huiles essentielles, Université de DJELFA, Doctorat.

C

Caillaud, M A. (2013). étude de l'espèce *Origanum vulgare* L ,thèse doctorant. Université Nantes.

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.

Carpinella, C., Defago, T., Vallqdares, G. et Palacios, M. Antifeedant and insecticide properties of a limonoid from *Melia azedarach* (Meliaceae) with potential use for pest management. *J. Agric. Food Chem.*, 51, **2003**: 369-374

Chaib, F., 2018, Etude de Quelques Plantes Sahariennes de Tamanrasset « El-Hoggar » : Extraction, Identification et Activités Biologiques des Huiles Essentielles; Memoire de master.

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.

Chiasson H., Beloin N., 2007. Les huiles essentielles, des biopesticides « Nouveau genre », Revue de littérature, *Bulletin de la Société d'entomologie du Québec, Antennae* 2007, 14 (1), 6p.

D

Delaroque, R. 2001. Encyclopédie des plantes médicinales (Identification, préparation, soins). Larousse/veuf. Paris. 14-144p.

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

Derwich, E., Benzyane, Z., Mnar, A., Boukir, A., Taouil, R. (2010). Phytochemical analysis and in vitro antibacterial activity of the essential oil of *Origanum vulgare* from Morocco. *American Eurasian Journal of Scientific Research* .5(2), 120-129.

Djermoun, A. 2009. La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques. *Nature and Technology*, 1: 45-53.

Dubois, J., Mitterand, H., Dautat, A. 2006. Dictionnaire étymologique et historique du français, Éditions Larousse.

F

Fadil, M., Farah A., Ihssane, B., Haloui, T., Rachiq, S. (2014). *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, 8 (2014) 372.

FAO, 2016 : organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, les avantages nutritionnels des légumineuses, fao.org/pulses-2016.

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 .

Fraenkel, G. S. 1959. The Raison d'Être Substances of Secondary Plant. *Science* 129:1466–1470.

G

Geber, M. A., and L. R. Griffen. 2003. Inheritance and Natural Selection on Functional Traits. *International Journal of Plant Sciences* 164:s21–s42.

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

Goetz. P. (2012)- Origanum vulgare L. (Lamiaceae) :Origan commun .,Phytothérapie anti-infectieuse .,Springer-Verlag France, Paris .,327-328p .

Guo Z., Ma Z., Feng J., Zhang X., 2009.Inhibition of Na⁺, K⁺ATPase in housefly (*Musca domestica* L.) by terpinen-4ol and its ester derivatives. *Agric Sci China* 8, 1492–1497.

H

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

Hamla.A et Hamla.A. 2020, Etude de l'activité biologique de deux extraits hydroéthanoliques de Origanum vulgare et Ruta graveolens sur *Tribolium confusum*, Université deTébessa, mémoire de master.

Houghton P. J., Ren Y., Howes M. J., 2006. Acetylcholinesterase inhibitors from plants and fungi. *Natural Product Reports*, vol. 23, p.181-199.

Huignard J., 2013. Les plantes et les insectes: une lutte permanente. *Bulletin trimestriel de la Société des amis du Muséum national d'histoire naturelle*, septembre 2012, n°251, pp 1-8.

I

Isidoro, N., Bartlet, E., Ziesmann, J., and Williams, I. (1998). Antennal contact chemosensilla in *Psylliodes chrysocephala* responding to cruciferous allelochemicals. *Physiol. Entomol.* 23, 131–138. doi: 10.1046/j.1365-3032.1998.232066.x.

Isman, M.B. 2006. «Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world». *Ann. Rev. Entomol*, 51 :45-66.

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 of sensilla chaetica in the moth *Heliothis virescens*. *Chem. Sens.* 32, 863–879. doi: 10.1093/chemse/bjm057.

Jouda Mediouni Ben Jemâa ,Nesrine Tersim , Karima Taleb Toudert , Mohamed Larbi Khouja .2011.Insecticidal activities of essential oils from leaves of *Laurus nobilis* L. from Tunisia, Algeria and Morocco, and comparative chemical composition. *Journal of Stored Products Research* 48 (2012) 97-104.

K

Karahaçane T., 2015. Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. Thèse. Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, 136.

Ketho, I. A. Glitho et Koumaglo. Activité insecticide comparée des huiles essentielles de trois espèces de genre *Cymbopogon* (poaceae). *J. Soc. Ouest. Afr. Chim*, 18 (2004) 21-34.

Khani, A., Rashid, B., et Mirshekar, A. (2017). Chemical composition and insecticidal efficacy of *Juniperus polycarpus* and *Juniperus sabina* essential oils against *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *International Journal of Food Properties*, 20(S2), S1221-S1229.

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.

Kučerová.Z.Munzbergová ,J. Lukáš, E. Žďárková V. Stejskal, J. Hubert .The influence of the type of storage on pest infestation of stored grain in the Czech Republic. *PLANT SOIL ENVIRON.*, 49, 2003 (2): 55–62.

L

Labiod. R., 2016. Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calaminthanepeta*: activité antibactérienne, antioxydante et activité fongicide. Thèse de doctorat en Biochimie, Option Biochimie appliquée. Université Badji Mokhtar - Annaba, pp 23-27.

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

M

Mechergui, K., Coelho, JA., Serra, MC., Lamine, SB., Boukhchina, S., Khouja, ML. (2010). Essential oils of *Origanum vulgare* L. subsp. *Glandulosum* (Desf.) Ietswaart from Tunisia: chemical composition and antioxidant activity. *J. Sci. Food Agric.* 90:1745-1749.

Mikolo B., Massamba D., Matos L., Lenga A., Mbani G. et Balounga P., 2007 : Conditions de stockage et revue de l'entomofaune des denrées stockées du CongoBrazza ville. *J.Sci.* 7, N°1, 30-38.

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

Mossa. A., 2016: Green Pesticides: Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management.*Journal of Environmental Scienceand Technology*, 9(5), 354-378.

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.

Ozkalp B., Sevgi F., Ozcan M et Ozcan M M. 2010. The antibacterial activity of essential oil of oregano (*Origanum vulgare* L.). *J Food Agric Environ.* 8(2).272-274 P

P

Patil VL, Guthrie FE. Cuticular lipids of two resistant and a susceptible strain of houseflies. *Pestic Sci.* **1979**; 10(5): 399–406.

Pavida D.L., Lampman G.M. et Kriz G.S., 1976. Introduction to organic laboratory Techniques. W.B. Saunders Co. Philadelphia, USA. pp 567-573.

Prieto J M., Iacopini P., Cioni P et Chericoni S. 2007. In vitro activity of the essential oils of *Origanum vulgare*, *Satureja montana* and their main constituents in peroxynitrite-induced oxidative processes. *Food Chemistry.* 104(3). 889-895 P.

R

Raabe M .1984. Endocrinologie de la reproduction (ponte exceptée) chez les femelles d'Insectes. In: Bulletin de la Société entomologique de France, volume 89 (5-8).

Regnault-Roger C., Philogène A. et Vincent H., 2008. Biopesticides d'origine végétale, 2ème édition, Lavoisier, 576 p.

Roger. D., 2002. Les coléoptères carabidés et ténébrionidés : écologie et biologie. Ed.Lavoisier, Paris. 154p.

Russo, S., Cabrera, N., Chludil, H., Yaber-Grass, M., et Leicach, S. (2015). Insecticidal activity of young and mature leaves essential oil from *Eucalyptus globulus* Labill against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 75(3), 375-379.

Ryan.MF, Park. T, et Mertz DB., 1970. Flour beetles: responses to extracts of their own pupae. *Science*, 170:178-180.

Ryan, M. F., et Byrne, O. (1988). Plant-insect coevolution and inhibition of acetylcholinesterase. *Journal of Chemical Ecology*, 14(10), 1965–1975.

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.

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.

Swisseo. 2005. «plantes aromatiques et médicinales.». Cahier des charges. Institut Suisse des huiles essentielles Certification des huiles essentielles Ed. 11-2005.

T

Tandorost, R., et Karimpour, Y. (2012). Evaluation offumigant toxicity of orange peel *Citrus sinensis* (L.) essential oil against three stored product insects in laboratory condition. *Munis Entomology and Zoology*, 7(1), 352-358.

Theou.G, Papachristos.D.P et Stamopoulos.D.C, 2013, fumigant toxicity of six essential oils to the immature stages and adults of *tribolium confusum*, *Hellenic Plant Protection Journal* 6: 29-39, 2013.

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.

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) Ietswaart. *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.

Waongo, A ; Yamkoulga,M ; Dabir-Binso C.L., Ba M.N., Sanon A., 2013 . Conservation post-récolte des céréales en zone sud-saoudienne du Burkina Faso : Perception paysanne et évaluation des stocks, P1157-1167.