



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la
vie
Département des sciences de la nature et de la vie

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Biotechnologies
Spécialité : Biotechnologie et valorisation des plantes

Réf. :

Présenté et soutenu par
Touahir Zineb et Kadri Rofaida
Le : Mercredi 07 Octobre 2020

Thème
Activité insecticide des huiles essentielles de
Heliotropium bacciferum* contre *Ectomyelois
***ceratoniae*. Zeller (Lepidoptera: Pyralidae).**

Jury :

Mme . Yamina Bouatrous

MCA Université de Biskra

Rapporteur

Mme. Chahrazed Warda Hlimi

MCB Université de Biskra

Président

Mlle. LEBBOUZ Ismahane

MAA Université de Biskra

Examineur

Année universitaire : 2019 – 2020

Remerciements

Tout d'abord un grand merci à mon Dieu, le tout puissant, qu'il m'a offert la force et la patience à fin de réaliser ce modeste travail.

Je voudrais remercier M^{elle} LEBBOUZ ISMAHANE maitre assistante au département des sciences de la nature et de la vie de l'université de Mohamed Khider - Biskra, qui m'a accordé de diriger ce travail, merci pour votre présence et votre disponibilité permanente, pour vos conseils et votre patience, ayant permis la réalisation sans difficulté du présent travail. J'ai l'honneur de vous exprimer mes sincères reconnaissances et mes respectueuses grâces.

Je remercie les membres de jury d'avoir accepté d'examiner notre travail

Je remercie tous les cadres et les ouvriers de l'INPV de Biskra, qui sans eux ce travail ne sera réalisé, en particulier son directeur Mr .NADJI.

Un grand merci à tous les enseignants du département des sciences de la nature et de la vie de l'université de Mohamed Khider–Biskra.

Enfin tout ceux qui ont contribués de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je commence par le nom du tout-puissant vivant, en qui il n'y a d'autre dieu que Lui. Je lui ai fait confiance et lui ai fait confiance

Je mets ça au travail Humble Dans mes mains, la meilleure et la plus merveilleuse femme qui existe chère mère

À mon cher père, un symbole de défi et un exemple d'épanouissement, et mon modèle pour l'avenir, qui m'a donné confiance

Réveille l'amour dans mon cœur

A ceux avec qui j'ai partagé le sourire avant la morsure, le doux et l'amer de la vie

À mes chères sœurs

À mes meilleure copine Nadjah

À tous ceux que je connaissais dans la vie universitaire À partir de 2015_2020

Rofaida

A mes chers parents, Mohammed et Zahra pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chers frères, Abderaouff, Walid, Ali, Yahya, Thabet, pour leur appui et leur encouragement,

À mes chers amis pour leurs encouragements constants et leur soutien moral,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infallible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Zineb

Sommaire

Remerciment

Dédicace

Liste des Figures I

Introduction 0

Première partie : Partie bibliographique

Chapitre 01 : *Ectomyelois ceratoniae* Zeller.

1.1. Généralité.....	3
1.2. Systématique.....	3
1.3. Répartition géographique	3
1.4. Plantes hôtes	4
1.5. Cycle biologique.....	4
1.5.1. Œufs	4
1.5.2. Chenilles	4
1.5.3. Chrysalides.....	4
1.5.4. Adultes	5
1.6. Nombre des générations	5
1.7. Dégâts	5
1.8. Méthodes de lutte contre la pyrale des dattes	6
1.8.1. Moyens prophylactiques	6
1.8.2. Lutte chimique	6
1.8.3. Lutte biologique	6
1.8.3.1. Lutte autocide (utilisation des mâles stériles)	6
1.8.3.2. Lutte par des insectes parasites	7
1.8.3.3. Lutte par bio-psecticides	7

Chapitre 02: *Heliotropium bacciferum*

2.1. Généralité.....	8
2.2. Systématique de la plante	8
2.3. Description botanique.....	8
2.4. Répartition géographiques	9
2.5. Compositions chimiques.....	9
2.6. L'utilisation traditionnelle de <i>Heliotropium bacciferum</i>	10

2.7. Toxicité et activités biologiques	10
--	----

Deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre 03: Matériel et méthodes

3.1. Matériel biologique.....	11
3.1.1. Matériel végétal	11
3.1.1.1. Extraction des huiles essentielles	11
3.1.2. Matériel animal	12
3.1.2.1. L'élevage d' <i>E. ceratoniae</i>	12
3.1.2.1.1. Le milieu d'élevage.....	12
3.1.3. Tests biologique	12

Chpitre 04 :Resultats et Discussion	19
--	-----------

Conclusion.....	20
------------------------	-----------

Références bibliographiques	22
--	-----------

Annexe

Résumé

Liste des Figures

Figure 1.Cycle biologique de <i>Ectomylois ceratoniae</i>	5
Figure 2. <i>Heliotropium bacciferum</i>	9
Figure 3.Montage de hydrodistillation	12
Figure 4. Elevage de masse de la pyrale des dattes.....	13
Figure 5. Préparation de milieu d'élevage	14

Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix Dactylifera L*) constitue la composante principale de l'écosystème oasien grâce à sa remarquable adaptation aux conditions climatiques extrêmes (El Houmaizi, 2002). C'est une plante d'intérêt écologique, économique et social majeur pour de nombreux pays des zones arides qui comptent parmi les plus pauvres du globe (Aberlenc-Bertossi, 2008).

les palmiers dattiers sont sensibles aux attaques de plusieurs agents pathogènes et ravageurs dont nous citons : la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*), le Boufaroua (*Oligonychus afrasiasticus*), la Cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi*), le foreur des palmes (*Apate monachus*), la pourriture des inflorescences (*Mauginiella scattae*), la pourriture du cœur (*Phytophthora sp*), ...ect (Dakhia *et al.*, 2013) .

La pyrale des caroubes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Pyrilidae), est la plus importante et la plus destructrice des insectes ravageurs qui attaque les dattes (*Phoenix dactylifera*) en Tunisie. Cette espèce polyphage attaque également plusieurs autres plantes hôtes à la fois dans le stockage et sur le terrain, et provoque chaque année de grandes pertes économiques dans les régions du bassin méditerranéen et du Proche-Orient (Mediouni, 2004).

Pour lutter contre ces ennemis des cultures, les producteurs ont eu souvent recours à l'utilisation des pesticides chimiques qui présentent plusieurs inconvénients tels que la non spécificité envers les organismes non cibles, la nuisibilité de la santé puisqu'ils sont généralement corrosifs, irritants, et inflammables, pouvant induire des maladies et également s'accumuler et polluer l'environnement. Pour ce faire, des solutions de substitution plus inoffensives pour l'homme et les animaux ont été adoptées parmi lesquelles la lutte intégrée, la lutte physique, la lutte biochimique et la lutte biologique (Sellami *et al.*, 2015).

La lutte biologique est habituellement définie comme étant l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles aux productions végétales (Suty, 2010). Elle englobe l'utilisation de prédateurs, parasitoïdes, de micro-organismes parmi lesquels les bactéries, les virus, les protozoaires, les nématodes, les microchampignons et insecticides botaniques (Sellami *et al.*, 2015).

Les plantes produisent des substances actives ayant des propriétés insecticides, aseptiques ou encore régulatrices de la croissance des plantes et des insectes. Le plus souvent, ces substances actives sont des métabolites secondaires qui, à l'origine, protègent les végétaux des herbivores (Deravel *et al.*, 2013).

Les huiles essentielles sont des substances naturelles complexes, possédant des caractéristiques physico-chimiques bien définies, ces produits présentent une grande variabilité de leurs constituants chimiques, leur attribuant de nombreuses propriétés médicinales et biologiques (Lakhdar, 2015). Les huiles essentielles sont connues pour leur propriétés antivirales, antimicrobiennes, analgésiques, anti carcinogènes, digestives et aussi des propriétés antioxydantes (Koroch *et al.*, 2007). Certaines huiles possèdent des activités insecticides et fongicides importantes ajoute Isman (2000).

A cet effet notre travail a pour objectif de rechercher l'effet insecticide des huiles essentielles de *Heliotropium bacciferum*, sur la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae*.

Ce travail est divisé en deux parties :

- Partie bibliographique qu'est consacrée à deux chapitre l'un aperçu général sur *Ectomyelois ceratoniae* Zeller et l'autre sur la plante *Heliotropium bacciferum*.
- Partie pratique: contient deux chapitre l'un est pour la méthodologie de travail adoptée, est l'autre pour les résultats obtenus et leurs discussion, cette partie diffère des années précédentes en raison des circonstances actuelles, elle contient une analyse d'un groupe d'articles qui étudient le même sujet. Enfin, une conclusion.

Partie

Bibliographique

Chapitre 01:
Ectomyeloides ceratoniae.
Zeller

1.1. Généralité

L'espèce *Ectomylois ceratoniae* (Zeller) de la famille des pyralidae, connue en Afrique du nord sous le nom commun de pyrale des caroubes, à été décrite en 1839 par Zeller (Doumandji, 1981). C'est le ravageur clé de nombreuses cultures dans le monde (Sarjami *et al.*, 2009).

1.2. Systématique

Les critères morphologiques des adultes sont la base essentielle de la taxonomie de la pyrale des dattes (Doumandji, 1981).

Embranchement :	Arthropodes
Sous embranchement :	Mandibulates
Classe :	Insectes
Sous classe :	Ptérygotes
Ordre :	Lépidoptères
Famille :	Pyralidae
Sous famille :	Phycitinae
Genre :	<i>Ectomylois</i>
Espèce :	<i>Ectomylois ceratoniae</i> Zeller, 1839

1.3. Répartition géographique

Les aires de distribution de ce ravageur dans le monde comprennent à trois types différents de climat : tropicales, méditerranées et continental (Doumandji, 1981). Il s'agit d'une espèce cosmopolite susceptible de se rencontrer partout dans le monde .Elle existerait aux îles Hawaii, en Floride, en Amérique Latine et sur le pourtour méditerranéen (Dhouibi, 1982).

En Algérie, Doumandji (1981), mentionne la présence de deux zones de multiplication ; la première une bordure littorale de 40 à 80 km de large s'allongeant sur près de 1000 km, la seconde constituée par l'ensemble des oasis dont les plus importantes sont situées le long de l'Oued Rhir, entre Biskra et Ouargla.

1.4. Plantes hôtes

Le nombre de plantes hôtes reconnues est de 49 dans le monde, 32 espèces en Algérie dont 25 dans la Mitidja. Cependant, Les ravages les plus importants ont lieu sur l'oranger, *Citrus sinensis* L, le palmier-dattier, *Phoenix dactylifera* L, le Grenadier, *Punica granatum* L, le Caroubier, *Ceratonia siliqua* L, le figuier, *Ficus carica* L, le tamarinier, *Tamarindus indica* L et l'amandier, *Prunus amygdalus* L (Doumandji, 1981).

1.5. Cycle biologique

1.5.1. Œufs

L'œuf possède une forme oblongue dont la dimension la plus grande n'atteint pas le 1mm variant entre 0.6 et 0.8 mm. Blanc au début, il acquiert une coloration rose au bout de 24 heures. Sa surface présente un aspect réticulé (Doumandji, 1981).

1.5.2. Chenilles

Les chenilles sont éruciformes, leur corps est constitué de 12 segments en sus le segment céphalique. La croissance se fait par mues successives au cours des quelles, la longueur des chenilles passe de 1mm à 18mm et la largeur de 0,1mm à 3mm (Le Berre, 1978). La chenille est incolore ou grisâtre à sa naissance puis se teinte peu à peu de rose clair (Wertheimer, 1958). Le nombre des stades larvaires varie de 5 à 6 stades et peu s'élever jusqu'à 12 (Doumandji-Mitiche, 1983).

1.5.3. Chrysalides

Elle mesure environ 8 mm de longueur et possède un corps de forme cylindro-conique (Doumandji, 1981). Son enveloppe chitineuse de couleur brun testacé mesure près de 1 cm de long est généralement entourée par un fourreau de soie lâche tissé par la chenille avant sa mue nymphale (le Berre, 1978).

1.5.4. Adultes

Sur sa surface dorsale, la couleur de l'insecte varie du blanc crème au gris foncé avec des mouchetures sombres plus ou moins marquées sur les ailes antérieures (le Berre, 1978). La longueur du corps varie de 6 mm à 12 mm, l'envergure varie de 16 mm à 22 mm (Dhouibi, 1982).



Figure 1.Cycle biologique de *Ectomylois ceratoniae* (Hadjeb, 2011).

1.6. Nombre des générations

Est une espèce polyphage pouvant atteindre dans des bonnes conditions quatre générations qui se succèdent au cours de l'année. En effet, ce nombre varie de 1 à 4 en fonction des conditions climatiques et des plantes hôtes (Doumandji, 1981).

1.7. Dégâts

Le niveau d'infestation par la pyrale varie d'une année à une autre lié surtout à l'état phytosanitaire de la palmeraie et aux conditions climatiques (Bensalah et Ouakid, 2015).

Ce papillon pond ses œufs à l'intérieur des dattes en cours de la maturité, les chenilles infectent les dattes mûres et les dattes stockés, où elles se nourrissent de la partie charnue et cela conduit à la chute des dattes, Les dattes véreuses sont impropres à la consommation et perdent leurs valeurs commerciales (Azarogh, 2008).

Ouamane *et al.*, 2017, rapport un pourcentage d'attaque atteindre 10 à 20 % de la production dattière et parfois atteint les 29 % en Algérie. Selon Sedra (2003), le pourcentage de fruits véreux à la récolte est de 1 à 4%, mais les dommages réels dans les lieux de stockage peuvent atteindre 70%.

1.8. Méthodes de lutte contre la pyrale des dattes

1.8.1. Moyens prophylactiques

- L'entretien et la conduite de la palmeraie, par le ramassage des fruits infestés et tombés et ne pas les mélanger avec les autres, et la nécessité de récolter immédiatement après la maturité (Azarogh, 2008).

- Couvrir les régimes juste après la nouaison avec un tissu mousseline ne laissant pas passer l'insecte pour attaquer les fruits ou utiliser des sacs en filets à mailles fines pour protéger les fruits sur l'arbre avant la récolte avec le nettoyage des entrepôts et passage de la chaux sur les mûrs à la fin et au début de chaque campagne (Sedra, 2003).

- Tailler les djrids, cornafs et les régimes non récoltés afin d'éliminer les sources de réinfestation (Zouiouache, 2012).

1.8.2. Lutte chimique

La lutte chimique contre les divers ravageurs continus à être le moyen majeur de protection des cultures (Soultani, 2013). Divers produits sont également appliqués en plein champ, notamment, le Malathion à 2%, le Parathion 1,25%, le Phosalone 4%. Dans les lieux d'entreposage, la datte est traitée par des fumigants comme le Bromure de Methyl (Arif, 2008).

Généralement la période d'intervention par des insecticides chimiques est au mois de juillet-août jusqu'à septembre (stade Bser prés récolte) par trois traitements (dont le premier et le deuxième peuvent être mixtes (Boufaroua / Myelois). Toutefois, il faut noter qu'aucun produit chimique n'est accepté par les pays importateurs de dattes (Idder-Ighili, 2008).

1.8.3. Lutte biologique

1.8.3.1. Lutte autocide (utilisation des mâles stériles)

C'est l'utilisation de la technique des insectes stériles(TIS) qui consiste à des lâchés inondatifs des mâles stériles dans les palmeraies (Zouiouche, 2012). Les mâles, stérilisés au moyen de rayonnements ionisants, sont lâchés dans la nature et entrent en compétition avec les mâles sauvages pour les accouplements. De multiples femelles ne pondront alors pas d'œufs fertiles, d'où une réduction significative de la population cible (Calatayud, 2013).

1.8.3.2. Lutte par des insectes parasites

Selon Xavier (2018), les organismes utilisés dans la lutte biologique sont les ennemis naturels de ce ravageur. Les espèces les plus utilisées en lutte biologique de la pyrale appartiennent à la famille des hyménoptères comme *Phanerotoma flavitestacea* Fischer et *Habobracon hebetor* Say (Doumandji, 1981). Des essais de lâchers de *Trichogramma embryophagum* ont été entrepris dans la palmeraie de Ouargla par Idder (1984). Les résultats sont encourageants, le taux de parasitisme des œufs de *Ectomyelois ceratoniae* par les trichogrammes atteint jusqu'à 19.35% (Idder, 1984 cité par Idder-Ighili, 2008).

1.8.3.3. Lutte par des bio-pesticides

Parmi les biopesticides qui ont été utilisés dans la lutte contre la pyrale des dattes ; le *Bacillus thuringiensis* qui est une bactérie agit sur les larves de *Ectomyelois ceratoniae* Zeller par ingestion avant leur pénétration dans les dattes (Douhibi, 1991 cité par Bensaleh, 2015). Leurs cristaux protéiques provoquent l'arrêt de l'alimentation de l'insecte puis une septicémie mortelle (Gagnon *et al.*, 2001). L'azadirachtine, est un insecticide naturel d'origine végétale (*Melia azedarach*) qui agit par contact et ingestion. Il affecte le processus de mue chez les insectes, mais aussi, possède un effet anti-alimentaire, répulsif, de confusion sexuelle et d'inhibition de la ponte chez les femelles (Hached *et al.*, 2018). Le spinosade aussi est un insecticide biorationnel d'origine naturelle avec un profil de toxicité favorable pour l'environnement, c'est un produit fermenté dérivé du mélange de deux toxines (spinosyne A et D) sécrétées par une bactérie vivant dans le sol *Saccharopolyspora spinosa* (Bond *et al.*, 2004). Il a un effet sur *Ectomyelois ceratoniae* par l'inhibition de développement et la croissance des larves (Hadjeb *et al.*, 2016).

Chapitre 02 :
Heliotropium bacciferum

2.1. Généralité

Le genre *Heliotropium* est un grand genre de la famille des Boraginacées, comprenant environ 250 espèces distribuées dans les zones tropicales et tempérées du monde entier (Ghori *et al.*, 2016). Le mot *Heliotropium* est composé de deux mots grecs qui signifient je tourne avec le soleil (Chaptel *et al.*, 1817). Helios signifie «soleil», tropein signifie «tourner» (Goyal *et Charma*, 2014).

2.2. Systématique de la plante

Selon Valdés (2011 cité par Aissaoui, 2018), *Heliotropium bacciferum* est classée comme suit :

Règne	Plantae
Division	Tracheophyta
Classe	Equisetopsida
Sous-Classe	Magnoliidae
Ordre	Boraginales
Famille	Boraginaceae
Genre	<i>Heliotropium</i> L.
Espèce	<i>Heliotropium bacciferum</i> (Forssk, 1775).

2.3. Description botanique

L'espèce *H.bacciferum* est une herbe annuelle de 50 cm de hauteur, rampante ou dressé, vert grisâtre, elle présente des feuilles à limbe polymorphe, oblancéolé de 5 à 6x1.5 cm, ondulé sur les bords. Cymes scorpioides plus ou moins allongées avec fleurs blanches de petite taille (Adam *et al.*, 1972) disposées sur un seul rang et les fruits sont glabres (Schmelzer *et al.*, 2008). Plantes en général ligneuses à la base (Quzel *et Santa*, 1963).



Figure 2. *Heliotropium bacciferum* (Tela Botanica, 2005).

2.4. Répartition géographique

Heliotropium bacciferum Forssk est une plante des lieux arides et désertiques (Qazel et Santa, 1963). Il est probable qu'*H. bacciferum* ne se trouve en Afrique qu'au Cap-Vert, en Afrique du nord, au Soudan et à Madagascar. Au-delà, son aire de répartition s'étend de la péninsule Arabique jusqu'au Pakistan et l'Afghanistan (Schmelzer *et al.*, 2008).

2.5. Compositions chimiques

Selon Villarreol (*et al.*, 1997 cité par Villareol *et al.*, 2001), Le genre *Heliotropium*, source connue de pyrrolizidine, alcaloïdes, flavonoïdes et dérivés aromatiques du géranyle.

L'analyse phytochimique de divers extraits des feuilles, de la tige et des racines de la plante *Heliotropium bacciferum* montre la présence de stéroïdes, de tanins, d'alcaloïdes, de saponines, de glycosides, de terpénoïdes, de phénols et de flavonoïdes (Ahmed *et al.*, 2014). Selon Ghori (*et al.*, 2016), *H.bacciferum* contient plusieurs composants chimiques, qui sont: Europine, heliotrine, heleurine et leur Noxides, supinine.

2.6. L'utilisation traditionnelle de *Heliotropium bacciferum*

Dans l'histoire de la médecine populaire, les plantes du genre *Heliotropium* comprennent les traitements des inflammations, de la goutte, des rhumatismes, des maladies de la peau, des troubles menstruels et des piqûres toxiques (Ghori *et al.*, 2016).

Au Sahara occidental et dans le dra, les feuillets de *Heliotropium bacciferum*, séchées, réduites en poudre malaxées avec l'eau, servent à des emplâtres topiques et résolutifs pour abcès, furoncles, entorses, contusions, œdèmes et enflures de toutes sortes. On en fait aussi et des cataplasmes sédatifs dans des brûlures (Aissaoui, 2018). En Algérie et dans péninsule Arabique, on signale qu'il est pâturé par le bétail (Schmelzer *et al.*, 2008).

2.7. Toxicité et activités biologiques

H. bacciferum possède de nombreuses propriétés biologiques, elle a une activités anti-tumoral et antivirale (Singh, 2002), antibactériennes et antifongiques (Ahmed *et al.*, 2015). *Heliotropium bacciferum* a été étudiée biologiquement pour ses effets antimicrobiens et antioxydants (Ahmad *et al.*, 2014). Ces effets sont attribués à la présence de substances bioactives, principalement identifiés comme alcaloïdes pyrrolizidine (Farrag, 1996).

Malgré leurs énormes avantages, quelques espèces du genre *Helotropium* sont très toxiques en raison de la présence d'alcaloïdes de pyrrolizidine. Les décès humains ont été signalés en raison de la consommation accidentelle de ces espèces dans de nombreux pays. Les dommages au foie ont été causés par les alcaloïdes de la pyrrolizidine car ils étaient responsables de la maladie hépatique veno-occlusive. Une maladie qui est devenue endémique en Afghanistan en raison de la consommation de récolte de blé contaminé par des graines d'espèces du genre *Helotropium* (Tandon, 1978 cité par Aissaoui, 2018).

Partie Expérimentale

Chapitre 03:

Matériel et méthodes

3.1. Matériel biologique

3.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est représenté par les feuilles de *Heliotropium bacciferum* qui est récolté durant Février, mars et avril de la région de l'hadjeb plus précisément à la Faculté des sciences de la nature et de la vie - Université de Biskra.

Ensuite, ces feuilles sont séchées à l'ombre et à la température ambiante au laboratoire. Après le séchage, les feuilles sont récupérées et soumises à une hydro distillation pour obtenir les huiles essentielles.

3.1.1.1. Extraction des huiles essentielles

Le matériel végétal est en contact direct avec l'eau. L'hydro distillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité. Cette méthode est généralement indiquée pour les huiles essentielles dont les constituants chimiques sont thermorésistants (Bruneton, 1999 cité par Lakhdar, 2015).

Après avoir extrait les huiles, nous les mettons dans des bouteilles fermées et recouvertes par du papier aluminium pour protéger contre l'effet de la lumière ensuite conservées à 4 °C jusqu'à son usage pour les tests biologiques.

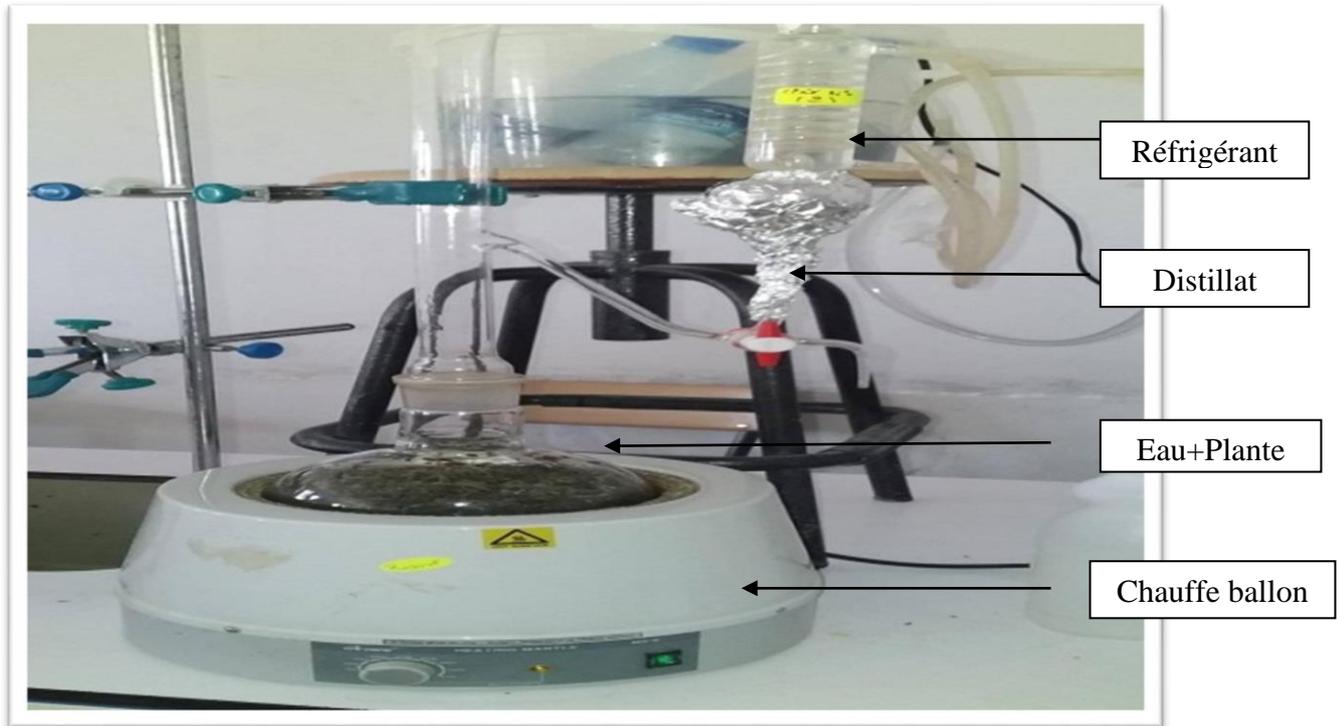


Figure 3.Montage d'hydro distillation (originale, 2020)

3.1.2. Matériel animal

Le matériel animal est représenté par *E.ceratoniae* provenant d'un élevage de masse réalisé au laboratoire d'entomologie de la Station régionale de la protection des végétaux de Feliache-Biskra (INPV).

3.1.2.1. L'élevage d'*E. ceratoniae* Zeller

Ce processus se fait au niveau des chambres d'élevage dans des conditions contrôlées (température de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $65 \pm 10\%$ et une photopériode 16 heures lumière et 8 heures obscurité) (Al izzi *et al.*, 1987). A l'émergence, les adultes de *E. ceratoniae* sont capturés à l'aide d'un tube à essai, ensuite ils sont mis séparément à l'intérieur des bouches d'accouplement sans sexage. Après environ 48 heures, les œufs obtenus à partir du processus d'accouplement des adultes sont obtenus et passés à traverses un tulle à mailles fines pour séparer les œufs des adultes et sont transférés dans le milieu d'élevage (figure 4).

3.1.2.1.1. Le milieu d'élevage

Il se compose de farine de dattes et de farine de blé avec un rapport 2/1 (figure 5).

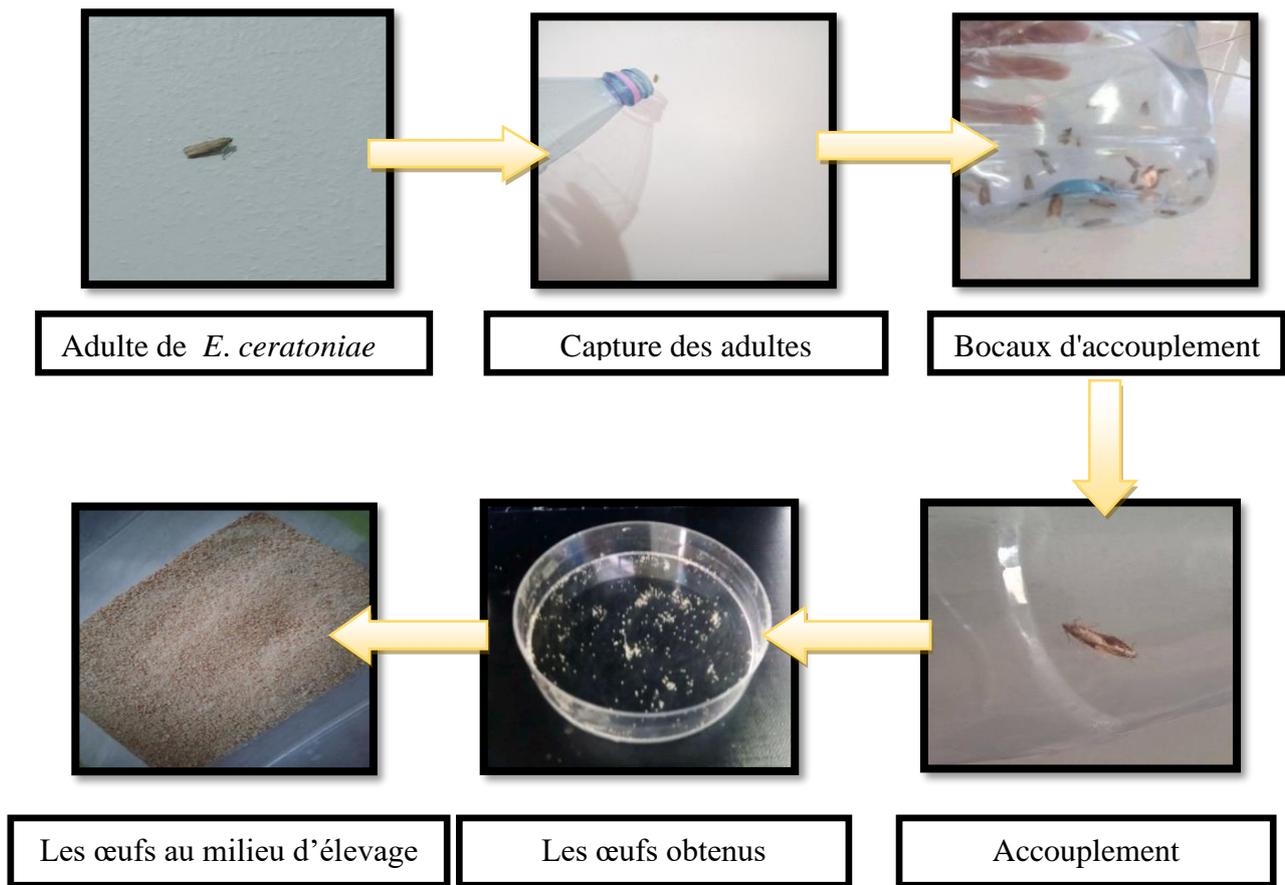


Figure 4. Elevage de masse de la pyrale des dattes (Originale, 2020).

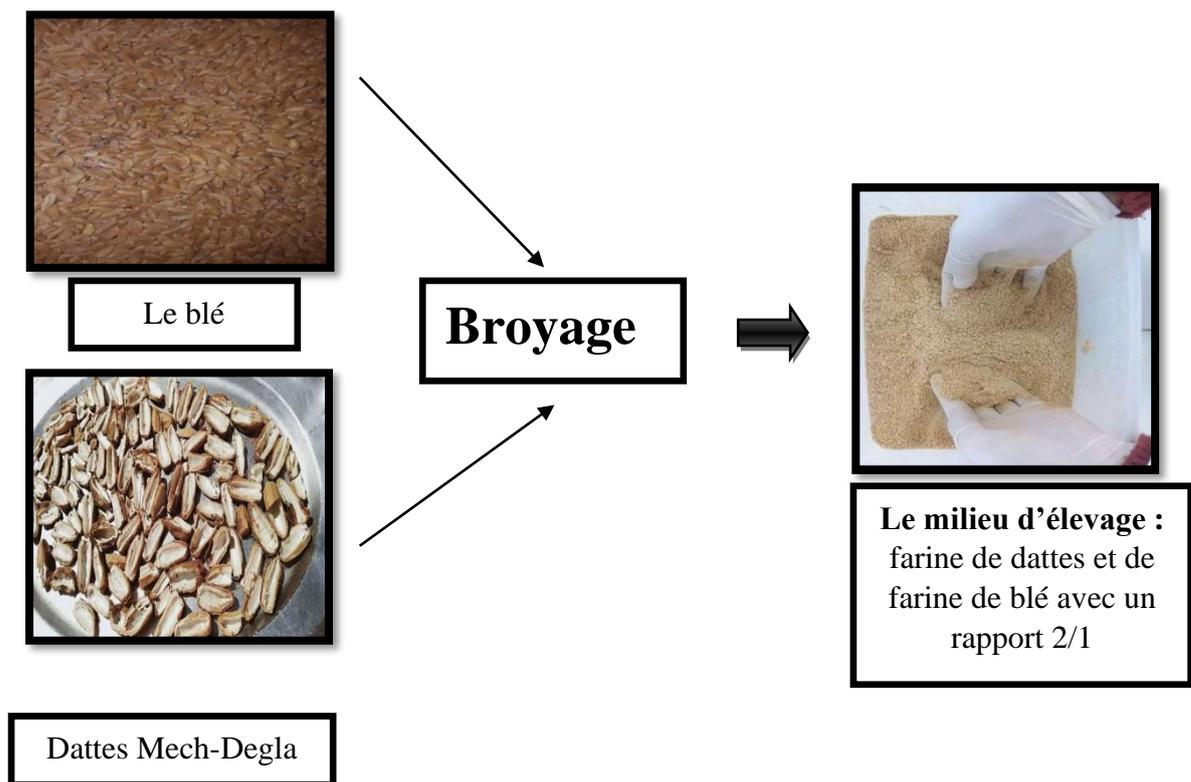


Figure 5. Préparation de milieu d'élevage

3.1.3. Tests biologiques

Deux tests de toxicité sont choisis afin de tester la toxicité des huiles essentielles de la plante étudiée, un traitement par contact pour les œufs et les larves L5 et un traitement par inhalation pour les adultes. Malheureusement on n'a pas réussi à compléter notre travail à cause de la crise du covid 19 et l'objectif est orienté vers la direction d'une synthèse d'un sommaire d'article dans le même axe de recherche de notre sujet.

Chapitre 04:
Résultats et discussions
(synthèse des articles)

Les huiles essentielles sont un complexe de composés chimiques avec multiples modes d'action qui améliorent leur activité grâce à l'action synergique entre leurs constituants. En raison de leur volatilité dans la nature, Les huiles essentielles sont utilisées comme fumigant contre les insectes alimentaires agricoles et de stockage. Par conséquent, les insecticides à base d'huiles essentielles sont très importants pour contrôler les insectes stockés car ils sont actifs contre une variété d'insectes, à pénétration rapide et sans résidus toxiques dans les produits traités (Abdel-Tawab , 2016).

Le contrôle des insectes par les huiles essentielles est le résultat de plusieurs types de modes d'action et dépend des voies d'exposition. Les huiles essentielles développent des toxicités par inhalation, par contact et par ingestion (Regnault-Roger, 2013). L'action des insecticides par inhalation, caractéristique des fumigants gazeux, la toxicité par contact caractérise des produits qui pénètrent au travers de la cuticule ,le plus souvent lors du déplacement de l'insecte sur la surface traitée alors que l'action par ingestion nécessite la consommation par l'insecte d'une fraction significative du végétal traité (Sciffer et Moreira, 2011).

Selon Chiasson et Beloin (2007), les mécanismes toxiques des huiles essentielles sont d'ordre physiologique et autre physique. Les Effets physiologiques représentés par des effets antiappétants, affectant ainsi la croissance, la mue, la fécondité et le développement des insectes et acariens, il peut également affecter les neurotransmetteurs des invertébrés dont l'octopamine qui a un effet régulateur sur les battements des cœurs, la motricité, la ventilation, le vol et le métabolisme des invertébrés. Selon Qin *et al.*, (2010 cité par Amri *et al.*, 2014), les huiles essentielles inhibent l'activité de certaines enzymes importantes dans le corps de l'insecte, certains terpénoïdes tels que le (Z) -caryophyllène inhibent l'activité des enzymes, l'acétylcholinestérase, la glutathion s-transférase et la carboxylestérase, qui sont importantes enzymes de désintoxication. Lorsque les activités de ces enzymes étaient inhibées, la fonction de détoxification serait diminuée, limitée voire bloquée, une autre enzyme, telle que le sodium-potassium-ATPase, qui est une pompe des ions Na^+ et K^+ , joue un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre ionique et des impulsions nerveuses du corps de l'insecte, et l'inhibition de cette pompe provoque des perturbations métaboliques et l'impulsion nerveuse du corps de l'insecte. Les Effets physiques des huiles essentielles agissent directement sur la peau des insectes et des acariens ajoutent les mêmes auteurs.

Plusieurs travaux sont consacrés pour l'étude des effets insecticides des huiles essentielles de diverse plantes contre les différents stades de développement de *Ectomyelois ceratoniae*. Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) entre autre Haouel *et al.*,(2010) ; Peyrovi *et al.*, (2010) ; Bachrouch *et al.*,(2010) ; BenJemâa *et al.*, (2012) ; Amri *et al.*, (2014) ; Lebbouz *et al.*, (2016) ; Ben Abda *et al.*,(2019) ; Ben Chaaban *et al.*,(2019) ; Yousefi *et al.*,(2019).

Amri *et al.*, (2014), prouvent que les huiles essentielles des *Thymus capitatus* et de *Rosmarinus officinalis* à une dose de 20 µl / ml inhibent l'éclosion des œufs avec un taux de 100% après 24 h de traitements. Le même taux obtenus après l'exposition aux huiles essentielles de *Artemisia herba – alba* à la concentration de 150 µl / l d'air après 48 h(Ben Chaaban *et al.*, 2019) . D'après Yousefi *et al.*,(2019), Les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et de *Eucalyptus viminalis* possèdent un effet ovicide contre les œufs de *E. ceratoniae* et de *Ephestia Kuehniel* à la concentration la plus élevée (170,2 µl / l d'aire), les huiles de *E. viminalis* entraînent respectivement 100% et 98,7% de mortalité pour *E. ceratoniae* et *E. kuehniella* contre 98 et 95,7% avec les huiles de *R. officinalis*. De même, l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* était toxique pour les œufs de *Ephestia Kuehniella* et de *E. Ceratoniae*. Le taux d'éclosion pour *E. kuehniella* était de 29,5% à la concentration 136 µl / l d'aire contre 95,4% pour le témoin, alors qu'il atteignait 42,9% à la même concentration contre 96,25% pour le témoin dans le cas de *E. Ceratoniae* (Bachrouch, *et al.*, 2010). Lebbouz *et al.*,(2016), montrent que les huiles essentielles de *Peganum harmala* ont inhibé l'éclosion des œufs de *E. ceratoniae* avec une proportion de 94.35% dont 13,33% ont une embryogenèse incomplète et 81,02% ont un aspect d'œufs infertiles. En plus, selon Ben Jemâa, (2015), le spinosad est très efficace contre les œufs de *E. ceratoniae*, avec un taux de mortalité de 85% à partir d'une dose 1 ppm. Un faible effet ovicide observée avec l'extrait aqueux de feuilles de *Nerium oleander* (Apocynaceae) et de graines de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) sur les œufs de *E.ceratoniae*, le taux d'éclosion des œufs était de 54% après 4 jours de traitement (Nia *et al.*, 2019).

Pour l'effet larvicide, il est marqué que les huiles essentielles de *Thymus capitatus* qui testées par contact contre les larves(L₅) de *E. ceratoniae* provoquent un taux de mortalité de 100% à la dose 12µl/ml après 20h de traitement (Amri *et al.*, 2014). Un taux de mortalité similaire est obtenu par Ben Chaaban *et al.*,(2019), contre les larves (L₅) à la concentration de 150 µl / l d'aire après 24 h d'exposition à l'huile de *Artemisia herba-alba*. Les huiles

essentielles de *R. officinalis* et *E. viminalis* provoquent le même taux de mortalité contre les larves L₅ après 14 jours à une concentration de 170,2 µl / l d'aire (Yousfi *et al.*, 2019). Selon Ben Jemâa (2015), le traitement par fumigation des larves (L₅) par l'huile essentielle de *Eucalyptus Leucoxydon* entraîne un taux de mortalité de 100% après 48 h d'exposition à la dose de 132 µl / l d'aire. Ben Abda *et al.*, (2019), ont montré que la poudre de cyclodextrine (CD) / 1,8-cinéole combinée est plus toxique pour les larves (L₅) de *E. Ceratoniae* que les deux huiles essentielles de *R. officinalis* (L.) récoltées dans deux sites du Nord de la Tunisie ; Cap Zbib Bizerte et Thala Kasserine. À la concentration 15ul/l d'aire, les mortalités respectivement étaient de 94,12%, 35,29% et 19,61% pour le complexe solide CD / 1,8-cinéole et les huiles de Thala et Cap Zbib après 37 jours d'exposition. Ben Jemâa *et al.*, (2012), ont prouvé que l'huile d'été de *Eucalyptus Camaldulensis* est plus efficace contre les larves (L₅) de *E. ceratoniae* avec une LC₅₀ de 73,80 ul/l d'aire contre 110,23ul/l d'aire pour l'huile d'hiver. L'activité larvicide de l'extrait aqueux de *Cleome arabica* aussi été confirmée sur le premier stade larvaire de *E. ceratoniae*, une mortalité très importante est obtenue après 7 jours de traitement à la concentration 15%, elle est de 82,2%(Korichi-Almi *et al.*, 2016). Selon Hakeem *et al.*, (2017), les extraits éthanoliques de deux plantes *Mentha arvensis* (Lamiaceae) et *Nerium oleander* (Apocynaceae) sont très efficace contre le dernier stade larvaire de *E. ceratoniae* avec un taux de mortalité de 83 % et 63,33 % respectivement pour *Mentha arvensis* et *Nerium oleander* après 12h à la dose de 7,5%. Contrairement à ces résultats, les extraits aqueux de feuilles de *Nerium oleander* et de graines de *Peganum harmala* ont enregistré un taux de mortalité très faible qui ne dépasse pas 8% après 4 jours de traitement (Nia *et al.*, 2019).

Pour les adultes, Lebbouz *et al.*, (2016), ont indiqué que le traitement par inhalation par les huiles essentielles de *Peganum harmala* entraînent un taux de mortalité de 100% chez les adultes de *E. ceratoniae* après 5 jours et dont le TL₅₀ est de 1,45 jour. Le même taux a été obtenu par Ben Jemâa (2015), après le traitement des adultes avec les huiles essentielles de *Eucalyptus transcontinentalis* après 2 h d'exposition à la concentration de 143 µl / l d'aire. Les résultats obtenus par Amri *et al.*, (2014), ont montré que l'huile essentielle extraite de *Tymus capitatus* est très toxique (100% de mortalité) pour les adultes de *E. ceratoniae* à la dose de 8 ul/l après 24h, suivie de l'huile de *R. officinalis* (65% et 83,33% de mortalité), suivie par l'huile de *Pinus halepensis* (55% et 53,33% de mortalité). Selon Bachrouh *et al.*, (2010), les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L. était plus toxique pour les adultes de *E. kuehniella*

que pour *E. ceratoniae*, à la concentration 23ul/l d'aire, elles provoquent 62,5% de mortalité chez *E. kuehniella* avec LT_{50} de 37,4 h et 30% de mortalité chez *E. ceratoniae* avec LT_{50} de 75,3h après 48 h d'exposition. Ben Chaaban *et al.*, (2019), indiquent que les huiles essentielles de *Citrus sinensis* testé par fumigation contre les adulte de *E. ceratoniae* provoquent un taux de mortalité de 94% à 150ul/l d'aire après 24 h de traitement alors que les huiles essentielles de *Artemisia herba-alba* entraînent un taux de mortalité de 96% au bout de la même période et la même concentration. Les valeurs de CL_{50} pour les adultes étaient respectivement de 2,6 et 0,31 $\mu\text{l} / \text{l}$ d'aire pour *Citrus sinensis* et *herba-alba*. Haouel *et al.*,(2010), montrent que les huiles essentielles de *E. Rudis* et de *E. Camaldulensis* présentaient une toxicité élevée contre les adultes de *E. Ceratoniae* avec un taux de mortalité de l'ordre 100% après 12 h d'exposition à la concentration 131,58 $\mu\text{l} / \text{l}$ d'aire. Le potentiel de toxicité de *E. Rudis* ($LC_{50} = 31,37 \mu\text{l} / \text{l}$ d'aire) était supérieur à celui de *E. Camaldulensis* ($LC_{50} = 34,08 \mu\text{l} / \text{l}$ d'aire). De plus, les valeurs médianes du temps mortel (LT_{50}) étaient respectivement de 36,10h et 48,84 h. De même Ben Jemâa *et al.*,(2012), ont prouvé que et l'huile d'été de *E. Camaldulensis* est plus efficace contre les adultes avec une LC_{50} respectivement de 34,08 ul/l d'aire contre 56,39 ul/l d'aire pour l'huile d'hiver.

Peyrovi *et al.*,(2010), ont observé une diminution du pourcentage de grenadiers infectés par *E. Ceratoniae* après le traitement avec l'huile essentielle de *Ferula assafoetida*. Les mêmes résultats ont été obtenus par Kavianpour *et al.*, (2014), après le traitement avec la gomme fraîche de cette plante.

Les résultats obtenus par Bachrouh *et al.*,(2010), et Ben Chaaban *et al.*,(2019), ont montré que le taux d'éclosion des insectes diminue avec l'augmentation de la concentration d'huile et du temps d'exposition. D'autre part, le taux de mortalité augmente avec les mêmes conditions (Ben Jemâa *et al.*, 2012). Plusieurs études ont également prouvé que la toxicité par fumigation des huiles essentielles varie selon les espèces d'insectes, la concentration d'huiles essentielles et le temps d'exposition (Ben Jemâa *et al.*, (2012) ; Haouel *et al.*,(2010) ; Ben Chaaban *et al.*, (2019)).

Pour la plante sur laquelle nous avons établi l'étude, Des essais sur l'efficacité d'extrait d'hexane du *Heliotropium bacciferum* contre les termites souterrains *Psammotermes hybostoma* (Desneux) ont montré l'effet insecticide de cette plante avec un taux de mortalité

de 61,3% à la dose 400ppm après 48h avec un LC50 de 244,5 ppm (Alshehry *et al.*, 2014). Selon Mohammed *et al.*,(2015), *H. bacciferum* possède des activités anti-inflammatoires, l'effet anti-inflammatoire d'extraits de plantes a été étudié en utilisant l'inflammation induite par la carraghénine dans les pattes de rats. Les extraits végétaux ont été obtenus en utilisant du méthanol et du dichlorométhane comme solvant et administrés par voie intra péritonéale à la concentration de 2 g / kg pc. L'extrait au dichlorométhane des parties aériennes de *H. bacciferum* a provoqué une inhibition de $28,2 \pm 3,1\%$ du volume de l'œdème, après 2 heures d'injection de carraghénane. Elqahtani *et al.*, (2017), ont signalé que les extraits aqueux de racines, de feuilles et d'inflorescences de *H. bacciferum* inhibent la germination des graines et la croissance des semis de maïs et de haricots. De plus Aïssaoui *et al.*, (2018), montrent que l'extrait de la plante *H. bacciferum* ont inhibé la croissance des cellules cancéreuses, notamment en raison de la présence du terpène antiprolifératif C-11 .

Conclusion

L'objectif de ce travail consacré à l'étude l'activité biologique des huiles essentielles de *Heliotropium bacciferum* contre les œufs, les larves L₅ et les adultes de *Ectomyelois ceratoniae*. Deux tests de toxicité ont été choisis à fin de tester la toxicité des huiles de la plante étudiée ; un par contact contre les œufs et les larves L₅ et un par inhalation contre les adultes.

Il est à noter qu'on n'a pas réussi à réaliser ces tests à cause de la crise covid 19 et l'objectif est orienté vers la direction d'une synthèse d'un sommaire d'article dans le même axe de recherche de notre sujet.

Parmi les travaux consacrés pour l'étude des effets insecticides des huiles essentielles de diverses plantes contre les différents stades de développement de *Ectomyelois ceratoniae*. Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) on peut citer celle de Haouel *et al.*,(2010) ; Peyrovi *et al.*, (2010) ; Bachrouch *et al.*,(2010) ; BenJemâa *et al.*, (2012) ; Amri *et al.*, (2014) ; Lebbouz *et al.*, (2016) ; Ben Abda *et al.*,(2019) ; Ben Chaaban *et al.*,(2019) ; Yousefi *et al.*,(2019).

Les résultats de ces travaux montrent que le traitement des œufs par les huiles des plantes révèle que les huiles ont un effet ovicide contre *E. ceratoniae*. Les huiles essentielles de *Thymus capitatus*, *Rosmarinus officinalis*, *Artemisia herba-alba* et *Eucalyptus leucoxylon* sont les plus toxiques avec un taux d'inhibition d'éclosion de 100%.

Concernant les larves, les huiles essentielles de *Thymus capitatus* exercent un effet insecticide bien marqué. Ceci traduit par un taux de mortalité de l'ordre 100%, les mêmes résultats ont été observés avec les huiles de *Artemisia herba-alba*, *R. officinalis*, *Eucalyptus viminalis* et *E. leucoxylon*.

Pour les adultes un taux de mortalité élevé a été observé pour de nombreuses plantes en particulier les huiles extraites de *E. trasicontinentalis*, *P. harmala* et *T. capitatus* avec un taux de mortalité de l'ordre 100%.

Pour la plante *Heliotropium bacciferum*, plusieurs études montrent que cette plante possède plusieurs activités biologiques, des activités antioxydantes, anticancéreuses, antibactériennes, antifongiques...ect. Leur activité insecticide a été confirmée contre *Psammotermes hybostoma* (Desneux) dont elle a entraîné un taux de mortalité de 61,3% à la dose 400ppm après 48h de traitement avec un LC₅₀ de 244.5ppm.

Les résultats obtenus à partir des travaux cités précédemment prouvent clairement les propriétés insecticides des huiles essentielles, ces propriétés diffèrent selon l'espèce étudiée, leur stade de développement, le mode d'application de l'huile, leur concentration et la durée de traitement, ces travaux prouvent aussi ces huiles pourraient être une alternative aux pesticides chimiques.

Comme perspectives, il serait nécessaire de refaire l'étude avec des tests de toxicité des mêmes huiles essentielles sur *Ectomylois ceratoniae* Zeller pour confirmer leur activité insecticide.

Références Bibliographiques

- Aberlenc-Bertossi F. 2010. Biotechnologie de palmier dattier. Actes du 3ème Séminaire du réseau AUF-BIOVEG, 18-20 novembre 2008, Montpellier, France. Ed, IRD, p.261.
- Abdel-Tawab H. M. 2016. Green pesticides: essential oils as biopesticides in insect-pest management. *Journal of environmental sciences and technology*, 9(5): 354-378.
- Adam J. G., Echard N. et Lescot M. 1972. Plantes médicinales hausa de l'ader. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée* 19(8-9): 259-399.
- Ahmad S., Ahmad S., Bibi A., Ishaq M., Afridi M., Kanwal F., Zakir M. and Fatima F. 2014. Phytochemical analysis, antioxidant activity, fatty acids composition, and functional group analysis of *Heliotropium bacciferum*. *The scientific world journal*: 1-8.
- Ahmad S., Ahmad S., Bibi I., AbdEl-Salam N. M., Hussain H., Saqib Ishaq M., Adnan M., Tariq A. and Ullah R. 2015. Antibacterial and antifungal activities of the extract and fractions of aerial parts of *Heliotropium baccifeum*. *African journal of traditional, complementary and alternative medicines*, 12(2): 32-35
- Aïssaoui H. 2018. Investigation phytochimique de plantes médicinales sahariennes - Activité biologique. Thèse de doctorat en sciences en chimie organique, option phytochimie, université Mantouri, Constantine, 33p.
- Aïssaoui H., Mencherini T., Esposito T., De Tommasi N., Gazzero P., Benayache S., Benayache F. and Mekkiou R. 2018. *Heliotropium bacciferum* Forssk. (Boraginaceae) extracts: chemical constituents, antioxidant activity and cytotoxic effect in human cancer cell lines. *Natural product research*, 33(12): 1478-6427.
- Alshehry A. Z., Zaiton A. A. and Abo-Hassan R. A. 2014. Insecticidal activities of some plant extracts against subterranean termite, *Psammodermes hybodontoma* (Desneux) (Isoptera: Rhinotermitidae). *International journal of agricultural sciences*, 4(9): 257-260.
- Al-Izzi M. A. J., Al-Maliky S. K. and Jabbo N. F. 1987. Culturing the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), on an artificial Diet. *Journal of economic entomology*, 80: 277-280.
- Amri I., Hamrouni L., Mohsen H., Jamoussi B. and Lebdi K. 2014. Essential oils as biological alternatives to protect date palm (*Phoenix dactylifera* L.) against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Chilean journal of agricultural research*, 74(3): 273-279.
- Arif Y. 2008. Etude de l'interaction entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera : Pyralidae) et certains cultivars de palmier dattier. Mémoire de magister en entomologie agricole et forestière, université de Batna, 73p.

Bachrouch O., Mediouni Ben Jemaa J., Wissem A.W., Talou T., Marzouk B. and Abderraba M. 2010. Composition and insecticidal activity of essential oil from *Pistacia lentiscus* L. against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: pyralidae). Journal of stored product research, 46: 242-247.

Ben Abada M., Hamdi S. H., Gharib R., Messaoud C., Fourmentin S., Greige-Gergesc H. and BenJemâ J. M. 2019. Post-harvest management control of *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae): new insights through essential oil en capsulation in cyclodextrin. Pest management science, 75: 2000-2008.

Ben Chaaban S., Mnaffed A. K. and Mediouni Ben Jemaa J. 2019. Efficacy of essential oils to control the carob moth, *Ectomyelois Ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). International journal of agriculture innovations and research, 7(4): 388-391.

Bensalah M. K. et Ouakid M. L. 2015. Essai de lutte biologique contre la pyrale des dattes *Apomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera : pyralidae) par l'utilisation de *Phanerotoma flavitestacea* fisher (hymenoptera : braconidae) et *Bracon hebetor* say (hymenoptera, braconidae) dans les conditions contrôlées. Courrier du savoir 20:101-108.

Bensaleh M. K. 2015. Evaluation des caractéristiques biologiques d'*Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptara : Pyralidae) dans les conditions naturelles et contrôlées. Stokage, conservation et lutte. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, université Mohamed Khider, Biskra, 117p.

Ben Jemâa J. M. 2015. IPM approaches for stored date protection in Tunisia: emphasis on alternative control methods against the date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Integrated protection of stored products IOBC-WPRS bulletin, 111: 301-308.

Ben Jemâa J.M., Haouell S. and Khouja M. L. 2012. Control of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* with essential oil fumigation. In: Navarro S., Banks H. J., Jayas D. S., Bell C. H., Noyes R. T., Ferizli A. G., Emekci M., Isikber A. A. and Alagusundaram K., [Eds.] Proc 9th. Int. Conf. on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Antalya, Turkey. 15 – 19 October 2012, ARBER Professional Congress Services, Turkey: 58-62.

Bond J. G., Mariana C. F. and Williams T. 2004. The naturally derived insecticide spinosad is highly toxic to *Aedes* and *Anopheles* mosquito larvae. Medicinal and veterinary entomology, 18(1): 50-56.

Calatayud P. A. 2013. La lutte biologique, stratégie durable. Pour la science 424: 42-48.

Chaptel J. A ., Guillaume L .A., Biot J. B., Marie D .B. H., Gaëtan D. A., Marc D. T., Jean-Baptiste H., Jean-Baptiste L., Latreille P. A., Lucas F. G. A., Olivier G. A., Palisote de Beauvios A. M. F. J., Parmentier A., Patrin E. M. L., Sonini de Manoncourt C. N. S., Thouin A., Tollard C., Viellot L. J. P., Virey J. J. et Yvart V. 1817. Nouveau dictionnaire

d'histoire naturelle, appliqué aux arts, à l'agriculture, à l'économie rurale et domestique à la médecine. Déterville, Paris, p. 281.

Chiasson H. et Beloin N. 2007. Les huiles essentielles, des bio-pesticides 'Nouveau genre'. *Antennae*, 14(1) :3-6.

Dakhia N., Bensalah M. K., Romani M. et Djoudi A. M. 2013. Etat phytosanitaire et diversité variétale du palmier dattier au bas sahara - Algérie. *Journal Algérien des régions arides*, 12(1): 6-17.

Deravel J., Krier F. et Jacques P. 2013. Les biopesticides compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques. *Biotechnologie, agronomie, société et environnement*, 18(2): 220-232.

Dhouibi M. H. 1982. Etude bioécologique d'*Ectomyelois ceratoniae* (zeller) (Lepidoptera : pyralidae) dans les zones présahariennes de la Tunisie. Thèse docteur ingénieur, université Pierre Marie CURIE, Paris 6, 145p.

Doumandji S. 1981. Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le nord de l'Algérie, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : pyralidae). Thèse de doctorat d'état, université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 145 p.

Doumandji–Mitiche B. 1983. Contribution à l'étude bioécologique des parasites prédateurs de la pyrale de caroube *Ectomyelois ceratoniae* en Algérie, en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse de doctorat d'état, université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 253p.

El Houmaizi M. A. 2002. Modélisation de l'architecture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et application à la simulation du bilan radiatif en oasis. Thèse de doctorat des sciences biologie végétale, université Cadi Ayyad, Marrakech, 130p.

Elqahtani M. M., El-Zohri M., Galal H. K. and El-Enany A. E. 2017. GC-MS analysis of crude extracts from *Heliotropium bacciferum* L. and their allelopathic effects on *Zea mays* L. and *Vicia faba* L. *Allelopathy journal*, 41(1): 51-64.

Farrag N., Abdel-Aziz E. M., El-Shafae A. M., Ateya A. M. et El Domiaty M. M. 1996. Alcaloïdes pyrolizidiniques de l'*Heliotropium bacciferum* forssk d'Egypte. *International journal of pharmacognosy*, 34(5): 374-377.

Gagnon S., Chouinard G. et Smeesters E. 2001. Méthodes alternatives à la lutte chimique en pomiculture. *Revue des alternatives à la lutte chimique en pomiculture, principales techniques applicables au Québec*, 1:1-40.

- Ghori M. K., Ghaffari M. A., Hussain S. N., Aziz M. and Sarwer W. 2016. Ethnopharmacological, phytochemical and pharmacognostic potential of genus *Heliotropium* L. Turkish journal of pharmaceutical sciences, 13: 259-280.
- Goyal N. and Sharma S. K. 2014. Bioactive phytoconstituents and plant extracts from genus *Heliotropium*. International journal of green pharmacy, 8(4): 217-225.
- Hached W., Ben Romdhane S., Sahraoui H. et Grissa-Lebdi K. 2018. Essais de lutte contre *Ectomyelois ceratoniae* Zeller 1881 (Lepidoptera : Pyralidae) sous conditions contrôlées et en verger d'agrumes. Journal of new sciences, 49(3): 2961-2970.
- Hadjeb A. 2011. Influence de la qualité nutritive de trois variétés de dattes sur le potentiel biologique de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839). Thèse de magister en sciences agronomiques, université Mohamed Khider, Biskra, 45p.
- Hadjeb A., Mehaoua M. S. and Ouakid M. L. 2016. Toxic effect of spinosad (bioinsecticide) on larval instars of date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. (Lepidoptera: Pyralidae) under controlled condition. Corrier du savoir, 21: 47-52.
- Hakeem R., Kawa R. and Hashim H. 2017. Toxicity effect of ethanolic leaf extracts of *Mentha arvensis* and *Nerium oleander* on larva of *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of garmian university, 4(13): 546-554.
- Houal S., Mediouni Ben Jemaa J. and Khouja M. L. 2010. Postharvest control of date moth *Ectomyelois ceratoniae* using *Eucalyptus* essential oil fumigation. Tunisian journal of plant protection, 5: 201-212.
- Isman M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop protection, 19 (2000): 603-608.
- Idder-Ighili H. 2008. Interactions entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae) et quelques cultivars de dattes dans les palmeraies de Ouargla (sud est algérien). Thèse de magistère, université Kasdi Merbah, Ouargla, 103 p.
- Kavianpour M., Dabbagh G. R., Taki M., Shirdeli M. and Mohammadi M. 2014. Effect of fresh gum of *assafetida* on the damage reduction of pomegranate fruit moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) in Shahreza City. International journal of biosciences, 5(5): 86-91.
- Korichi-Almia A., Bissati-Bouafia S., Bensalah K. et Korichi R. 2016. Effets de l'extrait aqueux de *Cleome arabica* sur les larves de premier stade d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae). Revue des bioressources, 6(2): 62-69.

- Koroch A. R., Juliani H. R. and Zygadlo J. A. 2007. Bioactivity of essential oils and their components. In: Berger R.G. (eds) *Flavours and Fragrances*. Springer, Berlin, Heidelberg. pp: 87-102.
- Lakhdar L. 2015. Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles Marocaine sur *Aggregatibacter actinomycomitans*. Etude *in vitro*. Thèse de doctorat en sciences odontologiques, université Mohammed V, Rebat, 163p.
- Le Berre M. 1978. Mise au point le problème du ver de la date, *Myelois ceratoniae* Zeller. Bulletin d'agronomie. Saharienne I (4) : 1-35.
- Lebbouz I., Mehaoua M., Merabti I., Bessahraoui K. and Ouakid M. L. 2016. Ovicidal, larvicidal and adulticidal activities of essential oils from *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) against date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). International journal of biosciences, 8(5):146-152.
- Medioni J., Fukova I., Frydrychova R., Douhibi M. H. and Franstisek M. 2004. Karyotype, sex chromatin and sex chromosome differentiation in carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera :pyralidae). Caryologia, 57(2): 184-194.
- Mohammed M. S., Khalid H. S., Muddathir A. E., El Tahir K., Khan A. A., Abd Algardir H., Osman W. J. A. and Siddiqui N. A. 2015. Effect of some plants extracts used in Sudanese folkloric carrageenan-induced inflammation. Pakistan journal of pharmaceutical sciences, 28(1): 159-165.
- Nia B., Lekbir A. and Ben Salah M. K. 2019. Insecticidal and antioxydant activities of aqueous extracts of two Algerian medicinal plants. Acta entomologica serbica, 25(1): 1-9.
- Ouamane A. T., Bensalah M. K. et Djazouli Z. E. 2017. Approche au monitoring de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller par le recours aux moyens biologique. Agrobiologia, 7(1): 312-320.
- Peyrovi1 M., Goldansaz S. H. and Jahromi K. T. 2011. Using *Ferula assafoetida* essential oil as adult carob moth repellent in qom pomegranate orchards (Iran). African journal of biotechnology, 10(3): 380-385.
- Quézel P. et Santa S. 1963. Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 1170 p.
- Regnault-Roger C. 2013. Essential Oils in insect control. In: Ramawat K., Mérillon J. M. (eds) *Natural products*. Springer, Berlin, Heidelberg: 4088- 4102.

Sarjami M. S., Ghanbalani G. N., Goldansaz H. and Zakaria R. A. 2009. Calling behaviour of the carob moth *Ectomylois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), laboratory and field experiment. *Munis entomologie et zoologie*, 4(2): 472-485.

Schmelzer, G. H., Gurib-Fakim, A., Arroo, R., Bosch, C. H., de Ruijter, A., Simmonds, M. S. J., Lemmens, R. H. M. J., et Oyen, L. P. A. 2008. Ressources végétales de l'Afrique tropicale plantes médicinales 1. Plant resources of tropical Africa, 11(1): 869 p.

Sciffers B. et Moreira C. 2011. Fondements de la protection des cultures. Ed PIP c/o COLEACP. Bruxelles. Belgique 294 p.

Sedra F. Z. 2003. Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc, techniques phoénicoles et création d'oasis. INRA –Editions, p 180.

Sellami S., Toursi S. et Jamoussi K. 2015. La lutte biologique, alternative aux produits phytosanitaires chimiques. *Journal of new sciences, agriculture and biotechnology* 19(5):736-743.

Singh B., Sahu P.M., Jain S. C. and Singh S. 2002. Antineoplastic and antiviral screening of pyrrolizidine alkaloids from *Heliotropium subulatum*. *Pharmaceutical biology*, 40: 581-586.

Soultani N. 2013. Lutte chimique raisonnée, produits phytopharmaceutiques et protection des cultures : état des lieux et perspectives. Séminaire internationale de Protection Phytosanitaire : situation et perspectives, Université Hadj-Lakhdar, 17-19 Novembre 2013, Batna, Algérie. P5.

Suty L. 2010. La lutte biologique, vers de nouveaux équilibres écologiques. Edition Quae, p. 44.

Villarroel L., Torres R., Urzu A., Reina M., Cabrera R. and Gonza-Coloma A. 2001. *Heliotropium huascoense* resin exudate: chemical constituents and defensive properties. *Journal of naturel product*, 64(6): 1123-1126.

Wertheimer M. 1958. Un des principaux parasites du palmier dattier algérien : le Myeloides décoloré. *Fruits*, 13(8): 109-123.

Xavier M. 2018. La régulation naturelle des insectes ravageurs des cultures légumières et ses conséquences sur la production : quantification du service fourni et recherche de leviers pour son intensification. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, université Bretagne Loire, 273 p.

Yousfi S., Haouel-Hamdi S., Bessi H., Assoudi C., Elimem, M., Messaoud C., Flamini G. and Mediouni-Ben Jemâa J. 2019. Variations in essential oils composition and potential as

fumigants against stored date moths *Ectomyelois ceratoniae* and *Ephestia kuehniella*. Tunisian journal of plant protection, 14(1): 33-53.

Zouiouche F. Z. 2012. Comportement de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratonia* Zeller, vis-à-vis de trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra. Thèse de magister, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrash, Alger, (Algérie), 118 p.

الزروق احمد الدنقلي، حلومة محمد كره، نجاه خليفة الغرياني، احلام الطيب قاقه، عفاف رجب حمزه و عواطف محمد الرياني. 2008. المرشد الحقلّي لافات و أمراض النخيل في ليبيا. جهاز التنمية و تطوير النخيل و الزيتون . 110ص.

<https://api.tela-botanica.org/img:000224674O.jpg>

Annexes

- Abdel-Tawab H. M. 2016. Green pesticides: essential oils as biopesticides in insect-pest management. *Journal of environmental sciences and technology*, 9(5): 354-378.
- Aïssaoui H., Mencherini T., Esposito T., De Tommasi N., Gazzero P., Benayache S., Benayache F. and Mekkiou R. 2018. *Heliotropium bacciferum* Forssk. (Boraginaceae) extracts: chemical constituents, antioxidant activity and cytotoxic effect in human cancer cell lines. *Natural product research*, 33(12): 1478-6427.
- Alshehry A. Z., Zaiton A. A. and Abo-Hassan R. A. 2014. Insecticidal activities of some plant extracts against subterranean termite, *Psammotermes hybodtoma* (Desneux) (Isoptara : Rhinotermitidae). *International journal of agricultural sciences*, 4(9): 257-260.
- Amri I., Hamrouni L., Mohsen H., Jamoussi B. and Lebdi K. 2014. Essential oils as biological alternatives to protect date palm (*Phoenix dactylifera* L.) against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae). *Chilean journal of agricultural research*, 74(3): 273-279.
- Bachrouch O., Mediouni Ben Jemaa J., Wissem A.W., Talou T., Marzouk B. and Abderraba M. 2010. Composition and insecticidal activity of essential oil from *Pistacia lentiscus* L. against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera, pyralidae). *Journal of stored product reesearch*, 46: 242-247.
- Ben Abada M., Hamdi S. H., Gharib R., Messaoud C., Fourmentin S., Greige-Gergesc H. and BenJemâ J. M. 2019. Post-harvest management control of *Ectomyelois ceratoniae*(Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae): new insights through essentialoil en capsulation in cyclodextrin. *Pest management science*, 75: 2000-2008.
- Ben Chaaban S., Mnaffed A. K. and Mediouni Ben Jemaa J. 2019. Efficacy of essential oils to control the carob moth, *Ectomyelois Ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *International journal of agriculture innovations and research*, 7(4): 388-391.
- Ben Jemâa J. M. 2015. IPM approaches for stored date protection in Tunisia: emphasis on alternative control methods against the date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Integrated protection of stored products IOBC-WPRS bulletin*, 111: 301-308.
- Ben Jemâa J.M., Haouell S. and Khouja M. L. 2012. Control of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* with essential oil fumigation. In: Navarro S., Banks H. J., Jayas D. S., Bell C. H., Noyes R. T., Ferizli A. G., Emekci M., Isikber A. A. and Alagusundaram K., [Eds.] Proc 9th. Int. Conf. on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Antalya, Turkey. 15 – 19 October 2012, ARBER Professional Congress Services, Turkey: 58-62.
- Chiasson H. et Beloin N. 2007. Les huiles essentielles, des bio-pesticides ‘Nouveau genre’. *Antennae*, 14(1): 3-6.

- Elqahtani M. M., El-Zohri M., Galal H. K. and El-Enany A. E. 2017. GC-MS analysis of crude extracts from *Heliotropium bacciferum* L. and their allelopathic effects on *Zea mays* L. and *Vicia faba* L. *Allelopathy journal*, 41(1): 51-64.
- Hakeem R., Kawa R. and Hashim H. 2017. Toxicity effect of ethanolic leaf extracts of *Mentha arvensis* and *Nerium oleander* on larva of *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of garmian university*, 4(13): 546-554.
- Houal S., Mediouni Ben Jemaa J. and Khouja M. L. 2010. Postharvest control of date moth *Ectomyelois ceratoniae* using *Eucalyptus* essential oil fumigation. *Tunisian journal of plant protection*, 5: 201-212.
- Kavianpour M., Dabbagh G. R., Taki M., Shirdeli M. and Mohammadi M. 2014. Effect of fresh gum of *assafoetida* on the damage reduction of pomegranate fruit moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) in Shahreza City. *International journal of biosciences*, 5(5): 86-91.
- Korichi-Almia A., Bissati-Bouafia S., Bensalah K. et Korichi R. 2016. Effets de l'extrait aqueux de *Cleome Arabica* sur les larves de premier stade d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae). *Revue des bioressources*, 6(2): 62-69.
- Lebbouz I., Mehaoua M., Merabti I., Bessahraoui K. and Ouakid M. L. 2016. Ovicidal, larvicidal and adulticidal activities of essential oils from *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) against date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *International journal of biosciences*, 8(5): 146-152.
- Mohammed M. S., Khalid H. S., Muddathir A. E., El Tahir K., Khan A. A., Abd Algadir H., Osman W. J. A. and Siddiqui N. A. 2015. Effect of some plants extracts used in Sudanese folkloric carrageenan-induced inflammation. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 28(1): 159-165.
- Nia B., Lekbir A. and Ben Salah M. K. 2019. Insecticidal and antioxydant activities of aqueous extracts of two Algerian medicinal plants. *Acta entomologica serbica*, 25(1): 1-9.
- Peyrovi1 M., Goldansaz S. H. and Jahromi K. T. 2011. Using *Ferula assafoetida* essential oil as adult carob moth repellent in qom pomegranate orchards (Iran). *African journal of biotechnology*, 10(3): 380-385.
- Regnault-Roger C. 2013. Essential Oils in insect control. In: Ramawat K., Mérillon J. M. (eds) *Natural products*. Springer, Berlin, Heidelberg: 4088- 4102.
- Yousfi S., Haouel-Hamdi S., Bessi H., Assoudi C., Elimem, M., Messaoud C., Flamini G. and Mediouni-Ben Jemâa J. 2019. Variations in essential oils composition and potential as fumigants against stored date moths *Ectomyelois ceratoniae* and *Ephestia kuehniella*. *Tunisian journal of plant protection*, 14(1): 33-53.

ملخص

من اجل العثور على منتجات وبدائل للمواد الكيميائية ، اقل سمية واكثر صداقة للبيئة ، قمنا بدراسة النشاط البيولوجي للزيوت الاساسية لنبات *Heliotropium bacciferum* ضد البيوض واليرقات L₅ والبالغين ل *Ectomylois ceratoniae*. من الملاحظ ان دراستنا لم تكتمل بسبب ازمة كوفيد 19 وتغير الهدف الى تحليل مجموعة من المقالات التي تتطرق الى نفس موضوع بحثنا.

اظهرت اعمال المكافحة البيولوجية التي قمنا بتحليلها أن جميع الزيوت الأساسية التي تم اختبارها لها تأثير مبيد حشري ضد مختلف مراحل تطور هاته الحشرة ، اذن هاته الزيوت لها أنشطة مبيدات للبيض ، مبيدات لليرقات ومبيدات للبالغين. أظهرت نتائج الدراسات التي أجريت على النبات المدروس أن له العديد من الأنشطة البيولوجية ، أنشطة مبيدات الحشرات ، مضادات الأكسدة ، مضاد للسرطان ، مضاد للجراثيم ، مضاد للفطريات... الخ.

الكلمات المفتاحية : *Heliotropium bacciferum*، *E. ceratoniae*، الزيوت الاساسية، السمية.

Résumé

. Dans le but de recherche des produits, de substitution aux produits chimique, moins toxiques et plus respectueux de l'environnement, nous avons étudié l'activité biologique des huiles essentielles de *Heliotropium bacciferum* contre les œufs, les larves L₅ et les adultes de *Ectomylois ceratoniae*. Il est a noté qu'on a pas arrivé complété notre étude a cause de la crise covid 19 et l'objectif est orienté vers la direction d'une synthèse d'un somme d'article dans le même axe de recherche de notre sujet.

Les travaux synthésisés des essais de lutte biologique montrent que toutes les huiles essentielles testées ont révélé un effet insecticide contre les différents stades de développement de cet insecte, donc ces huiles possèdent des activités ovicides, larvicides et adulticides. Les résultats des études menées sur la plante étudié ont prouvé qu'elle possède plusieurs activités biologiques, des activités insecticides, des activités antioxydantes, anticancéreux, antibactériennes, antifongiques.....etc.

Mots clés : *Heliotropium bacciferum*, *E. ceratoniae*, les huiles essentielles, toxicité.

Abstract

In order to find products, substitutes for chemicals, less toxic and more environmentally friendly, we studied the biological activity of the essential oils of *Heliotropium bacciferum* against the eggs, L₅ larvae and adults of *Ectomylois ceratoniae*. It is noted that our study was not completed due to the covid 19 crisis and the objective is directed towards directing a summary of a sum of articles in the same line of research of our subject.

The synthesized work of biological control tests show that all the essential oils tested revealed an insecticidal effect against the different stages of development of this insect, so these oils have ovicidal, larvicidal and adulticidal activities. The results of studies carried out on the plant studied have shown that it has several biological activities, insecticidal activities, antioxidant, anticancer, antibacterial, antifungal activities... etc.

Keywords: *Heliotropium bacciferum*, *E. ceratoniae*, essential oils, toxicity.