



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Protection des végétaux

Réf. :

Présenté et soutenu par :
Asma boughediri

Le :
23/06/2019

Thème :
Effet toxicologique d'un biopesticide
Trichoderma harzianum sur les jeunes larves
de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae*
Zeller

Jury :

M.	BOUKEHIL Khaled	M.A.A	Université de Biskra	Président
M.	HADJEB Ayoub	M.C.A	Université de Biskra	Rapporteur
M.	MEHAOUA Mohamed S	M.C.A	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2018 – 2019

Remerciements

Je tiens avant tout à remercier Dieu tout puissant de nous avoir donné la force, la volonté et la patience pour achever ce modeste travail.

Je tiens également à exprimer notre profonde gratitude et sincères remerciements à mon promoteur Mer HADJEB. A d'avoir proposé et dirigé ce travail ; je la remercie infiniment pour ses orientations, sa patience, sa confiance et ses conseils, tout au long de ce travail.

Un grand merci au chef de Département d'Agronomie à l'Université de Biskra Mr. GUIMERK,

Je remercie l'ensemble des cadres de l'I.N.P.V de Biskra Monsieur NADJI Directeur générale de la station sa patience, ses prodigieux conseil et pour le temps qu'il nous a consacré pour la réalisation de ce travail.

Je tiens aussi à remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

BOUGHEDIRI ASMA

DEDICACE

Avec l'aide de Dieu tout puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie :

Je suis très heureux d'avoir pu donner un peu plus de fierté à MES PARENTS, leur soutien était des plus importants, je leurs dédie ce modeste travail. Merci du fond du cœur.

A mon Grand-père MAHMOUD.

A mes chères sœurs FATMA ZAHRAA & ROFAIDA

A Mon chère frère ABD ALGHAFOUR.

A toute la famille BOUGHEDIRI ET SAIFI

Mes chères amies MEBARKA, SARA, KARIMA FATIMA

AMIRA ET JOJO

*Et ma famille *Lbir* SARA*

ASMA

Liste des figures

Figure 1. Oeufs d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	5
Figure 2. Larve d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	6
Figure 3. Chrysalide d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	6
Figure 4. Adulte d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	7
Figure 5. Le cycle biologique de l' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	8
Figure 6. Les conidiophores de <i>Trichoderma harzianum</i>	9
Figure 7. Les conidiophores et conidies de <i>Trichoderma harzianum</i>	9
Figure 8. Les étapes d'élevage en masse d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	11
Figure 9. La préparation des doses	12
Figure 10. les étapes de traitement des larves d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> par <i>Trichoderma harzianum</i>	13

Liste des tableaux

Tableau 1. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L1 d' <i>E. ceratoniae</i> Par <i>Trichoderma harzianum</i>	16
Tableau 2. Paramètres toxicologiques du <i>Trichoderma harzianum</i> (concentrations létales) sur les larves L1	19
Tableau 3. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L2 d' <i>E. ceratoniae</i> Par <i>Trichoderma harzianum</i>	20
Tableau 4. Paramètres toxicologiques du <i>Trichoderma harzianum</i> (concentrations létales) sur les larves L2	21
Tableau 5. La longévité des mâles et femelles d' <i>E. ceratoniae</i>	22
Tableau 6. Paramètres de reproduction chez la femelle d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	23
Tableau 7. Paramètres de reproduction chez la femelle d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> .	24

Sommaire

I. INTRODUCTION	1
II. MATERIEL ET METHODES	4
1. Matériel	4
1.1. Présentation du matériel biologique (<i>Ectomyelois ceratoniae</i>)	4
1.1.1. Position systématique	4
1.1.2. Répartition géographique	5
1.1.3. Description morphologique	5
1.1.4. Cycle biologique	7
1.2. Le produit utilisé (Biopesticide : <i>Trichoderma harzianum</i>)	8
1.2.1. Définition de <i>Trichoderma harzianum</i>	8
1.2.2. Taxonomie de <i>Trichoderma harzianum</i>	9
1.2.3. Mode d'action	9
2. Méthodes de travail	10
2.1. L'élevage en masse d' <i>Ectomyeloisceratoniae</i>	10
2.2. Etude de la toxicité du <i>Trichoderma harzianum</i> sur les larves L1 et L2	12
2.3. La préparation des doses	12
2.4. Le traitement des larves L1et L2	13
2.5. Etude de l'effet de <i>Trichoderma harzianum</i> sur les œufs d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	14
2.6. Etude de l'effet de le <i>Trichoderma harzianum</i> sur les paramètres biologiques d' <i>E. Ceratoniae</i>	14
3. Analyse statistique	14
III.RESULTATS ET DISCUSSIONS	16
1. Résultats	16
1.1. Etude de la toxicité du <i>Trichoderma harzianum</i> , sur les jeunes larves d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	16
1.1.1. Taux de mortalité et Paramètres toxicologiques des larves L1 exposées au <i>Trichoderma harzianum</i>	16
1.1.2. Taux de mortalité et Paramètres toxicologiques des larves L2 exposées au <i>Trichoderma harzianum</i>	20
1.2. La longévité moyenne des adultes de la pyrale	22
1.3. Les paramètres de reproduction chez la femelle d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	23
2. Discussion	24
IV. CONCLUSION	28
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	29
Résumé	
Abstract	
ملخص	

I. INTRODUCTION

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est le pilier des écosystèmes oasiens. Il joue un rôle protecteur contre le rayonnement solaire intense, pour les cultures sous-jacentes (arbres fruitiers, cultures maraîchères et céréales). En effet, par sa présence dans ces zones, les diverses formes de vies animales et végétales, indispensables pour le maintien et la survie des populations, sont possibles (**Bouguedoura et al, 2010**).

L'origine du Palmier Dattier en Algérie, vient de la « péninsule arabique » ; à travers les commerçants qui ont propagé du Palmier autour de la Méditerranée, il était introduit spécialement dans les lieux disposant d'eau dans le Sahara (**Toutain, 1967**). C'est ainsi que sont apparues les premières palmeraies d'Oued Righ et des Ziban par le biais des bédouins nomades arabes, venus d'Orient, pour le commerce (**Jaradat, 2011**).

Le patrimoine phœnicicole national est concentré dans toutes les régions situées sous l'Atlas saharien (**Houari, 1992**) dans la partie septentrionale est et centre du Sahara Algérien. Concentrées essentiellement dans le sud-est du pays (**Messar, 1996**). Parmi ces zones potentielles, à savoir : Souf, Ziban, Oued Righ, Cuvette de Ouargla, M'Zab, El-Goléa, Tamanrasset, Illizi et Tindouf.

Selon les statistiques (2015) du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, le palmier dattier occupe en Algérie une superficie évaluée à 167.000 hectares pour un nombre de palmiers estimé à plus de 18,6 millions d'unités et une production de dattes, toutes variétés confondues, de près de 990.000 tonnes.

La wilaya de Biskra est la première région phœnicicole avec 25,66% de la superficie totale, 23,1% du nombre totale de palmier dattiers, 37% de la production nationale de dattes, à une époque où, la promotion des exportations hors hydrocarbure relève des propriétés de l'état, la situation des exportations de la datte ne reflète pas les dispositifs d'encouragement mis en place. Tous les plans engagés par le gouvernement pour relancer cette activité n'ont pas abouti à des résultats probants. (**D.S.A., 2016**).

Le palmier dattier *Phoenix dactylifera* dans l'oasis de Biskra est soumis aux attaques de plusieurs ravageurs insectes, les plus importants dans la région sont la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ, et *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. On estime qu'environ 30% des

dattes de la variété ‘Deglet Nour’ une variété qui représente 70 % de la production de cette culture dans l’oasis de Biskra sont régulièrement attaquées. Plusieurs contraintes, notamment d’ordre phytosanitaire pénalise la phœniciculture algérienne (**Allam, 2008**), fait qui réduit la quantité de la production et altère la qualité des récoltes par l’attaque de certains ravageurs dont le plus important est la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller).

Cet insecte est un ravageur bien connu de la datte en Algérie (**Lepigre, 1963; Wertheimer, 1958**), il reste parmi les bioagresseurs les plus redoutables de la palmeraie algérienne. En effet, il attaque aussi bien la production pendante que les dattes stockées (**Jarraya, Vinson, 1980 et Dhouibi, 1989**). Les pertes qu’il cause sont considérables et peuvent atteindre 20 à 30 % de la production des dattes dans le bassin méditerranéen (**Abdelmoutaleb, 2008 ; Fatni, 2011**). La pyrale des dattes est devenue donc une vraie menace économique pour la filière datte (**Norouzi et al, 2008**). Les dommages causés par l’infestation des dattes empêchent toute consommation en frais ainsi que toute opportunité de conservation (**Fatni, 2011**).

La polyphagie de cette espèce sa large répartition dans l’espace et sur des hôtes varié rendent difficile la mise au point d’une lutte chimique efficace. (**Zouiouèche, 2011**). Ces interventions chimiques n’ont pas permis, à ce jour, une protection efficace de la production dattier à cause de la biologie et du comportement alimentaire de la pyrale des dattes. Les larves de cette dernière se nourrissant et se développant à l’intérieur de la datte où elles y sont bien protégées (**Lebdi grissa et al, 2011 ; Peyrovi1, Goldansaz et Jahromi, 2011**).

L’utilisation parfois exagérée et non raisonnée des pesticides d’une part, et la méconnaissance de leur danger par les agriculteurs d’une autre part, aggravent leurs effets néfastes sur la santé humaine, les animaux, l’environnement et provoque la raréfaction et la destruction de la faune utile (**Oueld El Hadj et al, 2003 ; Ben Saad, 2010 ; Lhoucine, 2010 et Bisaad et al, 2011**). Les pesticides de synthèse sont très toxiques pour la faune non ciblée à l’image des oiseaux, des mammifères, des amphibiens. Ils entraînent la concentration de leurs résidus dans la chaîne alimentaire, la pollution, le développement de résistance par les ravageurs après l’exposition de plusieurs générations (**Belanger et Musabyimana, 2005 ; Abdullah, 2009 et Richard, 2010**). Au regard de ces inconvénients, il est important de trouver des solutions alternatives qui permettront de continuer la lutter contre les ennemis nuisibles, tout en diminuant l’emploi de produits chimiques (**Loqman, 2009**).

Les biopesticides, « organismes vivants ou produits issus de ces organismes ayant la particularité de supprimer ou limiter les ennemis des cultures » sont utilisés depuis des siècles par les fermiers et paysans. De nos jours, ils sont classés en trois grandes catégories selon leur origine (microbienne, végétale ou animale) et présentent de nombreux avantages. Ils peuvent être aussi bien utilisés en agriculture conventionnelle qu'en agriculture biologique, certains permettent aux plantes de résister à des stress abiotiques et d'une manière générale, ils sont moins toxiques que leurs homologues chimiques, les biopesticides sont l'objet d'un intérêt croissant de la part des exploitants. Certains biopesticides microbiens présentent des bénéfices supplémentaires à leur rôle de protection. Les champignons du genre *Trichoderma* ont la particularité de faciliter l'absorption d'éléments nutritifs du sol par les plantes (**Harman, 2011**).

A l'effet des mauvaises conséquences d'utilisation de la lutte chimique nous proposons une étude de ce déprédateur qui permettra d'envisager un essai de lutte biologique par l'utilisation d'un biopesticide (*Trichoderma harzianum*), produit toxique issu d'un champignon sur les larves et les œufs de la pyrale des dattes.

II. MATERIEL ET METHODES

1. Matériel

1.1. Présentation du matériel biologique (*Ectomyelois ceratoniae*)

L'étude de l'effet de Biopesticide : *Trichoderma harzianum* sur l'*Ectomyelois ceratoniae* exige un élevage de masse de ce dernier. Pour cela notre matériel biologique est une souche d'*Ectomyelois ceratoniae* qui provient des dattes infestées de l'année 2018 récoltés des palmeraies de la région de Biskra.

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* est considérée comme étant le déprédateur le plus redoutable de la datte. Elle constitue une contrainte principale à l'exportation (Doumandji, 1981; Doumandji-Mitiche, 1983; Raache, 1990 ; Benaddoun, 1987).

L'apparition de la pyrale des dattes à Biskra est liée à la plantation de la variété Deglet Nour et avec l'augmentation de nombre de palmiers de cette variété (Le Berre, 1978).

1.1.1. Position systématique

Le genre *Ectomyelois* (sous-famille des Phycitinae), regroupe de nombreuses espèces sauvages à biologie mal connue (Dhouibi, 1982). La position systématique de la pyrale des dattes est:

- **Embranchement** : Arthropoda
- **Sous embranchement** : Mandibulata
- **Classe** : Insecta
- **Sous classe** : Ptérygota
- **Division** : Exopterygota
- **Ordre** : Lepidoptera
- **Famille** : Pyralidae
- **Sous famille** : Phycitinae
- **Genre** : *Ectomyelois*
- **Espèce** : *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839

1.1.2. Répartition géographique

L'*Ectomyelois ceratoniae* est une espèce répandue dans tout le Bassin Méditerranéen. Elle est connue au Maroc, Algérie, Tunisie, Libye et Egypte. Sa présence a aussi été signalée en Espagne, Italie, Grèce et France (**Le Berre, 1978**).

Doumandji (1981). À mentionné la présence de deux zones de multiplication en Algérie. 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 du Sud-est.

1.1.3. Description morphologique

a) L'œuf

L'œuf possède une forme oblongue dont la dimension la plus grande est de 0.6 à 0.8 mm. Blanc au début. Il acquiert une coloration rose au bout de 24 heures. Il est entouré par une cuticule translucide (**Doumandji, 1981**).

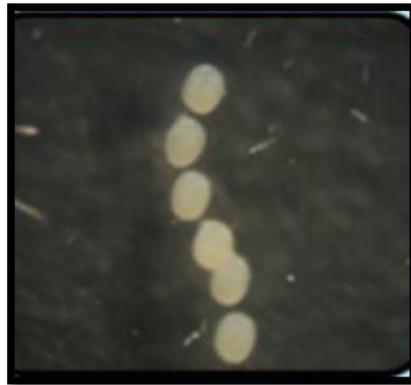


Figure N°1: Oeufs d'*E.ceratonia* (**Hadjeb, 2017**).

b) La larve

Selon **Idder (2008)**, **Haddou (2005)** et **Saggou (2001)**. Ce sont des larves éruciformes de couleur rose ou d'un blanc- jaunâtres avec une tête brune. En fait la teinte du corps dépend de la nature du fruit (**Doumandji, 1981**).

La croissance se fait par mues successive à la cour des quelles la longueur des chenilles augmente. Solon **Le Berre (1978)**. La longueur et de 18 mm avec une largeur de 0.1 à 3 mm.

Doumandji (1981) estime que la chenille à son dernier stade larvaire peut atteindre 12 à 15 mm de long sur 1 à 1.5 mm de diamètre.



Figure N°2 : Larve d'*E.ceratonia* (Originale, 2019).

c) La nymphe

Selon **Idder (2008)**, **Haddou (2005)** et **Saggou (2001)**. Elle mesure environ 8 mm de longueur et possède un corps de forme cylindro-conique (**Doumandji, 1981**).

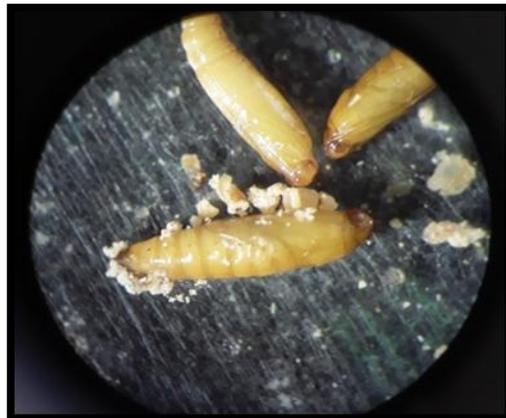


Figure N°3 : Chrysalide d'*E.ceratonia* (Originale, 2019).

d) L'adulte

Selon **Idder (2008)**, **Haddou (2005)**, **Saggou (2001)** et **Haddad (2000)**. C'est un papillon de 6 à 14 mm de longueur et une envergure de 24 à 26 mm. Dans l'ensemble les males sont plus petits que les femelles (9.32 mm contre 10.35).



Figure N°4 : Adulte d'*E.ceratonia* (Originale, 2019).

1.1.4. Cycle biologique

Le cycle biologique de *l'E.ceratoniae* (Figure N°5) se déroule sur plusieurs plantes hôtes dont les principaux sont le caroubier, le néflier du japon, l'amandier, le figuier, le grenadier et le palmier dattier (*Phoenixdactylifera*) (Doumandji, 1981).

L'insecte passe l'hiver dans les fruits momifiés sous forme de larve âgée et l'adulte apparaît au printemps suivant pour se développer sur plusieurs plantes hôtes. Il commence par l'attaque des grenades de Mai à Août, puis il s'installe sur les premières dattes non nouées se trouvant sur les régimes et à partir de Septembre, l'insecte commence à attaquer les dattes mures et s'y développe jusqu'à la récolte (Dhouibi, 1991).

D'après Le Berre (1978), *l'E.ceratoniaea* accomplit son cycle biologique annuel dans la palmeraie dont les larves peuvent s'alimenter grâce aux dattes sur pied depuis la nouaison jusqu'à la cueillette.

L'E.ceratoniae est une espèce très polyphage pouvant atteindre dans des bonnes conditions quatre générations qui se succèdent au cours de l'année, en effet ce nombre de génération varie de 1 à 4 en fonction des conditions climatiques et des plantes hôtes disponibles. (Doumandji, 1981 et Wertheimer, 1958) montrent que trois générations importantes se succèdent au cours de l'année et une quatrième génération existe par fois.

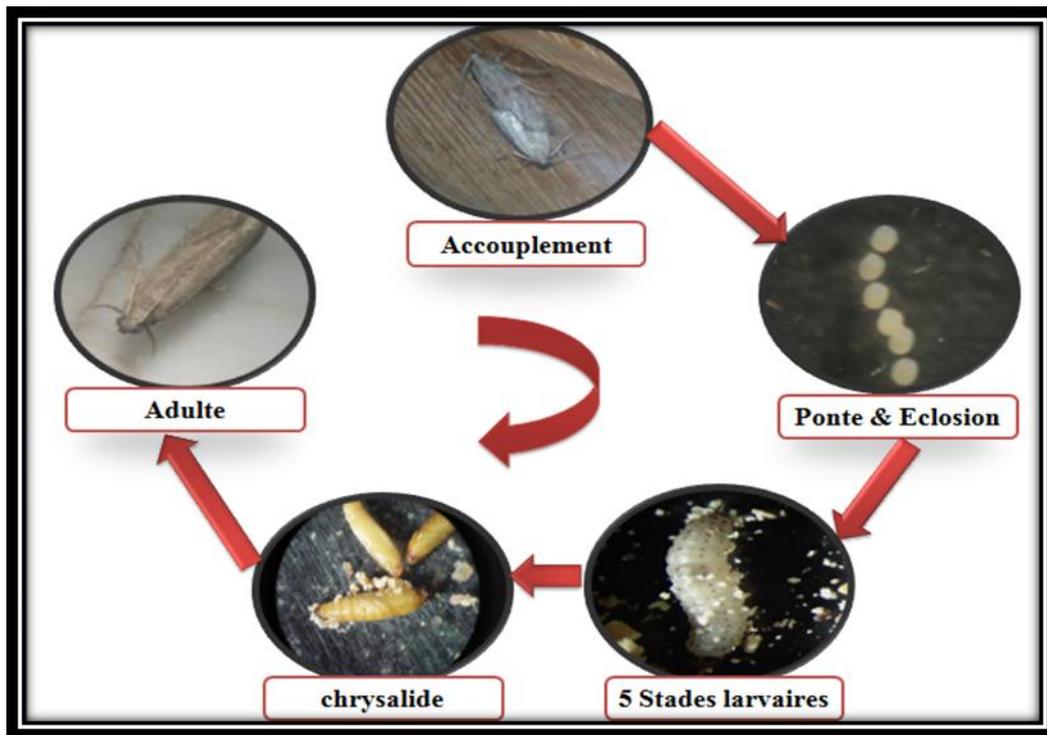


Figure N°5 : Le cycle biologique de *l'E. ceratoniae* (Originale, 2019).

1.2. Le produit utilisé (Biopesticide : *Trichoderma harzianum*)

Le produit utilisé durant notre expérimentation est le **BIOCONT-T wp** à base du champignon *Trichoderma harzianum* avec une concentration de 19×10^7 spores par gramme.

1.2.1. Définition de *Trichoderma harzianum*

Est un champignon qui est également utilisé comme fongicide. Il est utilisé pour l'application foliaire, le traitement des semences et le traitement du sol pour la suppression de divers pathogènes fongiques (Druzhinina et al, 2006).

Trichoderma harzianum est connue comme une espèce cosmopolite et omniprésente associée avec une grande variété de substrats. C'est peut-être le nom le plus couramment utilisé en agriculture (Chaverri et Samuels, 2004).

Trichoderma harzianum a un thalle d'abord blanc puis vert-olive dans les régions sporogènes, les conidiophores très ramifiés. Phialides ampulliformes (figure N°6 et Figure N°7). Les conidies lisses, vertes. Les chlamidospores ne sont pas observées dans la plupart des cultures (Botton et al, 1990; Pittet Hocking, 1985; Samuels et al, 2006).

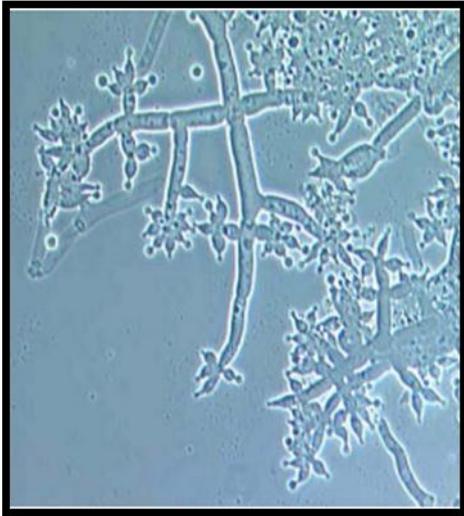


Figure N°6 : les conidiophores de *T. harzianum*. (Samuels et al, 2006).

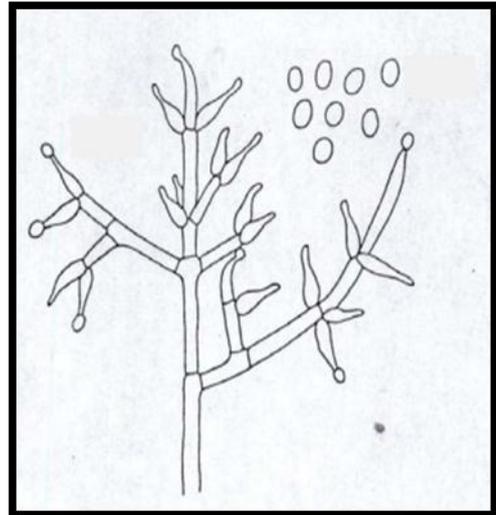


Figure N°7 : les conidiophores et conidies de *T. harzianum*. (Botton et al, 1990).

1.2.2. Taxonomie de *Trichoderma harzianum*

- **Règne** : Fungi.
- **Sous embranchement**: Ascomycota.
- **Class** : Sordariomycetes.
- **Ordre** : Hypocreales.
- **Genre** : Trichoderma.
- **Espèce** : *Trichoderma harzianum* Rifai, (1969).

1.2.3. Mode d'action

Trois modes d'action sont principalement utilisés par *Trichoderma* dans la lutte aux agents pathogènes (Baker et Cook, 1982; Whipps, 1992; Papavizas, 1985). Il y a :

- ❖ La compétition.
- ❖ Le mycoparasitisme.
- ❖ L'antibiose.

Ces modes d'action peuvent par contre être utilisés en synergie. La compétition et l'antibiose étant les plus communs. Ces modes d'action permettent à *Trichoderma* de s'installer prioritairement avant l'agent pathogène ce qui facilite sa survie et conservation dans le milieu.

- **Compétition et mycoparasitisme**

La compétition permet à *Trichoderma* d'utiliser les ressources du milieu aux dépens de l'agent pathogène tandis que le parasitisme fait référence à l'altération ou la destruction des hyphes de l'agent pathogène par des mécanismes de prédation et/ou de lyses enzymatiques (Harman et al, 1993; Widden et Scuttolin, 1988).

Lors des différentes expériences réalisées, le mode de compétition a été mis en évidence sur les blessures d'effeuillage puisque *Trichoderma* ne détruit pas ou n'empêche pas les autres micro-organismes de croître contrairement aux fongicides (Caron et al, 1994 à 1997).

- **Antibiose**

L'antibiose se manifeste par un arrêt de la croissance mycélienne des deux champignons. In vitro, aucune évolution des champignons dans le temps n'est observée et les fronts mycéliens sont séparés par une zone claire, généralement de 3 à 5 mm (Caron, 1993).

2. Méthodes de travail

2.1. L'élevage en masse d'*Ectomyelois ceratoniae*

Notre travail nécessite un élevage de masse d'*Ectomyelois ceratoniae*, l'élevage est réalisé avec une souche d'*Ectomyelois ceratoniae* provenant des dattes véreuses de récolte d'année 2018 des palmeraies de la région Biskra.

Ce dernier a été réalisé dans les salles d'élevages du laboratoire d'entomologie au niveau de la station régionale de la protection des végétaux (S.R.P.V) de Biskra. Les dattes ont été mis dans des paniers en plastique dans des chambres d'élevages à une température de $26-28\text{ C}^{\circ}\pm 1$ et une humidité relative de $35-50\%\pm 5$ et une photopériode de 16 heures lumière et 8 heures obscurité), afin de favoriser et d'accélérer l'émergence des adultes de la pyrale (Figure N°8).

Avec un tube à essai, on capture les adultes émergés qui se trouvent dans les chambres d'élevages. Ils sont mis à l'intérieur des bocaux d'accouplement (bouteilles en plastique) pour favoriser la rencontre entre les deux sexes (mâles et femelles).

Après accouplement, les femelles vont pondre les œufs à l'intérieur des bocaux, ces derniers sont déversés à travers le tulle à mailles fines dans le milieu d'élevage composé de 50% de farine des dattes sèche et de 50% de blé le tous est mouillés et un peu d'eau avec un pourcentage de 0,0033% pour chaque produit (acide citrique, sodium benzoate, caséine frome bovine et levure de bière).

Ces derniers sont mis dans des boîtes en plastique de grand modèle, sur lesquelles il est indiqué la date de l'ensemencement. Après quelques jours, les œufs éclosent et le développement larvaire Va se faire à l'intérieur du milieu jusqu'au dernier stade larvaire. A la fin du développement larvaire (L5), on peut faire le sexage. La distinction des larves mâles et des larves femelles est reconnue par la présence sur la face dorsale des larves mâles d'une gonade entre le 7^{ème} et le 8^{ème} segment abdominal qui apparaît comme une tache noire.

Après sexage, les larves mâles et femelles sont mises séparément chacune dans un tube à hémolyse avec un morceau de carton ondulé, afin d'inciter les larves L5 à entrer en chrysalide.



Figure N°8: Les étapes d'élevage en masse d'*Ectomyelois ceratoniae* (Original, 2019).

2.2. Etude de la toxicité du *Trichoderma harzianum* sur les larves L1 et L2

Les larves issues de l'élevage de masse sont collectées. On a choisis les stades larvaires (L1-L2) pour les traiter avec quatre doses différentes de *Trichoderma harzianum*, dans des boites de pétris pour déterminer la plus faible dose létale du produit sur les larves des stades jeunes.

2.3. La préparation des doses

Pour la préparation des doses de *Trichoderma harzianum* on a effectués les étapes suivantes :

- Mesurés la quantité de produit pour chaque dose de *Trichoderma harzianum* à l'aide d'une balance.
- La poudre est mélangée avec l'eau distillée (100ml).
- Agitation pour obtenir une solution homogène.
- Incubation des doses pendant 7 jours.



Figure N°9: la préparation des doses (Originale, 2019).

2.4. Le traitement des larves L1 et L2

Après la pulvérisation de milieu d'élevage par les quatre doses du produit (**250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm et 1500 ppm**); le milieu traité est ensuite partagé sur quatre boîtes de pétri avec un témoin (sans traitement) le tout en trois répétitions. Dans chaque boîte de pétri, on a placé 10 larves des stades étudiés (L1 et L2), les boîtes sont ensuite fermées par le para film ; sur chaque boîte on indique la date de traitement, la dose, le stade larvaire et le nombre de la répétition (**Figure N°10**). Les boîtes sont ensuite placées dans la chambre d'élevage et les observations sont réalisées quotidiennement (chaque 24h), pour le comptage des larves mortes à l'aide d'une loupe binoculaire pendant six jours (144 h).



Figure N°10: Les étapes de traitement des larves *d'E.ceratoniae* par *Trichoderma harzianum* (Originale, 2019).

2.5. Etude de l'effet de *Trichoderma harzaniim* sur les œufs d'*Ectomyelois ceratoniae*

Le traitement des œufs son été réalisé avec les mêmes doses de *Trichoderma harzaniim* qu'on a utilisé pour le traitement des larves, mais cette fois nous avons appliqué les quatre doses de *Trichoderma harzaniim* sur les œufs de la pyrale par la méthode de contacte, donc les œufs sont déposés dans des boites de pétri et traiter directement par le produit, 20 œufs par boite le tout en 3 répétition et une boite témoin. Les notations des œufs éclos sont effectuées chaque 24 heure.

2.6. Etude de l'effet de le *Trichoderma harzaniim* sur les paramètres biologiques d'*E. Ceratoniae*

Les larves qui ont survécus aux effets des différentes doses du produit sont placées dans le milieu d'élevage pour terminer leurs développements. A l'émergence des adultes, nous avons placé 10 couples de chaque dose chacun dans une boite de pétri le tous en 3 répétition. La face inférieure de chaque boite est couverte par un papier noir qui nous permet de dénombrer les œufs pondus par femelle. Un suivi régulier et quotidien de chaque couple permet de déterminer la durée moyenne d'accouplement, le nombre de ponte, le nombre des œufs pondus par ponte, le nombre des œufs éclos et la longévité du mâle et de la femelle.

3. Analyse statistique

Pour confirmer l'effet toxique de biopesticide *Trichoderma harzaniim* nous avons réalisé les calculs à l'aide du programme XLSTAT-2010. La comparaison des moyennes est effectuée par des tests paramétriques.

Dans le cas de *Trichoderma harzaniim* la variable mesurée correspond au taux de mortalité des larves. Le taux de mortalité est corrigé par la formule **d'Abbot (1925)** qui permet de connaître la toxicité réelle de l'insecticide. Les différents taux subissent une transformation angulaire d'après les tables établies par **Bliss (Fischer et Yates, 1975)**. Les données ainsi normalisées font l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA) à un seul critère de classification, Le calcul de la plus petite différence significative (p.p.d.s) permet le classement des différentes concentrations utilisées.

Afin de caractériser le pouvoir insecticide de la molécule utilisée, nous avons déterminé, la concentration létale 50 % (CL 50). Les taux de mortalité corrigés obtenus sont transformés

en probits et permettent d'établir une droite de régression en fonction des logarithmes décimaux des doses utilisées. A l'aide de la courbe, on détermine toutes les concentrations remarquables, selon les procédés mathématiques de **Finney (1971)**.

La méthode de **Swaroop (1966)** permet le calcul de l'intervalle de confiance de la CL50. Formule d'Abbot :

$$\mathbf{X-Y/X*100}$$

- X= Nombre de vivants dans le lot témoin CL.
- Y= Nombre de vivants dans le lot traité.
- Le paramètre slope, noté S est donné par la formule :

$$\mathbf{S= CL84/CL50 + CL50/CL16/ 2}$$

III. Résultats et Discussions

1. Résultats

1.1 Etude de la toxicité du *Trichoderma harzianum*, sur les jeunes larves d'*Ectomyelois ceratoniae*

Les larves d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller sont sensibles au *Trichoderma harzianum*, cette sensibilité est traduite par des taux de mortalité élevé pour les quatre doses utilisées après une exposition de 24h, 48h, 72h, 96h, 120h et 144h.

1.1.1 Taux de mortalité et Paramètres toxicologiques des larves L1 exposées au *Trichoderma harzianum*

Tableau N°1 : Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L1 d'*E. ceratoniae* Par *Trichoderma harzianum*

Durée d'exposition	250 ppm	500 ppm	1000 ppm	1500 ppm	DDL	F	P
24 heures	40,0	51,7	55,0	58,3	4	5,878	0,0107
48 heures	45,0	56,7	61,7	66,7	4	6,678	0,0070
72 heures	50,9	58,2	63,6	70,9	4	3,754	0,0408
96 heures	54,7	62,3	69,8	81,1	4	8,419	0,0031
120 heures	62,7	78,4	88,2	96,1	4	33,074	< 0,0001
144 heures	83,3	89,6	95,8	100,0	4	4,346	0,0271

Après l'exposition des larves L1 d'*Ectomyelois ceratoniae* au *Trichoderma harzianum* pendant 24h, 72h et 144h on remarque que les taux de mortalité corrigée révèle une différence significative entre les quatre concentrations testées avec respectivement

$P=0,0107$, $P=0,0408$ et $P=0,0271$. Avec une différence hautement significative représenté par $P=0,0070$ (48h) et $P=0,0031$ (96h). Alors qu'elle est très hautement significative pour la durée d'exposition de 120h ($< 0,0001$). (**Tableau N°1**).

Nos résultats montrent que l'application de quatre doses du *Trichoderma harzianum* entre 250 ppm et 1500 ppm sur les larves du stade L1 de la pyrale des dattes a causé une mortalité qui varie entre 40 et 100% pour les différentes durées d'exposition des larves au produit.

Les données résumées dans le tableau N°1 ont montré que l'effet toxique de *Trichoderma harzianum* pour les durées d'exposition de 120h a augmenté de plus en plus que les concentrations utilisées augmentent.

Les résultats ont également indiqué que l'effet du produit augmente de plus en plus que la durée d'exposition des larves au *Trichoderma harzianum* est plus allongée. La plus forte dose (1500 ppm) a entraîné les plus importantes mortalités des larves d'*E. ceratoniae* avec 100 % dans un temps léthal assez long (144h). Alors que la plus faible dose utilisée (250 ppm) a induit dans le même temps léthal les plus faibles taux de mortalité avec 83,3%. (**Tableau N°1**).

A partir des résultats consignés dans le tableau N°1, on remarque que la mortalité corrigée des larves L1 d'*Ectomyelois ceratoniae* exposées au *Trichoderma harzianum* sont significativement corrélée aux différentes concentrations utilisées pour un temps léthal de 24h, 72h et 144h, hautement significative pour 48h et 96h et très hautement significative pour la durée d'exposition de 120h.

Tableau N°2 : Paramètres toxicologiques du *Trichoderma harzianum*(concentrations létales) sur les larves L1

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = 3,28 + 0,624 * X$	0,942	14,49	568,60	22312,99	64365,60	39,24
48 heures	$Y = 2,872 + 0,833 * X$	0,932	22,95	358,61	5604,02	12392,45	15,63
72 heures	$Y = 2,74 + 0,919 * X$	0,845	23,83	287,87	3478,16	7140,92	12,08
96 heures	$Y = 2,243 + 1,152 * X$	0,832	33,88	247,30	1805,14	3204,27	7,30
120 heures	$Y = ,703 + 1,893 * X$	0,971	55,54	186,18	624,16	885,04	3,35
144 heures	$Y = -2,41 + 3,323 * X$	0,822	85,24	169,79	338,21	412,66	1,99

L'analyse des résultats de notre essai, présentés dans tableau N°2, donne pendant 24h une valeur estimée de la CL50 de 568,60 ppm et une CL90 de 64365,60 ppm.

Après 48h d'exposition la valeur estimée de la CL50 est de 358,61ppm et une CL90 de 12392,45 ppm, et une valeur estimée de la CL50 de 186,18 ppm et une CL90 de 885,04 ppm pour un temps létale de 120h.

1.1.2 Taux de mortalité et Paramètres toxicologiques des larves L2 exposées au *Trichoderma harzianum*

Tableau N°3 : Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L2 d'*E. ceratoniae*
Par *Trichoderma harzianum*

Durée d'exposition	250 ppm	500 ppm	1000 ppm	1500 ppm	DDL	F	P
24 heures	30,5	35,6	42,4	54,2	4	12,232	0,0007
48 heures	36,2	43,1	50,0	60,3	4	8,767	0,0026
72 heures	41,1	51,8	58,9	69,6	4	8,997	0,0024
96 heures	44,4	59,3	74,1	77,8	4	21,140	< 0,0001
120 heures	51,0	66,7	82,4	84,3	4	24,870	< 0,0001
144 heures	65,3	83,7	91,8	98,0	4	25,593	< 0,0001

Après l'exposition des larves L2 d'*Ectomyelois ceratoniae* au *Trichoderma harzianum* pendant 24h, 48h et 72h, on remarque que les taux de mortalité corrigée révèle une différence hautement significative entre les quatre concentrations testées avec respectivement P=0,0007 ; P=0,0026 et P= 0,0024. Alors qu'elle est très hautement significative pour les durées d'exposition de 96h (< 0,0001), 120h (< 0,0001), 144h (< 0,0001). (**Tableau N°3**)

Nos résultats montrent que l'application de quatre doses du *Trichoderma harzianum* entre 250 ppm et 1500 ppm sur les larves du stade L2 de la pyrale des dattes a causé une mortalité qui varie entre 30,5 et 98 % pour les différentes durées d'exposition des larves au produit.

Les données résumées dans le tableau N°3 ont montrés que l'effet toxique de *Trichoderma harzianum* pour les durées d'exposition de 96h jusqu'à 144h. L'effet toxique de *Trichoderma harzianum* augmente de plus en plus que les concentrations utilisées augmentent.

La plus forte dose (1500 ppm) a entraîné les plus importantes mortalités des larves d'*E. ceratoniae* avec 98% dans un temps léthal assez long (144h). Alors que la plus faible dose utilisé (250 ppm) a induit dans le même temps léthal les plus faibles taux de mortalité avec 65,3%. (Tableau N°3).

A partir des résultats consignés dans le tableau N° 3, on remarque que la mortalité corrigée des larves L2 d'*Ectomyelois ceratoniae* exposées au *Trichoderma harzianum* sont hautement significative corrélée aux différentes concentrations utilisées pour un temps léthal de 24h, 48h et 72h et très hautement significativement pour les durées d'exposition de 96h, 120h et 144h.

Tableau N°4 : Paramètres toxicologiques du *Trichoderma harzianum* (concentrations létales) sur les larves L2

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = 1,827 + 1,06 * X$	0,834	113,55	984,91	8542,87	15938,70	8,67
48 heures	$Y = 1,95 + 1,08 * X$	0,835	80,03	666,92	5557,86	10250,40	8,33
72 heures	$Y = 1,83 + 1,193 * X$	0,882	66,61	454,12	3095,85	5388,07	6,82
96 heures	$Y = 1,518 + 1,373 * X$	0,960	64,44	334,26	1733,95	2788,91	5,19
120 heures	$Y = 0,317 + 1,911 * X$	0,843	85,14	282,20	935,31	1321,88	3,31
144 heures	$Y = -2,369 + 3,113 * X$	0,798	111,61	232,90	486,00	600,98	2,09

L'analyse des résultats de notre essai, présentés dans le tableau N°4, donne pendant 24h une valeur estimée de la CL50 de 984,91ppm et de la CL90 de 15938,70 ppm.

Par rapport à 144 h la valeur estimée de la CL50 est de 169,79 ppm et une CL90 de 412,66 ppm.

1.2 La longévité moyenne des adultes de la pyrale

Tableau N°5: La longévité des mâles et femelles d'*E.ceratoniae*

Dose	Longévité des mâles (jour)	Longévité des femelles (jour)
Témoin	4.56±0.86	5.8±0.80
250ppm	4.35±0.70	5.77±0.82
500ppm	4.54±0.77	5.55±0.92
1000ppm	4.67±1.02	5.89±0.82
1500ppm	4.25±0.78	5.54±0.89

Le tableau N°5 montre que la durée moyenne de la longévité des adultes mâles et femelles pour chaque dose (250ppm, 500ppm, 1000ppm, 1500ppm) est plus longue chez les femelles par rapport aux mâles. La durée la plus longue a été enregistrée chez les femelles avec une moyenne de 5,89 jours et chez les mâles 4,67 jours.

1.3 Les paramètres de reproduction chez la femelle d'*Ectomyeloisceratoniae*

Tableau N°6 : paramètres de reproduction chez la femelle d'*Ectomyeloisceratoniae*.

Paramètre	Les doses					Valeur de P
	Témoin	250ppm	500ppm	1000ppm	1500ppm	
Nbre moyen d'œuf pondus par femelle et par jour	67.53±7.97	46.81±3.49	44.55 ± 5,52	38.64 ±1.13	34.17 ± 2.13	0,0002
Nbre moyen d'œuf fertile pondus par femelle et par jour	65.42±11.97	62.11 ± 1.79	61.31 ± 2.54	38.10 ± 6,09	27.22 ± 2.34	< 0,0001

D'après le tableau N°6, on remarque que les moyennes de nombre moyen d'œuf pondus par femelle et par jour en fonction des doses que la moyenne la plus importante représentent le témoin (67.53%). Et le faible moyenne 43,17%. Avec la dose la plus élevés 1500 ppm.

En remarquant le nombre moyen d'œuf fertile pondus par femelle et par jour le plus élevé (65,42%) obtenus par le témoin, et le plus faible moyen (27,22%) observé avec la concentration de 1500 ppm.

Tableau N°7 : Paramètres de reproduction chez la femelle d'*Ectomyelois ceratoniae*.

Dose	Nombre de pontes	Nombre total des œufs	Nombre moyen des œufs par ponte	Nombre moyen des œufs éclos	Taux d'éclosion (%)
Témoin	4.69 ±1.56	224.93±81.10	48.80±14.49	185.16±62.45	82.31±11.48
250ppm	3.44 ±0.77	201.73±70.74	57.54±26.24	117.63±50,14	58 31±10.64
500ppm	2.95 ±0.86	175.70±97.56	55.94±23.86	109.76±59,46	62.47±17.14
1000ppm	2.33±0.62	128.66±58.97	37.99±13.8	55.36±30,45	43.02±12.31
1500ppm	1.46 ±0.77	62.73±30.70	36.81±21.99	21.25± 16,16	33.87 ±18.56

Le tableau N°7, montre que les valeurs extrêmes de variation du nombre total des œufs pondus par femelle, allant d'un minimum de 62,73 œufs à un maximum de 224,93 œufs.

Concernant le nombre moyen des œufs pondus par ponte on remarque une variation très marquée avec un nombre très faible qui atteint les 36,81 œufs par ponte et un maximum de 57,54œufs.

Notre étude sur la fertilité des œufs a montré une remarquable variation du taux d'éclosion, avec un pourcentage très réduit qui atteint 33,87%, alors que la valeur la plus élevé est de 82,33%, (**Tableau N°7**).

2. Discussion

Approximativement 750 espèces de champignons décrites sont des pathogènes obligatoires ou facultatifs sur un ou plusieurs stades de développement des insectes dans des habitats aquatique, terrestres et souterrains (**Mccoy et al, 1988**).

Hermosa et al. (2004) avait déjà noté que la spécificité de *Trichoderma harzianum* suggère son utilisation comme fongicide, mais (**Druzhinina et al. 2010**) enregistre un bon

résultat de l'application de *Trichoderma harzianum* comme insecticide contre les microlépidoptères *Tuta absoluta* (la mineuse de la tomate).

Il existe aussi des champignons qui ont un double rôle ce sont des fongicides et qui peuvent être utilisés encore comme des insecticides biologiques (**Barbarin et al. 2012**). Par exemple le *Beauveria bassiana* il a un effet sur la mortalité de *Tuta absoluta* et bien d'autres insectes (**Donald et al. 2005** IN **Saker 2017**).

Les champignons entomopathogènes étant considérés comme des agents de mortalité des insectes naturels, on s'intéresse dans le monde entier à leur utilisation et leur manipulation pour la lutte biologique contre les insectes et d'autres ravageurs, en particulier, les phases asexuées de champignons ascomycètes sont très étudiées en raison de leurs caractéristiques favorisant leur utilisation comme insecticides biologiques, ces derniers peuvent être élevés sur des milieux artificiels (**Amiri et al, 1999 ;Eskesi et al, 2001**).

Les champignons entomopathogènes et leur métabolites affectent plusieurs traits de la biologie de l'insecte tels que : la survie, le développement, la fécondité et la prise de nourriture (**Amiri et al, 1999;Eskesi et al, 2001**).

Van Steenis et al, (2004) In Mehaoua (2014), indique que la qualité et la quantité de nourriture ingérée par un insecte peut affecter directement la survie de ce dernier.

Nos résultats de l'application de quatre concentrations de *Trichoderma harzianum* sur les jeunes stades larvaires (L1, L2) et les œufs de la pyrale des dattes montrent des effets létaux et sublétaux sur les œufs, les larves et les adultes de la pyrale des dattes.

Nous avons enregistré que les premières mortalités se manifestent significativement dès les premiers jours chez les stades larvaires L1 et L2 après leur exposition aux différentes doses du produit, c'est probablement dû à la quantité ingérée d'aliment pour chaque stade larvaire. Également, on remarque que les taux de mortalité sont proportionnels aux différentes doses utilisées, quel que soit la durée d'exposition des larves (L1- et L2) au *Trichoderma harzianum*.

Trichoderma possède une batterie de mécanismes d'attaque potentiellement utilisables mais qui demeurent toutefois complexes (Gaigole et al, 2011 ; Bhale et al, 2013 et Khang et al, 2013).

Plusieurs auteurs ont démontré le potentiel de *Trichoderma* sp. Comme agent de contrôle naturel contre certaines des cibles insectes. Par exemple, il a causé 80% de la mortalité chez les larves de vers à feuilles de coton en Égypte. Les antibiotiques ont été dérivés de l'extraction d'enzymes de *T. harzianum* pour prouver leur pouvoir pathogène contre les larves de chrysomèle considérant que l'exposition de la souche fongique avait également entraîné une baisse de la production de couvain et une faible galerie formation de coléoptères de l'ambrosia, *Xylosandruscrassiusculus*. (El-Katatny, 2010 Shakeri et al, 2007 Castrillo et al, 2013).

Mazouz-rouabah (2016), Enregistré des taux moyens de mortalité très variables à l'égard d'*Aphis* suivant le type du filtrat et le gradient de concentration où *Trichoderma* avait la meilleure activité aphicide. Ainsi, l'évolution des taux de mortalité n'est plus proportionnelle par rapport au gradient de concentration donc, il s'agit d'une mortalité maximale qui correspond à une concentration optimale respective.

Druzhinina et al (2010), enregistre un bon résultat de l'application de *Trichoderma harzianum* comme insecticide contre le micro lépidoptères *tuta absoluta* (la mineuse de la tomate).

Nos résultats montrent que la CL50, diminue peu à peu avec le temps pour les différents stades larvaires (L1, L2). Donc le *Trichoderma harzianum* devient de plus en plus toxique que la durée d'exposition des larves au produit augmente, c'est-à-dire que la mortalité augmente avec le temps.

Par contre, Berbakh (2013), indique que les observations enregistrées pour le traitement des œufs d'*Ectomyeloisceratoniae* par le *Bacillus thuringiensis* ne présentent aucune corrélation entre le taux d'éclosion des œufs traités et les différentes doses utilisées.

De nos résultats obtenus dans les conditions contrôlées, on observe une variation de durée de vie entre les mâles et les femelles qui ne présentent aucune corrélation avec les 4

doses du *Trichoderma harzianum*. On peut dire que les activités de chaque sexe peut influencée sur la longévité ; qui consiste à l'oviposition pour les femelle où cette activité dure plusieurs jours selon la fertilité de la femelle et le nombre de ponte, en revanche, l'activité des mâles est généralement actives après l'émergence et elle diminue après l'accouplement, ils restent immobiles jusqu'à la mortalité.

En effet, **Le Berre (1978)**, mentionne que la ponte de la pyrale des dattes est échelonnée sur une longue période de vie de la femelle, ainsi que l'activité de ponte occupe 65% de la durée de la vie imaginaire.

D'après **Wertheimer (1958)**, les adultes des deux sexes d'*E.ceratoniae* meurent 3 à 4 jours après leurs émergences.

En effet **Le Pigere (1963)**, signale qu'en élevage, les papillons lorsqu'ils sont alimentés, comme ils en ont la possibilité dans la nature, peuvent acquérir une longévité atteignant 12 jours.

Alors que **Le Berre (1975)**, note que la longévité maximale observée est de 12 jours pour les mâles et de 11 jours pour les femelles. La durée moyenne de vie des mâles est de 6,26 jours, celle des femelles est de 5,92 jours. Le même auteur en 1978, montre que la durée de vie des adultes varie de 2 à 12 jours, elle est de 6 jours en moyenne.

Nos résultats enregistrés pour la fécondité et le taux fertilité montrent que les plus faibles taux sont obtenus avec les plus fortes doses du *Trichoderma harzianum* (1000ppm et 1500 ppm) et les plus élevés sont observés chez les femelles témoin. En général, la fécondité des femelles et la fertilité des œufs sont franchement corrélées avec la concentration du produit utilisé, donc *Trichoderma harzianum* possède une activité toxique contre la pyrale et un effet différé sur la fertilité de ce ravageur.

L'application des filtrats fongiques à base de *Trichoderma harzianum* et *T. viridea* inhibé l'éclosion des œufs du nématode *Meloidogyne javanica* après 7 et 14 jours D'incubation (**Ansari et al, 2002 In Athman et al, 2006**)

Mehaoua et al, (2013), a signalé que l'azadirachtin a fortement réduit la fertilité des œufs et également le nombre d'œufs pondus par les femelles. Il a montré aussi que le nombre d'œufs éclos sont négativement corrélés avec les différentes doses utilisées.

Les résultats de la présente étude montrent que le *Trichoderma harzianum* exerce un effet très marqué sur la fertilité des œufs et un l'effet létal sur les larves de la pyrale des dattes.

IV. Conclusion

Nous avons déterminé que le *Trichoderma harzaniim* possède une activité larvicide contre *Ectomyelois ceratoniae*. Donc la mortalité corrigée a été observé dans un temps léthal court et chez les jeunes larves (L1, L2) traitées par la plus faible dose utilisé. Par contre la mortalité la plus élevé (100%) a été observé avec la plus forte concentration (1500ppm) après une durée d'exposition plus longue.

En conclu que la mortalité est positivement corrélée avec les doses et la durée d'exposition des larves au *Trichoderma harzaniim*. En remarque que la mortalité corrigé chez les larves des stades L1 est plus élevé que chez les larves de stades L2, alors le *Trichoderma harzaniim* est moins toxique pour les larves les plus âgées.

La CL50 calculé est fortement corrélé avec la durée de l'exposition les larves au biopesticide, il est faible dans un temps léthal plus long et élevé pour un temps léthal court. Ceci montre que *Trichoderma harzaniim* possède une toxicité élevée pour les larves de la pyrale des dattes, mais cette toxicité varie selon la durée d'exposition, l'âge, et la concentration du biopesticide.

L'exposition des œufs par les quatre doses diminue fortement et significativement le taux d'éclosion des œufs par rapport au témoin.

La longévitité femelle plus longue que la longévitité mâle par contre la longévitité de femelle et mâle traité plus court que le témoin. Le *Trichoderma harzaniim* affecte le développement et la croissance de pyrale de la datte.

Notre étude a montré que le *Trichoderma harzaniim* diminue fortement et significativement la fertilité des œufs pour les doses les plus forts.

Les résultats étudiés montrent que le *Trichoderma harzaniim* est prometteur comme ovocide et larvicide contre *Ectomyelois ceratoniae*, il pourrait être une bonne alternative aux pesticides chimiques, tout en préservant la santé humaine et l'environnement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abbott W.S., 1925** -A method for computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology 18: 265-267.
- Abdelmoutaleb M., 2008** -La campagne intensive de vulgarisation (CIV) pour la lutte contre le ver myelois ou la pyrale des dattes dans les wilayas de Biskra et d'El Oued, in revue, Agriculture & développement, communication Vulgarisation. Ed INVA: 7-10.
- Abdullah M.A.R., 2009** -Toxicological and histopathological studies of *Boxus chinensis* oil and precocene II on larvae of the red palm weevil *Rynchophorus ferrugineus*(Oliver) (Coleoptera : Curculionidae). Egypt. Acad. J. biologie. Sci.2 (2): 45-54.
- Allam A., 2008** -Etude de l'évolution des infestations du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* Linné, 1793) par *Parlatoria blanchardi* Targ., 1892 (Homoptera, diaspididae) dans quelques biotopes de la région de Touggourt. Thèse de magister, sciences Agro, option entomologie appliquée INA, El-Harrach : 33-57.
- Amiri B., Ibrahim L., et Butt T., 1999** -Antifeedant properties of destruxins and their potential use with the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae* for improved control of crucifer pest. Biocontrol Science and Technology (9) : 487-498.
- Baker K.F., et Cook R.J., 1982** -Biological Control of Plant Pathogens. St Paul: APS Press 433 p.
- Barbarin M., Nina E et Edwin G., 2012** - Preliminary evaluation of the potential of *Beaveria bassiana* for bed bug control. Journal of invertebrate pathology. Voll 111, Issue (1) : 82-85.
- Bélangier A., et Musabyimana T., 2005** -Le Neem contre les insectes et les maladies. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Québec. 13p.
- Ben Adoune H., 1987** -Etude bio-écologique d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) à Ghardaia. Mémoire. Ingénieur. Agro, INA. El Harrach. Alger. 53p.
- Ben Saad A., 2010** -Evolution des systèmes de production oasiens dans le contexte de désengagement de l'état. Cas des oasis du grand Gabes. Manuel gouvernance foncière et usage des ressources naturelles foncimed. INRA. 392 p.
- Bhale U.N., Wagh P.M et Rajkonda J.N., 2013** -Antagonistic confrontation of *Trichoderma* spp against fruit rot pathogens on Sapodilla (*Manilkara zapota* L.). Journal of Yeast and Fungal Research, 4(1) : 5-11.
- Bissaad F.Z., Youcef M., Bounacerur F., et Doumandji-mitiche B., 2011** -Activité biologique d'un biopesticide le Green muscle sur le tégument du criquet pèlerin

- Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae). Nature & Technologie. 06 : 51 -58.
- Bissaad F.Z., Youcef M., Bounacerur F., et Doumandjimitiche B., 2011** -Activité biologique d'un biopesticide le Green muscle sur le tégument du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae). Nature & Technologie. 06 : 51-58.
- Botton B., Breton A., Fevre M., Gauthier S., Guy P. H., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier J.J., Vayssier Y., et Veau P., 1990** -Moisisures utiles et nuisibles importance industrielle. Collection Biotechnologies. 2edt. Mexico 512 p.
- Bouguedoura N., Benkhalifa A., et Bennaceur M., 2010** -Le palmier dattier en Algérie : Situation, contraintes et apports de la recherche. Colloques et séminaires : Biotechnologies du palmier dattier. Ed. IRD Montpellier France. 14p.
- Caron D., 2002** -Le pouvoir antagoniste de *Trichoderma*.
- Caron J., 1993** -Isolement et caractérisation de divers isolats de *Trichoderma* comme agent de lutte biologique contre la moisissure grise (*Botrytis cinerea*) dans la production de la fraise. Thèse M.Sc. no 12 350, Université Laval, Québec. 121 p.
- Caron J., Laverdière L., et Thibodeau P.O., 1997** -Évaluation d'un biofongicide à base de *Trichoderma* comme agent de lutte biologique contre la moisissure grise (*Botrytis cinerea*) dans la production de la tomate de serre. Phase 2. Rapport de recherche, Serres du St-Laurent. 43 p.
- Caron J., Roy C., et Bélanger R.R., 1995** -Évaluation de différentes souches de *Trichoderma* comme agent de lutte biologique contre la moisissure grise (*Botrytis cinerea*) dans la production de la tomate de serre sous deux niveaux d'humidité relative. Rapport de recherche, Université Laval. 75 p.
- Caron J., Thibodeau P.O., et Bélanger R.R., 1996** -Évaluation d'un biofongicide à base de *Trichoderma* comme agent de lutte biologique contre la moisissure grise (*Botrytis cinerea*) dans la production de la tomate de serre. Deuxième expérience. Rapport de recherche, Université Laval, 16 p.
- Castrillo L.A., Griggs M.H., Vandenberg J.D., 2013** -Granulate ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus* (Coleoptera: Curculionidae), survival and brood production following exposure to entomopathogenic and mycoparasitic fungi. Biol Control. 67: 220-6.
- Chaverri P., 2004, Samueles J., 2004** -Hypocreaflaviconidia, a new species from Costa Rica with yellow conidia. A NEW SPECIES FROM COSTA RICA : 220-228.

- Dhouibi M.H., 2000** -Lutte intégrée pour la protection du palmier d'attier en Tunisie. Ed : centre de publication Universitaire, p140.
- Dhouibi M. H., 1989** -Biologie et écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) dans deux biotopes différents au sud de la Tunisie et recherches de méthodes alternatives de lutte. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Naturelles. Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, France.
- Dhouibi M.H., 1982** -Etude bioécologique d'*ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) dans les zones présahariennes de la tunisie. Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 164p.
- Dhouibi M.H., 1991** -Les principaux ravageurs du palmier dattier et de la datte Tunisie. Institut National Agronomie de Tunisie, Labo. Entomologie-Ecologie, pp27-40.
- Doumandji S., 1981** -Biologie et ecologie de la pyrale des caroubes dans de l'Algérie *ectomyelois ceratonia zeller* (lepidoptera, pyralidae). Thèse doctorat d'état. Science, Nature, Université Pierre Et Marie Curie, Paris VI, 145 p.
- Doumandji S., 1978** -Contribution à l'étude biologique de la pyrale des caroubes, *Ectomyelois Ceratoniae*. Annales de l'institut national agronomique. El-Harrach 8(5) : 53-64.
- Doumandji-Mitiche B., 1983** -Contribution à l'étude bio-écologique des parasites prédateurs de la pyrale de caroube *Ectomyelois ceratonia* en Algérie, en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse. Doctorat- d'état, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 253p.
- Doumandji-Mitiche B., Doumandji S., 1993** -La lutte biologique contre les déprédateurs des cultures. Ed. OPU. Alger, 94 p.
- Druzhinina I.S., Komon-Zelazowska M., Atanasova L., Seidl V., et Kubicek C.P., 2010** - Evolution and ecophysiology of the industrial producer *Hypocrea jecorina* (anamorph *Trichoderma reesei*) and a new sympatric agamospecies related to it. PLoS ONE ;5:e9191.
- Druzhinina S., 2006., Payam F., et Christian P., 2006** -Hypocreaflavicondia, a new species from Costa Rica with yellow conidia. STUDIES IN MYCOLOGY 50 : 401-407.
- DSA., 2016-** Direction des services agricoles. Service des statistiques. Evolution de la phoniciculture dans la wilaya de Biskra. Pp 3.
- El-Katatny M.H., 2010** -Virulence potential of some fungal isolates and their control promise against the Egyptian cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis* . Arch Phytopathol Pflanzenschutz; 43(4): 332-56.

- Fatni A., 2011** -Traitement par la chaleur des dattes. Direction Régionale Phyto-info Meknès Tafilalet. 07:2p.
- Finney D.J., 1971** -Probit Analysis. Third edition. Cambridge University Press, London.
- Fischer R.A., et Yates F., 1975** -Statistical Tables for Biological, Medical and Agricultural Research. 6th. Ed. Longman. London : 6-66.
- Gaigole A.H., Wagh G.N., Khadse A.C., 2011** -Antifungal activity of *Trichoderma* species against soil borne pathogen. Asiatic ,Journal of biotechnology Resources, 2 : 461-465.
- Haddad L., 2000** -Quelques données sur la bioécologie d'*Ectomyelois ceratoniae* dans les régions de Tougourt et Ouargla, en vue une éventuelle lutte contre ce déprédateur. Mémoire Ingénieur, I.T.A.S. Ouargla. 62 p.
- Haddou L., 2005** -Etude comparative entre quinze variétés de dattes et leurs taux infestation par *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (lipidoptera : pyralide) dans la région de ouargla. Mémoire d'ingénieur, Agr.sah, Université ,kasdi Mebah,ouragla,70 p.
- Hadjeb A., 2011** -Étude bioécologique et répartition spatio-temporelle de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) dans des oasis de la wilaya de Biskra. Étude du comportement alimentaire et essai de lutte. Thèse Doctorat, Université Mohamed Khider, Biskra 51p.
- Hadjeb A., 2017** -Étude bioécologique et répartition spatio-temporelle de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) dans des oasis de la wilaya de Biskra. Étude du comportement alimentaire et essai de lutte thèse Doctorat, Université Mohamed Khider Biskra.
- Harman G. E., 2011** -Trichoderma not just for biocontrol anymore. Phytoârasitica, 39:103-108.
- Harman G.E., Latorre B., Agosin E., San Martin R., Riegel D.G., Nielsen P.A., Tronsmo A., et Pearson R.C., 1996** -Biological and integrated control of *Botrytis bunch* rot of grape using *Trichoderma* spp. Biological Control 7 : 259-266.
- Harman G.E., Hayes C.K., Lorito M., Broadway R.M., Di Pietro A., Peterbauer C., et Tronsmo A., 1993** -Chitinolytic enzymes of *Trichoderma harzianum* : purification of chitobiosidase and endochitinase. Phytopathology 83 : 313-318.
- Hermosa R., Viterbo A., Chetand I., et Monte E., 2004** -Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. Microbiology ,158 :17-25.
- Idder M., Idder I., Saggou H., et Pintureau B., 2009** -Taux d'infestation et morphologie de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller sur différentes variété du palmier dattier *Phoenixdactylifera*. Cah.Agric. 18 (1): 63-71.

- 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 algerien).Thèse de magister,Gestion des agro-systèmes sahariens,univ Kasdi merbah-Ouergla,Algerie,112p.
- Jaradat A.A., 2011** -Biodiversity of date palm. USDA-ARS. USA : 3-10.
- Jarraya A., et Vinson G., 1980** -Contribution à l'étude de l'entomofaune du pistachier. IV.Observations biologiques et écologiques sur *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. (Pyralidae). Ann. INRAT, 53 : 1 - 42.
- Le Berre M., 1975** –Rapport d'activité et de recherche du laboratoire d'entomologie saharienne. M.A.R.A, Vol. I, 73 p.
- Le Berre M., 1978** -Mise au point le problème du ver de la date, *Myelois ceratoniae* Zeller. Bull. Agr. Sahar. I. (4): 1 -35.
- Lebdi Grissa K., Mejri O., et Ben Brahim H., 2011** -Effect of diapause for improving massrearing and field performance of irradiated carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae), in Tunisia. Increasing the efficiency of Lepidoptera sit by enhanced Quality control. Vienna : 35-37.
- Lepigre A., 1963** - Essais de lutte sur l'arbre contre la pyrale des dattes (*Myelois ceratoniae* Zeller –(Pyralidae) Annal. Epiphyties. 14. (2) : 85-105.
- Lhoucine B., 2010** -Etude de la persistance de quelques Pesticides dans la culture de l'haricot vert Dans la région de Souss Massa. Thèse Doctorat. ENSA, Agadir, 139 p.
- Loqman S., Ait Barka E., Clement C., et Ouhdouch Y., 2009** -Antagonistic actinomycetes from Moroccan soil to control the grapevine gray mold. World J of Microbiol Biotechnol., 25:81 -9.
- Mccooy C.W., Samson R.A., et Boucias D.G., 1988** -Entomogenous fungi. In Ignoffo C.M. & Mandava N.B. (éd.), Handbook of Natural Pesticides Microbial Pesticides. Entomogenous Protozoa and Fungi. Vol. V, p. 151-236.
- Mehaoua M.S., 2014** -Abondance saisonnière de la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839), bio écologie, comportement et essai de lutte. Thèse de doctorat. Univ. Biskra. 67-69 p.
- Mehaoua M.S., Hadjeb A., Lagha M., Bensalah M.K., et Ouakid M.L., 2013** -Study of the Toxicity of Azadirachtin on Larval Mortality and Fertility of Carob Moth's Female *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera, Pyralidae) Under Controlled Conditions. American Eurasian, Journal of Sustainable Agriculture. 7: 1-9p.

- Messar E.M., 1996** -Le secteur phoenicicole algérien ; situation et perspectives à l'horizon 2010, Options méditerranéennes A 28, 23-44.
- Munier P., 1973** -Le palmier dattier. Paris: Ed : Maison-neuve et Larousse, 217 p.
- Norouzi A., Talebi A., et Fathipour A.Y., 2008** -Development and demographic parameters of the Carob moth *Apomyelois ceratoniae* on four diet regimes. Bulletin of Insectology. 61:291-297.
- Ould El Hadj M.D., Tankari Dan-Badjo A., et Halouane F., 2003** -Étude comparative de la toxicité de trois substances acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *schistocerca gregaria* FORSKAL, 1775 (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae). Courrier du Savoir, 03: 81 -86.
- Papavizas G.C., 1985** -Trichoderma and Gliocladium: Biology, ecology and potential for biocontrol. Ann. Rev. Phytopathol, 23: 23-54.
- Peyrovi M., Goldansaz S.H ET 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.
- Pitt J.I., et Hocking A.D., 1985** -Fungi and Food Spoilage. Academic Press. 413 p.
- Raache A., 1990** -Etude comparative des taux d'infestation de deux variétés de dattes (Deglet-Nour et Chars) par la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae) dans deux biotopes différents (palmeraies moderne et traditionnelle) dans la région de Ouargla. Mémoire d'Ingénieur, ITAS, Ouargla, 85 p.
- Richard I., 2010** -Les pesticides et la perte de biodiversité. Pesticide Action Network Europe. Bruxelles. 29p.
- Rifai M.A., 1969** -A revision of the genus *Trichoderma*. Mycological papers 116: 1- 56.
- Saggou H., 2001** -Relations entre les taux d'infestation par la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera- Pyralidae) et les différentes variétés de dattes dans la région d'Ouargla. Mémoire. Ing. ITAS. Ouargla. 70p.
- Saker N.E., 2017** -Effet d'un bio pesticide sur le taux de mortalité des larves de la pyrale des dattes sous conditions contrôlées. Mémoire de master en Agronomie, Université Mohamed khider, Biskra 33p.
- Samuels G.J., 1996** -Trichoderma: a review of biological and systematic of the genus. Mycol. Res. 100: 923-935.
- Samuels G.J., 2006** -Trichoderma : Systematics, the sexual state, and ecology. Phytopathology 96: 195-206.
- Samuels G.J., Chaverri P., Faar D.F., et Mc Cray E.B., 2006** -Trichoderma online://nt.ars-grin.gov/taxadescriptions/keys/Trichoderma/index.cfm.

- Samuels G.J., Dodd S.L., Gams W., Castlenry L.A., et Petrin O., 2002** -Trichoderma species associated with the green mold epidemic of commercially grown *Agaricus bisporus*. *Mycologia* 94: 146-170.
- Shakeri J., et Foster H.A., 2007** Proteolytic activity and antibiotic production by *Trichoderma harzianum* in relation to pathogenicity to insects. *Enzyme Microb Technol* . 40: 961-8.
- Swaroop S., Gilroy A.B., et Uemura K., 1966** -Statistical Methods in Malaria Eradication. World Health Organization, Monograph Series 51: 1-164.
- Toutain G., 1967** –Le palmier dattier, culture et production. *Al-Awamia*. N° 25, Pp 83 – 151.UK.333 p
- Van Steenis M.J., et El-Khawass K.A.M.H., 1995** -Life History of *Aphis gossypii* on Cucumber: Influence of Temperature, Host Plant and Parasitism. *Entomol. Exp. Appl.*76: 121-131.
- Wertheimer M., 1958** -Un des principaux parasites du palmier dattier : Le Myelois decolor. *Fruit*, 13 (8): 109-128.
- Whipps J.M., 1992** -Status of biological disease control in horticulture. *Biocontrol Science and Technology* 2:3-24.
- Widden P., et Scattolin V., 1988** -Competitive interactions and ecological strategies of *Trichoderma* species colonizing spruce litter. *Mycologia* 80 : 795-803.
- Zouioueche F., 2011**-Comportement de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* zeller vis-à-vis de trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra .Thèse magister. ENSA, El Harrache : 12.

Résumé

Effet toxicologique d'un biopesticide *Trichoderma harzianum* sur les jeunes larves de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller reste parmi les ravageurs les plus redoutables du palmier dattier. L'étude de la toxicité du *Trichoderma harzianum* sur les jeunes larves de la pyrale a révélé que les doses utilisées étaient significativement et positivement corrélés à la mortalité corrigée pour différentes durées d'exposition des larves au biopesticide. Le taux de mortalité le plus élevé qui atteint 100% pour une durée d'exposition assez long avec une dose plus forte chez les larves L1 et L2. La CL50 la plus faible a été obtenue pour un temps léthal de 144 heures et la plus élevée pour un temps léthal de 24 heures. Les paramètres biologiques étudiés des individus issus des larves traitées par quatre doses de *Trichoderma harzianum*, montrent que ce biopesticide diminue la fécondité femelle et la fertilité des œufs et le taux d'éclosion et la durée de cycle de vie de la pyrale des dattes.

Mots clés : *Ectomyelois ceratoniae*, *Trichoderma harzianum*, jeunes larves, mortalité corrigée, CL50, paramètre biologique.

Abstract

Toxicological effect of a biopesticide *Trichoderma harzianum* on young larvae of the date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller

The bee moth of the dates *Ectomyelois ceratoniae* Zeller remains among the most frightening ravagers of the date palm. The study of the toxicity of *Trichoderma harzianum* on the young larvae of the bee moth revealed that the amounts used were significantly and positively correlated with the mortality corrected for various exposure times of the larvae to the biopesticide. The highest mortality rate which attains 100% per one exposure time rather long with a stronger amount in the larvae L1 and L2. The weakest CL50 was obtained for the lethal time 144 hours and highest for 24 hours a lethal time. The studied biological parameters of the individuals resulting from the larvae treated by four amounts of *Trichoderma harzianum*, show that this biopesticide decreases the female fertility and the fertility of eggs and the rate of blossoming and the duration of life cycle of the, bee moth of dates.

Keywords: *Ectomyelois ceratoniae*, *Trichoderma harzianum*, young larvae, mortality corrected, CL50, biological parameter.

ملخص

التأثير السمي للمبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* على اليرقات الصغيرة من فراشة التمر *Ectomyelois ceratoniae* Zeller

فراشة التمر *Ectomyelois ceratoniae* zeller تبقى من بين أكثر و اخطر الآفات التي تصيب النخيل كشفت الدراسة أن تأثير *Trichoderma harzianum* على اليرقات الصغيرة أن الجرعات المستخدمة مرتبطة ارتباطا ايجابيا مع معدل الوفيات المعدلة لفترات مختلفة من التعرض للمبيد الحيوي معدل الوفيات كان مرتفعا وصل لحد أقصى % 100 بالنسبة ل1, L2 التي تعرضت لأكبر تركيز CL50 وبين 144h أن أدنى فترة قاتلة 24 h وأعلى فترة قاتلة المعلمات البيولوجية درست اليرقات المطبقة على أربع جرعات مختلفة من *Trichoderma harzianum* بينت أن المبيد الحيوي يقلل من خصوبة الإناث و يقلل من خصوبة البيض و معدل الفقس ودورة حياة فراشة التمر.

الكلمات الرئيسية: *Trichoderma harzianum*, *Ectomyelois ceratoniae* zeller, CL 50, يرقات صغيرة , المعلمات البيولوجية.