



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 : sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie appliquée

Réf. :

Présenté et soutenu par :

Imane BRIKLI, Khadidja GUEMEIDA

Le : lundi 15 Juillet 2019

Thème

Etude de la toxicité du *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*
sur la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller,
1839) dans des conditions contrôlées.

Jury :

M.	Bilal BENAMOR	MCB	Université de Biskra	Président
Mlle.	Nabila YESRI	MCB	Université de Biskra	Examineur
Mme.	Halima LAMRI	MAB	Université de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2018 - 2019

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier "Dieu" le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné le courage et la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Nous exprimons nos profonds remerciements et notre vive connaissance à Mademoiselle LAMRI HALIMA, pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, ses conseils et sa gentillesse et sa confiance Qu'elle nous a permet de réaliser ce travail.

Nos remerciements vont également à mr BENAMOR Bilel, enseignant à l'Université de Mohamed Kheider de Biskra, de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre mémoire.

On remercie vivement madame YASRI Nabila, enseignante à l'université de Biskra, pour avoir accepté de juger ce travail. Qu'elle trouve ici, l'expression de notre profonde gratitude.

Une grande reconnaissance à l'ensemble du corps professoral de l'Université Mohamed Kheider à Biskra, notamment du Département des Sciences de la Nature et de la Vie, pour ces deux années de Master qui ont été riches en connaissances et en expériences.

Bien sûr, nous tenons également à exprimer notre gratitude envers l'ensemble des cadres de l'INPV de Biskra qui nous a permis d'employer les chambres d'élevage et le laboratoire D'entomologie de cet établissement.

Un grand merci à nos amis de la promotion 2018-2019 de Master 2.

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

*A mon âme et raison de ma vie, symbole d'amour et de compassion, mes parents
Slimane et Graïde fatma, pour leur support continu et leur sacrifice dans les étapes de ma vie.*

À mes grand-mères Graïde amra, Rebhi Massouda qui Je leur souhaite une longue vie

A mon frère : Saber

A mes chère sœurs : Souade .Aya

Et toute ma famille.

A mon chère binôme : Guemeida Khadidja

Amies intimes : Saida, Nadjet, Assia, Thouraya , Linda

A toute personne ayant contribué et de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Samih, Hiba

BRIKLI Imane

Dédicace

A ma tendresse... mon soleil... ma confiance ...A toi... ma chère maman

A mon enseignant...mon soutien...ma force...A toi...mon cher papa

A mes bougies... mes amies... lis de mon printemps

A vous... mes chères frères et sœurs

Mon binôme : BRICKLI Imane

Mes très chères sœurs de chambre I09 : Samiha, Merzaka

Nourhane, Merieme, yesmine bouchrit

Mes très chères amis dans branche biologie : Yasmine, Amal

Hiba, Ferial, Ikram, Belgis, Hafidha

Nour

A tous qui ont laissé Une empreinte de joie dans ma voie

GUEMEIDA Khadidja

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Dédicace	
Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction	1

Première partie :PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1. Présentation du ravageur

1.1. Introduction	3
1.2. Position Systématique.....	3
1.3. Description morphologique	3
a. Œuf	3
b. Larve.....	3
c. Nymphe	4
d. Papillon adulte.....	4
1.4. Nombre de générations	5
1.5. Cycle biologique.....	5
1.6. Dégâts.....	6
1.7. Méthodes de lutte contre la pyrale des dattes	7
1.7.1. Lutte physique	7
1.7.2. Lutte chimique.....	7
1.7.3. Lutte biologique	8
1.7.4. Lutte biotechnologique.....	8
1.7.4.1. Lutte autocide	8
1.7.4.2. Lutte avec les biopesticides.....	8

Chapitre 2. *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*

2.1. Introduction	10
2.2. Caractéristiques générales du <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	10
2.3. Mode d'action.....	11

Deuxième partie : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 3. Matériel et méthodes

3.1. Matériel biologique.....	12
3.1.1. Origine de la pyrale des dattes	12
3.1.2. L'élevage de la pyrale des dattes	12
3.1.2 souche bactérienne utilisée	14
3.1.2.1. Préparation des différentes doses pour les bio-essais.....	14
3.2. Méthodes.....	16
3.2.1. Objectifs de l'étude	16
3.2.2. Mode d'application des traitements biologiques	16
3.3. paramètres biologiques étudiés	18
3.3.1. Taux de mortalité larvaire	18
3.3.2. durée du développement larvaire	18
3.4. Analyse statistique	18

Chapitre 4. Résultats et discussion

4.1. Résultats	19
4.1.1. Taux de mortalité larvaire	19
4.1.1.1. Effet du sur le taux de mortalité des larves L ₂	19
4.1.1.2. Effet du <i>Bacillus thuringiensis</i> sur le taux de mortalité des larves L ₅	21
4.1.1.3. Comparisons entre l'effet du <i>Bacillus thuringiensis</i> sur le taux de mortalité des deux stades larvaires L ₂ et L ₅	24
4.1.2. durée du développement larvaire	25
4.1.2.1. Effet du <i>Bacillus thuringiensis</i> sur la durée du développement larvaire des larves L ₅	25
4.2. Discussion	27
Conclusion.....	31
Références bibliographiques	32

Résumé

Liste des tableaux

Tableau 4.1. Comparaisons multiple du taux de mortalité des larves L ₂ traitées et des larves témoins	20
Tableau 4.2. Test de Tukey	21
Tableau 4.3. Comparaisons multiple du taux de mortalité des larves L ₅ traitées et des larves témoins	22
Tableau 4.4. Teste de Tukey.....	23
Tableau 4.5. Comparaison entre l'effet du produit sur les deux stades larvaires de la pyrale des dattes (L2 et L5).....	24
Tableau 4.6. Comparaison entre l'effet de la dose 250 ppm du <i>Bacillus thuringiensis</i> var. kurstaki sur les larves L5 par rapport aux témoins.....	25

Liste des figures

Figure 1.1. Morphologie et aspect de pyrale des dattes ; (a) Les œufs d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> visualisés, (b) la larve de pyrale, (c) La chrysalide, (d) L'adulte d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> (Originale, 2019).....	5
Figure 1.2. Cycle de vie de <i>Ectomyelois ceratoniae</i> (Originale, 2019)	6
Figure 2.1. <i>Bacillus thuringiensis</i> : aspect. a- photo d'un sporange de Bt renfermant la spore (S) et le cristal (C), barre d'échelle 0,2 µm ; b- photo de spores de <i>Bt</i> (S) et de cristaux (C), barre d'échelle 5 µm (Sauka et al., 2010).	10
Figure 3.1. Elevage de masse de la pyrale des dattes (Original ,2019).....	13
Figure 3.2. La préparation des différentes doses du produit (Originale ,2019).....	15
Figure 3.3. Le protocole expérimental pour le traitement des larves L2 et L5 (Originale ,2019).....	17
Figure 4.1. Pourcentage de mortalité chez les témoin et larves L2 traitées Erreur ! Signet non défini.	
Figure 4.2. Analyse de la variance des Moyennes des taux de mortalité.....	20
Figure 4.3. Pourcentage de mortalité chez les témoins et les larves L5 traitées	21
Figure 4.4. Analyse de la variance des Moyennes des taux de mortalité.....	23
Figure 4.5. Analyse de la variance des Moyennes des taux de mortalité.....	24
Figure 4.6 Comparaison entre l'effet de la dose 250 ppm du <i>B. thuringiensis</i> sur la durée de développement les larves L5 par rapport aux témoins	26

Liste des abréviations

Bt: *Bacillus thuringiensis*.

Btk: *Bacillus thuringiensis var. kurstaki*.

E: *Ectomyeloides*.

L 2: Deuxième stade larvaire.

L5: Cinquième stade larvaire.

Tm% : Taux de mortalité.

Ppm: Partie par million.

Introduction

Introduction

En Algérie, le palmier dattier (*Phoenix Dactylifera* L) constitue la composante principale de l'écosystème oasien grâce à sa remarquable adaptation aux conditions climatiques extrêmes, la haute valeur nutritive de ses fruits, les multiples utilisations de ses produits et sa morphologie favorisant d'autres cultures sous-jacentes (El Houmaizi, 2002). Le patrimoine algérien a atteint à ce jour les 18.201.640 palmiers dont 13.791.910 constituent le potentiel productif, avec une production moyenne annuelle qui dépasse les 789.357 tonnes de dattes dont 50% est représentée par la variété Deglet Nour (Anonyme, 2012 a).

Cette production de dattes a décliné au cours des années par les attaques de différentes maladies comme : Le Bayoud, Khamedj « pourriture des inflorescences » , et de différents ravageurs comme la Cochenille blanche, boufaroua (Idder ighili , 2008)..... dont le plus important est la Pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratonia* Zeller), cette dernière considéré à l'heure actuelle comme un danger permanent pour la phoeniciculture algérienne, elle peut causer des dégâts considérables qui peuvent atteindre 20 à 30 % de la production dattière dans le bassin méditerranéen (Abdelmoutaleb, 2008).

Au cours des dernières années les phoeniciculteurs se sont tournés massivement vers l'utilisation des produits chimiques comme moyen de lutte. Ces interventions chimiques n'ont pas permis, à ce jour, une protection efficace de la production dattière 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 (LebdiGrissa *et al.*, 2011 et Peyrovil *et al.*, 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).

Ce qui rend urgent l'orientation vers d'autres moyens de lutte qui font appel aux composés naturels propres au monde vivant (végétal ou micro-organismes) (Philogene, 1991; Mossini et Kemmelmeier, 2005). C'est dans ce sens que nous avons pensé de tester l'effet de la bactérie entomopathogène (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*) sur quelques paramètres de croissance et de développement de la pyrale des dattes.

Pour cela, notre travail consiste dans un premier temps à présenter des données bibliographiques sur le matériel biologique utilisé. Ensuite, nous aborderons le matériel et la méthodologie du travail. Enfin, nous clôturons notre travail par l'interprétation, l'analyse statistique et la discussion des résultats trouvés.

Première partie
Partie Bibliographique

Chapitre 1

Présentation du ravageur

1.1. Introduction

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratonia* est considérée à l'heure actuelle comme étant le déprédateur le plus redoutable de la datte et constitue une contrainte principale à l'exploration (Haddad, 2000).

1.2. Position Systématique

La taxonomie de la pyrale des dattes se base essentiellement sur les critères morphologiques des adultes (Grasse, 1951 et Doumandji, 1981).

Embranchement	: Arthropoda
Sous embranchement	: Mandibulata
Classe	: Insecta
Sous classe	: Ptérygota
Division	: Exopterygota
Ordre	: Lepidoptera
Famille	: Pyralidae
Sous famille	: Phycitinae
Genre	: Ectomyelois
Espèce	: <i>Ectomyelois ceratoniae</i> Zeller, 1839.

1.3. Description morphologique

a. Œuf

L'œuf possède une forme oblongue dont la dimension la plus grande est de 0.8 mm. Blanc au début, il acquiert une coloration rose au bout de 24 heures. Il est entouré par une cuticule translucide. Sa surface présente un aspect réticulé (Doumandji, 1981). Le Berre (1978) rapporte qu'il y a un léger aplatissement qui peut se manifester au niveau de la zone d'adhérence au substrat.

b. Larve

Ce sont des larves éruciformes, de couleur rose ou d'un blanc jaunâtre avec une tête brune. En fait, la teinte du corps dépend de la nature du fruit (Doumandji, 1981). La croissance se fait par mues successives au cours desquelles la longueur des chenilles augmente. Selon Le Berre (1978), la longueur est 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. Le corps de la chenille *d'Ectomyelois ceratoniae* est constitué de 12 segments en plus du segment céphalique. Les segments thoraciques portent les trois paires de pattes locomotrices, et les segments abdominaux présentent les quatre paires de fausses pattes ou ventouses. Le premier segment thoracique porte deux plaques dorsales chitineuses de couleur brune claire. Le segment céphalique est protégé par deux plaques chitineuses. Les segments somatiques suivants ne sont pas pigmentés. Les deux stigmates trachéens de chaque segment s'ouvrent latéralement et chaque segment porte six longues soies souples implantées au niveau d'une cupule (Le Berre, 1978).

c. Nymphe

Elle mesure environ 8 mm de longueur et possède un corps de forme cylindro-conique (Doumandji, 1981). Son enveloppe chitineuse de couleur brune testacée est entourée par un fourreau de soie lâche tissé par la chenille avant sa mue nymphale. La chrysalide est orientée de telle façon que sa partie céphalique se trouve au contact d'un orifice ménagé par la larve dans la paroi du fruit avant sa mue et par lequel sortira l'imago (Le Berre, 1978).

d. Papillon adulte

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 6mm à 12mm, l'envergure, varie de 16mm à 22mm (Dhouibi, 1982). La vie des papillons est courte et ne dépasse pas 3 à 5 jours. Elle est essentiellement occupée par la recherche de l'accouplement et pour la femelle, par la ponte qui dure plusieurs heures (jusqu'à 12 heures) (Wertheimer, 1958).

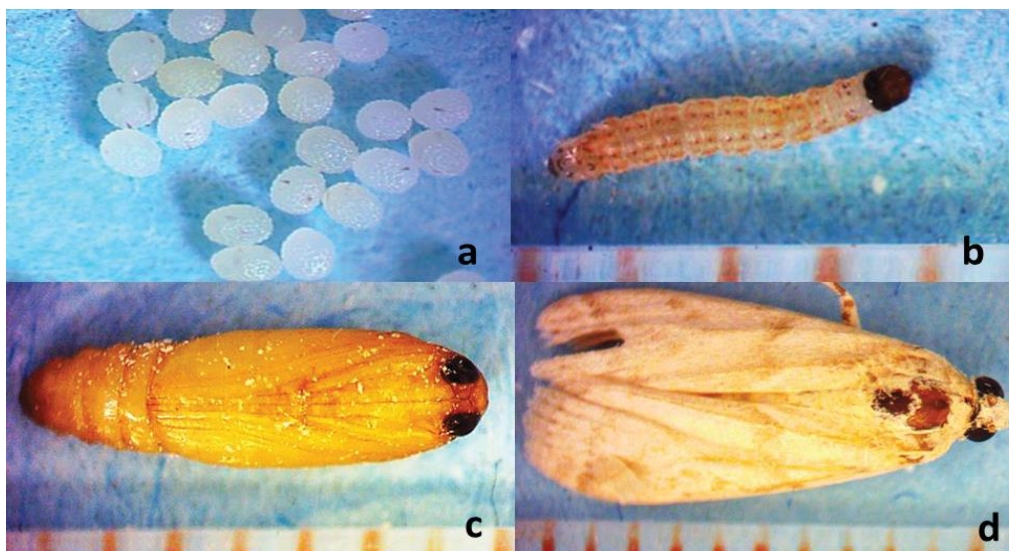


Figure 1.1. Morphologie et aspect de la pyrale des dattes ; (a) Les œufs de la pyrale des dattes, (b) la larve de la pyrale des dattes, (c) La chrysalide de la pyrale des dattes, (d) L'adulte de la pyrale des dattes (Originale, 2019)

1.4. Nombre de générations

La pyrale de datte est une espèce polyvoltine chez laquelle, dans des bonnes conditions quatre générations peuvent se succéder au cours de l'année. Mais en fait ce nombre de générations varie de l'a 4 en fonction des conditions climatiques et de la plante hôte (Doumandji,1981). Selon Wertheimer (1958). Trois générations importantes se succèdent au cours de l'année. Et une quatrième génération existe parfois.

1.5. Cycle biologique

Wertheimer (1958), indique que la pyrale des dattes passe successivement par les stades d'œuf, chenille, chrysalide et adulte ailé. Les chenilles évoluent lentement à l'intérieur des fruits d'autant plus lentement que la température est plus basse chaque ver passe dans le même fruit l'automne et l'hiver et se nymphose au printemps.

Viladerbo (1975), note que les chenilles entrent dans la datte juste après éclosion et creuse une galerie jusqu'à la cavité du noyau.

Le Berre (1978), mentionne que dans la palmeraie où s'accomplit le cycle biologique annuel d'*Ectomyelois ceratoniae* dont les chenilles peuvent s'alimenter grâce aux dattes sur pied depuis la nouaison jusqu'à la cueillette.

Selon Doumandji-Mitiche (1977), la durée de vie de la chenille varie de 1 à 8 mois. sa pulpe est remplacée par des excréments des fils de soie et des capsules reliquats des différentes mues.

Djerbi (1994), indique que l'insecte passe l'hiver sous forme de larve âgée dans les fruits momifiés. Au printemps les papillons apparaissent et déposent leurs œufs sur plusieurs plantes hôtes : l'insecte commence par attaquer les grenades de mai à aout puis s'installe sur les dattes en cours de maturité et les fruits murs en septembre sur lesquels il se développe jusqu'à la récolte. Les chenilles issues des œufs pénètrent dans les fruits et donnent des dattes véreuses).



Figure 1.2. Cycle de vie d'*Ectomyelois ceratoniae* (Originale, 2019)

1.6. Dégâts

E. ceratoniae cause des dégâts importants dus à ses larves. En effet, ce ravageur cause jusqu'à 30% de perte parmi les récoltes de dattes au Maroc (Bouka *et al.*, 2001). En Tunisie Dhouibi (1982), montre que les dégâts d'*E. ceratoniae* pouvant aller jusqu'à l'anéantissement

de la récolte, surtout dans le périmètre irrigué. Les pertes en Californie varient entre 10 et 40% des dattes infestées (Nay *et al.*, 2006). En Algérie, et dans les oasis, Wertheimer (1958), signale un taux d'infestation qui varie entre 8 et 10% dans les oasis de l'Oued Righ. Lepigre (1963), rapporte des pertes de dattes au tri supérieures à 10%, atteignant 30% certaines années. Au moment de la récolte, ce pourcentage peut même parfois atteindre 80% (Munier, 1973). Selon Idder (1984), les dégâts occasionnés par la pyrale des dattes sont en moyenne de 22% dans la région d'Ouargla, bien que ce taux varie d'une variété à une autre et d'une année à une autre.

1.7. Méthodes de lutte contre la pyrale des dattes

1.7.1. Lutte physique

La lutte physique regroupe toutes les techniques de lutte dont le mode d'action primaire ne fait intervenir aucun processus biologique ou biochimique (Dore *et al.*, 2006). Cette lutte se base sur plusieurs techniques :

- l'entretien et la conduite de la palmeraie et du palmier dattier, par le ramassage et l'élimination des fruits abandonnés et infestés sur le palmier dattier (cornaf, couronne, cœur) et au niveau du sol, ainsi que le nettoyage des lieux de stockage des restes des récoltes précédentes.
- L'ensachage des régimes est une technique de plus en plus utilisée. Elle permet de réduire notablement l'infestation des dattes par les populations *d'Ectomyelois ceratoniae* (Ben Othman *et al.*, 1996; Bouka *et al.*, 2001).

1.7.2. Lutte chimique

Il s'agit d'assurer une couverture des régimes (fruit) par une pulvérisation d'insecticide afin de détruire les œufs et les larves du premier stade larvaire (Lepigre, 1963).

En Tunisie, les travaux portant sur l'utilisation des produits chimiques montrent que les insecticides semblent être d'un emploi difficile et aléatoire dans la mesure où l'application des insecticides n'a guère donné des résultats satisfaisants compte tenu du comportement particulier de l'insecte et de son développement endophyte, ne facilitant pas ainsi le contact insecte-produit chimique (Dhouibi et Jammazi, 1993).

Trois traitements sont recommandés en lutte contre ce déprédateur dans la campagne de lutte contre *Ectomyelois*. Ils doivent être réalisés dès que les dattes entrent en maturation et cela coïncide avec le stade (Blah), l'application des trois traitements est espacée de 15 jours d'intervalle (Anonyme, 2000).

1.7.3. Lutte biologique

Actuellement la lutte biologique reste comme méthode alternative et perspective d'avenir pour lutter d'une manière efficace contre la pyrale des dattes. Il s'agit de détruire les insectes par l'utilisation de leurs ennemis naturels.

Selon Bouka *et al.* (2001), les populations d'*E.ceratoniae* peuvent être limitées par deux parasitoïdes hyménoptères, *Phanerotoma ocuralis* sur les dattes en régime et *Bracon hebetor* dans les dattes tombées au sol.

D'après Doumandji-Mitiche et Doumandji (1993), signalent la présence de trois ennemis naturels qui sont :

- *Trichogramma embryophagum* Hartigest un parasitoïde des œufs (ovoparasite).
- *Phanerotoma flavitestacea* Fischer et *Phanerotoma ocuralis* Khl, sont des parasitoïdes ovo-larvaires
- *Bracon hebetor* Say est un parasitoïde des larves.

1.7.4. Lutte biotechnologique

1.7.4.1. Lutte autocide

C'est l'utilisation de la technique des insectes stériles (TIS) qui consiste à des lâchers inondatifs des mâles stériles dans les palmeraies. Selon Dridi et Benddine (2000), cette technique permet d'une part, la réduction à un niveau d'infestation très tolérable de ce ravageur et d'autre part, la préservation de la faune utile dans les palmeraies.

1.7.4.2. Lutte avec les biopesticides

Les biopesticides qui ont été utilisés dans la lutte contre la pyrale des dattes sont :

- *Bacillus thuringiensis* est une bactérie qui agit sur les larves d'*E.ceratoniae* par ingestion avant leur pénétration dans les dattes, (Dhouibi, 1991).

Les essais réalisés par Zouioueche et Rahim (2008), dans la région de Biskra ont dévoilé que l'application du *Bacillus thuringiensis* var *Kurstaki* (DipeI 8L) sur les régimes de la variété Deglet Nour a diminué le niveau d'infestation de la pyrale de 0,5 % à 6,5 % dans le site D'Ain ben Naoui et de 0,5 % à 2 % au site de Sidi Okba .

- Azadiractine est un produit naturel, extrait d'un arbre appelé (Azadirachtaindica) ou Neem riche en huile (Anonyme, 1990). Ce dernier a été utilisé comme un biopesticide, qui agit sur les insectes par ses propriétés répulsives sur les adultes ainsi que la capacité d'inhibition de l'hormone responsable de la mue chez les stades larvaires. L'efficacité de ce produit a été testée contre la pyrale des dattes en Tunisie et les résultats obtenus montrent que l'azadiractine est très efficace contre la pyrale des dattes où elle a permis de réduire le niveau d'infestation de 0,5 % à 9,5 % (Khoualdia *et al.*, 2000).

Chapitre 2

Bacillus thuringiensis
var. *Kurstaki*

2.1. Introduction

Le *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki* est une bactérie abondante dans la nature, biodégradable et présente une action létale rapide sur les ravageurs ciblés (Moscardi, 1999).

Elle est utilisée pour contrôler plusieurs types de ravageurs, principalement des chenilles de Lépidoptères, Hétérocères et Rhopalocères, des larves de Diptères (moustiques et simulies). (Lecadet *et al.*, 1999). L'utilisation en agriculture de cette bactérie comme insecticide microbien apporte un nouveau départ à la lutte biologique des insectes (Dedet, 2007).

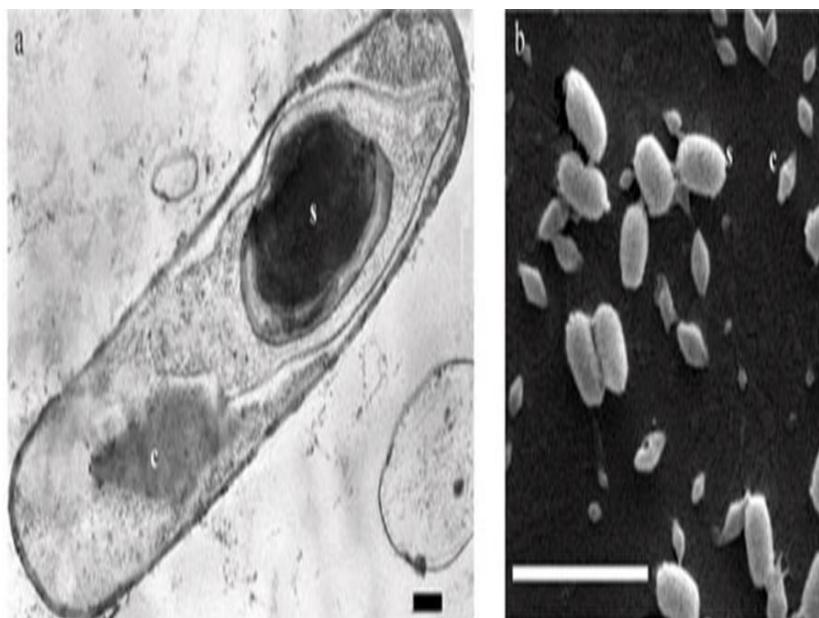


Figure 2.1. *Bacillus thuringiensis* : aspect. a- photo d'un sporange de Bt renfermant la spore (S) et le cristal (C), barre d'échelle 0,2 μm ; b- photo de spores de Bt (S) et de cristaux (C), barre d'échelle 5 μm (Sauka *et al.*, 2010).

2.2. Caractéristiques générales du *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki*

Le *Bt* est un bacille Gram positif, aérobic et sporulé qui est étroitement apparenté à la bactérie *Bacillus cereus* ; il est pratiquement présent dans tous les types de sols. Les cellules végétatives mesurent 1 μm de largeur sur 5 μm de longueur et sont pourvues de courts flagelles ciliés. Il se distingue du *B. cereus* par sa capacité à produire une protéine cristallisée durant la sporulation (Höfte et Whiteley, 1989 ; Martin, 1994). Le *Btk* caractérisées par la production

d'un cristal protéique durant la sporulation constitué de protéines présentant une activité insecticide spécifique, (Tirado-Montiel *et al.*, 2001).

2.3. Mode d'action

Le *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki* est composé de cristaux protéiques (delta-endotoxine). Cette toxine n'agit que sur les insectes et particulièrement les Lépidoptères. Les cristaux synthétisés par les bactéries sont constitués de protoxines, qui, une fois ingérées par l'insecte, sont digérés à pH alcalin par protéases digestives et transformés en toxines polypeptidique actives. Les δ -endotoxine activées par les protéases de l'insecte se fixent sur des récepteurs spécifiques situés sur les cellules de l'épithélium intestinal. L'intoxication se manifeste très rapidement par d'importantes lésions au niveau de l'intestin et par une paralysie du tube digestif, entraînant un arrêt immédiat de l'activité d'alimentation. La mort de l'insecte intervient en 24 à 48 heures après l'ingestion des cristaux et peut être ou non accompagnés d'une septicémie. Les aspects moléculaires du mécanisme qui aboutissent à la mort des insectes ne sont pas encore clairement définis, (Chaufaux, 1994).

Deuxième partie
Partie Expérimentale

Chapitre 3

Matériel et méthodes

3.1. Matériel biologique

3.1.1. Origine de la pyrale des dattes

Afin de voir l'effet de la bactérie entomopathogène (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*) sur la mortalité des larves de la pyrale des dattes, et de voir leur influence sur la durée du développement larvaire, nous avons effectué nos travaux sur les larves du deuxième et du cinquième stade larvaire qui proviennent des dattes infestées récoltées des palmeraies de la région de Biskra (ouled djellal, sidi khaled). L'élevage de masse a été conduit au niveau du laboratoire de la station régionale de la protection des végétaux (INPV).

3.1.2. L'élevage de la pyrale des dattes

L'élevage de masse d'*Ectomyelois ceratoniae* a été réalisé dans le but d'obtenir un nombre de larves suffisants pour nos bio-essais.

En premier, les dattes infestées ont été mises dans des cages d'une chambre d'élevage à ambiance contrôlée (température de 27 ± 2 °C, une humidité relative de $65 \pm 10\%$ et une photopériode 16 heures lumière et 8 heures obscurité) (Al-Izzi *et al.*, 1987 citer par Mehaoua, 2014).

Ensuite, les adultes d'*Ectomyelois ceratoniae* nouvellement émergés sont capturés à l'aide d'un tube à essai, puis ils sont mis à l'intérieur des bocaux d'accouplement sans sexage.

Après l'accouplement, les femelles vont pondre les œufs à l'intérieur des bocaux. Ces œufs pondus sont déversés à traverses de tulle à mailles fines dans des boîtes en plastique de grand modèle, contenant le milieu d'élevage composé d'un mélange des ingrédients suivants :

300g de mélange (50% de la farine des dattes et 50% de son de blé), Acide citrique (1g), caséine (1g), sodium benzoate (1g) levure de bière (1g) et Léau distillée (250 ml).

Après quelques jours, les œufs éclosent et le développement larvaire va se faire dans le milieu d'élevage jusqu'au dernier stade larvaires L₅ (Mehaoua, 2014). On récupère ensuite les larves ciblées pour faire nos tests (figure 3.1).

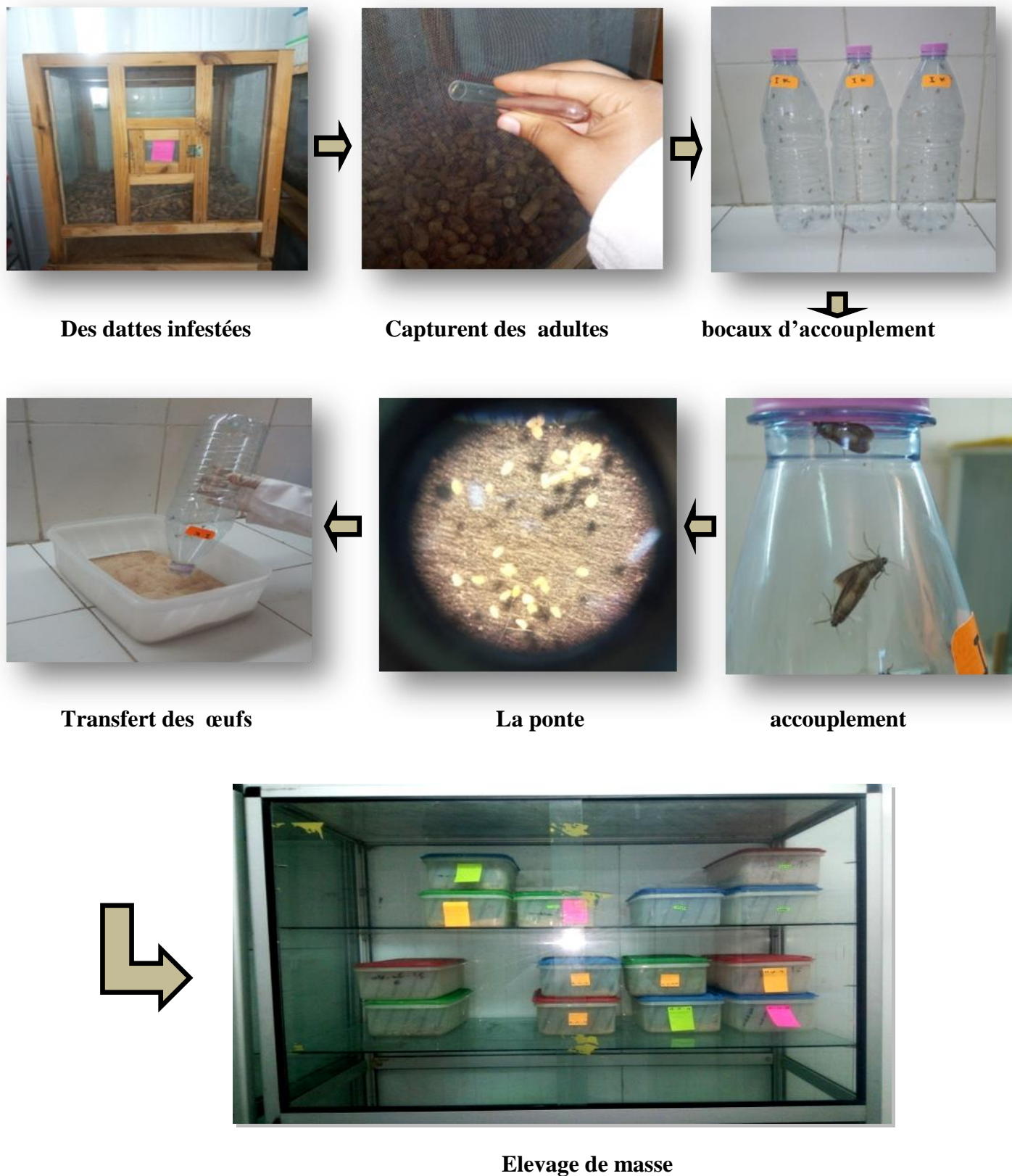


Figure 3.1. Elevage de masse de la pyrale des dattes (Original ,2019)

3.1.2 La souche bactérienne utilisée

Lors de notre travail nous avons utilisé un produit nommé DiPel ; qui est un insecticide à base de *Bacillus thuringiensis kurstaki* présentant une activité spécifique sur les larves des lépidoptères.

3.1.2.1. Préparation des différentes doses pour les bio-essais

Après plusieurs tests préliminaires, les doses qui ont été choisies sont : 250 ppm, 1000 ppm.

Pour la préparation des doses de *Bacillus thuringiensis* on a effectué les étapes suivantes :

- Mesure une quantité de poudre de la *Bacillus thuringiensis* pour chaque dose.
- La poudre soluté avec l'eau distillé
- Agitation pour obtenir une solution homogène (Figure 3.2)



Figure 3.2. La préparation des différentes doses du produit (Originale ,2019).

3.2. Méthodes

3.2.1. Objectifs de l'étude

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet de la souche bactérienne *Bacillus thuringiensis* variété *kurstaki* sur le taux de mortalité des larves L₂ et L₅ de la pyrale des dattes et de voir l'influence de ce produit sur la durée de développement des individus survivants. C'est-à-dire il y a un effet perturbateur sur les larves âgées L₅ ou bien le produit utilisé cible seulement les larves jeunes L₂.

3.2.2. Mode d'application des traitements biologiques

Le mode de traitement choisi dans notre étude est le traitement par ingestion. Le choix de stade a été porté sur les stades L₂ et L₅ pour faciliter les manipulations et pour voir le stade le plus sensible à cette bactérie.

Les larves L₂ et L₅ sont immédiatement isolées dès leurs émergences et mises séparément dans des boîtes de pétrie à raison de 15 larves par boîte. Ces boîtes contiennent de milieu de culture pulvérisé préalablement avec du produit préparé (soit par la dose de 250 ppm ou bien par la dose de 1000 ppm). Les boîtes des témoins sont pulvérisées avec de l'eau distillée. Le nombre de répétitions est fixé à 3 pour chaque dose et chaque stade.

Les boîtes sont ensuite bien fermées puis sont étiquetées par toutes les informations nécessaires.

Les boîtes sont placées ensuite dans la chambre d'élevage. Les observations sont réalisées chaque jour à l'aide d'une loupe binoculaire.

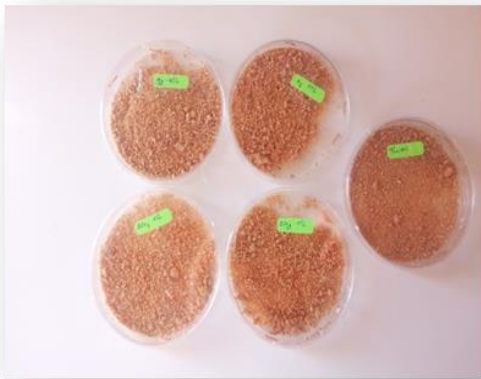
La durée de cette étude est fixée jusqu'au passage au stade suivant, la malformation ou la mort de la larve (figure 3.3).



Le produit préparé



Traitement du milieu



Incubation des boîtes



Comptage des larves



dépôt des larves



les larves mortes

Figure 3.3. Le protocole expérimental pour le traitement des larves L2 et L5 (Originale ,2019).

3.3. paramètres biologiques étudiés

3.3.1. Taux de mortalité larvaire

Le taux de mortalité observé chez les larves est calculé en appliquant la formule suivante :

$$\text{(Nombre de morts / Nombre total des individus)} * 100$$

3.3.2. durée du développement larvaire

La durée moyenne du développement larvaire des larves traitées et des larves témoins est calculée à partir du jour où on a commencé l'expérience jusqu'au du passage au stade suivant.

3.4. Analyse statistique

L'analyse a été réalisée par la comparaison des moyennes obtenues sur trois répétitions tout en s'appuyant sur le logiciel SPSS version 20. Afin de montrer s'il existe une différence significative entre les lots traités et les témoin, nous avons eu recours à l'ANOVA en utilisant le test Tukey (HSD). La différence est significative au niveau de 0.05 ($p < 0,05$)

Chapitre 4

Résultats et discussion

4.1. Résultats

4.1.1. Taux de mortalité larvaire

4.1.1.1. Effet du *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* sur le taux de mortalité des larves L₂

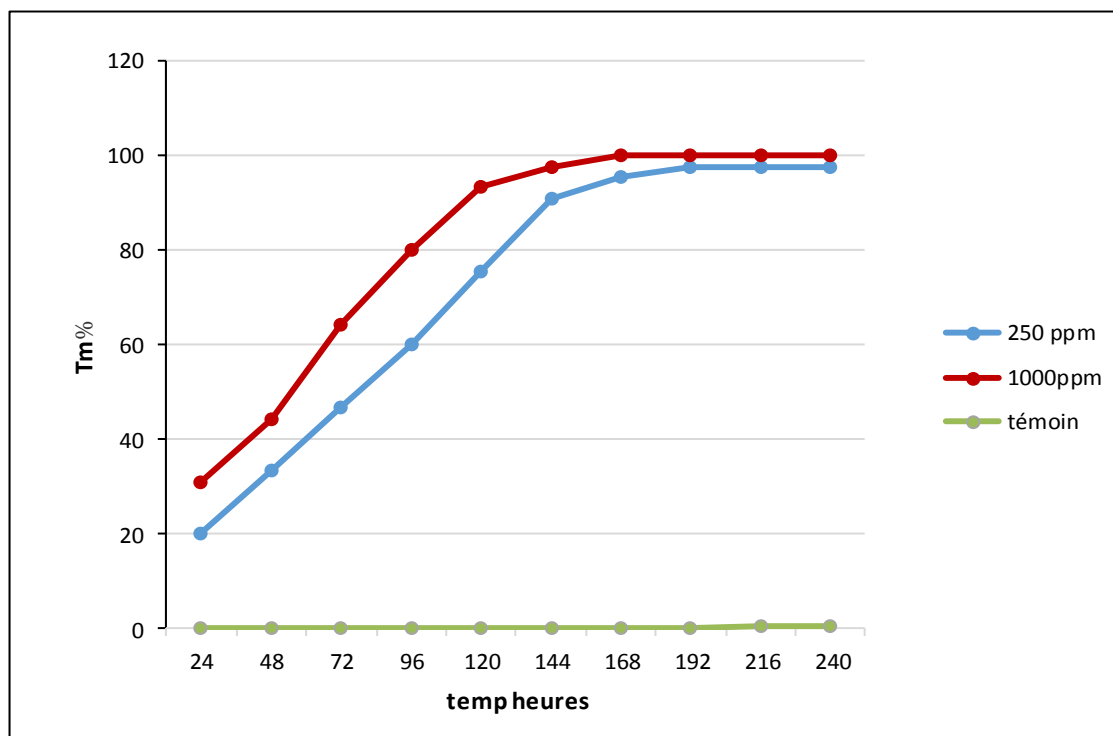


Figure 4.1. Pourcentage de mortalité chez les témoin et larves L₂ traitées

Les taux de mortalité sont illustrés dans la figure (4.1). Chez les larves L₂ traitées par la dose 250 ppm, le taux de mortalité enregistré au bout de 24h est de 20%. Ce taux augmente progressivement avec le temps jusqu'à atteindre un taux de 97.77% au bout de 10 jours. Notons que la mortalité arrive à 100% dans le 7^{ème} jour de l'expérimentation chez les larves L₂ traitées par la dose 1000 ppm.

Quant aux larves témoins, on n'a enregistré qu'une seule mortalité pendant le 9^{ème} jour de l'expérience.

Tableau 4.1. Comparaisons multiple du taux de mortalité des larves L₂ traitées et des larves témoins

(I) Traitement	(J) Traitement	Différence de moyennes (I-J)	Erreur standard	Signification	Intervalle de confiance à 95%	
					Borne inférieure	Borne supérieure
1,00	2,00	-9,55900	10,14806	,619	-34,7203	15,6023
	3,00	70,88500 [*]	10,14806	,000	45,7237	96,0463
2,00	1,00	9,55900	10,14806	,619	-15,6023	34,7203
	3,00	80,44400 [*]	10,14806	,000	55,2827	105,6053
3,00	1,00	-70,88500 [*]	10,14806	,000	-96,0463	-45,7237
	2,00	-80,44400 [*]	10,14806	,000	-105,6053	-55,2827

L'analyse de la variance des taux de mortalité des larves L₂ de la pyrale des dattes traitées par le *B.t* a montré une différence hautement significative (p=0.000) entre le taux de mortalité des larves traitées et des larves témoins (Tableau 4.1).

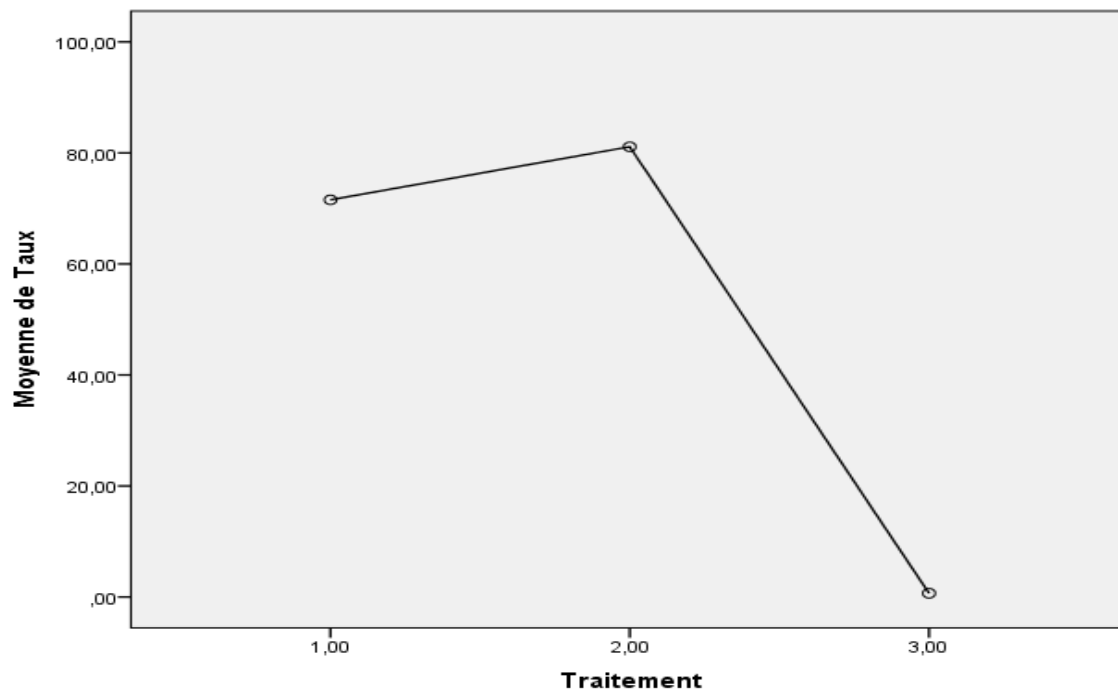


Figure 4.2. Analyse de la variance des Moyennes des taux de mortalité

La figure (4.2) montre que le taux de mortalité le plus élevé (81.11%) a été enregistré chez les larves L2 traitées par la dose de 1000 ppm. Par ailleurs le taux de 71.55% a été enregistré chez les larves L2 traitées par la plus faible dose (250 ppm). Par contre chez les larves témoins on a constaté un taux de mortalité très faible durant toute la période de l'expérience (0.66%).

On peut donc dire que les deux doses de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* ont un effet plus net sur la mortalité des larves L2 de ce ravageur.

Tableau 4.2. Test de Tukey

Traitement	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
3,00	10	,6660	
1,00	10		71,5510
2,00	10		81,1100
Signification		1,000	,619

L'ANOVA du test de Tukey (Tableau.4.2) indique que le taux de mortalité ne diffère pas significativement entre les deux doses.

4.1.1.2. Effet du *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* ur le taux de mortalité des larves L5

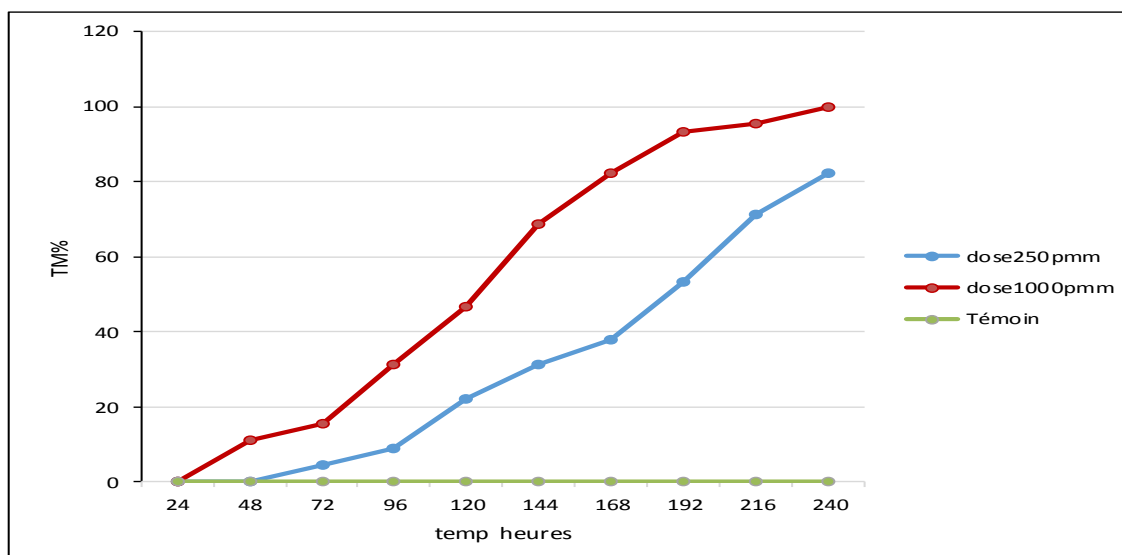


Figure 4.3. Pourcentage de mortalité chez les témoins et les larves L5 traitées

Il apparaît au vu des résultats qu'avec la faible dose (250 ppm) on début à 72h enregistré les taux de mortalité les plus faibles qui sont 4,44 % et 82,22 % obtenus après 240 heure par contre avec la plus forte dose (1000 ppm), on a signalé des mortalités depuis le 48 h heure avec un taux de 11.11%, ce taux augmente avec le temps pour atteindre 100 % après 240h de traitement.

Chez le témoin aucune mortalité n'a été enregistrée durant toute la période de traitement(Figure 4.3).

Tableau 4.3. Comparaisons multiple du taux de mortalité des larves L₅ traitées et des larves témoins

(I) TRAITEMENT	(J)TRAITEMENT	Différence de moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig	Intervalle de confiance à 95%	
					Borne inférieure	Borne supérieure
1,00	2,00	-23,33500	12,52766	,169	-54,3963	7,7263
	3,00	31,11000*	12,52766	,050	,0487	62,1713
2,00	1,00	23,33500	12,52766	,169	-7,7263	54,3963
	3,00	54,44500*	12,52766	,001	23,3837	85,5063
3,00	1,00	-31,11000*	12,52766	,050	-62,1713	-,0487
	2,00	-54,44500*	12,52766	,001	-85,5063	-23,3837

L'analyse de la variance des taux de mortalité des larves L₅ de la pyrale des dattes a indiqué une différence significative entre le taux de mortalité des larves traitées et des larves témoins(Tableau 4.3).

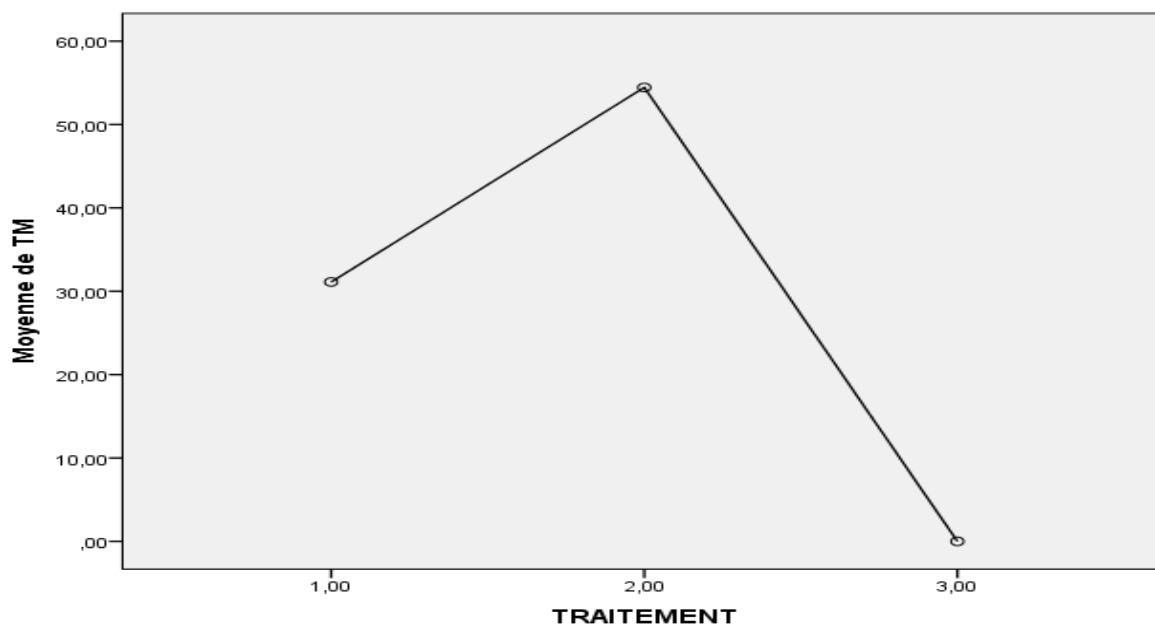


Figure 4.4. Analyse de la variance des Moyennes des taux de mortalité

En fait, le taux le plus bas est enregistré chez les larves témoins avec une valeur de 0%. Inversement, les taux enregistrés chez les larves traitées sont remarquablement élevés, ils sont de l'ordre de 31.11% , de 54.44% pour les larves traitées par la dose de 250 ppm et par la dose de 1000 ppm respectivement.

Cela montre que les deux doses exercent un effet remarquable sur le taux de mortalité des larves L5 de la pyrale des dattes (Figure 4.4).

Tableau 4.4. Test de Tukey

TRAITEMENT	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
3,00	10	,0000	
1,00	10		31,1100
2,00	10		54,4450
Signification		1,000	,169

Le tableau du test de Tukey (Tableau 4.4) indique qu'il n'y a aucune différence significative entre l'effet des deux doses (250 ppm et 1000 ppm) sur la mortalité des larves L5

4.1.1.3. Comparisons entre l'effet du *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki sur le taux de mortalité des deux stades larvaires L2 et L5

❖ Analyse de variance

Tableau 4.5. Comparaison entre l'effet du produit sur les deux stades larvaires de la pyrale des dattes (L₂ et L₅)

ANOVA					
taux					
	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
Intergruppes	34119,302	2	17059,651	23,996	,000
Intragruppes	19195,286	27	710,937		
Total	53314,588	29			

Pour conclure, on a comparé entre l'effet du produit sur les deux stades larvaires de la pyrale des dattes (L₂ et L₅). D'après l'ANOVA on constate que la bactérie testée a un effet très hautement significatif sur ces deux stades larvaires ($p=0.000$) (tableau 4.5).

Bien que l'effet de la bactérie soit significatif pour les deux stades larvaires, le diagramme suivant révèle que le *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki agit plus significativement et plus rapidement chez les larves L₂(Figure 4.5).

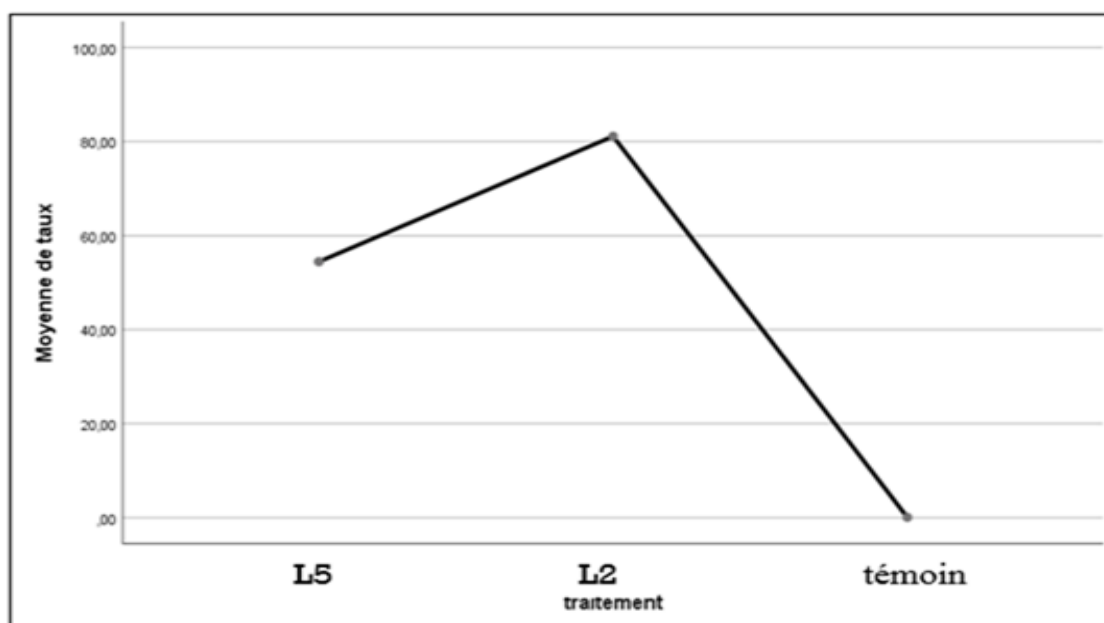


Figure 4.5. Analyse de la variance des Moyennes des taux de mortalité

4.1.2. La durée du développement larvaire

4.1.2.1. Effet du *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* sur la durée du développement larvaire des larves L5

Durant notre expérimentation nous avons testé l'effet du *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* sur la durée de développement des larves L₅. Cette étude a été portée seulement sur les larves L₅ traitées par la dose de 250 ppm puisque les individus des autres cas sont morts avant de gagner le stade suivant.

Nous avons comparé l'effet de la dose 250 ppm sur les larves L₅ par rapport aux témoins. Les résultats sont synthétisés dans Tableau (4.6)

❖ Analyse de variance

Tableau 4.6. Comparaison entre l'effet de la dose 250 ppm du *B.t* sur la durée de développement les larves L5 par rapport aux témoins

ANOVA					
durée					
	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
Intergroupes	53,333	1	53,333	141,772	,000
Intragroupes	10,533	28	,376		
Total	63,867	29			

L'analyse de la variance des durées moyenne du passage des larves L₅ a montré que la différence entre les durée enregistrées chez les témoins et celles enregistrées chez les traitées est très hautement significative (p=0.000).

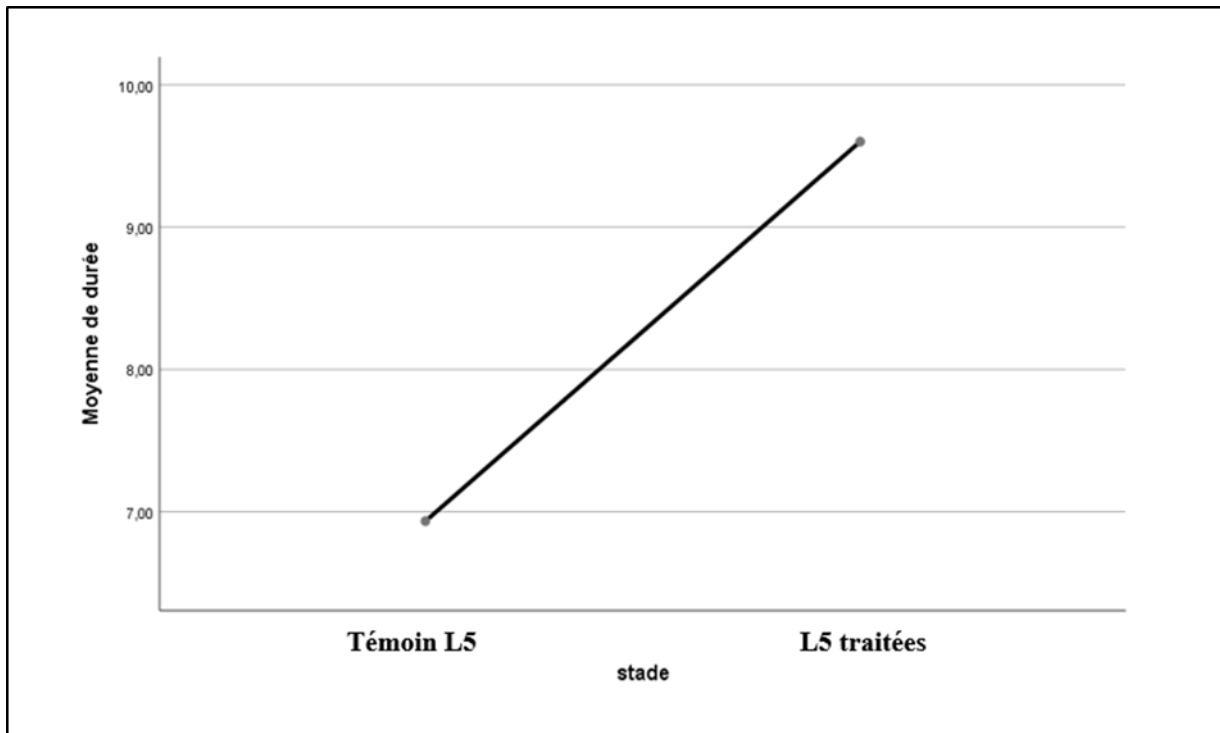


Figure 4.6. Analyse de la variance de la durée moyenne du passage des larves L5 témoin et des larves L5 traitées au stade adulte

La figure (4.6) montre la différence entre la durée de développement des témoins et celle des larves L₅ traitées. La durée moyenne enregistrée chez les témoins est de 6.93 jours, alors que celle enregistrée chez les larves traitées est de 9.60 jours.

Cette différence illustre l'effet important du *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki sur la durée de développement des larves L₅.

4.2. Discussion

Effet du *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* sur la mortalité des larves L2 et L5

Le *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* est une bactérie qui agit sur les larves d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller par ingestion avant leur pénétration à l'intérieur des dattes (Dhouibi, 1989).

Dans le présent travail nous avons effectué une étude sur l'influence de cette bactérie sur les larves L₂ et L₅ de la pyrale des dattes tout en utilisant ce mode de traitement.

L'analyse de la variance des taux de mortalité des individus indique qu'il y a une différence significative entre les taux de mortalité des lots témoins et ceux des lots traités ; Bien que la dose de 250ppm utilisé contre les larves L₅ donne au troisième jour de l'expérience un taux faible (4.44%), elle accélère son efficacité progressivement pour que ce taux atteigne à la valeur de 82.22% vers le 10^{ème} jour.

Pour ce qui est de la dose 1000 ppm contre les larves L₅, la mortalité débute bien avant celle causée par la dose précédente, elle donne un taux de 11.11% pendant le 2^{ème} jour, puis elle s'augmente progressivement pour donner le taux maximal de 100% pendant le 10^{ème} jour. Concernant le traitement des larves L₂, il est clair que le *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* est plus influent sur ce stade et cela se traduit par la rapidité de son action et par les taux de mortalité enregistré ; ils sont de l'ordre de 97.77% pour la dose de 250 ppm et de 100% pour la dose de 1000ppm.

Nos résultats confirment que le *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* exerce une action sur les deux stades larvaires L₂ et L₅ de la pyrale des dattes mais qu'il est plus efficace sur les jeunes larves L₂.

Nos résultats se concordent avec ceux de (Hadjb, 2017), qui a utilisé les deux dose 250ppm et 1000 ppm contre les deux stades L₂ et L₅ de la pyrale des dattes. Chez les larves L₅ qui les a traitées par la dose de 250 ppm, le taux de mortalité enregistré au bout de 7 jours est de 50 %, Par contre avec la dose de 1000 ppm, le taux de mortalité a atteint 74,1% au bout de 7 jours après le traitement. Pour les larves jeunes, il a prouvé aussi leur sensibilité envers le *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* par rapport aux stades âgés. Pendant le 6^{ème} jour Il a enregistré un taux de 65,3 % chez les larves traitées par la plus faible dose (250 ppm). Ce taux est bien aussi élevé pour les larves L₂ traitées par la dose de 1000ppm, il est de 91,8 %.

Les tests de Mehaoua (2014) pour la détermination de la toxicité du *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* à l'égard des larves L₁ d'*E. ceratoniae* semblent proche de nos résultats. Il a montré que les premières mortalités se manifestent significativement après 24 heures d'exposition des larves au produit. Après un temps léthal de 24 et 48 heures, la mortalité corrigée la plus faible (respectivement, 38,86 et 43,95 %) a été enregistrée chez les larves traitées par la plus faible dose (250ppm).

Bensalah (2015), après avoir exposé des larves L₁ de la pyrale des dattes au Btk, il a enregistré un taux de mortalité de 80% à 100%.

Nos essai biologique prouve que le taux de mortalité enregistré après 168h de l'exposition avec le *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* été sensiblement plus haut que celui enregistré après 24 heures. Cela reflète une toxicité retardée du produit testé qui a besoin d'une longue période d'exposition des larves des lépidoptères. Hadjb(2017) a confirmé que la moyenne de la mortalité des larves est proportionnelle avec la durée d'exposition des larves au Btk et avec la Concentration de produit.

Anonyme(2012 b) indique que les insectes contre les quels le *B. thuringiensis* est toxique cessent de s'alimenter en moins de quelques heures et meurent au bout de 2-5 jours. Il a ajouté que le taux de mortalité est plus faible pour une courte durée d'exposition (24h et 48h) quel que soit la concentration utilisée.

Mehoua et al. (2013) ont signalé que la mortalité larvaire par différentes doses utilisées est corrélée avec la durée de l'exposition de la pyrale des dattes au produit. Il a expliqué ce résultat par l'effet combiné du produit par le contact et l'ingestion par l'insecte.

A partir des informations citées précédemment, il apparait que la mortalité enregistré chez ces jeunes larves (L₂) après leurs traitements par le *B.thuringiensis* est très importante, donc les traitements à base de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* seront d'autant plus efficaces qu'ils seront appliqués contre les plus jeunes stades larvaires.

Sur *Tuta absoluta*, (Mazollier, 2012), a aussi découvert que le *Bacillus thuringiensis* variété *kurstaki*, est actif uniquement par ingestion et sur les jeunes chenilles.

Anonyme(2012 b) a montré que les jeunes larves sont plus sensibles au *B. thuringiensis* Il est donc important de cibler les premiers stades larvaires.

Dhouibi (1992), a noté que la chenille atteinte par *B. thuringiensis* s'arrête de manger en raison d'une perturbation de métabolisme digestif conduisant à un rétrécissement du corps.

Charles (1992), a rapporté que la toxine de *B. thuringiensis* se manifeste par une multitude d'effets importants, y compris la mort des larves avant la mue et la cessation de toute activité après la mue.

Le travail de Gry (1971), constaté également que les proportions de criquets (*locusta migratoria migratorioides*) tués par la toxine de *B. thuringiensis* dans les différents lots traités sont d'autant plus élevées que les doses qui leur sont appliquées sont plus fortes. Lorsque l'on représente par des points le taux de mortalité en fonction des doses de toxine, A tout criquet correspond une dose de toxine, la "dose seuil", à partir de laquelle la toxine entraîne la mort du criquet.

L'application de deux traitements par le Dipel 8L sur terrain a permis de réduire le niveau d'infestation à moins de 2 %. Les résultats positifs relevés confirment le bienfondé de la lutte biologique par le *Bacillus thuringiensis* variété *kurstaki* et encourageant sa poursuite par la mise en oeuvre progressive d'un programme composé de plusieurs applications touchant toutes les palmeraies (Ouamane et *al.*,2017).

D'après Chaufaux (1994), la mort de l'insecte intervient en 24h à 48 heures après l'ingestion des cristaux de *Bacillus thuringiensis*. Elle produit une toxine qui, lorsque ingérée par la chenille, détruit son système digestif et la chenille cesse ainsi de se nourrir et mort dans les jours suivants du traitement (Lambert, 2010).

Lamri (2015) a expliqué le taux de mortalité enregistré chez les larves L₅ de *locusta migratoria* par l'action qu'exerce le *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* sur le tube digestif des larves.

Lacousière et Boisvert (2004), ont justifié la nocivité du *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* par l'interaction de leurs toxines avec les récepteurs spécifiques sur les cellules épithéliales du système digestif, ce qui cause la mort de l'insecte suite à la disruption de la régulation osmotique de ces cellules.

Allal- Benfekhih (2006), a expliqué que l'activité des toxines dépend fortement de l'interaction de plusieurs facteurs retrouvés dans l'intestin de *locusta migratoria*.

Effet du *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* sur la durée du développement des larves L₅

Nos résultats confirment l'effet important du *Bacillus thuringiensis* sur la durée de développement des larves L₅. En effet, La durée moyenne enregistrée chez les témoins est de 6.93 jours, alors que celle enregistrée chez les larves traitées est de 9.60 jours.

on peut dire que cette bactérie a peut-être pratiqué un effet négatif sur le métabolisme des larves ce qui a influé sur leurs durée de développement.

Lamri(2015), après avoir traité les larves L₅ de *locusta migratoria* par le *Bacillus thuringiensis*, elle a noté que ce paramètre est très influencé. En effet, elle a noté que la durée du passage au stade adulte la plus courte est enregistrée chez les larves L₅ témoins (15 jours). Pour les larves traitées au *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* , la durée moyenne du passage au stade adulte est de 17,8 jours. Ainsi elle a noté que chez les larves L₅ traitées par le *Bacillus thuringiensis* variété *kurstaki* , 50% d'elles présentent des ailes males étalées après la mue.

Mohand-kaci, (2012), a confirmé que la durée du dernier stade larvaire des larves L₅ de *locusta migratoria* est remarquablement élevée lorsque les larves sont traitées avec l'une des souches bactériennes (*Bacillus sphaericus* HE805963, *pseudomonas fluorescens* ou le *Bacillus sphaericus* HE799656).

Conclusion

Conclusion

Notre travail a été consacré essentiellement à l'étude de la toxicité de la souche entomopathogène *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* contre les stades larvaires L2 et L5 de la pyrale des dattes. Nous avons pu déterminer que cette bactérie entomopathogène possède une activité larvicide contre *Ectomyelois ceratoniae*.

Nous avons étudié la toxicité des pesticides (Dipel) sur les larves L2 et L5 de la pyrale des dattes. On a remarqué que les taux de mortalité sont proportionnels aux deux doses utilisées. Nous avons aussi déterminé que les stades jeunes L2 sont les plus affectés quel que soit la dose utilisée, contrairement aux larves âgées L5 qui ont été affectées par la forte dose. Cependant, à une faible dose, quelques larves L5 ont été affectées par la bactérie. Par ailleurs, on a noté une durée de développement plus longue chez les larves survivantes par rapport aux témoins.

Cette bactérie est toxique contre les stades larvaires L2 et L5 de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* mais cette toxicité varie selon la durée d'exposition et l'âge des larves traitées. Elle provoque une mortalité rapide chez les jeunes larves et une mortalité prolongée chez les larves âgées. Donc le *Bacillus thuringiensis* est moins toxique pour les larves les plus âgées dans une courte durée d'exposition, mais il devient plus toxique pour les jeunes larves dans une longue durée d'exposition. La sensibilité des larves de la pyrale au *Bacillus thuringiensis* varie selon la durée d'exposition et l'âge des larves traitées.

- ❖ Cette étude a confirmé que le *Bacillus thuringiensis* est prometteur comme larvicide contre *Ectomyelois ceratoniae*, il pourrait être une bonne alternative aux pesticides chimiques, tout en préservant la santé humaine et l'environnement.

En perspectives, pour une meilleure poursuite de cette étude, il serait souhaitable d'étudier d'une façon approfondie le mode d'action de ces bactéries au niveau du corps de ce ravageur. Cette étude va permettre de produire des insecticides spécifiques, efficaces et est peu pathogène.

Références bibliographiques

- 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.
- Allal B. 2006. Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Orth. Oedipodinae) dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. Thèse de Doctorat, Inst. Nati. Agro, El Harrach, 140p.
- 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.
- Anonyme.1990. L'azadirachtine du Nem, un doux pesticide. C.E.D.I.E.L.P centre de documentation international pour le développement, les libertés et la paix. Fiche : p.344, p.1.
- Anonyme.2000. Fiche technique de la station régionale de protection des végétaux de la wilaya de Biskra, Campagne de lutte anti boufaroua et la pyrale des dattes.
- Anonyme. 2008. lutte par les biopesticides. Disponible sur : [http:// WWW.ostrizone .com/ lutte-biopesticide](http://WWW.ostrizone.com/lutte-biopesticide). (Consultée Mai 2010).
- Anonyme. 2012a. Statistique agricole. Superficies et productions. Série A, p. 17.
- Anonyme.2012 b. Pesticides à risque réduit et bio-pesticides. Guide de la culture fruitière. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales de l'Ontario. 21 p.
- Ben Othman y., Reynes M., Bouabidi H.1996. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens. CIHEAM, Journées Internationales sur le Palmier Dattier dans l'Agriculture d'Oasis des Pays Méditerranéens, 24-27 avril 1996, Elche, Espagne. pp.210-211.
- 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.
- Bensalah M.K. 2015. Evaluation des caractéristiques biologiques d'*Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptera, pyralidae) dans les conditions naturelles et contrôlées. Stockage, conservation et lutte. Thèse de doctorat. Univ, Mohamed Khider, Biskra, 65 p.

- 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.
- Bouka H., Chemseddine M., Abbassi M., et Brun J. 2001. La pyrale des dattes, Dans la région de Tafilalet au Sud-Est du Maroc. *Fruits* 56 (3) : 189-196.
- Charles V. 1992. *La lutte biologique*. Ed: I.N.R.A, 671p.
- Chaufaux J. 1994. Utilisation de bio-pesticides contre les ravageurs des cultures: le point sur *Bacillus thuringiensis*. *Journal insectes et culture* 34 : 2-6.
- Dedet P. 2007. *La microbiologie de ses origines aux maladies émergentes*. Donod. Paris, 262p.
- Dhouibi M.H. 1982. Bio-écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralide). Ed. INRAT. Tunis. Vol1 55. 48 p.
- 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. Doctorat d'état en sciences naturelles, Université Pierre et Marie CURIE, Paris VI, 176 p.
- Dhouibi M.H.1991. Les principaux ravageurs du palmier dattier et de la datte en Tunisie. Institut National Agronomie de Tunisie, Labo. Entomologie-Ecologie : 27-40.
- Dhouibi M. H.1992. Effet de la Bactospeine XLV sur la pyrale des dattes, *Ectomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: pyralidae). *Mededelingen van de Faculeite Land-bouwet en shappen van de Universiteit Gent* 57: 505-514.
- Dhouibi M.H et Jammazi A. 1993. Lutte biologique contre la pyrale des *caroubes* *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) par *Herbabracon hebetor* (Hymenoptera, Braconidae) en verger de grenadier. *Med. Fac. Landbouww. Univ.Gent*. pp 427-436.
- Djerbi M. 1994. *Précis de phoeniciculture*. FAO. Rome, 191p.
- Dore T., Le Bail M., Martin P., Ney B., Roger- Estrade J., Sebillotte M. 2006. *L'agronomie aujourd'hui*. Editions Quae, 384 p.

- Doumandji-Mitiche B.1977.Les pyrales des dattes stockées. Annales de l'Institut National Agronomique, El-Harrach 7 (1) : 31-58.
- Doumandji S. 1981. Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le Nord de l'Algérie, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera-Pyralidae). Thèse doctorat ès Science, Univ, Paris VI, 138 p.
- Doumandji-Mitiche B.1983. Contribution à l'étude bio-écologique des parasites et de la pyrale des caroubes *Ectomyelois ceratoniae* en Algérie en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse Doctorat ès Science, Univ. Paris VI, prédateurs 253 p.
- Doumandji-Mitiche B., Doumandji S.1993. La lutte biologique contre les déprédateurs des cultures. Ed. OPU. Alger, 94p.
- Dridi B., Benddine F. 2000. Lutte contre la pyrale de la datte *Ectomyelois ceratoniae* par l'utilisation de la technique des insectes stériles. S.R.P.V. Boufarik, 3p.
- Dridi B., Baouchi H., Bensalah K et Zitoun A. 2001. Présentation d'une nouvelle méthode biotechnique de lutte contre le ver de datte *Ectomyelois ceratoniae* Zeller dite technique des insectes stériles. Journées Techniques phytosanitaire Ed. I.N.P.V. pp 58-70.
- 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 Doctorat Es-Science : Biologie végétale, Université Marrakech, 145 p.
- Grasse P.P. 1951. Traité de zoologie. Anatomie, systématique, biologie. Masson, Paris, t. IX, 1117 p.
- Gry J. 1971. Action de la toxine soluble thermostable de *Bacillus thuringiensis* sur la croissance et le développement du criquet migrateur africain *Locusta migratoria migratorica* (R. et F.) (Orthoptera Acrididae). Thèse de doctorat Biologie animale Univ. Paris Sud. 109 p.
- 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 Ing, I.T.A.S, Ouargla, 62 p.
- Hadjb. 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 de doctorat. Univ, Mohamed Khider, Biskra,130 p.
- Höfte H., Whiteley H.R.1989.Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. *Microbiol. Rev*, 53 : 242-255.
- Idder A. 1984. Inventaire des parasites d'*Ectomylois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) dans les palmeraies d'Ouargla et lâchers de *Trichogrammaem bryophagum* Hartig (Hymenoptera, Trichogrammatidae) contre cette pyrale. Mémoire. Ing. INA, El- Harrach, 63p.
- Idder-Ighili H. 2008. Interaction entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera - Pyralidae) et quelques cultivars de datte dans le palmier de Ouargla (Sud- Est Algérie). Mémoire de Magister en Agronomie saharienne, Université Kasdi Merbah, Ouargla, pp35-40.
- Khoualdia O., Takrouni M.L., Ben Mahmoud O., Rhouman A., Alimi E., Bel Hadj R., Abib M., Brun J. 2000. Lutte contre la pyrale des dattes dans le sud Tunisien. Essai de deux produits naturels, le spinosad et l'azadiractine. Laboratoire A. C.L. Tunisie. pp. 15-17.
- Lacousiere J. O., Boisvert J. 2004. Le *Bacillus thuringiensis israelensis* et le contrôle des insectes piqueurs au Québec. Ministère de l'Environnement. Envirodoq no ENV/2004/0278, 101 p.
- Lambert N. 2010. Lutte biologique aux ravageurs : applicabilité au Québec : Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.). Sherbrooke, Québec, Canada, 87p.
- Lamri H. 2015. Efficacité entomopathogène du *Bacillus subtilis* et du *Bacillus thuringiensis* sur quelques paramètres de croissance et de fécondité du criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Oedipodinae, Acrididae). Thèse Magister, Univ, Mohamed Khider, Biskra .62p.
- Lecadet M.M.,Rrancho E., Cosmao Dumanoir C., Ripoteau H., Hamon S., Laurent P. et Thiery I. 1999. Updating the H-antien classification of *Bacillus thuringiensis*. *J. Appl. Microbio.* 86 :660-672.

- 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.
- Le Berre M. 1978. Mise au point sur le problème du ver de la datte, *Myelois ceratoniae* Zeller. Bull. Agr. Sahar, Vol (1).N°1, pp.1-35.
- Lepigre A. 1963. Essais de lutte sur l'arbre contre la pyrale des dattes (*Myelois ceratoniae* Zeller, Pyralidae). Ann. Epiphyties, 14 (2): 85-101.
- Lhoucine B. 2010. Etude de la persistance de quelques Pesticides dans la culture de le haricot vert Dans la région de Souss Massa.Thèse Doctorat, ENSA, Agadir, 139 p.
- Martin, P.A.W. 1994. An iconoclastic view of *Bacillus thuringiensis* ecology. *Am. Entomol*, 40(1): 85-90.
- Mazollier C. 2012. Protection de la tomate en agriculture biologique. Référente bio PACA maraîchage.4p.
- 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 : 1-9.
- Mehaoua M. S. 2014. Abondance saisonnière de la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839), bioécologie, comportement et essai de lutte. Thèse Doctorat Scien. Agro. Univ Mohammed Khaider, Biskra, 109 p.
- Mohand K. 2012.Evaluation de l'impact biologique de quelques souches locales de *Bacillus* sp. Et *Pseudomonas* spp. Fluorescents vis-à-vis du criquet migrateur *Locusta migratoria* cinerascens (Oedopodinaen : Acrididae). Thèse de Doctorat, Ecole. Nat. Agro. El Harrach, Alger, 172p.
- Moscardi F.1999. "Assesment of the application of baculovirus for control of Lepidopteres". *Annu. Rev. Entomol* 44:257-289.

- Mossini S.A. G. et Kimmelmeier C. 2005. Aárvore Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos Usos. *Acta Farm. Bonaerense* 24(1): 139-48.
- Munier P. 1973. Le palmier dattier. Paris: Ed. Maison-neuve et Larousse, 217 p.
- Nay J. E., Perring TM. 2006. Effect of fruit moisture content on mortality, development and fitness of the Carob moth (Lep: Pyralidae). *Environmental Entomology* 35: 237-244.
- Ouamane A., Bensalah M., et Djazouli ZE. (2017). Approche au monitoring de la pyrale des dattes *ectomyelois ceratoniae* zeller par le recours aux moyens biologiques. *Revue Agrobiologia* 7(1): 312-320.
- Ould El Hadj, M.D., A. Tankari Dan-Badjo et F. Halouane. 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.
- Peyrovi1, M., S.H. Goldansaz and K.T. Jahromi. 2011. Using *Ferula assafoetida* essential oil as adult carob moth repellent in Qom pomegranate orchards (Iran). *African Journal of Biotechnology* 10(3): 380-385.
- Philogene B.J.R. 1991. L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes : problèmes et perspectives. La lutte anti-acridienne. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris: 269-278.
- Sauka, D.H., Basurto-Ríos, R.E., Ibarra, J.E., and Benintende, G.B. 2010. Characterization of an Argentine isolate of *Bacillus thuringiensis* similar to the HD-1 strain. *Neotrop. Entomol* 207:39, 767–773.
- Tirado Montiel M.L., Tyagi R. D. and Valero J. R. 2001. Wastewater treatment sludge as a raw material for the production of *Bacillus thuringiensis* based.
- Viladerbo A. 1975. Parasites et maladies. Chap. IV. Principaux parasites de la datte et du dattier. Service Entomologie – Nématologie de l'I.F.A.C, 67-95.
- Wertheimer M. 1958. Un des principaux parasites du palmier dattier algérien : le Myelois décolore. *Fruits* 13 (8) :109-123.

-Zouioueche F. et Rahim. F. 2008. Etude de quelques aspects bioécologiques de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, et essai d'une lutte biologique par *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki* ; mémoire Inge agro, Biskra .100p.

ملخص

دودة التمر (*Ectomyelois ceratoniae*) هي ظاهرة خطيرة تهدد محاصيل التمر، خاصة في الجزائر كونها واحدة من البلدان المصدرة للتمر. هناك العديد من الطرق لمكافحةها، بما في ذلك الطرق الكيميائية الجذ فعالة و لكن نظرًا لخطورتها على صحة الكائنات الحية والبيئة، فإننا نتعامل مع الطرق البيولوجية

دراسة تأثير السلالة البكتيرية (*Bacillus thuringiensis* var *kurstaki*) على معدل وفيات اليرقات L_2 و L_5 لدودة التمر ودراسة تأثير هذا المنتج على وقت تطور الأفراد الباقين على قيد الحياة. لقد قمنا باختبار المبيدات الحيوية (Dipel) على يرقات عثة التمر في بيئة التكاثر الاصطناعي، وقد لوحظ أن معدل الوفيات في يرقات L_2 تتناسب مع الجرعتين المستخدمتين. ومع ذلك، فإن علاج يرقات كبار السن ذات النسبة المنخفضة أدى إلى انخفاض معدل الوفيات، ولكن لوحظت فترة نمو أطول.

الكلمات المفتاحية: دودة التمر *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, *Ectomyelois ceratoniae* zeller, معدل الوفيات, مبيد حيوي

Résumé

La pyrale des dattes (*Ectomyelois Ceratoniae*) est un phénomène grave qui menace la moisson de dattes, en particulier en Algérie, car elle est l'une des pays exportateurs de dattes. Il existe de nombreuses manières de le combattre, y compris les méthodes chimiques qui sont très efficaces, mais en raison de son danger pour la santé des êtres vivants et pour l'environnement, nous abordons les méthodes biologiques.

L'étude de l'effet de la souche bactérienne *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* sur le taux de mortalité des larves L_2 et L_5 de la pyrale des dattes puis l'étude de l'influence de ce produit sur la durée de développement des individus survivants. Nous avons testé des bio-pesticides (Dipel) sur les larves de pyrale des dattes dans le milieu d'élevage artificiel. On a remarqué que les taux de mortalité chez les larves L_2 sont proportionnels aux deux doses utilisées. Cependant, le traitement des larves âgées avec le faible a donné un faible taux de mortalité, mais on a noté une durée de développement plus longue.

Mots clés : Pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, taux de mortalité, durée de développement.

Abstract

The date moth (*Ectomyelois Ceratoniae*) is a serious phenomenon that threatens the harvest of dates, especially in Algeria, because it is one of the date exporting countries. There are many ways to combat it, including the chemical methods that are very effective, but because of its danger to the health of living beings and the environment, we approach biological methods.

Study of the effect of the bacterial strain *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* on the mortality rate of larvae L_2 and L_5 of the date moth and study of the influence of this product on the development time of surviving individuals. We have tested bio pesticides (Dipel) on date moth larvae in the artificial breeding environment. It has been observed that the mortality rates in L_2 larvae are proportional to the two doses used. However, treatment of elderly larvae with the low yielded a low mortality rate, but a longer development time was noted.

Key word: date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, Mortality rate, bio-pesticide