

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



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

Réf: /

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de
Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Biochimie et Biologie Moléculaire

Thème

Etude de la toxicité du spinosad sur les larves ,
les œufs et sur les paramètres biologiques de la
pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller
1839 dans conditions contrôlées .

Présenté par : BEN RIALA Ouahiba

Devant le jury:

Président: M^{me} BEBBA Nadjat

Promoteur: M^{re} MEHAOUA Mohamed S

Examineur : M^{re} BEN SALAH Mohamed K

Année Universitaire 2013/ 2014

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Avant tout Je remercie dieu tout puissant qui à donné la force et la foi d'arriver à ce stade de là.

*Je tiens à exprimer nos plus vifs remerciée à notre encadreur **M^{er} MEHAOUA M .S** pour avoir bien voulu diriger ce travaille, pour ces précieux conseils.*

*Je remercie **M^{eme} BEBBA N** pour avoir accepté de présider le jury et évalué ce modeste travail,*

*Je remercie aussi **M^e BENSALAH M^{ed} .K** pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Pour le ensemble des cadres de l'I.N.P.V de Biskra pour leur l'aide et particulièrement à **M^e NADJI Slimane**. Pour son aide, sa patience, ses prodigieux conseils et pour le temps qu'il nous a consacré pour la réalisation de ce travail.*

BEN RIALA OUAHIBA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à Allah

A mes très chers parents pour leurs soutiens.

A mon père Ahmed à ma mère Alia

et

A mes très chères grandes mères

A mes très chères sœurs (Karima, Houria, Yasmin, houda)

A mes très chers frères (Youssef, golem Allah, Abdel Allah, Mohamed)

A mon tante a toutes mes oncles et tous ses enfants et toute la famille BENRIAJA

A mes amis des chambres

A mes très chers amis

A toute la promotion 2013/2014

Liste des tableaux
Liste des figures
Liste des abréviations
Introduction.....01

Première partie : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1. LA PYRALE DES DATTES

1.1. Historique.....02
1.2. Définition02
1.3. Position Systématique.....03
1.4. Répartition géographique.....03
1.5. Description morphologique.....04
 1.5.1. Œufs04
 1.5.2. Les larves.....05
 1.5.3. Chrysalide06
 1.5.4. Papillon adulte07
1.6. Les caractéristiques biologiques.....08
 1.6.1. Accouplement.....08
 1.6.2. La ponte.....8
 1.6.3. Eclosion.....9
1.7.Cycle biologique.....10
1.8. Plantes hôtes.....12
1.9. Nombre de génération.....12
1.10. Les Dégâts.....13
1.11. Moyens de lutte.....14
 1.11.1. Lutte chimique.....14

1.10.2. Lutte biologique.....	14
1.11.2.1. Utilisation des insectes auxiliaires.....	14
1.11.3. La lutte avec les biopesticides.....	15
1.11.3.1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	16
1.11.3.2. Spinosad.....	16
1.11.3.3. Azadirachtine.....	16

Deuxième partie : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel biologique.....	17
2.1.1. Pyrale des dattes.....	17
2.1.2. Produit utilisé.....	17
2.1.3. Mode d'action.....	18
2.1.4. Toxicité de spinosad.....	20
2.3.5. Les avantages de produit.....	20
2.2. Méthode utilisée.....	21
2.2.1. Elevage de masse.....	21
2.2.2. Étude de la toxicité du spinosad sur des larves d' <i>E. ceratoniae</i>	23
2.3. Analyse statistique	25
2.4. Etude l'effet du spinosad sur la fertilité des œufs d' <i>E. ceratoniae</i> Zeller.....	26
2.5. Etude l'effet du spinosad sur les paramètres biologiques de la pyrale des dattes.....	27
2.6. Paramètres étudiés.....	27
2.6.1. Paramètres de développement.....	27
2.6.2. Paramètres de reproduction.....	29
2.6.3. Paramètres de croissance.....	30

Chapitre 3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Résultats	31
3.1.1. Etude de la toxicité du spinosad, sur les larves L4 d '<i>E. ceratoniae</i>. Pendant 24h, 48h, 72h, 96h, 120h, 144h, 168h.	31
3.1.1.1. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 24h.....	31
3.1.1.2. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 48h.....	32
3.1.1.3. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 72h.....	32
3.1.1.4. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 96h.....	33
3.1.1.5. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 120h.....	34
3.1.1.6. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 144h.....	34
3.1.1.7. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d' <i>Ectomyeloides ceratoniae</i> pendant 168h.....	35
3.1.1.8. Etude paramètre toxicologique du spinosad sur les larves L4 d'<i>E. ceratoniae</i> pendant 24h ,48 h, 72h, 96h, 120h, 144h, 168h.	36
3.1.2. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 24h, 48h, 72h, 96h, 120h, 144h, 168h, 192h.....	38
3.1.2.1. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 24h.....	38
3.1.2.2. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 48h.....	39

3.1.2.3. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 72h.....	39
3.1.2.4. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 96h.....	40
3.1.2.5. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 120h.....	40
3.1.2.6. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 144h.....	41
3.1.2.7. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 168h.....	41
3.1.2.8. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> pendant 192h.....	42
3.1.2.9. Etude paramètre toxicologique du spinosad sur les larves L5 d'<i>E. ceratoniae</i>	43
3.1.3.Action de biopesticide (spinosad) sur les œufs d'<i>E. ceratoniae</i>	45
3.1.3.1. Taux moyen les œufs éclos traités par spinosad	45
3.1.4. Effet du spinosad sur les Paramètres biologique d'<i>E. ceratoniae</i>	47
3.1.4.1. Paramètre de développement	47
3.1.4.2. Paramètres de la reproduction.....	49
3.1.4.3. Paramètres de croissance	50
3.2. Discussion	53
Conclusion	57
Références Bibliographique	58
Annexe	
Résumé	

Liste des tableaux

N= ° de tableau	Titre	page
3.1	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 24h	31
3.2	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 48h	32
3.3	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 72h	33
3.4	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 96h	33
3.5	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 120h	34
3.6	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 144h	34
3.7	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 168h	35

3.8	Paramètres toxicologiques du spinosad après une exposition 24h ,48 h, 72h, 96h, 120h, 144h, 168h.	36
3.9	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad 24h	38
3.10	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad 48h	39
3.11	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad 72h	39
3.12	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad 96h	40
3.13	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad 120h	40
3.14	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad 144h	41
3.15	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad 186h	41
3.16	Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i> exposées à 4 concentrations de spinosad 192h	42
3.17	Paramètres toxicologiques du spinosad après une exposition 24h ,48 h, 72h, 96h, 120h, 144h, 168h.	43

3.18	Taux moyen d'éclosion des œufs traité par quatre doses du spinosad	45
3.19	Paramètre de la durée moyenne des différents stades du cycle biologique d' <i>E. ceratonia</i> après traitement par spinosad (jours).	47
3.20	Paramètres de la reproduction	49
3.21	Paramètre de croissance.	51

Liste des figures

N° de figure	Titre	Page
1.1	Les œufs d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	4
1.2	Larve d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	5
1.3	Chrysalide d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	6
1.4	Adulte d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	7
1.5	L'accouplement chez l' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	8
1.7	Eclosion l'œuf d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	9
1.7	Cycle biologique de la pyrale des dattes	11
1.8	Dégâts d'attaques de la pyrale des dattes	13
2.9	<i>Saccharopolyspora spinosa</i>	17
2.10	Structures de spinosad (Spinosyn A et spinosyn D)	18

2.11	Un double mode d'action spinosad	19
2.12	Procédé d'élevage d' <i>E. ceratoniae</i> sur le milieu artificiel	22
2.13	Procédé de traitement des larves (L ₄ - L ₅) par le Spinosad	24
2.14	Les étapes de réalisation du traitement au laboratoire sur les œufs	26
2.15	Capsule céphalique d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	28
3.18	Action de <i>spinosad</i> sur les L'œufs d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> zeller	46

Liste des abréviations

CL	: Concentration létal
D	: Dose
<i>E. ceratoniae</i>	: <i>Ectomyelois ceratoniae</i>
F	: Ficher
Fig	: Figure
L1	: Première stade larvaire
L2	:Deuxième stade larvaire
L3	:Troisième stade larvaire
L4	:Quatrième stade larvaire
L5	:Cinquième stade larvaire
N^{bre}	: Nombre
P	: Probabilité
R	: Répétition
R²	: Coefficient de détermination de régression
Tab	: Tableau

Introduction

L'agriculture oasienne repose essentiellement sur la plantation du palmier dattier, à laquelle sont associées d'autres cultures : arboricoles, maraîchères et fourragères, formant ainsi l'agro-système oasien typique à trois étages. Le palmier dattier, *Phoenix dactylifera* L. est synonyme de vie au désert. Cultivé depuis des temps anciens dans les régions chaudes du globe terrestre, suite à son adaptation au climat des régions sahariennes, arides et semi arides (HOUDA, 2012).

Selon BEN ABDALLAH (1990), le palmier dattier est une espèce arboricole très particulière tant par sa morphologie que par ses exigences climatiques et ses exigences en eau. La palmeraie algérienne est essentiellement localisée dans les zones de la partie sud-est du pays (HOUDA, 2012)

Les dattes constituent un revenu principal sur le plan agricole pour les populations des régions sahariennes des points de vue alimentaire et économique, toutefois cette denrée est sujette aux attaques de la pyrale des dattes « *Ectomyelois ceratoniae* », qui occasionne des problèmes récurrents dans les parcelles de palmier dattier (DJAZOULI et al., 2008).

La polyphagie de cet espèce, sa large répartition dans l'espace et sur des hôtes variés rendent difficiles la mise au point d'une lutte chimique efficace, dans ces conditions seuls la lutte biologique peut être capables de limiter les dégâts de ce ravageur ; l'utilisation d'une pareille méthode implique la connaissance parfaite de la bio écologie de ce ravageur (DOUMANDJI, 1981).

Ce travail a été réalisé dans le but étudié de la toxicité du spinosad sur les larves et les oeufs et sur les paramètres biologiques de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller dans des conditions contrôlées.

Notre travail est organisé en plusieurs chapitres séparées on deux partie une partie bibliographique qui contient un chapitre ; concerne les données bibliographiques sur la pyrale des dattes. Et une partie expérimentale qui englobe le deuxième chapitre expliquant la méthodologie adoptées au laboratoire et un troisième chapitre qui comporte l'interprétation et la discussion des résultats obtenus. En fin le travail sera achevé par une conclusion générale qui englobe des suggestions et des perspectives.

Synthèse bibliographique

Chapitre 1

La pyrale des dattes

1.1. Historique

Ectomyelois ceratoniae Zeller a été décrite pour la première fois par Zeller en 1839 à partir d'un spécimen provenant de l'Autriche. Elle était classée au départ dans le genre *Myelois* créé par Hübner en 1816. Actuellement, elle fait partie du genre *Ectomyelois* qui a été créé en 1959 par Heinrich. Ce genre regroupe les espèces : *E. ceratoniae* Zeller, 1839, *E. decolor* Zeller, 1881, *E. furvidorsella* Ragonot, 1888, *E. muri scie* Dyar, 1941 et *E. zetecki* Heinrich, 1956 (DOUMANDJI, 1981), actuellement on retient le nom *d'Ectomyelois ceratoniae* Zeller, communément appelé pyrale des caroubes (DHOUIBI, 1982).

1.2. Définition

Ectomyelois ceratoniae Zeller = ver des dattes = ver des caroubes (Carob moth.) ; Ce lépidoptère est un ravageur de plein champ et de stockage (DHOUIBI, 1991)

Selon Hossein (2012), la mite de caroube, *d'Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (lépidoptères : Le Pyralidae) est un parasite polyphage de fruit.

Ectomyelois ceratoniae Zeller est un ravageur très polyphage recensé en Algérie sur 32 plantes-hôtes dans des étages bioclimatiques très différents, subhumide ou humide au nord-est sur le littoral ou semi-aride au nord-ouest côtier à aride dans les oasis au sud (DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI, 1993).

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

1.3. Position systématique

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

❖ Région :	Metazoa
❖ Embranchement :	Arthropoda
❖ S/ embranchement :	Mandibulata
❖ Classe :	Insecte
❖ Ordre :	Lepidoptera
❖ Famille :	Pyralidae
❖ S/famille:	Phycitinae
❖ Genre:	<i>Ectomyelois</i>
❖ Espèce:	<i>Ectomyelois ceratoniae</i> (Zeller, 1839).

1.4. Répartition géographique

Selon DHOUIBI (1991), la pyrale des dattes est une espèce cosmopolite a' vaste répartition géographique. Elle est répandue dans tout le bassin méditerranéen (DHOUIBI et JEMMAZI, 1993).

Il s'agit d'une espèce cosmopolite susceptible de se rencontrer partout dans le monde. Elle existerait Actuellement sur les pays suivants : Elle existerait aux îles Hawaï, en Floride, en Amérique Latine, sur le pourtour méditerranéen, notamment en Tunisie, Algérie, Maroc, en Palestine et en Arabie Saoudite (DHOUIBI, 1982). D'après LE BERRE (1978), sa présence a aussi été signalée en Espagne, en Italie, en Grèce et en France.

Selon DOUMANDJI (1981), en Algérie a signalé deux zones de multiplication d'*E ceratoniae*, la première, une bordure littorale de 40 à 80 km de large, s'allongeant sur près de 1000 km la seconde constituée par l'ensemble des oasis dont les plus importantes sont situées le long de la région Sud - Est.

1.5. Description morphologique

La morphologie et la description de la pyrale des dattes sont présentés suivants :

1.5.1. L'œuf

L'œuf le plus souvent de forme ovoïde, à face aplatie et à surface chagrinée. La coloration est variable ; elle est parfois rouge, orangée avec un réseau interne d'entrelacs foncés visible, le plus souvent grisâtre à incolore (WERTHEIMER, 1958). L'œuf fraîchement pondu est blanc, luisant et mesure 0,56 mm selon le grand diamètre (DHOUBI, 1982)

D'après Le Berre (1978), l'œuf est entouré par une cuticule translucide, d'aspect chagriné qui laisse apparaître la coloration orangée ou jaune des éléments internes (Fig. 1. 1)

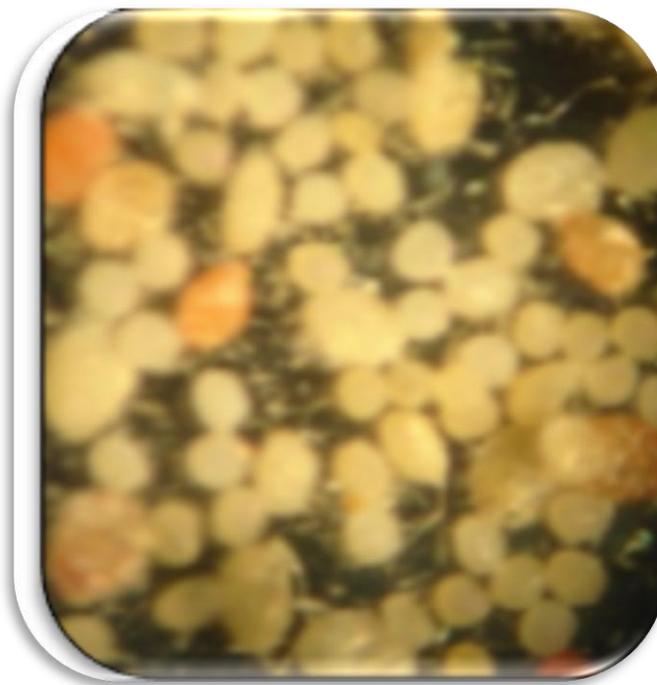


Figure 1. 1. Les œufs d'*Ectomyelois ceratoniae* (ORIGINAL, 2014).

1.5.2. 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 des quelles 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) (Fig.1.2).

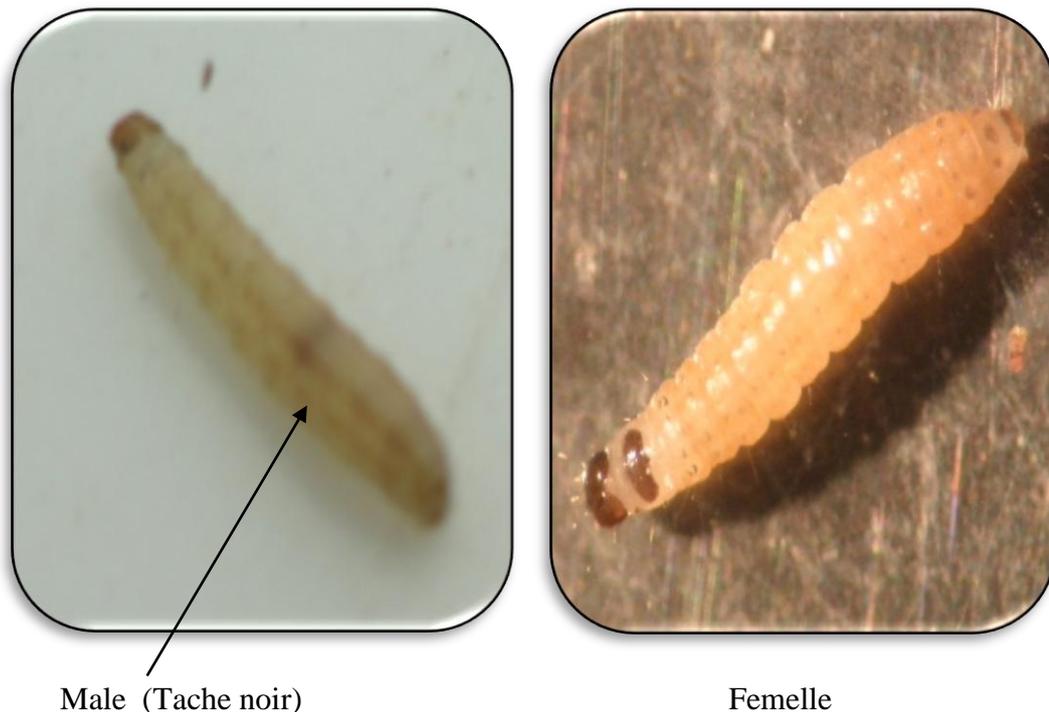


Figure 1.2. Larve d'*Ectomyelois ceratoniae* (ORIGINAL, 2014).

1.5.3. Nymphe (chrysalide)

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. Elle est caractérisée par la présence de 7 paires d'épines sur les sept premiers segments abdominaux et deux crochets à l'extrémité abdominale (DHOUIBI, 1991).

Selon DHOUIBI (1982), comme la plupart des lépidoptères ditrysien, la distinction des chrysalides mâles et femelles se fait grâce à la situation du pore génital virtuel nettement plus antérieur chez la femelle que chez le mâle; chez la femelle l'orifice de copulation se trouve sur le 8^{ème} segment et l'orifice de ponte sur le 9^{ème} segment (Fig.3.3).

D'après même auteur la nymphe d'*E. ceratoniae* est caractérisée par la présence d'une crête dentelée entourant le thorax, l'existence, à l'extrémité postérieure de deux petits crochets caractéristiques ainsi que d'épines fortement clarifiées sur les 7 premiers segments abdominaux.



Figure 1. 3. Chrysalide d'*Ectomyelois ceratoniae* (ORIGINAL, 2014)

1. 5.4..Papillon adulte

Selon LE BERRE (1978), le papillon mesure de 6 à 14 mm de longueur et de 24 à 26 mm d'envergure. Dans l'ensemble, les mâles sont plus petits que les femelles (9.32 mm contre 10.35 mm). Sa face dorsale présente une coloration qui varie du blanc crème au gris foncé avec des mouchetures sombres plus au moins marquées sur les ailes antérieures. La face inférieure et les pattes sont de couleur claire (blanc ou gris uniforme). Les ailes sont bordées de longues soies claires à leur partie postérieure (Fig.1.4).

Selon le même auteur, les nervures M2 et M3 qui sont individualisées chez *Ectomyelois* les antennes sont semblables dans les deux sexes et sont constituées de segments filiformes. L'œil composé est de grande dimension. Il est fortement bombé, très sombre ou noir.



Figure 1. 4. Adulte d'*Ectomyelois ceratoniae* (ORIGINAL, 2014)

1.6. Les caractéristiques biologiques

1.6.1. L'accouplement

Selon DHOUIBI (1982), l'accouplement Chez l'*E. Ceratoniae* montre que l'âge des mâles intervient dans le comportement sexuel, ainsi des mâles âgés de 2 à 3 jours entrent en activité sexuelle. Malgré la petite taille des insectes et les grandes dimensions de la cage d'accouplement, les mâles volent au hasard au début de l'activité sexuelle, puis tendent à s'orienter vers la source d'émission de la substance attractive, en sortant les pinceaux androconiaux. A proximité d'une femelle en position d'appel, le mâle sort ses génital puis touche l'abdomen et les ailes de sa partenaire par ses antennes, puis survient l'accouplement (Fig. 1.5).



Figure 1.5. L'accouplement chez l'*Ectomyelois ceratoniae*

(ORIGINAL ,2014)

1.6.2. La ponte

Dans tous les cas, les pontes décelées sur dattes on été fertiles; quelques heures après la ponte les œufs virent alors au rose; une durée d'incubation de 3 à 4 jours dans les conditions climatiques ambiantes est nécessaire. Après l'éclosion, les jeunes larves néonates, issues des œufs pondus à l'extérieur du fruit, gagnent l'intérieur du fruit (DHOUIBI, 1982). Le dépôt des

œufs commence 24 heures après l'accouplement et cette ponte est échelonnée sur une longue période de vie de la femelle (LE BERRE, 1978).

Selon WERTHEIMER (1958) a mentionné que les femelles pondent 60 à 100 œufs en 24 à 26 h après la copulation et DHOUBI (1982) in DHOUBI (1991) montre qu'une femelle peut pondre jusqu'à 215 œufs dans les conditions contrôlées. *L'E.ceratoniae* préfère pondre sur des supports rugueux, la femelle palpe avec son ovipositeur le support de ponte qui constitue une stimulus pour l'ovipositeur.

1.6.3. Eclosion

Les œufs éclosent trois à quatre jours après la ponte, donnant naissance à des chenilles du premier stade larvaire, outre ces chenilles dans la datte et creusent une galerie jusqu'à la cavité du noyau (VILARDIBO, 1975) (Fig.1.6).



(ORIGINAL, 2014)

Figure1.6. Eclosion l'œuf d'*Ectomyelois ceratoniae*

1.7. Cycle de développement

L'*Ectomyelois ceratoniae* est un micro lépidoptère, passe successivement par de différents stades : d'œuf, chenille, chrysalide et adulte.

D'après GOTHILF (1969), les émergences des adultes ont lieu dans la première partie de la nuit. Les papillons à l'air libre ou même à l'intérieure des enclos où ils sont nés sans avoir besoin de voler au préalable (WERTHEIMER, 1958). La copulation est relativement longue, elle dure plusieurs heures. Une femelle émet en moyenne de 60 à 120 œufs qui éclosent à quatre jours après cette ponte (LE BERRE, 1978) (Fig.1.7).

Selon WERTHEIMER (1958), la chenille néonatale aussitôt après sa naissance, cherche un abri et de la nourriture. Elle fore des trous et creuse une galerie et se localise entre la pulpe et les noyaux. Cet orifice, des chenilles se fait par mues successives (VILARDIBO, 1975).

D'après LEPIGRE (1963), la nymphose à une durée indéterminée. L'imago qui en résulte à une durée de 3 à 5 jours pendant laquelle il va s'accoupler et pondre.

Selon LE BERRE (1978), il est extrêmement rare de trouver dans la même datte deux larves d'*Ectomyelois ceratoniae*, cela est dû au phénomène de cannibalisme caractéristique de cette espèce. La larve de cette espèce qui se nourrit à l'intérieur du fruit affecte fortement la qualité des fruits (MOZAFFARIAN, 2007),

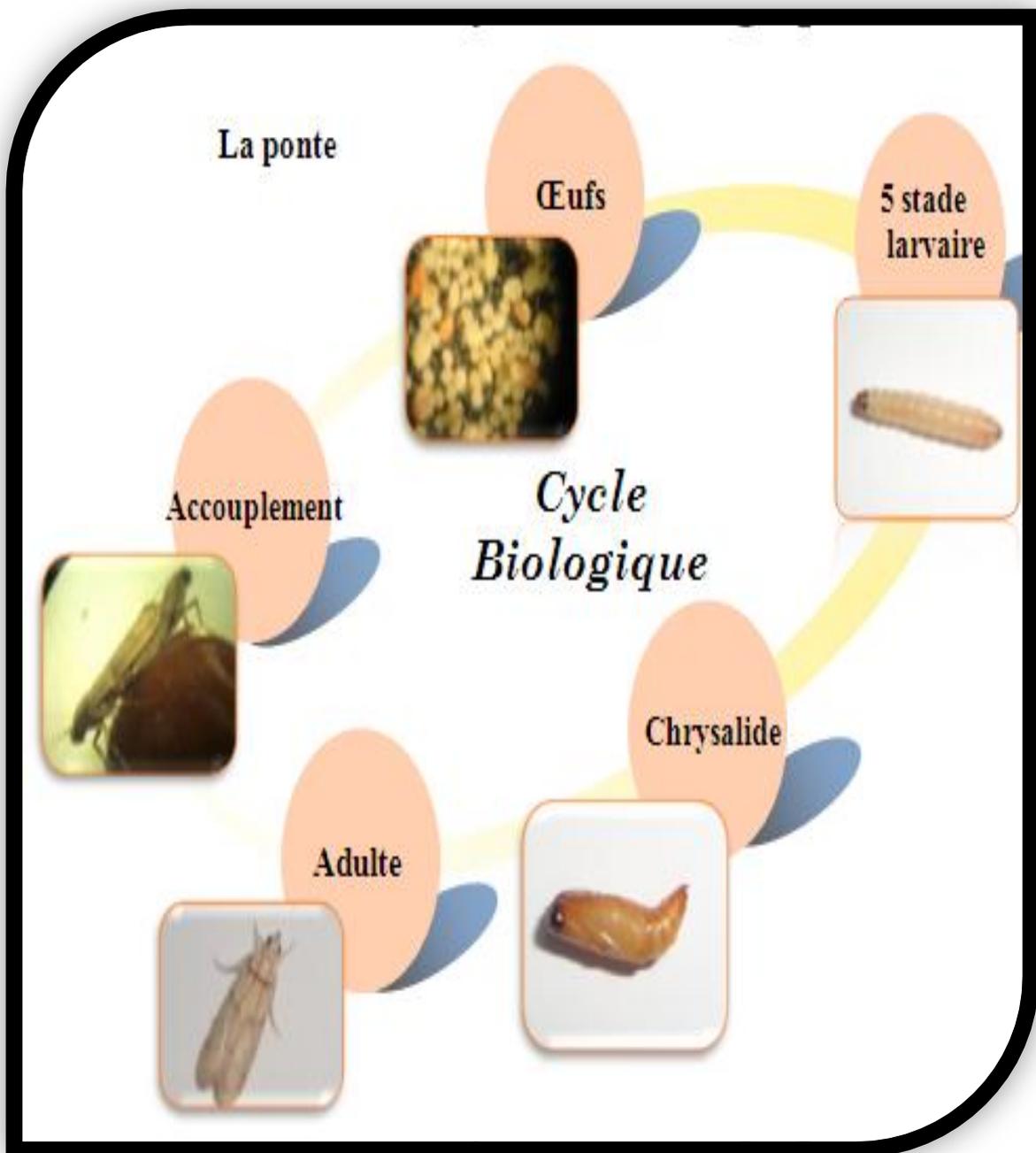


Figure 1. 7. Cycle biologique de la pyrale des dattes (ORIGINAL, 2014).

1.8. Plantes hôtes

Le papillon de caroube, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) est un parasite cosmopolite bien connu de nombreuses cultures (TABATABAEI *et al.* , 2011). La larve de cette espèce dénommée a teigne des caroubes et des figues en Afrique du Nord, attaque au Sénégal, non seulement certains fruits : goyaves, mandarines, pommes, cannelles, etc., mais on la rencontre également sur les fruits séchés d'importation : figues, dattes, et également sur les arachides, les semoules...etc. (MALLAMAIRE , 1950).

Selon VALENCE, JIMENEZ *et al.* (2008), les larves peuvent manger chaque partie des plantes hôtes. D'après DOUMANDJI (1981) le nombre de plantes hôtes reconnues étant de 49 espèces dans le monde, dont 32 en Algérie les principales espèces présentes en Algérie sont le caroubier *Ceratoniae siliqua* (L).

1.9. Nombre de génération

Selon BALACHOWSKY (1972), le nombre de génération d'*E. ceratoniae* varie du nord au sud. A la limite nord de son aire de répartition, il n'y a qu'une génération pendant l'été, plus au sud, deux générations peuvent exister dont la deuxième comportant un vol massif et souvent prolongé (août-septembre).

D'après DOUMANDJI (1981), *l'E. ceratoniae* est une espèce très polyphage pouvant atteindre dans des bonnes conditions quatre générations qui se succèdent au cours de l'année. Ce nombre de générations varie en fait de 1 à 4 en fonction des conditions climatiques et de la plante hôte et varie d'un pays à l'autre. Mais WERTHEIMER (1958) montre que trois générations qui se succèdent au cours de l'année.

1.10. Les dégâts

L'*Ectomyelois ceratoniae* est actuellement considérée comme le déprédateur le plus redoutable des dattes et comme la principale contrainte à l'exportation (DOUMANDJI, 1981 ; DOUMANDJI-MITICHE, 1983 ; IDDER, 1984 ; RAACHE, 1990 ; HADDAD, 2000). Le pourcentage de fruits attaqués est souvent supérieur à 10 % et peut atteindre 30 % en Afrique du Nord (WERTHEIMER, 1958). Au moment de la récolte, ce pourcentage peut même parfois atteindre 80 % (MUNIER, 1973). A' Ouargla, il a été constaté que le pourcentage de fruits attaqués était de 42,5 % au sol et augmentait dans les lieux de stockage jusqu'à 64,7 % (DOUMANDJI-MITICHE, 1983) (Fig.1.7).



Trou de sortie de l'imago

Figure 1.8. Dégâts d'attaques de la pyrale des dattes

(ORIGINAL ,2014)

1.11. Moyens de lutte

La pyrale est considérée comme un danger permanent, elle engendre chaque année des dégâts non négligeable sur les fruits destinés à la commercialisation. Cependant il existe plusieurs moyens de lutte contre ce ravageur; on peut citer :

1.11.1. Lutte chimique

Les moyens de lutte préconisés ici sont basés essentiellement sur l'utilisation de pesticides autorisés en lutte intégrée et concernent la pyrale de dattes (ANONYME, 2010).

Selon WARNER *et al.* (1990), l'utilisation de pulvérisations d'insecticides sur de nombreuses cultures de produits stockés tels que les dates et pistache est considéré indésirable par les consommateurs.

Désinsectiser les dattes destinées au stockage par fumigation sous bâche à base de gaz non toxiques (bisulfite de carbone et tétrachlorure de carbone) ou par traitement à la chaleur de 55 à 60°C pendant 1 h 30 à 2 heures (ANONYME, 2010).

1.11.2. Lutte biologique

Il existe de nombreuses définitions de la lutte biologique mais nous nous en tiendrons à une définition générale telle que celle proposée par Van Driesche et Bellows (1996) « La lutte biologique est un processus agissant au niveau des populations et par lequel la densité de population d'une espèce est abaissée par l'effet d'une autre espèce qui agit par prédation, parasitisme, pathogénicité ou compétition ». La lutte biologique est donc l'utilisation d'organismes vivants dans le but de limiter la pullulation et/ou la nocivité des divers ennemis des cultures « rongeurs, insectes, nématodes, maladies des plantes et mauvaises herbes » (EILENBERG *et al.*, 2001).

Actuellement la lutte biologique reste comme 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.

1.11.2.1. Utilisation des insectes auxiliaires

Selon ANONYME (2010), les populations d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller peuvent être également limitées par lâcher d'insectes parasitoïdes.

**Phanerotoma ocuralis* sur les dattes en régime (sont des parasites ovo-larvaires, la ponte des ces espèces se fait dans l'œuf de l'hôte mais le développement larvaire du parasite se déroule d'abord dans l'œuf puis dans les différents stades larvaires de la chenille –hôte) (DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI, 1993).

**Bracon hebetor* sur les lots de dattes tombées au sol (est un parasite des larves, la femelle parasite dépose plusieurs œufs sur l'insecte – hôte et tout le développement larvaire du parasite se déroule sur le corps de l'hôte, à la fin de son développement, la larve parasite quitte le dépouille larvaire pour construire son cocon de nymphose loin de l'hôte) (HAMDANE *et al.*, 2012).

**Trichogramme cacoeciae* (Hym. : *Trichogrammatidae*) a également été couronnée de succès. D'après Dhouibi (1989) est un parasitoïde ovo-larvaire, qui est mis en les œufs de l'hôte et développé à l'intérieur de la larve.

1.11.3. Lutte avec les biopesticide

Le terme « pesticides» est une appellation générique couvrant toutes les substances (molécules) ou produits (formulations) qui éliminent les organismes nuisibles, qu'ils soient utilisés dans le secteur agricole ou dans d'autres applications. En agriculture, ils sont utilisés pour assurer la protection des plantes cultivées contre adventices, maladies et agresseurs, ainsi que les produits récoltés contre les attaques de champignons, insectes, acariens, rongeurs... Afin de contrôler les insectes ravageurs, il existe aujourd'hui des extraits de plante à base de roténone et de pyréthrine. Cependant, de nombreuses plantes sauvages révèlent une activité insecticide (PASCUAL, VILLALOBOS *et al.*, 1999).

Les bio pesticides se définissent comme des pesticides d'origine biologique, c'est-à-dire, organismes vivants ou substances d'origine naturelle synthétisée par ces derniers, et généralement tout produit de la protection des plantes qui n'est pas issu de la chimie (ROCHEFORT, 2006) .

Parmi les biospesticides qui ont été utilisés dans la lutte contre la pyrale des dattes on a :

1.11.3.1. *Bacillus thuringiensis*

La bactérie *Bacillus thuringiensis* a été le premier microorganisme homologué comme bio pesticide, *Bacillus thuringiensis* est une bactérie Gram + qui est pathogène pour les larves de plusieurs espèces, et en particulier pour les larves de lépidoptères. L'infection des larves est causée par l'endospores de l'espèce. le *B. thuringiensis* produit pendant la sporulation des inclusions cristallines constituées d'une ou plusieurs protéines insecticides connus sous le nom d'endotoxines Cyr ou des protéines (ANDERMATT *et al.*, 1988)

D'après DHOUIBI (1991), *B. thuringiensis* variété Kurustaki est une bactérie qui agit sur les larves d'*E. Ceratoniae* par ingestion avant leur pénétration dans les dates.

1.11.3.2. Spinosad

Spinosad un biopesticide du commerce basé sur la fermentation produits des actinomycètes du sol, *Saccharopolyspora spinosa* a été classé comme un insecticide à pour la protection de l'environnement (THOMPSON *et al.*, 2000 ; HERTLEIN *et al.*, 2011).

D'après ANONYEME (2005), le spinosad a été utilisé comme un agent protecteur sur les matières premières stockées telles que le blé, le maïs, le riz, sorgho...etc.

1.11.3.3. Azadirachtine

Azadirachtine est un composé majeur de l'huile de neem, pressés dans les fruits et les graines d'Azadirachtine indica (Indica de neem ou margousier) (ASCHER ,1990 et KOUL 1990 ; MORDUE ,1992). L'activité insecticide de l'Azadirachtine est assez complexe, car il peut agir comme un régulateur de croissance des insectes, mais pose aussi des activités d'alimentation et de dissuasion de ponte (SCHMUTTERER, 1990). L'efficacité de ce produit a été testée contre la pyrale des dattes *E. ceratoniae* en Tunisie et les résultats obtenus montrent que l'Azadirachtine est très efficace contre la pyrale des dattes où il permet de réduire le niveau d'infestation de 9,5 % à 0,5 % (KHOUALDIA *et al.*, 2000).

Partié exprémentale

Chapitre 2

Matériels et Méthodes

Au cours de notre expérimentation nous avons procédé à un élevage de masse de pyrale *d'Ectomyelois ceratoniae* zeller dans un premier temps .

En deuxième lieu nous avons testés l'efficacité de spinosad sur les larvess (L4-L5) de ce ravageur et sur les œufs ;par ingestion .

2.1. Matériels biologique

Le matériel biologique se compose d'individus *d'E. ceratoniae* (l'œuf, les larves, et les adultes).et pour l'étude des aspects bioécologique de la pyrale des dattes exige un élevage de masse réalisé au laboratoire de Station Régionale de Protection des végétaux (SRPV) de Biskra et produit biologique (bio pesticide) spinosad.

2.1.1. Pyrale des dattes

Est une souche *d'Ectomyelois ceratoniae* qui provient des dattes infestées de l'année 2013 récolté des palmeraies de la région de Biskra (Ouled djellal).

2. 1.2. Produit utilisé (spinosad)

Selon RENJUN GAO *et al.* (2007) indique le spinosad est un agent de lutte contre les insectes qui est dérivé d'une bactérie du sol d'origine naturelle, et qu'il est efficace sur plusieurs classes d'en particulier les insectes, les larves de lépidoptères. D'après SALGADO (1998) on montré que le spinosad est un insecticide d'origine biologique (famille chimique des naturalités) composé d'un mélange de deux métabolites (spinosynes A et D) (Fig.2.10) synthétisés par la bactérie *Saccharopolyspora spinosa*, du groupe des actinomycètes. Et est enregistré pour utilisation sur une variété des cultures dans de nombreux pays (RENJUN GAO *et al.*, 2007) (Fig.2.9).

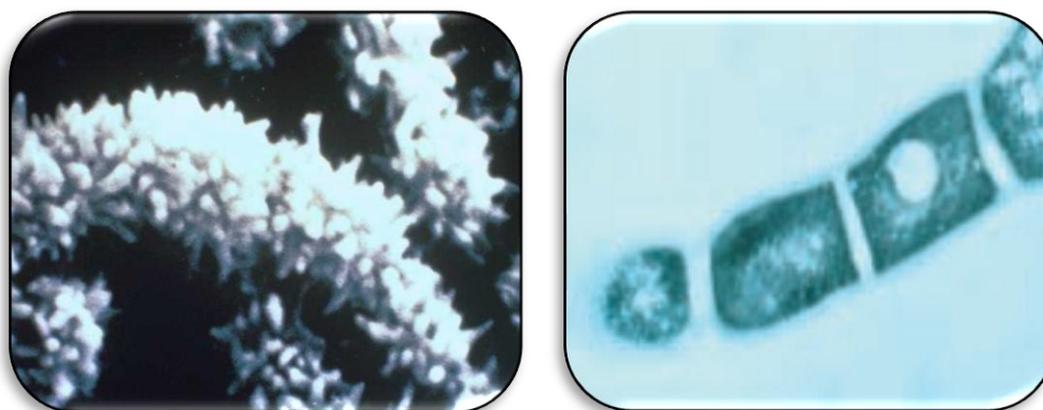


Figure 2. 9. *Saccharopolyspora spinosa* (MERTZ et YAOR, 1990).

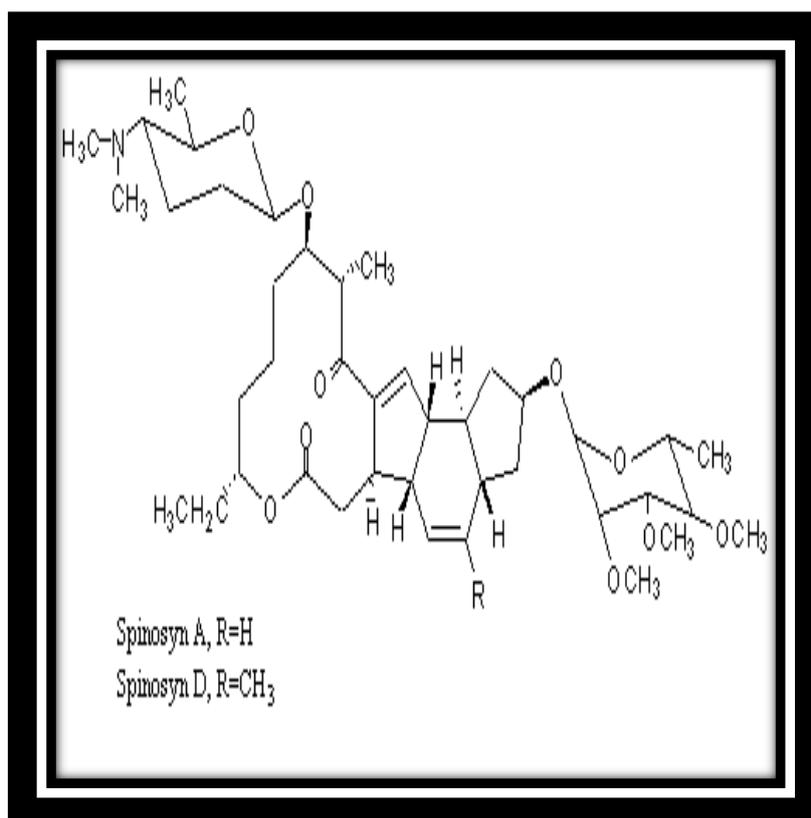


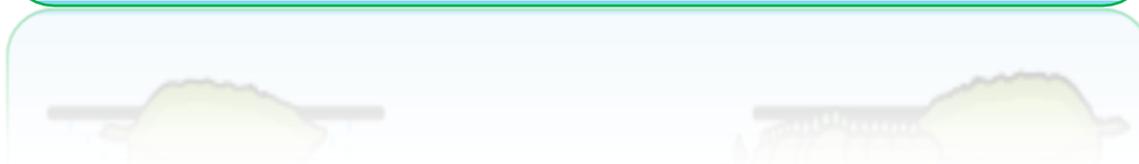
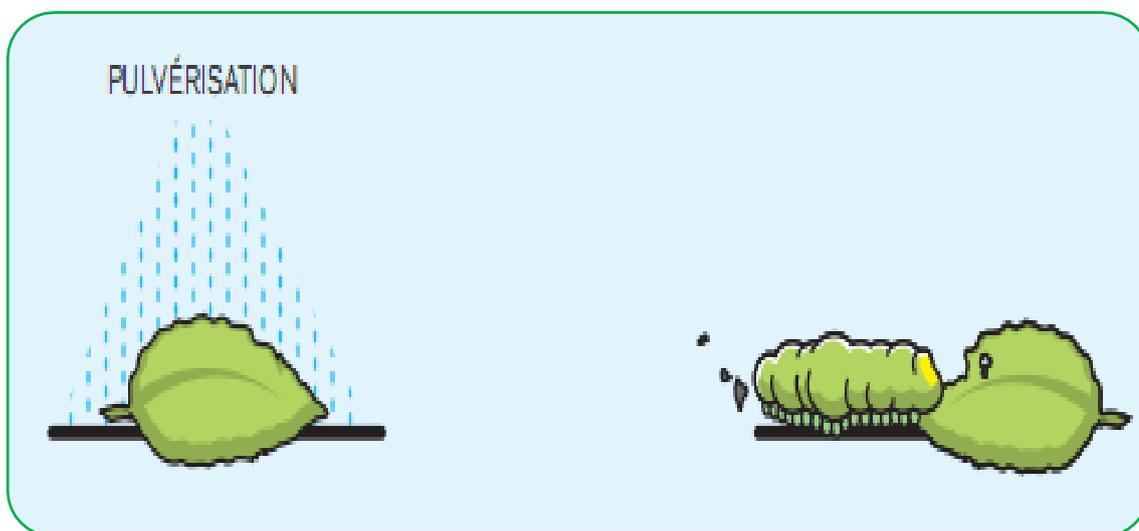
Figure 2.10. Structures de spinosad (Spinosyn A et spinosyn D) (ABOUL-ENEIN *et al.*, 2012).

2.1.2.1. Mode d'action

Son action a été découverte par hasard sur certains insectes ; depuis, elle a été identifiée et bien caractérisée. Le produit agit essentiellement par ingestion mais également par contact (Fig.2.11), Spinosad outre un effet anti-appétant, agit sur le système nerveux des insectes, entraînant une contraction involontaire des muscles et une paralysie mortelle. La mort peut survenir jusqu'à deux jours après le traitement : il faut donc attendre un peu avant de procéder à un contrôle de l'efficacité (JACQUET, 2002).

Selon SALGADO (1998), il possède en outre une action secondaire agit à la fois sur les récepteurs GABA.

A/ action par ingestion



B / Action par contact

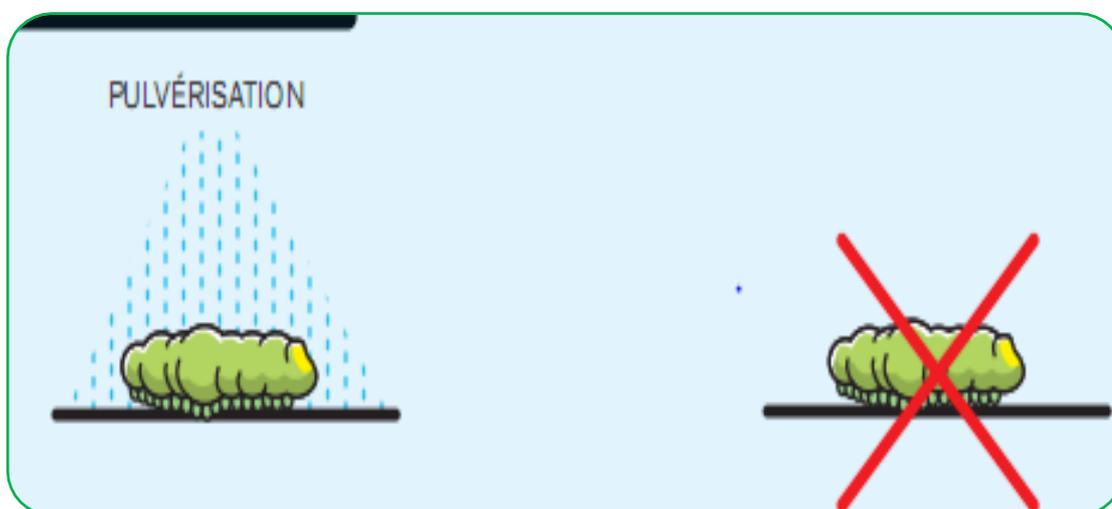


Figure.2.11. Un double mode d'action spinosad; **A** : Pulvérisation sur un support en présence du ravageur= Activité identique à celle des insecticides de synthèse ; **B** : Pulvérisation d'une feuille puis introduction et absorption de produit par le ravageur =activité plus importante que celle obtenue avec

2.1.2.2. Toxicité

Le spinosad possède une très faible toxicité pour les mammifères. Il est par exemple 100 à 1000 fois moins toxique pour la faune aquatique et en particulier les poissons que les insecticides de la famille des pyréthrinoïdes (BRETT *et al.*, 1997).

D'après SAUNDERS et BRETT (1997), la dégradation du produit dans le sol se fait par les cycles naturels de dégradation par la lumière et la biomasse microbienne. La demi-vie du Spinosad sur les feuilles est de l'ordre de 1 à 15 jours, selon l'intensité lumineuse dans le sol, elle est l'ordre de quelques jours. Les métabolites du produit «spinosynes» pourraient par contre être plus persistants : leur accumulation dans le sol peut donc présenter un risque toxicologique à vérifier par un suivi précis.

2.1.2.3. Les avantages de spinosad

- ✚ Ce mode d'action unique, le faible risque d'apparition de résistance croisée.
- ✚ Le faible impact sur les auxiliaires laisse penser que ce produit aurait un profil plutôt favorable.
- ✚ Faiblement toxique vis-à-vis des acariens prédateurs phytoséides.
- ✚ Aucune toxicité particulière n'a été remarquée sur la flore du sol, ainsi que sur les vers terre (JACHETTA, 2001)
- ✚ Dose minime dans l'environnement
- ✚ Faible risque pour l'applicateur.
- ✚ Faible risque pour les organismes non ciblés.
- ✚ Sans risque pour les zones proches.
- ✚ Un excellent profil pour la protection intégrée

2.2. Méthodes de travail

2.2.1. Elevage de masse

Les dattes infestées ont été mis dans des paniers en plastique sur des étagères dans des chambres d'élevages contrôler de Station Régionale de la Protection des Végétaux (SRPV) de BISKRA, à une température de $28\text{ C}^{\circ} \pm 1$ et une humidité relative de (50 %) et une photopériode 16 heures lumière et 8 heures obscurité), afin de favoriser et d'accélérer l'émergence des adultes de la pyrale, ces derniers sont capturés à l'aide d'un tube à essai ou un filet fau choir, ensuite ils sont mise à l'intérieures des bocaux d'accouplement . Après accouplement, les femelles vont pondre les œufs à l'intérieure des bocaux, les œufs pondus sont déversés à traverses le tulle à maille fine dans le milieu d'élevage composé d'un mélange de son de blé (25 %), farine de blé (50%) et farine des dattes Deglet Nour (25%) humidifié par l'eau distillé (BENRIALA ,2014).

Dans des boîtes en plastiques de grand modèle, sur les quelles il est indiquée la date de l'ensemencement. Après quelque jours, les œufs éclosent et le développement larvaires va se faire dans le milieu d'élevage jusqu'aux derniers stades larvaires ($L_4 - L_5$) où on peut faire le sexage. La distinction des larves mâles des femelles se déterminé par la présence d'une tache noire sur la face dorsale des larves mâles entre le 7^{ème} et le 8^{ème} segment abdominal. A ce stade les larves mâles et les larves femelles sont mise séparément chacune dans un tube à hémolyse avec un morceau de carton ondulé, fermée avec un bouchon de coton pour favorisée le passage des larves en stade chrysalide. Les tubes à hémolyse comportant les larves de chaque sexe, sont groupés, maintenus par des élastiques et mise dans des boîtes en plastiques.

A l'émergence des adultes, nous avons placé les couples chacun dans une boîte de pétri, dont la face inférieure est couverte par un papier noire qui nous permet de dénombrer les œufs pondus, sur chaque boîte il est indiqué la date de la mise en place des couples.

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 et la longévité du mâle et de la femelle. Le nombre total des œufs pondus par femelle est mise dans le milieu artificiel d'élevage pour déterminer la sex-ratio. Aussi, le calcule du taux d'éclosion des œufs a été déterminé l'incubation de œufs répartie sur boîte de pétri.

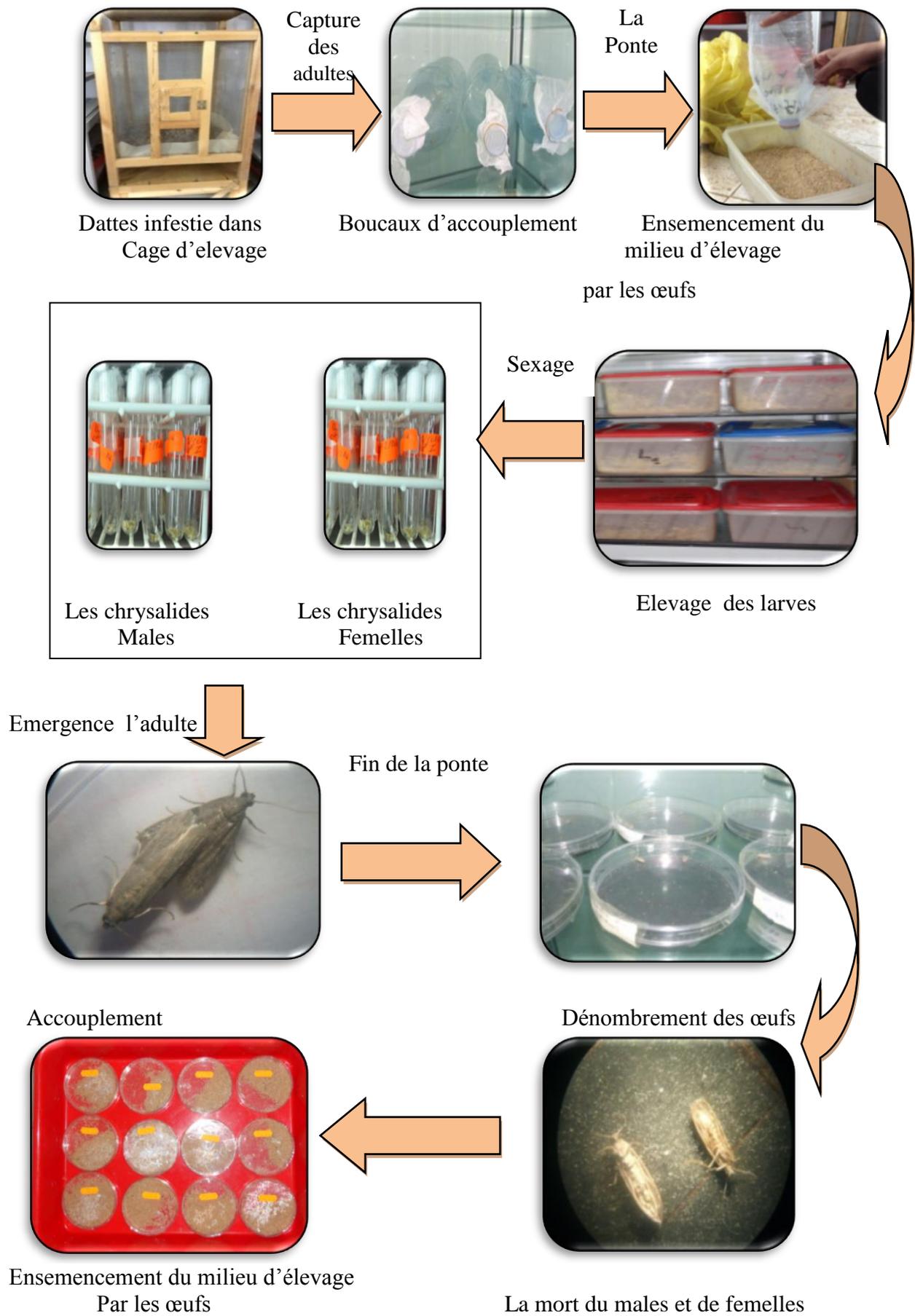


Figure 2.12. Procédé d'élevage d'*E. ceratoniae* sur le milieu artificiel

2.2.2. Étude de la toxicité du spinosad sur des larves d'*E. ceratoniae*

Le traitement au laboratoire des larves de la pyrale par le Spinosad a pour objectifs de déterminer la plus faible dose létale du produit sur les stades larvaires âgés (L₄, L₅). Le produit est dilué dans l'eau distillé et le traitement se réalise par pulvérisation de la solution sur le milieu d'élevage.

Dans des boîtes de pétri qui contiennent chacune 20 larves de chaque stade (L₄, L₅) (10 mâle et 10 femelle) puis on ajoute du milieu d'élevage artificiel, traité par quatre doses du produit (200ppm, 100 ppm et 50ppm, 25ppm) avec un témoin (0ppm) le tout en trois répétition. Les observations sont réalisées chaque 24 h pour le comptage des larves mortes à l'aide d'une loupe binoculaire et un Epingle entomologiques.

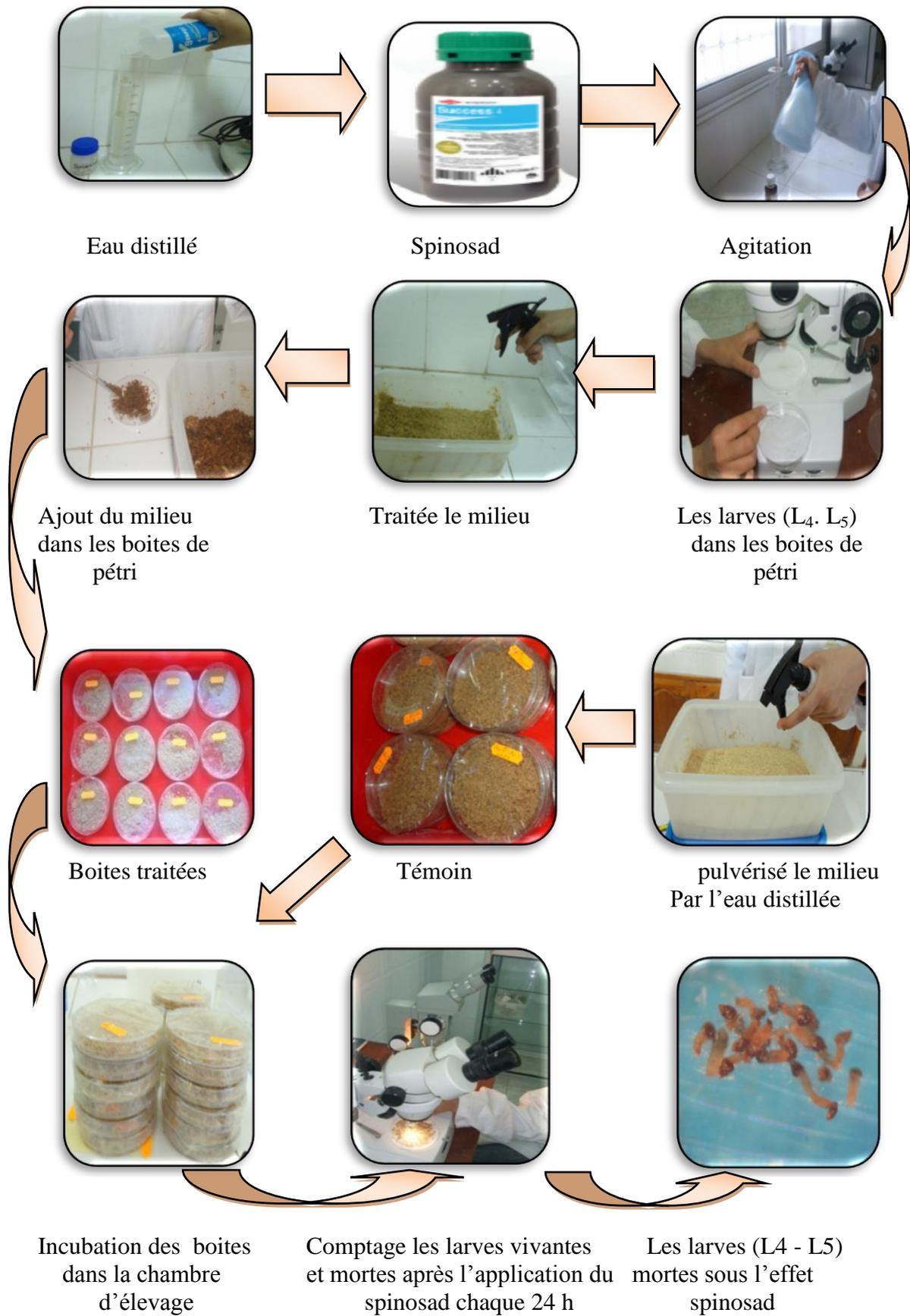


Figure 2. 13. Procédé de traitement des larves (L₄ - L₅) par le Spinosad

2.3. Analyse de la variance

Dans le cas de spinosad 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 permet le classement des différentes concentrations utilisées.

Afin de caractériser le pouvoir insecticide des molécules utilisées, nous avons déterminé, la Concentration létale 50 % (CL 50). Les taux de mortalité corrigés obtenus sont transformés en probité 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 doses remarquables, selon les procédés mathématiques de Finney (1971).

La méthode de Swaroop et *al.* (1966) permet le calcul de l'intervalle de confiance de la CL50.

Formule d'Abbot $X - Y/X \times 100$

X= Nombre de vivants dans le lot témoin

Y= Nombre de vivants dans le lot traité

Le paramètre slope, noté S est donné par la formule :

$$S = \frac{CL84 - CL50}{CL50 - CL16} \times 2$$

La limite supérieure de la CL50 = $CL50 \times \sqrt[2]{CL50}$

La limite inférieure de la CL50 = $CL50 / \sqrt[2]{CL50}$

$$\sqrt[2]{CL50} = S \times \frac{2,77}{\sqrt{N}}$$

La comparaison des moyennes est effectuée par des tests paramétriques. Les calculs ont été réalisés à l'aide du programme XLSTAT (2010).

2.4. Etude l'effet du spinosad sur la fertilité des œufs d'*E. ceratoniae*

Un autre essai a été réalisé avec les mêmes doses mais cette fois nous avons appliqué les quatre doses de spinosad sur les œufs avec un témoin le tous en trois répétition dont chacune vingt œufs (20 œufs) dans une boîte pétri (sans milieu élevage). Les notations des œufs éclos sont effectuées chaque 24 heures à l'aide un microscope binoculaire.

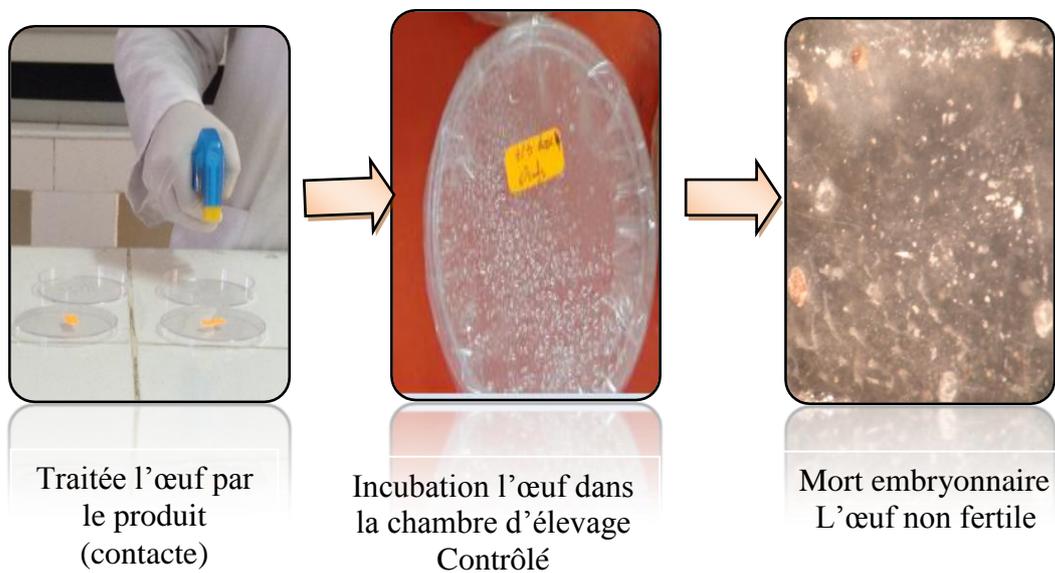


Figure 2.14. Les étapes de réalisation du traitement au laboratoire sur les œufs

2.5. Etude l'effet de spinosad sur l'*E. ceratoniae* sur les paramètres biologiques

Les larves qui ont survécus aux effets des différentes doses du placées dans le milieu d'élevage pour terminer leurs développements.

A l'émergence des adultes, nous avons placé 10 couples de chaque dose sont mis dans des boites de pétri, dont la face inférieure est couverte par un papier noire qui nous permet de dénombrer les œufs pondus, sur chaque boite il est indiqué la date de la mise en place des couples.

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. Et suivi Cycle de vie de la pyrale de datte de Pour l'étude des paramètres de développement et de croissance, 25 larves L1 issus des individus traité par les quatre dose de spinosad et du témoin sont mis chacune dans une boite de pétri avec le milieu d'élevage, afin de déterminé la durée de chaque stade de développement, la sex-ratio et le nombre d'adulte émergé.

2.6. Les paramètres étudiés

2.6.1. Paramètres de développement

- **Durée incubation des œufs :** la durée moyenne enter la ponte et d'œufs éclos par jours.
- **Durée développements larvaires :** la durée de développement pour chaque stade larvaire (L1-L5) ont été déterminé par le passage d'un stade à l'autre et marqué par un suivre du rejet capsule céphalique le taille de capsule céphalique étant supérieure à celle stade précédent .la durée moyenne de passage d'un stade a l'autre été calcule et exprime en jour.

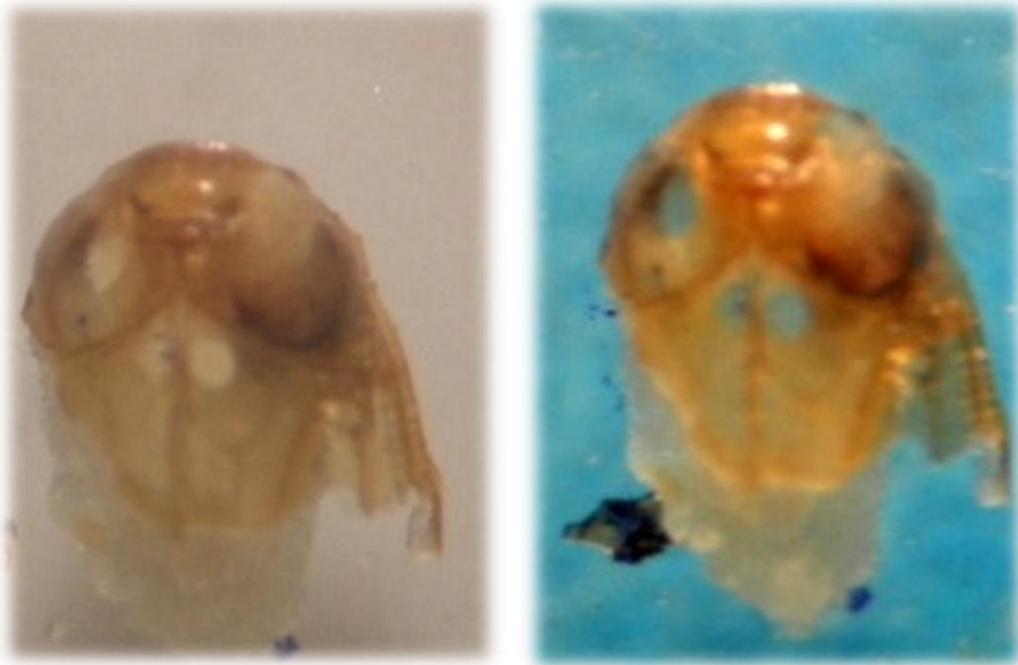


Figure 2.15. Capsule céphalique d'*Ectomyelois ceratoniae*
(ORIGINAL ,2014)

- **Durée chrysalide :** La durée moyenne en entrée le stade chrysalide jusqu'à l'émergence l'adulte.
- **Durée Longévité Adulte :** la durée moyenne entre l'émergence et la mort des Adultes (par jours)
- **Durée du Cycle de vive :** C'est la durée totale de développement entre la ponte des œufs, jusqu'à la mort des Adulte (par jours).

2.6.2. Paramètres de reproduction

Les paramètres de reproduction sont le taux brut de fécondité, le taux brut de fertilité, le taux net de fécondité, le taux net de fertilité, les œufs pondus par femelle par jour et les œufs fertiles quotidiens par femelle sur différentes dose de spinosad. Selon (MIA *et al.* (2000), les paramètres calculés par les équations suivantes:

- ❖ Taux brut de fécondité = $\sum_{x=\alpha}^{\beta} M_x$
- ❖ Taux brut de fertilité = $\sum_{x=\alpha}^{\beta} M_x h_x$
- ❖ Taux net de fécondité = $\sum_{x=\alpha}^{\beta} L_x M_x$
- ❖ Taux net de fertilité = $\sum_{x=\alpha}^{\beta} L_x M_x h_x$
- ❖ Nombre d'œuf pondu par femelle et par jour = $\sum_{x=\alpha}^{\beta} M_x / (\varepsilon - \omega)$
- ❖ Nombre d'œuf fertile pondu par femelle et par jour = $\sum_{x=\alpha}^{\beta} M_x h_x / (\varepsilon - \omega)$

- L_x = nombre de femelles vivant à l'âge x,
- M_x = le nombre moyen de descendants produits par les femelles à l'âge x e
- h_x = le taux d'éclosion
- α = l'âge de la femelle lors de la première ponte
- β = l'âge des femelles à la dernière ponte
- $\varepsilon - \omega$ = la longévité des femelles.

5.1.1.3. Paramètres de croissance

Les Paramètres de croissance est Taux intrinsèque d'accroissement (r_m), taux net de reproduction (R_o), Durée moyenne d'une génération (T_g), taux fini d'accroissement (λ) et temps de dédoublement (T_d) (MAIA et *al.*, 2000)

❖ Taux net de reproduction (R_o)

C'est la contribution moyenne nette par femelle à la génération suivante, exprimée en nombre de progéniture femelle par femelle calculée par :

$$R_o = \sum lx.mx$$

L_x = nombre de femelles vivant à l'âge x

M_x = le nombre moyen de descendants produits par les femelles à l'âge x

❖ Temps moyen de génération (T_g)

Temps de génération moyen est la période moyenne entre la naissance des individus d'une génération et celle de la prochaine génération.

$$T_g = \frac{\sum x.lx.mx}{\sum lx.mx}$$

❖ Taux intrinsèque d'accroissement (r_m)

C'est le nombre d'individus produits par femelle et par jour

$$r_m = \frac{\ln.R_o}{T_g}$$

❖ Temps de dédoublement (T_d)

C'est le temps mis par une population pour doubler son effectif. Elle est calculée par de la formule suivante:

$$T_d = \frac{\ln(2)}{r_m}$$

❖ Taux d'accroissement fini (λ)

Est un facteur de multiplication de la population originale chaque fois à la période. La partie décimale du taux d'accroissement par unité correspond (ou par semaine) au taux d'accroissement quotidien exprimé en pourcentage

$$\lambda = e^{r_m}$$

Résultats et discussion

3.1. Résultats

3.1.1. Etude de la toxicité du spinosad, sur les larves L4 d'*E. ceratoniae* pondent 24h, 48h, 72h, 96h, 120h, 144h, 168h

L'analyse de la variance le taux de mortalité corrigée des larves L₄ exposées pendant 72h, 120h, 144h, 168h, 192h à différent doses, montre des différences significative avec respectivement $P = 0,059$, $P = 0,001$, $P = 0,019$, $P = 0,018$ $P = 0,024$. Par contre les larves exposées pendant 24h ; 48h ; 96h non montre aucune différence significative avec respectivement $P = 0,241$; $P = 0,059$; $P = 0,075$.

3.1.1.1. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d'*E. ceratoniae* pendant 24h

Tableau 3.1. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4 d'*E. ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 24h

R \ D	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200ppm	Valeur de F	Valeur de P
R1 corrigé	10,00	10,00	10,00	15,00	1,714	0,241
R2 corrigé	5,26	5,26	5,26	10,53		
R3 corrigé	0,00	0,00	10,00	15,00		
Moyenne	5,09	5,09	8,42	13,51		
Ecart-type	5,00	5,00	2,73	2,58		

D'après le (tab.3.1) en remarquant que le taux moyen de mortalité corrigée des larves d'*Ectomyeloid ceratoniae* a été observé chez la plus forte de concentration 200 ppm avec 13,51%. Par contre la faible concentration 25 ppm et 50 ppm, le taux de mortalité a signalée est de 5,09%.

3.1.1.2. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d'*E. ceratoniae* pendant 48h

Tableau 3.2. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4 d'*E. ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 48h

R \ D	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200ppm	Valeur de F	Valeur de P
R1 corrigé	10,00	20,00	20,00	20,00	3,769	0,059
R2 corrigé	5,26	10,53	15,97	15,97		
R3 corrigé	0,00	5,26	15,97	21,09		
Moyenne	5,09	11,93	17,19	18,95		
Ecart-type	5,00	7,47	2,43	2,79		

D'après (tab.3.2) enregistré le taux maximal de mortalité corrigé (18.95%) des larves à été provoqué par la concentration de 200 ppm, alors que le taux minimale de mortalité des larves à été provoqué par 25ppm (5.09%).

Donc après 48h de traitement on remarqué une augmentation du taux de mortalité corrigé. On remarqué aussi que les augmentations de taux de mortalité corrigé dépendent de la concentration et le temps léta.

3.1.1.3. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d'*E. ceratoniae* pendant 72h

Selon le (tab.3.3), le taux moyen de mortalité corrigée le plus élevé (53.92%) a été enregistré pendant 72h chez la concentration 200 ppm, alors qu'elle plus faible à une concentration de 25 ppm (23,09%).

Tableau 3. 3. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4 d'*E. ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 72h

D \ R	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	Valeur de F	Valeur de P
R1 corrigé	22,22	22,22	44,44	50,00	14,553	0 ,001
R2 corrigé	23,53	29,41	35,29	52,94		
R3 corrigé	23,53	41,18	35,29	58,82		
Moyenne	23,09	30,94	38,34	53,92		
Ecart-type	0,75	9,75	5,28	4,46		

3.1.1.4. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d'*E. ceratoniae* pendant 96h

Tableau 3. 4. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4 d'*Ectomyeloides ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 96h

D \ R	25 ppm	50 ppm	100ppm	200ppm	Valeur de F	Valeur de P
R1 corrigé	22,22	22,22	44,44	50,00	3,374	0 ,075
R2 corrigé	41,18	47,06	52,94	58,94		
R3 corrigé	23,53	52,94	41,18	58,83		
Moyenne	28,58	40,74	46,19	55,88		
Ecart-type	10,59	16,30	6,07	5,09		

Selon le (tab .3. 4) indique que la forte concentration 200 ppm correspond à un taux moyen de mortalité corrigée plus élevé (55.88%) par contre la concentration 25 ppm ont enregistré un faible taux de mortalité corrigée (28.98%).

3.1.1.5. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d'*E. ceratoniae* pendant 120 h

Tableau 3. 5. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4 d'*E. ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 120h

R \ D	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	Valeur de F	Valeur de P
R1 corrigé	22,22	38,89	44,44	61,11	6,035	0,019
R2 corrigé	43,75	50,00	56,25	62,50		
R3 corrigé	23,53	52,94	47,06	58,82		
Moyenne	29,83	47,28	49,25	60,81		
Ecart-type	12,07	7,41	6,20	1,86		

D'après le (tab.3. 5) en remarque que le taux de mortalité corrigé la plus élevé (60,81%) pendant 120 h est obtenu par la D4 (200 ppm), et le plus faible taux de mortalité corrigée (29,83%) par la D1 (25 ppm).

3.1.1.6. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d'*E. ceratoniae* pendant 144h

Tableau 3. 6. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4 d'*E. ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 144 h

R \ D	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200ppm	Valeur de F	Valeur de P
R1 corrigé	37,50	31,25	62,50	56,25	6,139	0,018
R2 corrigé	43,75	50,00	56,25	62,50		
R3 corrigé	23,53	52,94	52,94	64,71		
Moyenne	34,93	44,73	57,23	61,15		
Ecart-type	10,35	11,77	4,85	4,39		

D'après le (tab.3.6) on remarque taux moyen de mortalité corrigé la plus élevé pendant 144h est obtenus par de dose 200 ppm avec 61,15%, et la plus faible mortalité par la concentration 25 ppm avec 34,93%.

3. 1. 1.7. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L4 d'*E. ceratoniae* pendant 168h

Tableau 3.7. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L4 d'*Ectomyeloides ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad pendant 168 h

R \ D	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	Valeur de F	Valeur de P
R1 corrigé	43,75	37,50	62,50	62,50	5,461	0,024
R2 corrigé	50,00	50,00	57,14	64,29		
R3 corrigé	13,33	46,67	53,33	60,00		
Moyenne	35,69	44,72	57,66	62,26		
Ecart-type	19,62	6,47	4,61	2,15		

Le taux de mortalité corrigée des larves L4 d'*Ectomyeloides ceratoniae* exposées à quatre concentrations de spinosad pendant 168 h, révèle un taux maximal de mortalité corrigée des larves (62,26%) provoqué par une concentration de 200 ppm, alors que le taux minimale de mortalité (35,69%) à été provoqué par 25ppm. Donc après 168h de traitement on remarqué une augmentation du taux de mortalité corrigé. On remarqué aussi que les augmentations de taux de mortalité corrigé dépendent de la concentration de produit et aussi du temps d'exposition au produit.

3.1.1.8. Etude paramètre toxicologique du spinosad sur les larves L4 d'*E. ceratoniae* pendant 24h ,48 h, 72h, 96h, 120h, 144h, 168h

Tableau 3. 8 Paramètres toxicologiques du spinosad après une exposition 24h ,48 h, 72h, 96h, 120h, 144h, 168h

Durée d'exposition	Equation de régression	Valeur de P	CL50 (ppm)	Slope	Limite inférieure de la CL50	Limite supérieure de la CL50
24 h	$y = 0,496x + 2,781$ $R^2 = 0,953$	0,0240	31696,71	101,37	13878,90	72389,13
48 h	$y = 0,667x + 2,753$ $R^2 = 0,905$	0,0490	2337,84	30,97	1265,38	4319,28
72 h	$y = 0,741x + 3,499$ $R^2 = 0,970$	0,0150	106,08	21,98	61,05	184,34
96 h	$y = 0,637x + 3,831$ $R^2 = 0,985$	0,0080	68,42	36,41	35,98	130,11
120 h	$y = 0,699x + 3,824$ $R^2 = 0,920$	0,0400	48,13	26,47	26,79	86,46
144 h	$y = 0,645x + 4,032$ $R^2 = 0,970$	0,0150	31,68	31,82	17,06	58,81
168 h	$y = 0,630x + 4,157$ $R^2 = 0,973$	0,0130	21,78	25,21	12,23	38,79

A partir des résultats consignés dans (le tab.3.8) on remarque que la mortalité corrigée des larves L4 d'*Ectomyeloides ceratoniae* exposées au spinosad pendant 24h, 48h, 96h, 120h, 144h, 168h sont significativement corrélée aux différentes concentrations utilisées, avec respectivement $P= 0,024$; $P= 0,049$; $P= 0,015$; $P= 0,008$; $P=0,040$; $P=0,015$; $P= 0,013$ et leurs $R^2= 0,953$; $R^2= 0,905$; $R^2= 0,970$; $R^2= 0,985$; $R^2=0,920$; $R^2=0,970$; $R^2=0,973$.

Après une durée d'exposition plus courte pendant 24h on observe que le CL 50 est de 31696,71 ppm.et la valeur de la limite inférieure CL50 est égale à 13878,90 ppm, celle de la limite supérieure est de 72389,13 ppm et le Slope est de 101,37.

Pour les résultats enregistrés après 48h du traitement, la CL50 est de 2337,84 ppm et la valeur de la limite inférieure CL50 est égale à 1265,38 ppm, celle de la limite supérieure est de 4319,28 ppm et le Slope est de 30,97.

Pour le temps létale de 72h après traitement l'analyse de valeur estimée de la CL50 est 106,08 ppm.et la valeur de la limite inférieure CL50 est égale à 61,05 ppm, celle de la limite supérieure est de 184,34 ppm et le Slope est de 21,98. Donc on remarque que le CL50 a diminué avec l'augmentation de la durée d'exposition.

En ce qui concerne les résultats après 96 h du traitement son CL 50 est de 68,42 ppm.et la valeur de la limite inférieure CL50 est égale à 35,98 ppm, celle de la limite supérieure est de 130,11 ppm et le Slope est de 36,41.

Les résultats enregistrés après 120h du traitement, montre que CL50 est de 48,13 ppm et alors que la valeur de la limite inférieure CL50 est égale à 26,79 ppm, celle de la limite supérieure est de 86,46 ppm et le Slope est de 26,47.

Par rapport à 144 h du traitement, enregistrés CL 50 est de 31,68 ppm, les limites de confiance entre lesquelles se tient la valeur de CL 50 sont estimées à 17,06 ppm pour la limite inférieure, et 58,81 ppm pour la limite supérieure.et le Slope est de 31,82.

Après une durée d'exposition maximale de 168 h on a observé que CL50 est de 21,78 ppm, Avec une limite de confiance inférieure de 12,23 ppm, et 38,79 ppm pour la limite supérieure et le slope est de 25,21 (tab.3.8).

3.1.21. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d'*E. ceratoniae* pendant 24h, 48h, 72h, 96h, 120h, 144h, 168, 192h

L'analyse de la variance des différents taux moyen de mortalité des larves L5 exposées pendant 24h, 48h, 96h, 120h, 144h, 168h, 192h, montre des différences significative avec respectivement : $P = 0,053$; $P = 0,0003$; $P = 0,004$; $P = 0,023$; $P = 0,038$; $P = 0,014$; $P = 0,021$; $P = 0,011$ chez quatre doses différents.

3.1.2.1. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d'*Ectomyeloides ceratoniae* pendant 24h

Tableau 3.9. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d'*E. ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad 24h

R \ D	D				Valeur de F	Valeur de P
	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200ppm		
R1 corrigé	0,00	0,00	10,00	10,00	3,955	0,053
R2 corrigé	0,00	0,00	5,00	10,00		
R3 corrigé	5,00	10,00	15,00	20,00		
Moyenne	1,67	3,33	10,00	13,33		
Ecart-type	2,89	5,77	5,00	5,77		

Selon le (tab .3.9), après 24 h on observé le taux maximal de mortalité corrigé des larves L5 d'*Ectomyeloides ceratoniae* traités par le spinosad à été provoqué par dose 200ppm (13,33%), alors que les larves L5 du lot traité par la dose 25 ppm enregistrés de mortalité de 1,67% au bout de 24h.

3.1.2.2. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d'*E. ceratoniae* pendant 48h

Tableau 3.10. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d'*Ectomyelois ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad 48h

R \ D	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200ppm	Valeur de F	Valeur de P
R1 corrigé	5,26	10,53	15,79	15,79	21,626	0,0003
R2 corrigé	5,26	10,53	10,53	15,79		
R3 corrigé	5,26	10,53	15,97	21,05		
Moyenne	5,26	5,26	14,04	17,54		
Ecart-type	0,00	0,00	3,04	3,04		

Selon le (tab.3.10), pendant 48h nous montrent que le taux de mortalité élevée à été observé chez les larves traitées par 200ppm (17.54%) par rapport au taux de mortalité faible (5.26%) chez les larves traitées par 25ppm.

3.1.2. 3.Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d'*E. ceratoniae* pendant 72 h

Tableau 3. 11. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d'*E. ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad 72h

R \ D	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	Valeur de F	Valeur de P
R1 corrigé	5,65	22,22	16,67	22,22	10,336	0 ,004
R2 corrigé	5,65	29,41	16,67	27,78		
R3 corrigé	11,11	16,67	16,67	44,44		
Moyenne	7,41	12,96	16,67	31,48		
Ecart-type	3,21	3,21	0,00	11,56		

Le taux moyen de mortalité enregistrés après traitement, sont illustrés sur (tab .3.11), il ressort que les larves traités par 200 ppm ont un taux de mortalité élevé (31.48%) au bout de 72h, alors que les larves traitées par la plus faible dose 25 ppm ont enregistré la plus faible mortalité (7.41%) au bout de même temps.

3.1.2.4. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d'*E. ceratoniae* pendant 96 h

Tableau 3. 12. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d'*Ectomyelois ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad 96 h

R \ D	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200ppm	Valeur de F	Valeur de P
R1 corrigé	11,76	17,65	23,53	23,53	5,590	0 ,023
R2 corrigé	5,88	11,76	17,65	23,53		
R3 corrigé	11,76	17,65	17,65	47,06		
Moyenne	9,80	15,69	19,61	31,37		
Ecart-type	3,40	3,40	3,40	13,58		

D'après le (tab.3.12) on remarqué que le taux moyen de mortalité corrigée atteindre (31.37%) chez les larves L5 après 96h de traitement par 200 ppm alors que chez larves L5du lot traité par 25 ppm ont enregistrées un taux moyen de mortalité plus faible (9.80%).

3.1.2.5. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d'*E. ceratoniae* pendant 120h

Tableau 3. 13 .Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d'*Ectomyelois ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad 120h

R \ D	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	Valeur de F	Valeur de P
R1 corrigé	11,76	17,65	23,53	23,53	4,568	0 ,038
R2 corrigé	6,25	12,50	25,00	25,00		
R3 corrigé	17,65	17,65	17,65	47,06		
Moyenne	11,89	15,93	22,06	31,86		
Ecart-type	5,70	2,97	3,89	13,18		

Donc selon le (tab.3.13) le résultat obtenu montre que le taux de moyen de mortalité corrigé reste plus élevé (31,86%) chez les larves L5 traité par 200 ppm, mais le plus bas taux de moyen de mortalité (11,89%) est observé chez les larves L5 traité par la dose la plus faible 25 ppm.

3. 1.1.6. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d'*E. ceratoniae* pendant 144h

Tableau 3.14. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d'*Ectomyelois ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad 144h

R \ D	D				Valeur de F	Valeur de P
	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200ppm		
R1 corrigé	17,65	23,53	23,53	29,41	6,751	0 ,014
R2 corrigé	6,25	18,75	25,00	31,25		
R3 corrigé	17,65	17,65	23,53	47,06		
Moyenne	13,85	19,98	24,02	35,91		
Ecart-type	6,58	3,13	0,85	9,70		

Le taux moyen de mortalité corrigé enregistrés après traitement de 144h, sont illustrés sur (tab.3.14), il ressort que les larves traités par dose la plus forte 200 ppm ont un taux de mortalité corrigé élevé (35,91%) au bout de 144h, alors que les larves traitées par 25 ppm ont enregistré le plus faible taux de mortalité corrigé (13,85%) au bout de même temps.

3.1. 1.7. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d'*E. ceratoniae* pendant 168h

Tableau 3.15. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d'*Ectomyelois ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad 168h

R \ D	D				Valeur de F	Valeur de P
	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm		
R1 corrigé	17,65	29,41	29,41	29,41	5,758	0 ,021
R2 corrigé	6,25	18,75	25,00	31,25		
R3 corrigé	17,65	17,65	29,41	47,06		
Moyenne	13,85	21,94	27,94	35,91		
Ecart-type	6,58	6,50	2,55	9,70		

D'après (tab.3.15) on remarqué que le taux de mortalité corrigé atteindre (35,91%) chez les larves L5 après 168h de traitement par dose 200 ppm, alors que chez larves L5 du lot 25 ppm ont enregistrées un taux moyen de mortalité corrigé plus faible qui est de l'ordre de 13,85%.

3.1.2.8. Etude de la toxicité spinosad sur les larves L5 d'*E. ceratoniae* pendant 192h

Tableau 3. 16. Taux moyen de la mortalité corrigée (%) des larves L5 d'*Ectomyelois ceratoniae* exposées à 4 concentrations de spinosad 192h

R \ D	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200ppm	Valeur de F	Valeur de P
R1 corrigé	17,65	29,41	29,41	35,29	7,247	0,011
R2 corrigé	6,25	18,75	31,25	31,25		
R3 corrigé	18,75	18,75	31,25	50,00		
Moyenne	14,22	22,30	30,64	38,85		
Ecart-type	6,92	6,16	1,06	9,87		

Taux maximal de mortalité corrigé des larves à été provoqué par 200 ppm (38,85%), alors que le taux minimale de mortalité des larves à été provoqué par 25ppm (14,22%). On remarqué aussi que l'augmentation de taux de mortalité corrigé dépendent de la concentration.

3.1.9. Etude paramètre toxicologique du spinosad sur les larves L5 d'*E. ceratoniae* pendent (48h, 72h, 120h, 144h, 168h, 192h)

Tableau 3.17. Paramètres toxicologiques du spinosad après une exposition 48 h, 72h, ,120h, 144h, 168h, 192h

Durée d'exposition	Équation de régression	Valeur de P	CL50 (ppm)	Slope	Limite inférieure de la CL50	Limite supérieure de la CL50
48 h	$y = 0,533x + 3,010$ $R^2 = 0,963$	0,0190	5414,81	73,43	2511,68	11673,56
72 h	$y = 0,707x + 3,007$ $R^2 = 0,937$	0,0320	659,10	25,51	369,35	1176,16
120 h	$y = 0,499x + 3,650$ $R^2 = 0,969$	0,0160	507,47	98,40	223,39	1152,82
144 h	$y = 0,521x + 3,677$ $R^2 = 0,956$	0,0220	346,22	81,06	157,78	759,72
168 h	$y = 0,535x + 3,686$ $R^2 = 0,996$	0,0020	285,81	72,26	132,95	614,39
192 h	$y = 0,581x + 3,666$ $R^2 = 1,000$	0,0002	197,72	51,49	97,72	400,04

A partir les résultats contenus dans le tableau, qui représentent les mortalités corrigées des larves L5 d'*E. ceratoniae* exposées au spinosad durant 24h, 48h, 72h, 96h et 120h, 144h, 168h, 192h, sont différente significativement corrélée aux différentes concentrations utilisée, avec respectivement : $P = (0,019, 0,020 ; 0,019, 0,032; 0,16 ; 0,022 ; 0,002; 0,0002)$. Et leurs : $R^2 = (0,963 ; 0,963 ; 0,937 ; 0,960 ; 0,969 ; 0,956 ; 0,996 ; 1,000)$.

L'analyse des résultats de cet essai, donne pendant 48 h une valeur estimée de la CL 50 de 5414, 81 ppm. et les limites de confiance entre les quelles se tient la valeur de CL 50 sont estimée à 2511,68 ppm pour la limite inférieure, et 11673,56 ppm pour la limite supérieure et le slope 73,43.

Pour les résultats enregistré après 72 h du traitement son CL50 est de 659, 10 ppm. La valeur de la limite inférieure CL50 est égale à 369, 35ppm, celle de la limite supérieure est de 1176,16 ppm et le Slope est de 25,51.

En ce qui concerne les résultats après 120 h du traitement son CL 50 est de 507, 47ppm. La valeur de la limite inférieure CL50 est égale à 223,39 ppm, celle de la limite supérieure est de 1152,82 ppm et le Slope est de 98,40.

Par rapport à 144 h du traitement, montre que la CL 50 est de 346, 22 ppm, les limites de confiance entre les quelles se tient la valeur de CL 50 sont estimée à 157,78 ppm pour la limite inférieure, et 759,72 ppm pour la limite supérieure. et le Slope est de 81,06

Après une durée d'exposition maximale de 168 h on a observé que CL50 est de 285,81 ppm, Avec une limite de confiance inférieure de 132, 95 ppm, et 614,39 ppm pour la limite supérieure et le slope est de. 72, 26.

Après une durée d'exposition maximale de 192h on a observé que la CL50 est de 197,72 ppm. Avec une limite de confiance inférieure de 97, 72 ppm, et 400,04ppm pour la limite supérieure et le slope est de 51.49. Donc finalement on remarqué que diminution CL50 est varié selon temps et aussi selon la concentration du produit utilisé.

3.1.3. Action de biopesticide (spinosad) sur les œufs d'*E. ceratoniae* Zeller

3.13.1. Taux moyen les œufs éclos traités par spinosad

Pulvérisation des spinosad sur les œufs d'*E. ceratoniae* (par contact)

L'analyse de la variance du taux moyen des œufs éclos issus traité par les quatre doses du biopesticide a montré une différence significative avec $P=0,014$.

Le taux d'éclosion des œufs est très faible chez les femelles issus des larves traité par les quatre doses de spinosad (25ppm : 2,333œuf ; 50ppm : 1,333 œuf ; 100 ppm : 1,000 œuf ; 200ppm : 0,667 œuf). Alors qu'il est plus élevé chez les femelles témoin (5,667 œuf), (tab .3.18).

Tableau 3. 18. taux moyen d'éclosion des œufs traité par quatre doses du spinosad

DOSE	Nombre moyen des œufs fertile	Ecart-type	F	P	Groupes
Témoin	5,667	2,89	5.412	0.014	A
25ppm	2,333	0.444			A B
50ppm	1,333	0.444			B
100ppm	1,000	0.000			B
200ppm	0,667	0.444			B

On remarque d'après le (tab .3.18), que le taux d'éclosion des œufs est très faible chez la dose plus forte 200 ppm (0,67 œuf) par contre il est élevé chez le témoin (5,67 œuf).

Les taux moyens d'éclosion des œufs sont classés en trois groupes : Le groupe A présente par le témoin et le groupe AB enregistré par dose plus faible 25 ppm. Le groupe B qui regroupé les dose 50ppm ; 100ppm ; 200ppm.

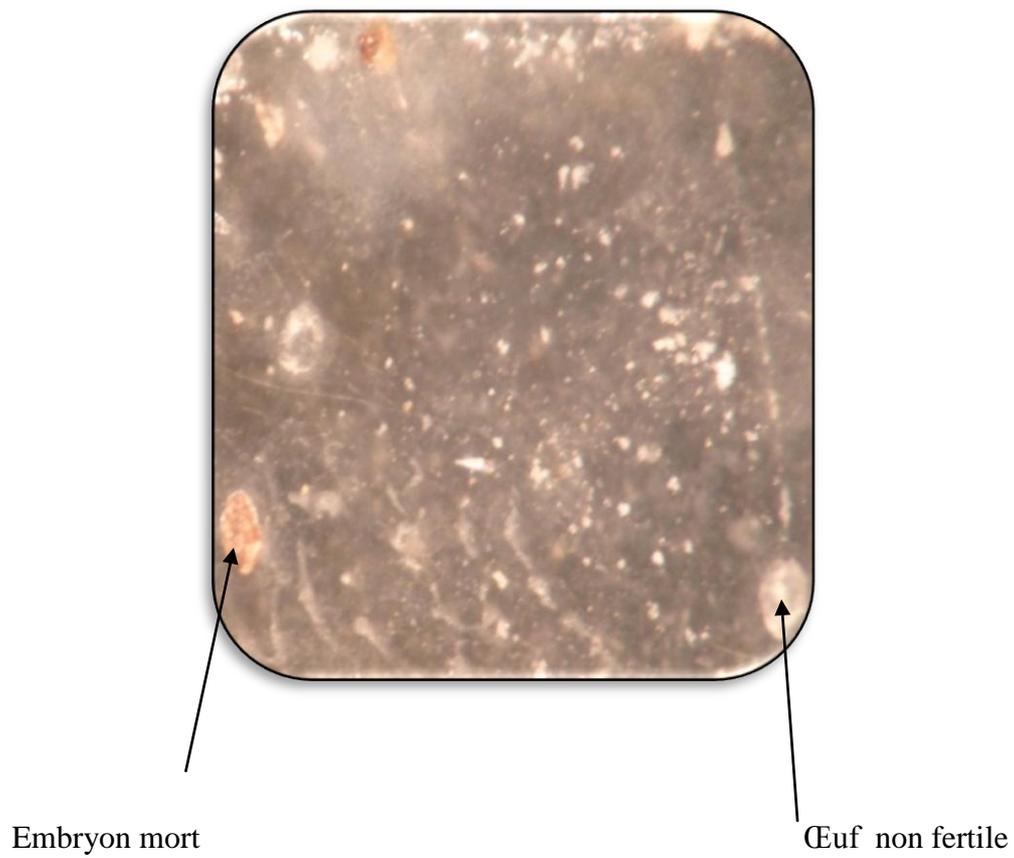


Figure 3. 18. Action de *spinosad* sur les L'œufs d'*E. ceratoniae*

(ORIGINAL ,2014).

3.1.4. Effet du spinosad sur les Paramètres biologique d'*E. ceratoniae*

3.1.4.1. Paramètre de développement

Tableau 3. 19. paramètre de la durée moyenne des différents stades du cycle biologique

d'*E. ceratoniae* après traitement par spinosad (jours)

Stades de développement	Durée moyenne \pm Ecart-type (jours)					P
	0ppm	25ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	
Durée d'incubation l'œuf	4,16 \pm 0,92 C	5,00 \pm 1,45 B	4,80 \pm 0,77 BC	6,94 \pm 0,80 A	7,13 \pm 1,06 A	<0,0001
Stade L1	5,66 \pm 1,08 C	6,66 \pm 0,84 B	6,66 \pm 0,97 B	7,27 \pm 0,66 A	7,60 \pm 0,73 A	<0,0001
Stade L2	5,83 \pm 0,85 B	5,02 \pm 0,65 C	5,80 \pm 0,86 B	6,22 \pm 0,87 B	7,00 \pm 1,00 A	<0,0001
Stade L3	6,05 \pm 0,87 B	4,88 \pm 0,96 C	5,06 \pm 0,88 C	5,33 \pm 0,90 C	6,93 \pm 0,70 A	<0,0001
Stade L4	5,33 \pm 0,97 B	4,11 \pm 0,75 C	5,00 \pm 0,75 B	5,11 \pm 0,75 B	6,73 \pm 0,88 A	<0,0001
Stade L5	5,61 \pm 0,69 B	4,38 \pm 0,84 C	5,20 \pm 0,94 B	5,50 \pm 0,70 B	6,93 \pm 0,59 A	<0,0001
Développement larvaire	32,66 \pm 1,64 C	30,08 \pm 2,31 D	32,53 \pm 1,45 C	36,38 \pm 1,68 B	42,33 \pm 2,74 A	<0,0001
Chrysalide	7,38 \pm 1,19 C	7,55 \pm 1,38 C	8,13 \pm 1,24 AB	8,38 \pm 1,68 AB	8,80 \pm 1,42 A	0,027
Développement pré imaginale	40,05 \pm 1,73 C	37,63 \pm 2,53 D	40,66 \pm 1,63 C	44,77 \pm 2,48 B	51,13 \pm 2,41 A	<0,0001
Longévité des Adultes	3,44 \pm 1,38 A	3,55 \pm 1,50 A	2,80 \pm 1,37 AB	2,88 \pm 1,18 AB	2.26 \pm 1,09 B	0,044
Cycle de vie	43.50 \pm 1.88 C	41.19 \pm 2.88 D	43.46 \pm 2.16 C	47.66 \pm 2.56 B	53.40 \pm 2.66 A	<0,0001

Le suivi du cycle biologique de la pyrale des dattes de la ponte jusqu'à l'émergence des adultes traité par Spinosad nous a permis de mesurer la durée moyenne d'incubation des œufs qui montre une différence hautement significativement entre les quatre doses et le témoin (0 ppm) avec $p < 0,0001$.

Alors que la durée la plus longue (7,13 jours) a été observé chez la dose 200 ppm et la durée la plus courte dans le lot témoin. La durée moyenne des cinq stades larvaires a montré même une différence significativement entre les cinq doses ($p < 0,0001$) avec une longue durée (42,33 jours) pour tout les stades larvaires avec la dose 200 ppm par contre la durée moyenne la plus courte (30,08 jours) pour les tout les stades larvaires avec la dose 25 ppm. La durée moyenne du stade chrysalide et de la phase pré-imaginale ont été plus longue avec la plus forte de concentration (200 ppm) avec respectivement 8,80 jours, 51,13 jours par rapport au témoin (7,38 jours, 40,05 jours).

La durée moyenne de longévité des adultes est plus longue chez le témoin et la dose 25 ppm avec respectivement (3,44 jours, 3,55 jours) par contre la durée la plus court est observée chez la dose 200 ppm (2,266 jours).

La durée moyenne du cycle de vie complet été plus longue chez la dose 200 ppm est (53,40 jours) et courte chez le témoin et la dose 25 ppm avec respectivement (43,50 jours ; 41,19).

3. 1.4.2. Paramètres de la reproduction

Tableau 3.20 .paramètres de la reproduction

Paramètre	Doses					P
	0ppm	25ppm	50ppm	100ppm	200ppm	
Taux brut de fécondité	161,55±66,79 A	93,22±52,74 B	57,75±26,17 B	78,77±40,36 B	52,28±19,02 B	0,0001
Taux brut de fertilité	148,88±64,60 A	65,55±49,30 B	29,87±17,19 B	62,33±34,30 B	26,42±10,42 B	< 0,0001
Taux net de fécondité	58,16±24,04 A	33,56±18,99 B	20,79±9,42 BC	28,36±14,53 BC	14,64±5,32 C	< 0,0001
Taux net de fertilité	53,60±23,26 A	23,60±17,74 B	10,75±6,18 BC	22,44±12,34 BC	7,40±2,93 C	< 0,0001
N ^{bre} moyen d'œuf pondu par femelle et par jour	24,52±11,50 A	20,62±15,844 AB	11,87±7,24 B	16,74±17,34 AB	12,92±11,09 AB	0,274
N ^{bre} moyen d'œuf fertile pondu /femelle et /jour	45,39±22,53 A	31,38±31,47 AB	10,02±5,76 B	26,11±26,24 AB	13,41±9,97 B	0,018

L'analyse de la variance des taux brut de fécondité et de fertilité montre des différences hautement significative entre les différentes concentrations utilisées avec $P = 0,0001$.

D'après le (tab.3.20) on remarqué le taux brut de fécondité est plus élevé chez le témoin 0 ppm (161,55œuf) taux brut fertilité plus élevé chez le témoin 0 ppm (148,88 œuf). Par rapport d'autre doses on observé le taux brut de fécondité plus faible chez le

dose plus forte concentration 200 ppm (52,28 œuf) et taux net fertilité plus faible chez la forte dose de 200ppm (26,42 œuf)

Mais l'analyse de la variance des taux net de fécondité et de fertilité montre des différences hautement significative entre les différentes concentrations avec $p < 0,0001$.

Selon le (tab 3. 20), le taux net de fertilité et fécondité sont plus longue chez le témoin avec respectivement 58,04 œuf ; 53,60 œuf. Pour les d'autres doses de biopesticide, on remarque que le taux net de fertilité et fécondité sont plus faible la dose 200ppm avec respectivement 14,64œuf ; 7,4œuf.

L'analyse de la variance du nombre moyen d'œufs pondu par femelle et par jour pour les quatre doses du bio pesticide (spinosad) et le témoin ne montre aucune différence significative avec $P = 0,274$. Par contre le nombre moyen d'œuf fertile pondu par femelle et par jour pour les différentes doses utilisées montrent des différences significative avec $P = 0,018$.

Le nombre moyen d'œufs fertile pondu par femelle et par jour à été élevé (24.52 œuf) chez le témoin est faible chez la dose 25 ppm, avec 11,87œuf.

D'après ces résultats on remarque que le taux brut de fertilité et de fécondité et le taux net de fertilité et fécondité reste diminuent avec l'augmentation de la dose du biopesticide. On a observé aussi que le spinosad exerce un effet sur le taux net de fertilité et fécondité et sur le nombre moyen d'œuf fertile pondu par femelle et par jour.

3.1.4.3. Paramètres de croissance

L'analyse de la variance de taux net de reproduction et taux intrinsèque d'accroissement et taux fin d'accroissement et le temps de dédoublement montre des différences hautement significative avec $p < 0,0001$ entre les différentes concentrations. Aussi le temps moyen d'une génération montre des différences hautement significative avec $P = 0,003$.

Selon (tab.3. 21) on remarqué le taux net de reproduction et taux intrinsèque d'accroissement et taux fin d'accroissement sont inversement proportionnelle aux différentes concentrations utilisées avec des taux élevé chez le témoin et faible chez les individus issus

des quatre concentrations. Alors que le temps de dédoublement et le temps moyen d'une génération sont corrélés positivement avec les différentes doses du spinosad utilisées.

Tableau 3. 21. paramètre de croissance

Paramètre Dose	Taux net de reproduction (R_0)	Taux Intrinsic d'accroissement (r_m)	Taux fini d'accroissement (λ)	Temps Moyen d'une génération (T_g)	Temps de dédoublement (T_d)
Témoin	29,08±12,025 A	0,10± 0,03 A	1,11± 0,03 A	35,30±13,98 B	7,50± 3,23 B
25 ppm	16,78± 9,49 B	0,06± 0,01 B	1,07±0,01 B	43,28±21,63 B	11,24±5,08 B
50 ppm	12,47± 5,65 BC	0,068± 0,02 B	1,07± 0,03 B	40,84±15,64 B	12,33± 6,16 B
100 ppm	14,18± 7,26 BC	0,064± 0,035 B	1,06± 0,03 B	51,51±34,44 B	14,21±8.00 B
200 ppm	6,83± 2,48 C	0,02± 0,00 C	1,02±0,01 C	90,66±42,60 A	33,90±13,66 A
F	8,15	8,70	8,54	4,92	13,50
P	< 0,0001	< 0.0001	< 0,0001	0,003	< 0,0001

Donc d'après le (tab.3. 21) enregistré le taux de reproduction (R_0) est à été plus élevé chez le témoin (29 ,080 femelle par femelle) mais de l'état plus forte dose (200ppm) est à été plus faible avec respectivement (6,83femelle par femelle).

Même résultat pour le taux intrinsèque d'accroissement (r_m) est à été plus élevé chez le témoin (1,10 femelle par jours) par rapporte contre les doses plus forte avec 200ppm a été (0,02 femelle par jour).

On remarqué aussi que le taux de fini d'accroissement (λ) est à été plus élevé chez le témoin (1,11) par rapporte a la dose 25 ppm est (1,02).

Alors que le temps moyen d'une génération (T_g) est à été plus faible chez le témoin (35,30 jours) par contre le temps d'une génération(T_g) avec 200 ppm (90,66 jours).

De même pour le temps de dédoublement (T_d) qui a été plus faible chez le témoin (7,50 jours) et plus élevé chez la plus forte dose de 200ppm (33,90 jours).

On remarqué donc que le biopesticide (spinosad) influe sur les paramètres de démographique. Par ce que la plus forte concentration diminué le taux de intrinsèque d'accroissement (r_m) et le taux de reproduction (R_0) et aussi le taux de fini d'accroissement (λ)

Nos résultats montrent aussi que le temps moyen d'une génération (T_g) et le temps de dédoublement (T_d) sont positivement influencé par les quatre doses de spinosad.

3.2. Discussion

D'après les observations enregistrés on remarque que les taux moyen de mortalité corrigée son proportionnel aux différentes doses utilisées, quelque soit la durée d'exposition des larves au spinosad.

Donc le taux de mortalités observé est en corrélation positive avec les doses et la durée d'exposition des larves au spinosad, avec un taux de mortalité faible pour un temps léthal court et une mortalité élevé pour une durée d'exposition long, de même la dose la plus faible provoque la mortalité la plus faible.

La comparaison des moyens montre, qu'il existe des différences significatives entre les taux moyen de mortalité corrigée enregistrés pour les quatre concentrations utilisées pour les différents temps léthal. Donc on remarque que le spinosad est toxique pour les larves (L4-L5) de la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller). Ces résultats confirment les travaux de SALGADO (1997, 1998) et SALGADO *et al.* (1998) qui ont montré que le Spinosad est efficace dans le contrôle des lépidoptères, diptères, thysanoptères et quelques espèces d'orthoptères et de coléoptères.

Donc au cours de nos bio-essais nous avons évalué la toxicité spinosad par ingestion sur les larves alimentées de du milieu traité par le biopesticide au cours de temps., nos résultats confirment l'essai de lutte biologique réalisée en Tunisie pendant l'année 2000 sur le palmier dattier et montrent que le spinosad est très efficace contre la pyrale des dattes même à une faible dose (KHOUALDIA *et al.*, 2000).

D'après ROCHEFORT *et al.* (2006), l'utilisation du Spinosad à des concentrations élevées contre la punaise velue, a permis d'atteindre 80% de mortalité, alors que les faibles concentrations, la mortalité été entre 60-65%, mais ce tardivement (7 jours après le traitement).

Selon JACQUET *et al.* (2002), le spinosad agit essentiellement par ingestion en attaquant les cellules du tube digestive (Annexe 2) mais également par contact en déformant la cuticule des larves (Annexe 1). On a observé aussi des malformations des imagos émergé qui meurent après deux jours de leurs sorties des chrysalides (Annexe 4). Le même auteur précise que la mort peut survenir jusqu'à deux jours après le traitement.

Le Spinosad est neutre à faiblement toxique vis-à-vis des acariens prédateurs phytoséides. Aucune toxicité particulière n'a été remarquée sur la flore du sol, ainsi que sur les vers de terre (JACHETTA, 2001).

LIU *et al.* (1999) ont démontré que le produit agissait bien par contact et par ingestion, mais que son efficacité était plus grande par ingestion et encore meilleure lorsqu'il y avait contact et ingestion.

Nos résultats montrent que la CL50, diminue peu à peu avec le temps pour les stades larvaires L4 –L5. Donc le Spinosad devient de plus en plus toxique que la durée d'exposition des larves est plus long. Mais la plus faible mortalité corrigée a été observé dans un temps létal court et chez les larvaires âgées traitées par la plus faible concentration ; Donc nos résultats conforme les travaux d'ARIVOLI et TENNYSON (2011) et VALADEZ-LIRA *et al.* (2011) cité par GAMA *et al.* (2013) qui ont dévoilé la relation négative qui peut être observée entre le temps d'exposition et la CL50 pour le *Bacillus thuringiensis*, cela signifie qu'avec un temps d'exposition plus long, la valeur CL50 diminue et le taux de mortalité des larves *Aedes aegypti* augmente.

D'après LIU *et al.* (1999), ont utilisé le Spinosad contre deux stades larvaires (2 et 3) de la fausse-arpenreuse du chou (*Trichoplusia ni* Hübner) en champ et en laboratoire, le produit s'avère, au champ, plus efficace contre le stade 2, donnant 100 % de mortalité au jour 0. Mais six jours après l'application, une diminution de l'efficacité était observée.

Selon ROCHEFORT *et al.* (2006), le taux de mortalité d'*Ectomyelois ceratoniae* est plus faible pour une courte durée d'exposition (24h et 48h) quel que soit la concentration du spinosad utilisée.

La pulvérisation de spinosad sur les œufs d'*Ectomyelois ceratoniae* montre un effet sur l'éclosion. On a observé aussi que les larves néonates meurent juste après leurs sortie de l'œuf, cela est peut être due l'alimentation de ces larves par le chorion de l'œuf traité par le biopesticide. Ces résultat sont les même que celle obtenu par LAGA (2012) qui précise que l'azadirachtine diminue fortement le taux de fertilité des femelle est des œufs même avec l'utilisation des doses très faible. Donc, il parait que le spinosad bloque le développement embryonnaire et empêche la transformation des larves de la pyrale de datte.

Notre résultat indique que le taux d'éclosion des œufs de la pyrale des dattes dans conditions contrôlées a révélé que la fertilité des œufs varié de 85,81% à 98,22% avec une moyenne de $93,32\% \pm 0,05$ (MATALLAH, 2010).

La durée d'incubation des œufs d'*Ectomyelois ceratoniae* est probablement influencée par différent doses de spinosad comparé au témoin puisque ils proviennent tous des femelles issues de l'élevage sur milieu artificiel, la qualité alimentaire influe sur la durée d'incubation des œufs. Donc on a remarqué qu'il existe une différence entre la durée d'incubation des œufs sur les quatre doses (plus longue) par rapport témoin (plus courte) donc le produit possède un effet sur la durée d'incubation des œufs de la pyrale des dattes.

Nos résultats sont proches de celles ZOUIOUECHE et RAHIM (2008) qui ont enregistré sur le milieu d'élevage artificiel une durée moyenne d'incubation des œufs plus courte avec 2,33 jours.

ZOUIOUECHE et RAHIM, (2008) ont enregistré une durée moyenne des différents stades larvaires de L₁ à L₅ de 61,5 jours qui est presque deux fois plus long que nos résultats obtenus sur la plus forte concentration (42.33 jours). Sur caroubier, la durée de vie larvaire et nymphale varie de 45 à 31 jours quand la température passe de 20 à 34°C, sur gousses d'Acacia de 32 à 25 jours quand la température passe de 25 à 34°C, alors que la durée larvaire et nymphale est de 32 jours sur milieu artificiel à 26°C (DHOUIBIE ,1982).

La longévité des adultes enregistrés sur la pyrale des dattes est influencée probablement par la quantité nutritive d'insecticide ingéré.

La longévité moyenne des adultes est proche chez les différentes doses utilisées (2 jours) par rapport au témoin (3 jours). Nos résultats sont semblables à celles de TOKMAKOGLU *et al.* (1967) in DOUMANDJI (1981) qui notent une espérance de 2 à 3 jours chez la pyrale des dattes. Mais elles sont différentes de celles obtenues par WERTHEIMER(1958) qui montre que les adultes des deux sexes d'*E. ceratoniae* meurent 3 à 4 jours après leur émergence.

D'après nos résultats montrent que le paramètres de reproduction (le taux brut de fécondité de fertilité et taux net de fécondité de fertilité) sont plus élevé pour le témoin par rapporte à la plus fort concentration donc le spinosad réduit de fécondité des femelles 50% à 100% ces résultats semblable les résultats MEHAOUA *et al.* (2013) ont indique que le

traitement les larves de la pyrale des dattes de la première phase avec l'azadirachtine réduit de manière significative des fertilité femelles et des oeufs de même aux doses très basses. Ainsi que réduit le développement et la croissance de cette ravageur.

D'après nos résultats les paramètres démographiques (le taux reproduction net et brut et taux Intrinsic d'accroissement (r_m) et taux fini d'accroissement (λ) et temps d'une génération(T_g) et temps de dédoublement (T_d) sont fortement influencés par les concentrations du spinosad. Ces résultat semblable les résultats GALVAN *et al.* (2005) montre que spinosad peut réduire la croissance démographique d'axyridis de H (Coleoptera: Coccinellidae) par effet sa survie, développement, et reproduction. Et le temps de développementale des axyridis. H. a été traité avec le spinosad à 25 à 50% y plus long par rapport non traité

Donc les paramètres biologiques influencés sur les différentes régions alimentaires. D'après NOROUZI *et al.* (2008) indique que le taux reproduction net (R_o) été plus bas sur les dattes et la pistache. et le taux d'accroissement intrinsèque (r_m) ont été plus élevés sur la grenade par contre la datte. Mais le temps de doublement le plus fortement chez la datte.

Conclusion

A titre de ce travail nous pouvons conclure que les différentes mortalités observé sont en corrélation positive avec les doses et la duré d'exposition des larves au spinosad, avec un taux de mortalité faible pour un temps létal court et une mortalité élevé pour une durée d'exposition long, de même la dose la plus faible provoque la mortalité la plus faible. Cette action du biopesticide est probablement due à l'effet d'ingestion du spinosad avec alimentation.

La CL50 est corrélé positivement avec la duré d'exposition des larves au biopesticide (spinosad), elle faible dans un temps létal plus long et élevé pour un temps létal court.

La pulvérisation du spinosad sur les œufs d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller affect leur éclosion par une mortalité embryonnaire et présentent l'aspect des d'œufs non fertiles (pas changement de couleurs).

Nos avons aussi déterminé que le spinosad diminue fortement le taux de fertilité des femelles et des œufs même avec l'utilisation des doses très faible. Donc, spinosad agit sur le développement et la croissance de pyrale de la datte.

D'autre part pour déterminé influence du spinosad sur les différents stades larvaires issus des individus traités par les quatre concentrations, montrent que chaque stade larvaire est caractérisé par un taux de mortalité qui augmentent d'un stade à un autre avec une durée moyenne du cycle de vie plus longue que celui du témoin.

La longévité moyenne des adultes est plus longue chez le témoin par rapport aux adultes issus des larves traités par les différentes concentrations de spinosad.

Les résultats obtenus montrent que le spinosad possède un effet sur le développement et la croissance de la pyrale des dattes. Mais notre travail mérite d'être poursuivi par une étude de l'effet différé de ce produit sur le taux de suivie larvaire, le sexe ratio et la durée d'accouplement de la pyrale des dattes en recherchant les doses sub-létale capable de réduire le niveau d'infestation dans nos palmeraies.

Références bibliographiques

- ABBOTT W S. 1925.** A. method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol 18: 265-267.
- ABOUL-ENEIN A.M., ABOUL-SOUD M. A. M., SAID H. K., ALI H. F. M., ALI Z. Y., MAHDI A M., GIESY J. P. 2012.** Hepatoprotective effects of antioxidants against non-target toxicity of the bio-insecticide spinosad in rats: African Journal of Pharmacy and Pharmacology 6(8): 550-559.
- ANDERMATT M E., MANI T. H., WILDBOLZ P. L. 1988.** Susceptibility of *Cydia pomonella* to *Bacillus thuringiensis* under laboratory and field conditions. *Entomology. Exp. Appl* 49: 291-295.
- ANONYME. 2005.** Spinosad; pesticide tolerance. Federal Register 70: 1349 -1357.
- ANONYME. 2010.** plan de protections e intégrées des cultures et de production cultures (pp pic). Projet arboriculture fruitière, ministère de l'agriculture et de la pêche maritime, Maroc, 57p.
- ANONYME. 2013.** Le guide SUCCESS4 (vigne, arboriculture, cultures maraicheres, industrielles, tropicales, ppamc fines herbes ET pg). DowAgrosceinces 1-7.
- ARIVOLI S., TENNYSON S. 2011.** Larvicidal and adult emergence inhibition activity of *Abutilon indicum* (Linn.) (Malvaceae) Leaf extracts against vector mosquitoes (Diptera: Culicidae). J Bio pesticides 4(1): 27-35.
- ASCHER K R S., K LEIN M., MEISNER J. 1992.** Azatin, a Neem formulation, acts on nymphs of the western flower thrips. *Phytoparasitica* 20: 305-306.
- BALACHOWSKY A. S. 1972.** Entomologie appliquée à l'agriculture. Tome II Lépidoptères 2 : 1199-1205.
- BEN ABDALLAH A. 1990.** La phoeniciculture. Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT) 11 : 106-120.
- BRET B.L., LARSON L.L., SCHOONOVER J.R., PARKS T.C., THOMPSON G.D. 1997.** Biological properties of spinosad. *Dow to Earth* 52: 6-13.

- DHOUBI M. H. 1982.** Etude *Bio-écologie d'Ectomyelois ceratoniae Zeller* (Lepidoptera, Pyralide) Dans les zones présahariennes de la Tunisie. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie et Curie, Paris, 145 p.
- DHOUBI M. H. 1991.** Les principaux ravageurs du palmier dattier et de la datte en Tunisie. Institut National Agronomique de Tunisie, Tanise, 64p.
- DHOUBI M. H ., JAMMAZI A .1993.** Lutte biologique contre la pyrale des caroubes *Ectomyelois ceratoniae Zeller* (Lepidoptera - Pyralidae) par *Habrobracon Hebetor* (Hymenoptera, Braconidae) en verger de grenadier. Med. Fac. Landbouvro, Université Gent, pp. 427-436.
- DJAZOULI ZAHR –EDDINE; MOSTEFAOUI H., DOUMANDJI- MITICHE B ; Dridi Bachir.2008.** Incidences des substances semi chimiques (allelochimiques) sur le comportement de ponte de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae Zeller* (Lepidoptera, Pyralidae) dans les conditions contrôlées : Institut des régions arides -21 (3), pp. 1207-1218.
- DOUMANDJI-MITICHE B ., DOUMANDJI S. 1993.** La lutte biologique contre les prédateurs des cultures. Ed. OPU. Alger, 94 p.
- DOUMANDJI S. 1981.** Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le nord de l'Algérie, *Ectomyelois ceratoniae Zeller*. (Lepidoptera : Pyralidae). Thèse de Doctorat - d'état, Université Pierre et Marie et Curie, Paris, 145p.
- DOUMANDJI-MITICHE B .1983.** Contribution à l'étude bioécologique des parasites et prédateurs de la pyrale des caroubes *Ectomyelois Ceratoniae* en Algérie en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur .Thèse de doctorat, Université, Paris ,253 p.
- EILENBERG J., HAJEK A., LOMER C. 2001.** Suggestions for unifying the terminology in biological control. *Bio control* 46:387–400.
- FINNEY D.J. 1971.** Probit Analysis. Cambridge University Press.
- FISCHER R A., YATES F. 1975.** Statistical Tables for Biological, Medical and

Agricultural Research. 6th. Ed. Longman, London 6-66.

- GALVAN T.L., KOCH R.L., HUTCHISON W.D .2004.** Effects of spinosad and Indoxacarb on survival, development and reproduction of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control* 34:108–114
- GAMA P., NAKAGOSHI Z., SUHARJONO N., FARIDAH S. 2013.** Toxicity studies for indigenous *Bacillus thuringiensis* isolate from Malang city, East Java on aedes *Aegypti* larvae. *Asian Pac J Trop Biome* 3(2): 111-117.
- GOTHILF S. 1969.** Natural enemies of carob moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. *Entomophaga* 14(3): 195-220.
- HADDAD L. 2000.** Quelques données sur la bio-écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* dans les régions de Touggourt et Ouargla, en vue d'une éventuelle lutte contre ce déprédateur. Mémoire Ingénieur, ITAS, Ouargla, 62 p.
- HAMDANE I., AIEB Z. 2012.** Etude de la toxicité de *Bacillus thuringiensis* var. Kurustaki sur la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) dans les conditions contrôlées. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques, Biskra, 64 p.
- HERTLEIN M.B., THOMPSON G.D., SUBRAMANIAN B .H., ATHANASIUS C.G. 2011.** spinosad: a new natural product for stored grain protection .*Journal of stored products Research* 47:13-146.
- HOUDA S., HASSEINE A., M.MELLASE, .MERZOUGUI A, LAIADI D, CHAOUKI J.2012.** Ecoulements d'air avec dispersion de particules autour des constructions ET sur les palmeraies. *Courrier du Savoir* 41-46.
- IDDER M.A. 1984.** Inventaire des parasites d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller dans les palmeraies d'Ouargla et lâchers de *Trichogramme embryophagum* Hartig contre cette pyrale. Mémoire Ing, Agr, INA El Harrach, Alger, 70 p.
- JACHETTA J.J. 2001.** Petition for the Inclusion of Spinosad on the National Organic Standards Board List of Approved Organic Substances, Indianapolis. Dow Agro Sciences.

- JACQUET V., GUEGUEN F., DUTTON R. 2002.** Intérêt du Spinosad en viticulture pour lutter contre les lépidoptères, les thrips et la drosophile. Annales 6^e CIRA, Montpellier, 4-6 décembre 2002 p8.
- KHOUALDIA O., TAKROUNI M. L., BEN MAHMOUD O., RHOUMA 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. Laboratoires A.C.L. Tunisie. Pp .15-17.
- KISHANI-FARAHANI H., GOLDANSAZ S. H., SABAHI Q. 2012.** A survey on the overwintering larval parasitoids of *Ectomyelois ceratoniae* in three regions in Iran. Crop Protection 36: 52-57.
- KOUL O., ISMAN M. B., KETKAR C. M. 1990.** Properties and uses of Neem, *Azadirachta indica*. Can. J. Bot 68: 1 -11.
- LAGHA M. 2011.** Etude de la toxicité de l'azadiractine (bio pesticide) sur la mortalité et la fertilité des femelles et des œufs de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratonia zeller.*, 1939 (Lepidoptera pyralidae) dans les conditions contrôlées. Thèse Ing, Univ .BISKRA, p 30.
- LE BERRE M. 1978.** Mise au point sur le problème du ver de la datte, *Myelois ceratoniae* Zeller. Bull. agro. Sahar 1(4) : pp. 01-35.
- LEPIGRE A. 1963.** Essais de lutte sur l'arbre contre la pyrale des dattes (*Myelois ceratoniae* Zeller, Pyralidae). Ann. Epiphyties 14(2) :85-101.
- LIU T.X., SPARKS A. N., HENDRIX W.H., YUE B.S., LIU T.X., YUE B.S. 1999.** Effects of SpinTor (Spinosad) on cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae): toxicity and persistence of leaf residue on cabbage under field and laboratory conditions. J. of Economic Entomology 92:1266-1273.
- MAIA A. H., LUIZ A J.B., CAMPANHOLA C .2000.** Statistical Inference on Associated Fertility Life Table Parameters Using Jackknife Technique: Computational Aspects. J.Econ.Entomo 511-518.
- MALLAMAIRE A. 1950.** Les Bruches Des Légumineuses Tropicales. Bulletin De La S.T.A.T 5 : 86-89 P.

- MATALAH N., 2010.** Etude paramètre bioécologique de la pyrale des dattes (*Apomylois ceratonia* Zeller, 1839) dans la région des Ziban et essai de lutte biologique Dans les conditions contrôlées. Mém .Ing .Inst, Agro .Biskra, 78p.
- MEHAOUA M.S., HADJEB., LAGHA AM., BENSALAH M.K., OUAKID M.L. 2013.** Study of the Toxicity of Azadirachtinon Larval Mortalityand Fertility of Carob Moth's Female *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera, Pyralidae) Under Controlled Conditions. American- Eurasian Journal of Sustainable Agriculture 7(1): 1-9.
- MERTZ F. P., YAO R. C, 1990.** *Saccharopolyspora spinosa* sp. Nov. Isolated from Soil Collected in Sugar Mill Rum Still." Int. J. System. Bacteriol 40:34-39.
- MORDUE P. 1992.** Neem chemical: the pieces fall into place. Science 258-893.
- MOZAFFARIAN F., SARAFRAZI A., GANBALANI N.G. 2007.** Host plant-associated population variation in the carob moth in Iran: a geometric morphometric analysis suggests a nutritional basis. Journal of Insect Science 7:1536-2442.
- NOROUZI A., TALEBI A.A., FATHIPOUR Y., 2008.** Development and demographic parameters of the rob moth *Apomyelois ceratoniae* on four diet regimes. Bulletin of Insectology 61 (2): 291-297.
- PASCUAL-VILLALOBOS M., ROBLEDO A. 1999.** Anti-insect activity of plant extracts from the wild flora in southeastern Spain. Biochemical Systematic and Ecology 27: 1-10.
- 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 d'Ouargla. Mémoire Ingénieur, ITAS, Ouargla, 85 p.
- RENJUN G., JING D., WENJI Z., WILLIAM L. C. 2007.** Dietary risk assessment of spinosad in China. Regulatory Toxicology and Pharmacology 49: 31-42.
- ROCHEFORT S., LALANCETTE R., ROSELYNE., BRODEUR J., 2006.** Recherche et développement de bio-pesticides et pesticides naturels à faible toxicité pour les organismes non ciblés et respectueux de l'environnement. Ministère du

Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP), Université, Laval, 80p.

SALGADO V. L. 1997. The modes of action of spinosad and other insect control products. Down to Earth 52: 35-43.

SALGADO V.L. 1998. Studies on the mode of action of spinosad: insect symptoms and physiological correlates. Pesticide Biochemistry ET Physiology 60: 91-102.

SALGADO V.L., SHEETS J.J., WATSON G.B., SCHMIDT A.L., 1998. Studies on the mode of action of spinosad: the internal effective concentration and the concentration dependence of neural excitation. Pest, Biochem. Physiol 60: 103 - 110.

SAUNDERS D.G., BRET B.L. 1997. Fate of spinosad in the environment. Down to Earth 52(1):14-20.

SCHMUTTERER H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the Neem tree, *Azadirachta indica*. Ann. Rev Entomology 35:271-297.

SWAROOP S.A.B., UEMURA G. K .1966. Statistical Methods in Malaria Eradication. Monograph World Health Organization 51:1-164.

TABATABAEI P.R., HOSSEININAVEH V., GOLDANSAZ S., H. KHALIL

TALEBI.2011. Biochemical characterization of digestive proteases and carbohydrases of the carob moth , *Ectomyelois Ceratoniae (zeller)* (Lepidoptera: pyralidae). Journal of Asia- Pacific Entomology 14: 187–194.

THOMPSON G .D ., DUTTON, R ., SPARKS T. C. 2000. Spinosad à case study an exemple formatural products discovery programme. Pest Management Science 56 : 696 -702.

TOKMAKOGLU C., SOYLU O. Z., DEVECIOGLU H., 1967. Myelois ceratonia Zeller 'nin biyolojisi ve mucadele metodlari azerinde aratirmatar, Bitki Koruma Bult 7(3): 91-106.

VALADEZ-LIRA J.A., ALCOCER-GONZALEZ J.M., DAMAS G., NUNUZ- MEJIA G., OPPERT B., RODRIQUES-PADILLA C. 2011. Comparative evaluation of

phenol oxidase activity in different narval stages of four lepidopteron pests after exposure to *Bacillus thuringiensis*. *J Insect Sci* 12: 1-11.

VALENCIA-JIMENEZ A., ARBOLEDA J.W., López Á. A., GROSSI-DE-SAB M.F. 2008. Digestive α -amylases from *Tecia solanivora* larvae (Lepidoptera: Gelechiidae): response to pH, temperature and plant amylase inhibitors. *Bull. Entomologe. Res* 98 : 575–579.

VILARDEBO A. 1975. Enquête et diagnostic sur les problèmes phytosanitaires entomologiques dans les palmeraies du Sud-est Algérien. *Bull. Agr. Sahar* 1 (3) : 1-27.

WARNER R.L., BARNES M.M., LAIRD E.F. 1990. Chemical control of a Carob Moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae), and various Nitidulid beetles (Coleoptera) on ‘Deglet Noor’ dates in California. *J. Econ. Entomology* 83: 2357-2361.

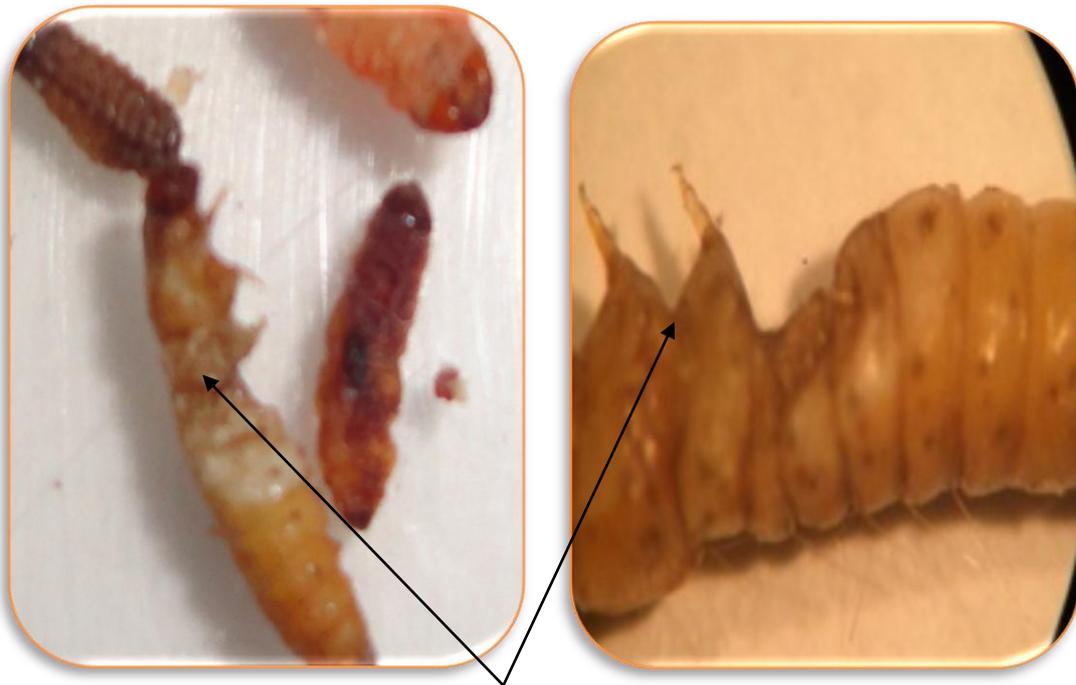
WERTHEIMER M. 1958. Un des principaux parasites du palmier dattier : le *Myelois decolor*. *Revue Fruit* 13 (8): 109-128.

ZOUIOUECHE F., RAHIM F. 2008. Etude de quelque aspect bioloécologiques de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* ZELLER., (Lepidoptera pyralidae) et essai d’une lutte biologique par *Bacillus thuringiensis* var *Kurustaki* dans la région de Biskra. *Mémoire Ing .Inst, Agro .Biskra*, 100p.

Annexes



Annexe 1 : Action de spinosad sur les larves L4 *d'Ectomyelois ceratoniae*
(ORIGINAL, 2014).



Dégradation type digestive

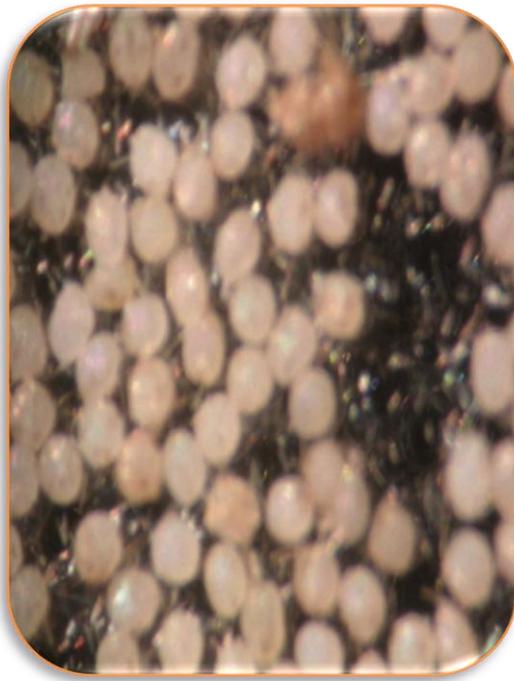
Annexe 2 : Action de spinosad sur les larves L5 *d'E. ceratoniae* (ORIGINAL, 2014)



Annexe 3 : Action de spinosad sur les chrysalides d'*E. ceratoniae* (ORIGINAL ,2014)



Annexe 4 : Action de spinosad sur L'Adulte d'*E. ceratoniae* après traitement les larves (ORIGINAL ,2014)



(ORIGINAL ,2014)

Annexe 5 : Œufs déposé isolément

Annexe 6 : Œufs déposé en chaines



(ORIGINAL ,2014)

Annexe 7 : Œufs déposé en amas

Résumé

Etude de la toxicité du spinosad sur les larves, les œufs et sur les paramètres biologique de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) dans les conditions contrôlées.

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* zeller, est considérée l'un des ravageurs les plus redoutables qui menace la production dattiers en Algérie. L'étude de la toxicité du spinosad sur les larves (L4-L5) de la pyrale des dattes et sur les œufs par l'utilisation d'une gamme de quatre doses de spinosad dans les conditions contrôlées, à dévoilé un taux de mortalité corrigée très élevé pour une durée d'exposition assez long et une forte dose. la CL50 la plus faible à été obtenue pour un temps léthal assez long et la plus élevé pour un temps léthal court. Aussi, on a pu déterminer l'effet différé du biopesticide sur les paramètres biologique de ce ravageur. Les résultats ont montré que les individus survécus au traitement par le spinosad possèdent un taux brut et net de fécondité et de fertilité plus faible que le témoin, une durée larvaire, une longévité des adultes et un cycle de vie plus long que les individus non traité. Le taux net de reproduction, le taux intrinsèque d'accroissement et taux fini d'accroissement sont plus élevés chez le lot traité par rapport au témoin. Nos résultats ont montré que le spinosad exerce une influence sur le développement et les différents paramètres biodémographiques de la pyrale des dattes. Il peu être évalué comme solution de contrôle dans un programme de lutte intégrée contre ce déprédateur.

Mots clés : *Ectomyelois ceratoniae*, toxicité, spinosad, fécondité, fertilité, CL50.

Summary

Study of the toxicity of the spinosad on the larvae, eggs and the parameters biological of the bee moth of the dates *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) under the controlled conditions.

The bee moth of the dates *Ectomyelois ceratoniae* zeller, is considered one of the most frightening ravagers which threatens the date palms production in Algeria. The study of the toxicity of the spinosad on larvae (L4-L5) of the bee moth of dates and on eggs by the use of a range of four amounts of spinosad under the controlled conditions, with revealed a very high death rate corrected for one exposure time rather long and a strong amount. The weakest CL50 at summer obtained for the rather long lethal time and highest for a lethal time court. Also, one could determine the effect differed from the biopesticide on the parameters biological from this ravageur. The results showed that the individuals survived the treatment by the spinosad have a rough rate and Net of fruitfulness and fertility weaker than the witness, one larval duration, a longevity of the adults and a life cycle longer than the individuals untreated. The net reproduction rate, the intrinsic rate of increase and rate finished in increase is higher at the batch treated compared to the witness. Our results showed that the spinosad exerts an influence on the development and the various parameters biodemographic of the bee moth of dates. It little to be evaluated as solution of control in a program of fight integrated against this depredator.

Key words: *Ectomyelois ceratoniae*, toxicity, spinosad, fecundity, fertility, CL50.

ملخص

دراسة سمية spinosad على اليرقات، البيض وعلى المعلمات لبيولوجية لفراشة التمر (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller) في ظروف خاضعة للرقابة.

دودة التمر *Ectomyelois ceratoniae* zeller تعتبر واحدة من الآفات الأكثر شراسة التي تهدد الإنتاج الجزائري. وهذه الدراسة تشمل مدى سمية spinosad على اليرقات (L4-L5) من العثة وعلى البيض باستخدام مجموعة من أربع جرعات من spinosad في ظروف خاضعة للرقابة، مع كشف عن أن معدل الوفيات المصححة عالي جدا خلال فترة طويلة في التركيز العالي. وتم الحصول على أن LC50 متناقص في الفترات الطويلة وأعلى في الفترات القصيرة. أيضا تقرر التأثيرات المؤجل للمبيدات الحيوية على المعلمات البيولوجية لهذه الآفة. أظهرت النتائج أن معدل الخصوبة الإجمالية للأفراد التي نجت من العلاج مع spinosad يكون منخفض من الأفراد غير المعالجة، وان فترة اليرقات، وطول عمر الكبار و دورة الحياة أطول من الأفراد غير المعالجة. وان معدل الإنجابية الصافي، ومعدل الزيادة الأصلي و معدل الزيادة المحدود أعلى في المجموعة التي نجت من العلاج مقارنة بالمجموعة الضابطة. أظهرت نتائجنا أن spinosad له تأثير على تطوير مختلف المعلمات الديموغرافية لفراشة التمر. و لكن هذه المكافحة لا يمكن تقييمها من قبل برنامج المكافحة المتكاملة على أنها حل لتحكم في هذه الآفة.

الكلمات المفتاحية : سمية spinosad، الإخصاب، مخصبة CL50.