

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS
DE MOSTAGANEM

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences
de la Nature et de la Vie
Département d'Agronomie

جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم

كلية العلوم الدقيقة
وعلوم الطبيعة و الحياة
قسم العلوم الزراعية



Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques

Option : Lutte biologique et intégrée contre les bioagresseurs des cultures stratégiques.

Thème

Lutte intégrée contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lep. : Gelechiidae)

- Dynamique des populations de *T.absoluta* sur tomate sous serre.
- Efficacité de deux bio-insecticides.

Présenté par :

M. Gacemi Abdelhamid

Devant le jury :

M. Youcef Benkada Mokhtar	Pr.	Univ. de Mostaganem	Président
Mme. Guenaoui Yamina	Pr.	Univ. de Mostaganem	Promotrice
M. Bendahmane Boubekour Seddik	M.C.A	Univ. de Mostaganem	Examineur
Mme. Gaouar Benyelles Nacera	M.C.A	Univ. de Tlemcen	Examinatrice
Mlle. Boualem Malika	M.C.B	Univ. de Mostaganem	Examinatrice

Année universitaire : 2010 – 2011

Remerciements

Mes remerciements vont d'abord à Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et la patience de réaliser ce travail.

J'exprime ma reconnaissance à Mme. Guenaoui Yamina, Professeur à l'Université de Mostaganem, pour avoir accepté de m'encadrer. Ses conseils, ses orientations m'ont été très bénéfiques pour la réalisation de ce mémoire, qu'elle soit rassurée de ma profonde gratitude.

Je tiens à remercier tout particulièrement M. Youcef Benkada Mokhtar, Professeur à l'Université de Mostaganem, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury.

Je remercie Mme Gaouar Nacera, Maître de conférences à l'Université d'Abou-bakr belkaid Tlemcen, M. Bendahmane Boubekour Seddik, Maître de conférences à l'Université de Mostaganem et Mlle. Boualem Malika, Maître de conférences à l'Université de Mostaganem, d'avoir eu l'amabilité d'accepter de faire partie du jury et de juger ce travail.

Je remercie également M. Aissaoui Khaled représentant de la firme Syngenta à l'ouest de l'Algérie, pour son aide à obtenir les produits que j'ai expérimenté.

Je suis très reconnaissant à M. Azzedine et à tous les ouvriers de l'exploitation agricole de notre département pour leur aide dans les travaux d'entretien de la culture.

Mes remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Résumé

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick est devenue le ravageur de la tomate le plus important en Algérie. Elle ne cesse de causer des dégâts spectaculaires depuis son introduction en 2008. La lutte contre cet insecte nécessite la recherche de plusieurs méthodes de lutte dont la complémentarité doit résoudre le problème.

Le travail expérimental a porté sur la dynamique des populations de *T.absoluta* sur une culture de tomate sous abri plastique, installée à la ferme expérimentale de l'Université de Mostaganem dans la commune de Mazagran. L'essai a montré un niveau d'infestation progressif par *Tuta absoluta* de mars à juin 2010 malgré l'installation d'un filet insect-proof pour protéger la culture. Des traitements effectués sur terrain avec un bioinsecticide (Emamectine benzoate) ont montré une efficacité élevée sur les stades larvaires (mortalité proche de 87 %).

En conditions de laboratoire, nous avons établi une comparaison entre l'efficacité de l'Emamectine benzoate et le Spinosad contre les stades larvaires de *T.absoluta* dont l'utilisation est très courante dans les conditions expérimentales. Les résultats obtenus ont montré que l'Emamectine benzoate et Spinosad se sont révélés très efficaces sur les larves de *T.absoluta*. Emamectine a provoqué une mortalité quasi totale des larves traitées tandis que le Spinosad a tué plus de 94 %.

Mots clés : Tomate, *Tuta absoluta*, bioinsecticide, Spinosad, Emamectine benzoate, Mortalité, Efficacité, Lutte intégrée.

Abstract

The work is a study on the tomato leafminer *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) which is the most important pest of tomato in Algeria. It causes spectacular damages since its introduction in 2008. The control against this invasive insect requires for several methods of control that complete the integrated control should solve the problem.

The experimental work focused on dynamics of the populations of *T.absoluta* on a tomato crop protected by plastic located in the experimental farm of the University of Mostaganem (Mazagran). Ground testing has shown the progressive level of infestation by *T.absoluta* from March to June in spite of insect-proof netting to protect the culture.

Treatments performed on field with a bioinsecticide (Emamectin benzoate) showed high efficiency on larval stages (mortality up to 87%).

In laboratory conditions, we compared between the efficacy of Emamectin benzoate and Spinosad another bioinsecticide against larval stages of *T.absoluta*. The results showed that Emamectin benzoate and Spinosad showed an effective efficacy on the larvae of *T.absoluta*. Emamectin caused mortality of all stages of larvae treated, while Spinosad killed more than 94% of population.

Keywords: Tomato, *Tuta absoluta*, bioinsecticide, Spinosad, Emamectin benzoate, Mortality, Efficiency.

ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة حافرة أنفاق الطماطم (*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) التي تعتبر أهم آفة تصيب محصول الطماطم في الجزائر مسببة خسائر معتبرة في كل موسم منذ ظهورها عام 2008، مما يستوجب مكافحة هذه الحشرة و ذلك بالبحث عن طرق جديدة لحل هذا المشكل. لقد ركزنا في العمل التجريبي على دراسة ديناميكية تجمعات الحشرة *T.absoluta* على محصول الطماطم في الدفيئة في المزرعة التجريبية لجامعة مستغانم ببلدية مزهران. حيث أظهرت النتائج مستوى إصابة تصاعدي للحشرة بين شهري مارس و جوان بالرغم من استعمال الشبكة الواقية من الحشرات على مدخلي البيت البلاستيكي لحماية المحصول. أظهرت المعالجة الميدانية عن طريق المبيد الحيوي إمامكتين بنزوات Emamectine Benzoate فروق معنوية، إذ بينت النتائج أن له فعالية معتبرة على يرقات الحشرة *T.absoluta* (نسبة الوفيات حوالي 87%). تحت الظروف المخبرية، قمنا بمقارنة فعالية المبيدين الحيويين إمامكتين بنزوات و سبينوساد ضد يرقات *T.absoluta* حيث اثبت المبيدان الحيويان فعالية كبيرة على اليرقات، فالإمامكتين بنزوات تسبب في نسبة وفيات تقدر ب 100% في حين تسبب السبينوساد في نسبة 94%.

الكلمات المفتاحية: الطماطم - *Tuta absoluta* - المبيد الحيوي - سبينوساد - إمامكتين بنزوات - نسبة الوفيات - الفعالية.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les moyennes des populations de <i>T.absoluta</i> avant et après les traitements.....	31
Tableau 2 : Mortalité (moyennes et écarts-types) de chaque stade larvaire de <i>T. absoluta</i> dus aux deux insecticides (Spinosad, Emamectine).....	39
Tableau 3 : Mortalité globale (moyennes et écarts-types) des larves de <i>T. absoluta</i> due aux insecticides Spinosad et Emamectine.....	41
Tableau 4 : Moyennes de larves mortes et vivantes de <i>T.absoluta</i> après 3 traitements.....	45
Tableau 5 : Moyennes de larves mortes et vivantes de <i>T.absoluta</i> après 3 traitements par plant.....	46

Liste des figures

Fig. 01 : Plant de tomate Var. Tafna (F ₁) 60 jours après le repiquage (essai sous abri plastique).....	03
Fig. 02 : Les principaux pays producteurs de tomate dans le monde.....	05
Fig. 03 : Évolution des superficies et de la production mondiale de tomate de 1999 à 2009.....	05
Fig.04 : Évolution des superficies et de la production de tomate de 1999 à 2009 en Algérie.....	06
Fig. 05 : La répartition géographique de <i>Tuta absoluta</i> dans le Bassin méditerranéen.....	12
Fig. 06 : Cycle de vie de <i>T. absoluta</i>	15
Fig. 07 : Fruits de tomate attaqués par <i>T.absoluta</i>	18
Fig.08 : Présentation de la serre expérimentale protégée par un filet insect-proof.....	26
Fig.09 : Piège Delta à phéromone	27
Fig.10 : Courbe des captures des mâles de <i>Tuta absoluta</i> période (mars à juin 2010 piège interne et externe).....	29
Fig.11 : Estimation de la population des stades préimaginaux de <i>Tuta absoluta</i> dans la serre de tomate (avril à juin 2010).....	30
Fig.12 : Estimation de la population larvaire de <i>Tuta absoluta</i> dans la serre de tomate après le traitement.....	31
Fig.13 : Symptômes d'attaques de larve de <i>T.absoluta</i>	32
Fig.14 : Nombre de fruits attaqués par <i>T.absoluta</i> sur tomate dans la serre expérimentale.....	32
Fig.15 : Cage d'élevage de l'insecte.....	35
Fig.16 : Structure chimique du Spinosad	36
Fig.17 : Structure chimique de l'Emamectine benzoate	37
Fig.18 : Folioles de tomate sur un milieu gélosé	38
Fig.19 : Mortalité des stades L ₄ dûe à l'Emamectine et Spinosad	39
Fig.20 : Effet des deux bioinsecticides (Spinosad, Emamectine) sur le taux de mortalité des différents stades larvaires de <i>T.absoluta</i>	40
Fig.21 : Le taux de mortalité corrigée des larves de <i>T.absoluta</i> dû au deux insecticides (Spinosad, Emamectine).	41
Fig.22 : Mortalité globale de larves de <i>T.absoluta</i> dans les lots traités par rapport aux témoins par l'Emamectine benzoate.....	45
Fig.23 : Mortalité globale de larves de <i>T.absoluta</i> par plant dans les lots traités par l'Emamectine.	46
Fig.24 : Taux de mortalité de larves de <i>T.absoluta</i> traitées par l'Emamectine.	47

SOMMAIRE

Table des matières

Remerciements.....	i
Résumé.....	ii
Abstract.....	iii
ملخص.....	iv
Liste des tableaux.....	v
Liste des figures.....	vi
Introduction générale.....	1
Partie Bibliographique	
Chapitre I : Généralités sur la culture de tomate	
I.1 Introduction.....	3
I.2 Classification botanique de la plante.....	4
I.3 Superficies et productions de la culture de tomate.....	4
I.3.1 Superficies et productions mondiales.....	4
I.3.3 Superficies et productions de la tomate en Algérie.....	6
I.3.4 Superficie et production de tomate dans la région de Mostaganem.....	7
I.4 La situation phytosanitaire globale de la culture de tomate.....	7
I.5 Les principaux agresseurs animaux nuisibles.....	7
I.6 Les principales maladies en Algérie.....	9
Chapitre II : Généralités sur la mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i>	
II.1 Introduction.....	10
II.2 Systématique et répartition géographique de <i>Tuta absoluta</i>	11
II.3 Morphologie et Biologie de <i>Tuta absoluta</i>	12
II.3.1 Morphologie.....	12
II.3.1.1 L'œuf.....	13
II.3.1.2 Les stades larvaires.....	13
II.3.1.3 La nymphe (Chrysalide).....	14
II.3.1.4 L'adulte.....	14
II.3.2 Biologie de <i>Tuta absoluta</i>	16
II.4 Les plantes hôtes principales.....	17
II.5 Symptôme et dégâts.....	17
II.6 Les méthodes de lutte contre <i>Tuta absoluta</i>	18
II.6.1 Les techniques culturales.....	18
II.6.2 La lutte biologique contre <i>T. absoluta</i>	19

II.6.3 La lutte chimique.....	20
II.6.4 Les stratégies de la lutte intégrée contre <i>Tuta absoluta</i>	20
Chapitre III : La lutte chimique et ses conséquences	
III.1 Généralités sur la lutte chimique et ses principales conséquences..	21
III.2 Les principaux insecticides utilisés contre <i>Tuta absoluta</i>	21
III.3 Mise en évidence de la résistance de <i>Tuta absoluta</i> à certains insecticides.....	22
III.4 Comment gérer la résistance des ravageurs aux insecticides ?.....	24
Partie expérimentale	
Chapitre I : Dynamique des populations de <i>Tuta absoluta</i>	
I.1 Introduction.....	25
I.2 Matériel et méthodes.....	25
I.2.1 Matériel végétal et dispositif expérimental sur le terrain.....	25
I.2.2 Ravageur	26
I.2.3 Matériel d'étude.....	27
I.2.3.1 Matériel utilisé sur terrain	27
I.2.3.2 Matériel utilisé au laboratoire.....	27
I.3 Méthodes d'échantillonnage.....	27
I.4 Analyse des données.....	28
I.5 Résultats.....	29
I.5.1 Captures de mâles de <i>Tuta absoluta</i> par les pièges à phéromones.....	29
I.5.2 Structure des populations de <i>T. absoluta</i> dans la serre de tomate.....	30
I.5.3 Estimation de la population de <i>T. absoluta</i> avant et après le traitement	31
I.5.4 Estimation des fruits attaqués.....	32
I.6 Discussion.....	33
I.7 Conclusion partielle.....	34
Chapitre II : Etude comparative de l'efficacité de deux bioinsecticides (Spinosad et Emamectine Benzoate) contre <i>Tuta absoluta</i>	
II.1 Introduction.....	35
II.2 Matériel et méthodes.....	35
II.2.1 Matériel végétal.....	35
II.2.2 Ravageur	36
II.2.3 Les bioinsecticides et leurs caractéristiques	36
II.2.3.1 Le Spinosad.....	36
II.2.3.2 l'Emamectine Benzoate	36
II.2.4 Matériel de laboratoire.....	37
II.3 Méthodes.....	37

II.3.1 Élevage de <i>Tuta absoluta</i>	37
II.3.2 Test d'efficacité de deux insecticides vis-à-vis des différents stades de <i>T.absoluta</i>	38
II.4 L'analyse statistique.....	39
II.5 Résultats.....	39
II.5.1 Effet du Spinosad et l'Emamectine sur la mortalité des différents stades de <i>T.absoluta</i> ...	39
II.5.2 Effet des bioinsecticides (Spinosad, Emamectine benzoate) sur la mortalité de larves de <i>T.absoluta</i>	41
II.6 Discussion.....	42
Chapitre III : Etude de l'efficacité de l'Emamectine benzoate dans la lutte contre <i>Tuta absoluta</i> dans la culture de tomate.	
III.1 Introduction.....	43
III.2 Matériel et méthodes.....	43
III.2.1 Matériel végétal	43
III.2.2 Ravageur.....	43
III.2.3 Insecticide.....	43
III.2.4 Matériel utilisé	43
III.3 Méthode d'application du produit.....	44
III.4 Analyse statistique.....	44
III.5 Résultats.....	45
III.6 Discussion.....	47
Conclusion générale.....	48
Références bibliographiques.....	48
Références bibliographiques.....	50
Annexes.....	60

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

La tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. (Solanaceae) occupe une place très importante dans l'agriculture mondiale ; elle est cultivée dans le monde entier même dans les régions froides grâce à la culture sous abri. Sa production mondiale a atteint 141.4 millions de tonnes en 2010 sur une superficie de 4.98 millions d'hectares (Faostat, 2010).

En Algérie, la production de tomate est classée à la deuxième place, après la pomme de terre, avec 641 mille tonnes pour une superficie de 20789 hectares (D.S.A, 2010)

La culture de tomate est sujette à plusieurs contraintes d'ordre hydrique et sanitaire qui peuvent contribuer à l'altération quantitative et qualitative du produit. Parmi les insectes nuisibles, le ravageur invasif *Tuta absoluta* Meyrick est devenu le plus menaçant à cause des pullulations qui dépassent souvent le seuil tolérable.

Tuta absoluta Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) est un microlépidoptère originaire de l'Amérique du sud (Torres et al., 2001 ; EPPO, 2005), qui peut s'attaquer à toutes les parties aériennes de la plante (feuilles, fleurs, tiges et fruits). Ce ravageur a la capacité de causer des dégâts qui peuvent aller jusqu'à 100% de pertes (Moreira et al, 2005 ; Niedmann et al., 2006).

T. absoluta a été signalé en Algérie à la fin de l'hiver 2008 dans la région de Mostaganem (Guentaoui, 2008 ; INPV, 2008). Les importants dégâts provoqués par ce ravageur depuis son signalement ont conduit à la mise au point de nombreuses méthodes de lutte. La lutte chimique reste le moyen le plus fréquent pour contrôler les populations de *T.absoluta*. Elle est pratiquée dans tous les pays infestés par ce ravageur, en association avec d'autres méthodes de lutte comme la lutte biologique ou biotechnologique. En Algérie, certains bioinsecticides ont été homologués pour lutter contre ce ravageur. Leur efficacité dépend des conditions de leur utilisation.

Le présent travail a consisté à réaliser des essais pour mesurer l'efficacité de certains bioinsecticides homologués en Algérie pour pouvoir intégrer leur utilisation dans le cadre d'une lutte intégrée.

Notre travail comporte une synthèse bibliographique sur la culture (tomate) et le ravageur (*T. absoluta*) ainsi qu'une mise au point sur la lutte chimique.

Il comporte une partie expérimentale composée d'un essai réalisé dans la serre expérimentale de l'Université de Mostaganem (Algérie) et d'un essai au laboratoire, qui permet de suivre :

- La dynamique des populations des mâles de *T.absoluta* dans la serre à travers les captures par les pièges à phéromones.
- La structure de la population de *T.absoluta* par stade durant la culture (de mars à juin 2010).
- Le niveau des dégâts.

Afin de tester l'efficacité des bioinsecticides proposés aux agriculteurs, nous avons réalisé en serre un traitement à l'aide d'un bioinsecticide Emamectine benzoate.

Dans des conditions de laboratoire nous avons comparé l'efficacité de deux molécules bioinsecticides (Spinosad et Emamectine benzoate) par le biais de la mortalité des larves exposés à ces deux produits.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités sur la culture de la tomate

I.1 Introduction

La tomate est une culture maraichère importante dans le monde comme la pomme de terre. En 2009, la production mondiale était d'environ 141,4 millions de tonnes de fruits frais sur une superficie évaluée à 4.98 millions d'hectares (Faostat, 2010). Comme c'est une culture à cycle assez court qui peut donner de hauts rendements, elle est importante économiquement.

La tomate est originaire des Andes (Amérique du sud). Son introduction pour la 1^{ère} fois en Europe date de 1544 (Naika et *al.* 2005). Actuellement, sa culture est pratiquée dans le monde entier. Il existe plus de 4000 variétés de tomate. Certaines sont résistantes aux maladies et à d'autres facteurs (biotiques et abiotiques), d'autres sont différentes par les caractéristiques de leurs fruits, leur précocité et le port de la plante (Van Eck and *al.*, 2006). Ces variétés peuvent être classées aussi en fonction de leur type de croissance : type indéterminé ou déterminé.

- Les variétés à croissance déterminée ont la tige qui s'arrête de croître après avoir produit un certain nombre de bouquets qui varie selon le cultivar (variété). L'arrêt de la croissance s'annonce avec l'apparition d'un bouquet terminal sans aucune intervention culturale.
- Les variétés à croissance indéterminée ont une végétation et une production continue en conditions favorables. (Laumonnier, 1979).



Fig.01 : Plant de tomate Var. Tafna (F₁) 60 jours après le repiquage (essai sous abri plastique) (originale, 2010)

I.2 Classification botanique de la plante

La tomate a été classée scientifiquement par Linné en 1753 dans le genre *Solanum*, avec comme nom binomial *Solanum lycopersicum* mais en 1768 Miller a reclassé cette espèce dans le genre *Lycopersicon*. Sa dénomination officielle devient alors *Lycopersicon esculentum* Miller (Andrew, 2001).

Sa classification est la suivante :

Embranchement : Anthophyta

Classe : Dicotyledons

Ordre : Solanaeae

Famille : Solanaceae

Genre : *Lycopersicon*

Espèce : *L. esculentum* Miller

I.3 Superficies et productions de la culture de tomate

I.3.1 Superficies et productions mondiales

La tomate est cultivée dans le monde entier y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri. Par son volume de production, la tomate est classée 2^{ème} culture légumière après la pomme de terre au niveau mondial (Faostat, 2010), c'est pourquoi sa protection phytosanitaire est capitale.

A l'échelle mondiale selon les données de la FAO en 2010, près de cinq millions d'hectares (4.98 million ha) sont réservés annuellement à la culture de la tomate dont la production représente 141.4 millions de tonnes avec un rendement moyen de 28.3 tonnes à l'hectare.

I.3.2 Les principaux pays producteurs de tomate

Comme le montre la figure 01(p5), la Chine est le premier producteur mondial de tomate avec plus de 24% de la production totale en 2009 (Faostat, 2010). Cette production est destinée principalement à la consommation locale. Les États-Unis qui produisent 10 % de la production mondiale occupent la 2^{ème} position. Ils sont suivis par l'Inde avec 7.88%, la Turquie (7.59%), l'Égypte (7.07%) et l'Italie (4.51%) (Tableau 1). Ces 6 pays assurent plus de 60% de la production totale. Ils sont suivis par 3 autres producteurs qui sont l'Iran avec plus de 5 millions de tonnes, l'Espagne et le Brésil avec plus de 4 millions de tonnes chacun (Faostat, 2010).

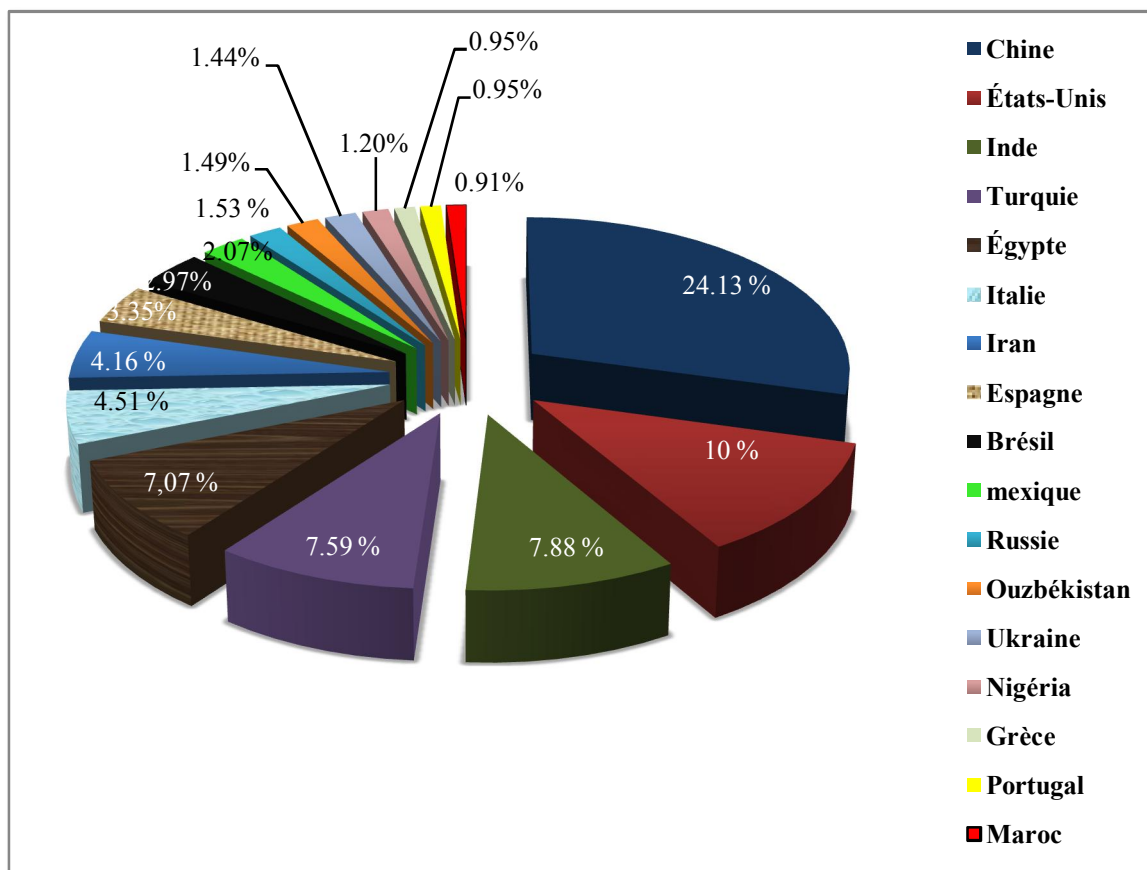


Fig.02 : Les principaux pays producteurs de tomate dans le monde (Faostat, 2010)

Les superficies et la production mondiale de tomate de 1999 à 2009 sont indiquées dans la figure 03

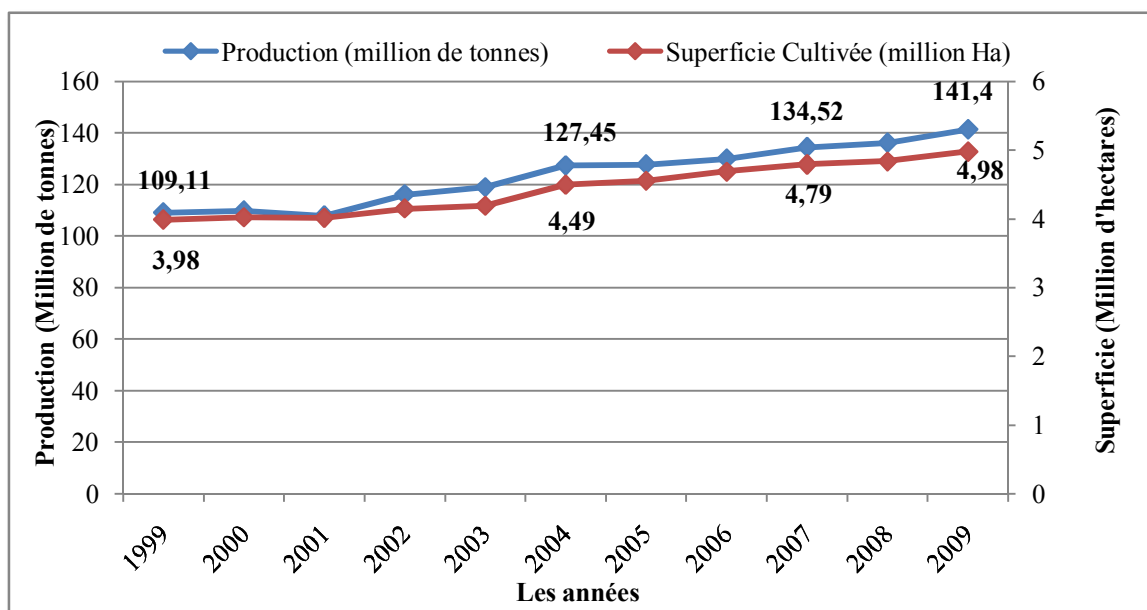


Fig.03 : Évolution des superficies et de la production mondiale de tomate de 1999 à 2009 (Faostat, 2010).

La figure 03 montre l'évolution de la production de la tomate dans le monde en fonction de l'augmentation des superficies cultivées au cours de la décennie 1999-2009. Les années 2008 et 2009 ont connu l'apparition du ravageur de la tomate *Tuta absoluta* dans plusieurs pays du Bassin méditerranéen. Cet insecte a eu une incidence sur la production surtout dans les pays de la rive sud.

I.3.3 Superficies et productions de la tomate en Algérie

La tomate est l'une des productions maraîchères les plus cultivées en Algérie. En 1999 sur une superficie de 55210 Ha la production était de 954,8 mille tonnes. En 2004, sur une superficie globale de 46739 ha consacrée à la tomate, la production a atteint 1092,27 mille tonnes. Entre 2006 et 2007 la production a été de 796,1 mille tonnes sur une superficie de 31005 Ha. En 2008 on note une réduction qui a ramené les superficies à 19655 ha. L'apparition du ravageur invasif de la tomate *Tuta absoluta* a provoqué des pertes de rendement au niveau des serres du nord du pays mais également sur la culture de plein champ (INPV, 2008). En 2008, la production de tomate a été estimée à 559,24 mille tonnes (Faostat, 2010). Les statistiques de l'année 2009 établies par le Ministère de l'agriculture algérienne font état d'une superficie globale de tomate cultivée de 20789 ha, dont 18620 ha ont été consacrés à la tomate de plein champ, et 2170 ha cultivés sous serre. La production totale de la tomate maraîchère était de 641 mille tonnes, avec 446,03 mille tonnes pour la culture de plein champ et 195,95 mille tonnes pour la culture sous serre (D.S.A, 2010).

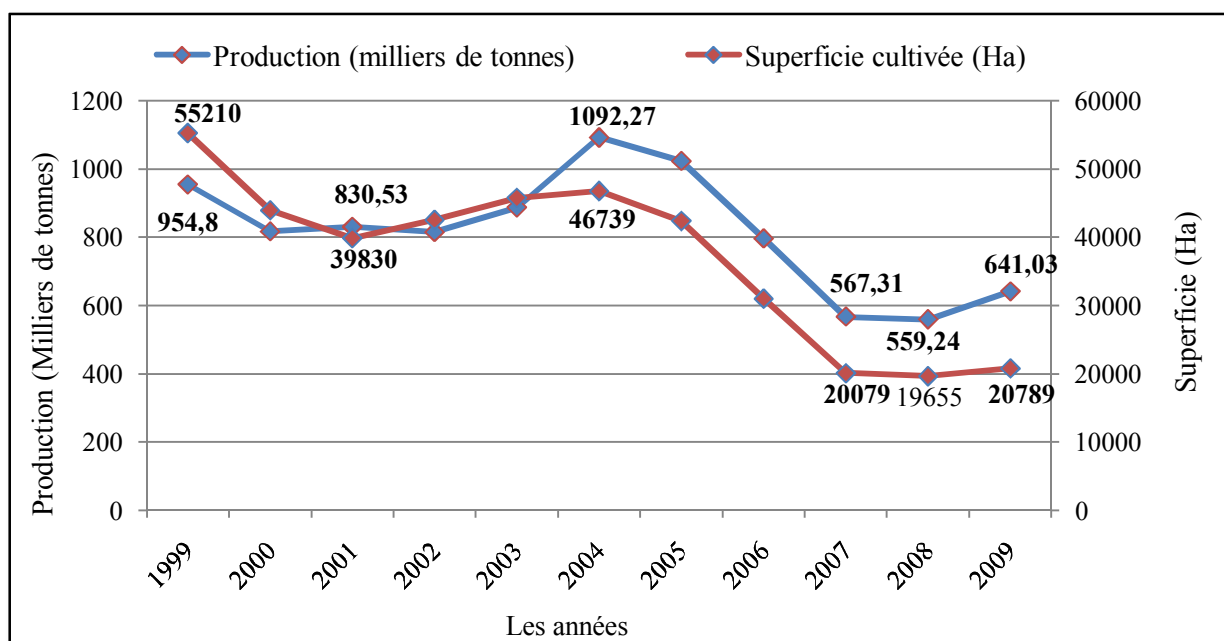


Fig.04 : Évolution des superficies et de la production de tomate de 1999 à 2009 en Algérie (Faostat, 2010).

La figure 04 montre des variations dans la production algérienne entre 1999 et 2009 ainsi que les variations dans les superficies consacrées à la culture de tomate

I.3.4 Superficie et production de tomate dans la région de Mostaganem

La région de Mostaganem a une vocation agricole où les cultures maraichères solanacées (pomme de terre et tomate) occupent des superficies non négligeables. La culture de tomate en 2009 a occupé une superficie de 2550 ha avec une production de 59,144 mille tonnes (D.S.A, 2010).

I.4 La situation phytosanitaire globale de la culture de tomate

La culture de la tomate a plusieurs ennemis qui provoquent des pertes plus ou moins importantes selon les saisons et les conditions de culture. Les maladies d'origine diverses peuvent anéantir les récoltes en absence de lutte efficace. Un grand nombre de déprédateurs (Arthropodes) ont été recensés parmi lesquels les insectes comme les pucerons, les aleurodes, les thrips, et les mineuses diptères étaient les espèces les plus rencontrées (Guenaoui, com. pers, 2010). Depuis 2008, c'est l'insecte *Tuta absoluta* qui est devenu le problème majeur car les dégâts que ce ravageur provoque sont très importants. C'est lui qui fait l'objet de notre étude qui s'inscrit dans une stratégie de lutte intégrée.

I.5 Les principaux agresseurs animaux nuisibles

I.5.1 Les insectes

Parmi les insectes, il existe plusieurs groupes qui sont très redoutables

I.5.1.1 Les pucerons

Ce sont des insectes qui appartiennent à l'ordre des Homoptères et à la famille des Aphididea (Leclant, 1970), ils sont exclusivement phytophages. Les espèces *Myzus persicae* Sultzer, *Aulacorthum solanic* Kalt et *Macrosiphum euphorbiae* Thomas sont les espèces les plus fréquentes sur tomate (Csizinszky et al., 2005).

I.5.1.2 Les thrips

Les thrips sont des petits insectes de l'ordre des Thysanoptères famille des Thripidae qui causent des dommages sur les feuilles et peuvent leur transmettre des maladies virales très importantes comme le Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV). Deux espèces sont rencontrées sur tomate en serre il s'agit de *Thrips tabaci* (Lindeman) et *Frankliniella occidentalis*

(Pergande). Ces espèce n'ont pas fait l'objet d'études dans la région de (Mostaganem) mais ils existent (Guenaoui, com.per 2010).

I.5.1.3 La noctuelle de la tomate

Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) est l'espèce la plus importante sur tomate, mais en Algérie ses attaques sont sporadiques (Guenaoui, com.per 2010).

Les dégâts causés par les chenilles se traduisent par des trous dans les tomates ; ces attaques qui passent inaperçues entraînent des pertes commerciales très élevées lorsque la production est destinée à la conserverie (Inra, 2008).

I.5.1.4 Les mouches mineuses

Les mouches mineuses sont des diptères dont les larves qui se développent sur feuille de tomate causent des dégâts en creusant de galeries sinueuses qui sont plus fines que pour *T.absoluta*. En Algérie, trois espèces rencontrées sur tomate ont été déterminées dans le cadre d'un mémoire d'Ingénieur d'Etat réalisé à Mostaganem. Il s'agit de *Liriomyza sativae* (Blanchard) ; *L. trifolii* (Burgess) ; *L. bryoniae* (Kaltenbach) ; et *L. huidobrensis* (Blanchard) (Badaoui, 2001).

I.5.1.5 Les aleurodes

Les aleurodes (Homoptera : Aleyrodidae) sont des insectes qui peuvent causer des dégâts importants sur tomate. On y rencontre deux espèces : *Bemisia tabaci* (Gennadius) et *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Avant l'arrivée de *Tuta absoluta* en 2008, les aleurodes constituaient le problème entomologique majeur surtout par leur pouvoir de transmission des virus. Les populations ont baissé sensiblement dans la région de Mostaganem ces deux dernières années sur tomate, sans doute à cause de la concurrence avec le nouveau ravageur qui fait l'objet de notre étude (Guenaoui, com.per, 2010). Une étude sur la bioécologie des aleurodes a été réalisée dans la région d'Alger et de Biskra (Benmessaoud –Boukhalifa. H, 2005)

I.5.1.6 la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

Cette espèce qui fait l'objet de notre étude ne figurait pas avant 2007 parmi les ravageurs de la tomate dans le Bassin méditerranéen.

I. 5.2 Les acariens

Les acariens sont un groupe de la classe des Arachnides qui peuvent causer des dégâts importants sur la tomate. En Algérie, un acarien du genre *Tetranychus* a été signalé sur tomate par Guenaoui (2010). Cet acarien identifié comme *Tetranychus evansi* Baker et Pritchard a été observé sur tomate en octobre 2008 avec des populations denses.

I.6 Les principales maladies en Algérie

En plus des insectes et des acariens, il existe des maladies importantes comme le mildiou *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary qui menace le culture de tomate en Algérie (Rekad et *al.*, 2010).

Il existe d'autres maladies cryptogamiques qui peuvent causer des dégâts sur la tomate comme l'antracnose de la tomate, l'oïdium et la fusariose et la verticilliose.

Chapitre II : Généralités sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

II.1 Introduction

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) est un insecte phytophage originaire d'Amérique latine (Razuri et Vargas 1975, Souza et Reis, 1986). Il a été décrit pour la première fois par l'entomologiste Meyrick ; il a reçu au début le nom de *Phthorimaea absoluta* (Rojas, 1981). Cette espèce a eu plusieurs appellations : *Gnorimoschema absoluta*, *Scrobipalpa absoluta*, *Scrobipalpuloides absoluta* avant d'être reclassé dans le genre *Tuta* (Barrientos, 1997).

T. absoluta est un ravageur exclusif des solanacées, mais il attaque préférentiellement la tomate. Cette espèce s'est introduite récemment en Algérie. Le premier signalement s'est produit dans la région de Mostaganem (Nord ouest d'Algérie) à la fin de l'hiver 2008 (Guenauoui, 2008). Ce microlepidoptère provoque des pertes de rendement de la tomate car ses larves peuvent se nourrir sur toute la plante (feuilles, tiges, fleurs, et fruits). Lorsque les attaques sont précoces la production est totalement compromise. Les larves peuvent endommager aussi bien les fruits verts que les fruits mûrs (Colomo & Berta, 1995 ; observations personnelles).

Les moyens de lutte contre ce ravageur majeur sont multiples. La lutte intégrée combinant les mesures prophylactiques, les moyens biotechnologiques, la lutte chimique avec les produits spécifiques et la lutte biologique peuvent réduire les pertes. En Algérie et en particulier à Mostaganem des travaux sont menés sur l'utilisation des entomophages autochtones (Guenauoui et *al.*, 2010). Nous avons réalisé une synthèse bibliographique sur l'insecte pour mieux connaître sa biologie et son écologie.

II.2 Systématique et répartition géographique de *Tuta absoluta*

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (1917) est classée systématiquement selon Vargas (1970) comme suit :

Embranchement : *Arthropoda*.

Sous embranchement : *Uniramia*.

Classe : *Insecta*.

Ordre : *Lepidoptera*.

Famille : *Gelechiidae*.

Sous famille : *Gelechiinae*.

Genre : *Tuta*.

Espèce : *T. absoluta* Meyrick

Tuta absoluta a été signalé dans plusieurs pays d'Amérique du sud (Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Équateur, Paraguay, Pérou, Uruguay, Venezuela (Torres et al., 2001; EPPO 2005). Il n'existait pas avant 2006 en Europe et en Afrique. C'est en fin 2006 que cet insecte a été détecté pour la 1^{ère} fois en Espagne sur la culture de tomate dans la province de Valencia. En 2007 cet insecte a été observé dans plusieurs régions de production de tomate en Espagne (Urbaneja et al., 2007).

En Algérie *Tuta absoluta* a été signalé sur culture de tomate sous abri pour la 1^{ère} fois dans la wilaya de Mostaganem à la fin de l'hiver (Guenaoui, 2008). Cet insecte s'est dispersé vers d'autres zones de production à l'ouest et à l'est. A la fin de 2008 toute la Cote algérienne a été envahie par cette mineuse (INPV, 2008) ce qui a provoqué la panique chez les agriculteurs. De nombreux chercheurs algériens ont mené des études sur cet insecte.

La présence de *Tuta absoluta* a également été signalée au Maroc en mai 2008 dans la province de Nador (EPPO, 2008). En Tunisie, les premières attaques ont été observées sur tomate fin octobre 2008 (EPPO, 2008) (Figure 05). Ce redoutable ravageur a été également signalé en France en octobre 2008 sur tomate en Corse et en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Fredon-Corse, 2008).

Le 1^{er} signalement de *Tuta absoluta* en Italie a été fait au printemps 2008 dans les régions de Calabria, Abruzzo, Campania, Lazio et Sardegna (EPPO, 2009)

En mars 2009 l'insecte a été détecté pour la 1^{ère} fois aux Pays-Bas et au Royaume-Uni dans un site de production de tomate sous serre dans le Sud-Est dans la région d'Essex (Fera, 2009 ; EPPO, 2009). La Grèce a déclaré la présence du ravageur dans la région de Crète en juin 2009 (Fera, 2009 ; EPPO, 2009). En octobre 2009, c'est en Bulgarie (Harizanova et al.,

2009, EPPO, 2010a), en novembre 2009 à Chypre et en Allemagne dans la région de Baden-Württemberg (EPPO 2010b). En mars 2010, il a été signalé en Hongrie (EPPO, 2010b), au Kosovo en juin 2010 (EPPO, 2010c). En Turquie, il a été signalé en Aout 2009 dans la province d'Izmir (Kiliç, 2010)

La figure 06 montre la répartition géographique en 2010 de l'insecte à travers les deux continents.

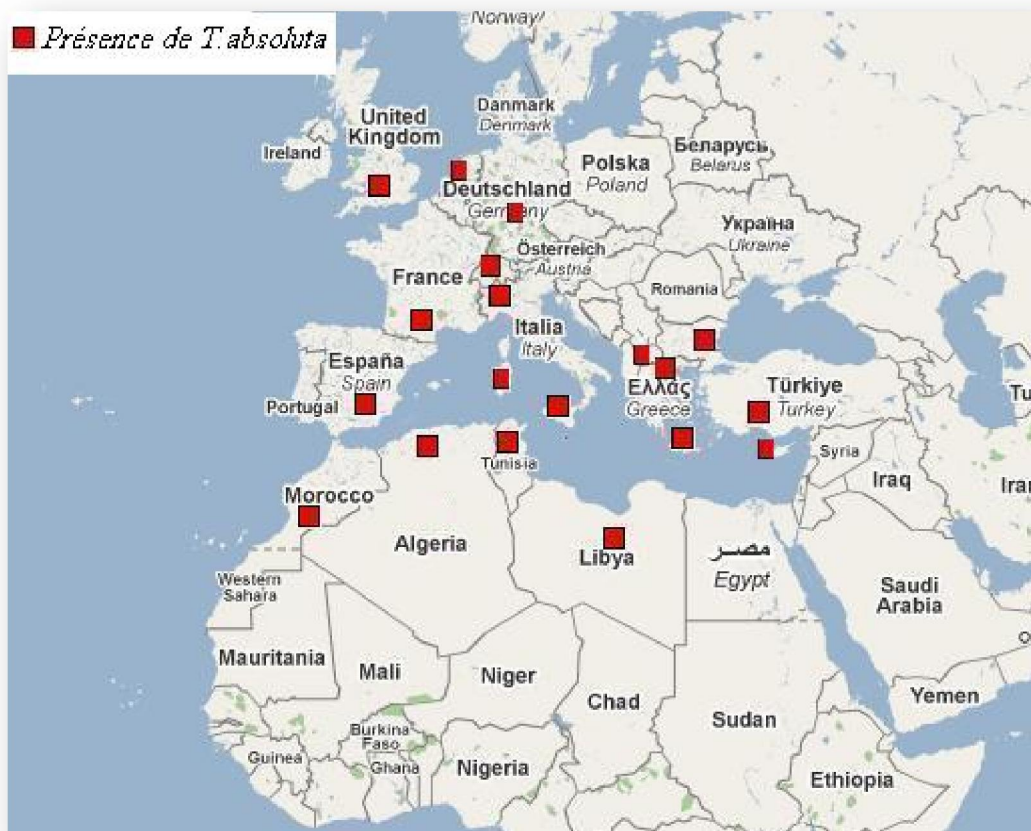


Fig.05 : La répartition géographique de *Tuta absoluta* dans le Bassin méditerranéen (EPPO, 2010)

II.3 Morphologie et Biologie de *Tuta absoluta*

II.3.1 Morphologie

Comme tous les lépidoptères, le cycle de vie présente quatre phases de développement : Le stade embryonnaire (œuf), le stade larvaire (avec 4 étapes), le stade nymphal (chrysalide) et le stade imaginal (adulte) (Urbaneja et *al.*, 2008 ; Guenaoui et Ghellamallah, 2008).

II.3.1.1 L'œuf

L'œuf est de forme ovale et de couleur blanche crémeuse à la ponte ; il est orange en plein développement de l'embryon, et devient plus foncé à l'approche de l'éclosion en raison de la différenciation des plaques céphaliques et du prothorax de l'embryon. Il mesure en moyenne 0.38 mm de long et 0.21 mm de diamètre (Bahamondes et Mallea, 1969 ; Vargas, 1970 ; Quiroz, 1976 ; Garcia et Espul, 1982 ; Coelho et França, 1987 ; Bentancourt et Scatoni, 1995). Segovia (1997) indique que les pontes se concentrent sur les plantes situées sur les bords des serres et au niveau de la partie supérieure de la plante.

Les femelles déposent leurs œufs sur toutes les parties de la plante mais c'est sur les feuilles que sont concentrées les pontes. Selon Estay (2000) 73% des œufs sont concentrés sur la face inférieure des feuilles, 21% sont proches des nervures et de la tige ; seulement 6% des œufs se trouvent sur les fruits verts. La fécondité potentielle varie entre 250 et 300 œufs mais les conditions de culture peuvent influencer sur le potentiel biotique (Vilela De Resende, 2003 ; Pereira, 2005 ; Molla et *al.*, 2008). Très souvent la ponte réelle est de 50 œufs en moyenne.

La ponte est effectuée par œuf isolé mais il arrive que la ponte soit groupée avec un maximum de cinq œufs (Fernandez et Montagne, 1990). Ce comportement (œufs isolés) augmente les dommages potentiels du ravageur puisque le nombre des plants infectés est plus important (Lopez, 1991).

II.3.1.2 Les stades larvaires

Plusieurs auteurs ont décrit les stades larvaires de la mineuse (Fernandez et Montagne, 1990 ; Vargas, 1970 ; Estay, 2000 ; Giustolin et *al.*, 2002 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008 ; Molla et *al.*, 2008). Il existe quatre stades larvaires bien distincts différenciés en taille et en couleur.

Le premier stade commence à la sortie de la larve néonate ; il est éruciforme (Apablaza, 1990) de couleur blanche et munie de 3 paires de vraies pattes et de 5 paires de fausses pattes qu'on appelle pseudopodes ; la tête a une coloration brune très foncée presque noire (Larrain 1987a ; Silva, 2008 ; Molla et *al.*, 2008) (fig. 06 p15). La taille moyenne du premier stade larvaire est de 1.6mm en moyenne (Molla et *al.*, 2008). Vargas (1970) indique que le deuxième stade ressemble au 1^{er} stade en taille mais change de couleur car il passe de la couleur verte à la couleur blanche au moment de la mue. La taille moyenne de la larve à la fin du 2^{ème} stade est de 2.80 mm (Silva, 2008 ; Molla et *al.*, 2008).

La larve du troisième stade est de couleur gris blanchâtre puis elle passe au vert et avant de passer au 4^{ème} stade elle devient blanchâtre, sa taille est d'environ 4.7 mm (Vargas, 1970 ; Silva, 2008 ; Molla et *al.*, 2008).

Au quatrième stade apparaît une tache rougeâtre dorsale (fig.06 p15) qui s'étend des ocelles jusqu'à la marge postérieure (Guenauoui et Ghelamallah, 2008). La larve atteint à la fin de ce stade une longueur de 7.7 mm (Vargas, 1970 ; Silva, 2008 ; Molla et *al.*, 2008). Elle cesse de se nourrir avant de se nymphoser ; la plupart du temps elle quitte la feuille attaquée en se laissant pendre par un fil soyeux jusqu'au sol où elle se nymphose (Estay, 2000 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008 ; observation personnelle).

II.3.1.3 La nymphe (Chrysalide)

La chrysalide, phase de transformation, est de forme cylindrique plus large à l'extrémité antérieure ; de couleur verte au début, elle vire au brun foncé à l'approche de l'émergence (Estay, 2002). Sa taille est d'environ 4.35 mm de long et de 1.10 mm de diamètre (Vargas, 1970 ; Molla et *al.*, 2008 ; Silva, 2008). La plupart du temps elle est enveloppée par un cocon de soie blanche (Apablaza, 1990) (Fig.06 p.15).

II.3.1.4 L'adulte

L'adulte de *T. absoluta* (Fig.06 p15) mesure environ 7 mm de long et 10 mm d'envergure chez les mâles et 11 mm chez les femelles (EOPP, 2005 ; Pereira, 2005 ; Silva, 2008 ; Molla et *al.*, 2008).

Les antennes sont longues et filiformes (Larrain, 1987a) avec des anneaux de couleur gris sombre qui alternent avec des anneaux de couleur crème (Vargas, 1970). L'abdomen des femelles est de couleur crème marron ; il est plus large et plus volumineux que celui des mâles (Estay et Bruna, 2002) ce qui fait la différence de taille.

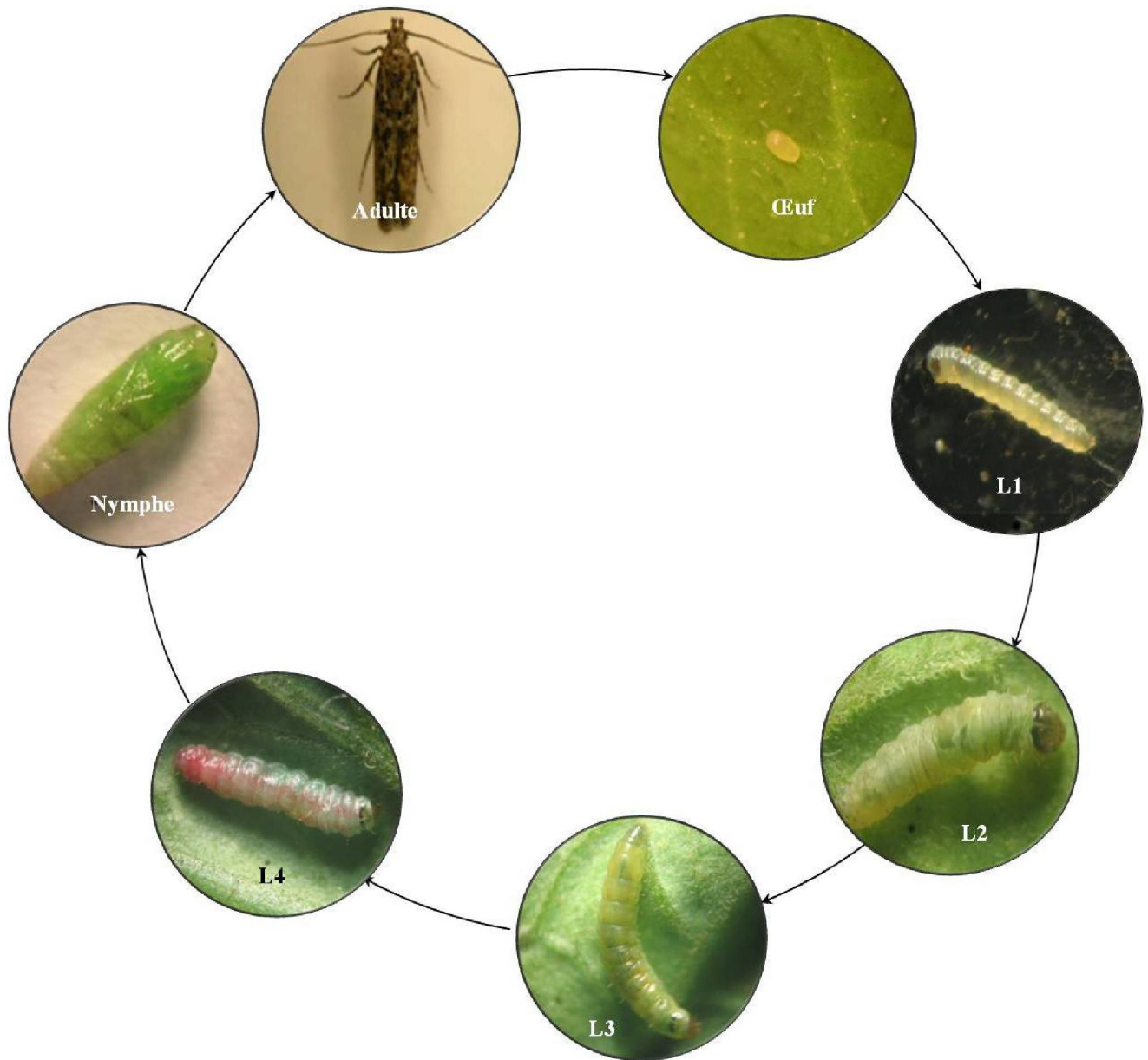


Fig. 06 : Cycle de vie de *T. absoluta* (Originale, 2010)

II.3.2 Biologie de *Tuta absoluta*

La biologie de cette espèce a été étudiée dans plusieurs pays d'Amérique du Sud (Brésil, Argentine, Chili) sur tomate et autres solanacées. On considère que l'activité de l'insecte a lieu surtout pendant les premières heures du matin. Selon Hickel et Vilela (1991), Uchoa-Fernandes et al, (1995) et Silva (2008), la dispersion et l'accouplement sont effectués entre 5 h 30 et 7 h 30 du matin. Les femelles s'accouplent une fois par jour durant plus de quatre heures ; Plusieurs accouplements (06) au maximum peuvent avoir lieu au cours de leur vie (Silva, 2008 ; Molla et al., 2008). La durée de l'accouplement, de la pré-oviposition et de l'oviposition des adultes sont affectées par trois facteurs du milieu importants : la température qui conditionne le développement ; l'humidité et l'alimentation qui ont un effet sur la longévité. À 25°C et avec 70% d'Humidité Relative, l'accouplement peut s'effectuer en moins d'un jour après l'émergence des adultes. La ponte commence en général de 2 à 3 jours après l'émergence (Haji et al, 1988). La fécondité minimale est de 40 à 55 œufs par femelle (Vargas, 1970 ; Garcia et Espul, 1982 ; Haji et al., 1988) mais les valeurs maximales sont comprises entre 250 à 300 œufs (Razuri Et Vargas, 1975 ; Coelho et França, 1987 ; Vilela De Resende, 2003 ; Pereira, 2005 ; Molla et al., 2008). La longévité d'un adulte de *T.absoluta* varie aussi en fonction des conditions climatiques. Elle est estimée en moyenne entre 10 à 15 jours chez les femelles et de 6 à 7 jours chez les mâles (Estay et Bruna, 2002). Ghelamallah (2009) a estimé la longévité de 12 à 22 jours chez les femelles et 6 à 15 jours chez les mâles dans une température moyenne de 27°C.

La durée d'embryogénèse varie de 3 à 5 jours selon les températures (Vargas, 1970 ; Coelho et França, 1987). Dès l'émergence, la larve jeune se déplace pendant plusieurs minutes (20 à 30 mn) avant de perforer l'épiderme des feuilles, des bourgeons, les inflorescences ou les fruits pour vivre en endophyte. Les larves de différents stades de développement creusent des mines dans lesquelles on peut remarquer la présence d'excréments bruns (Rodrigues et al, 2007 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008). La période larvaire varie avec la température. Elle est de 12 à 14 jours en fonction de la température. Plusieurs auteurs donnent des valeurs proches pour les mêmes températures (Vilela De Resende, 2003 ; Pereira, 2005 ; Silva, 2008 ; Pires, 2008).

Les chenilles sont très actives car elles se déplacent dans différentes parties de la plante dans les heures les plus chaudes de la journée, surtout le troisième et le quatrième stade qui font le plus de dégâts (Pires, 2008). A la fin de son cycle, la larve aura consommé 2,8 cm² de

surface foliaire (tomate), dont 2,2 cm² sont consommés par le 4^{ème} stade (Bogorni et al, 2003).

Arrivé à la fin du 4^{ème} stade larvaire stade (prénymphal), l'insecte cesse de s'alimenter et se prépare pour se métamorphoser. La larve peut quitter la galerie en se laissant transporter par un fil de soie sur le sol où se déroule la nymphose jusqu'à l'émergence. La chrysalide reste dans le substrat environ 6 à 10 jours avant l'émergence (Torres et al, 2001 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008 ; Silva, 2008 ; Molla et al, 2008). Parfois la nymphose a lieu dans une cavité de la feuille de la plante (Guenaoui, com. pers, 2010)

Le cycle de vie (Fig. 06) de cet insecte peut durer entre 29 et 38 jours en fonction des conditions climatiques. Au laboratoire, le cycle complet de *T. absoluta* varie de 26 à 38 jours à 24°C, avec un chevauchement des générations (Silva 2008). Le cycle dure environ 76 jours à 14 °C, 40 jours à 20°C et 24 jours à 27°C (Barrientos et al., 1998). Guenaoui et Ghelamallah (2008) indiquent une durée de développement de 29.5 jours à 22°C, de 21 jours à 27°C et de 18 jours à 31°C.

II.4 Les plantes hôtes principales

Fernandez et Montagne (1990) ont comparé la préférence d'oviposition des femelles de la mineuse sur des plants de tomate par rapport à d'autres solanacées, comme la pomme de terre et l'aubergine. Il semble que *T. absoluta* préfère toujours la tomate, sur laquelle le ravageur peut facilement compléter son cycle de vie en se nourrissant de toutes les parties aériennes de la plante.

La mineuse de la tomate peut se nourrir d'autres espèces de solanacées comme la pomme de terre, *Solanum tuberosum*, le poivron (*Capsicum annuum*) (Guenaoui, 2008 ; EPPO, 2009) et l'aubergine (*Solanum melongena*) (EPPO, 2005).

Certaines mauvaises herbes comme la morelle noire (*Solanum nigrum*), la morelle jaune (*Solanum elaeagnifolium*) et la stramoine (*Datura stramonium* L.) sont des plantes hôtes pour *T. absoluta* (Estay, 2000 ; Larrain, 1987). *T. absoluta* peut se développer sur le tabac (*Nicotiana tabacum*) (EPPO, 2005).

II.5 Symptôme et dégâts

La larve du premier stade cherche un point d'entrée dans les feuilles, et dès sa pénétration dans le parenchyme elle commence à consommer le mésophile en creusant une galerie de plus en plus large dans laquelle elle se développe et complète sa croissance (Uchoa-Fernandez et al., 1995). Il arrive que la larve quitte la galerie pour attaquer d'autres feuilles

saines ce qui augmente les dommages de *Tuta absoluta* sur la plante (Estay, 2000). Elle peut aussi attaquer les bourgeons, les fleurs et les fruits (Lopez, 1991). Les fruits attaqués deviennent déformés et présentent de petites perforations qui correspondent aux trous de sortie (Fig. 07). Lorsque la larve n'arrive pas à pénétrer dans le fruit, elle laisse à la surface du fruit une trace en forme de galerie ouverte (Guenauoui.com-pers, 2010).



Fig. 07 : Fruits de tomate attaqués par *T.absoluta* (Originale,2010)

II.6 Les méthodes de lutte contre *Tuta absoluta*

Plusieurs méthodes sont combinées en lutte intégrée pour lutter contre ce insecte redoutable

II.6.1 Les techniques culturales

En principe, les techniques culturales sont des pratiques de nettoyage visant à réduire les sources de l'infestation par *T.absoluta*. On peut recommander la destruction des résidus de récolte infestés par leur enfouissement pour réduire les populations du ravageur et mieux assurer de protection des cultures suivantes (Lietti, 2005 ; Modeiros et al, 2005).

Avant le repiquage, les plantules de tomate doivent être indemnes de toute trace de *T.absoluta*. En pleine culture l'élimination des feuilles sénescentes contaminées de la partie basale de la plante est une bonne pratique, car elle constitue un moyen de réduction des infestations par les larves (Larrain, 1992). Parfois l'élimination des mauvaises herbes comme la morelle peut être une bonne pratique pour éviter les contaminations. L'installation de filet insect-proof sous abri (serre ou tunnel) est une pratique qui est de plus en plus répandue dans

le monde car elle empêche les insectes de pénétrer, mais elle peut être pratique contre *T. absoluta*. D'autres options comme l'assolement en intercalant la culture avec d'autres cultures qui ne sont pas solanacées (donc pas des hôtes de la mineuse) peut constituer un moyen de limiter les infestations.

II.6.2 La lutte biologique contre *T. absoluta*

L'action des ennemis naturels dans la région d'origine du ravageur a été étudiée et s'avère utile dans la régulation de ses populations. Dans le cas des prédateurs, on a signalé de nombreux entomophages, avec un taux de mortalité qui peut atteindre 80% principalement dû à l'action des prédateurs (Miranda et al., 1998; Vivan et al., 2002). Dans certains pays, plusieurs prédateurs Mirides comme *Nesidiocoris tenuis* Reuter et *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Hemiptera : Miridae) ont donné de bons résultats (Urbaneja et al. 2008). Les deux punaises se sont adaptées à ce nouveau ravageur, ce qui augmente leur valeur comme agents de lutte biologique dans la culture de tomate, car ils avaient déjà été utilisés pour lutter contre les aleurodes.

En ce qui concerne les parasitoïdes, les espèces recensées dans la région d'origine du ravageur sont nombreuses. Polack et Mitidieri, 2005 Miranda et al., 1998; Colomo et Berta, 2000; Marchiori et al., 2004 ont signalé *Pseudapanteles dignus* (Muesebeck) (Hymenoptera: Braconidae) et *Dineulophus phthorimaeae* (De Santis) (Hymenoptera: Eulophidae) ; dans certaines régions le niveau de parasitisme atteint 70 % (Polack et Brambilla, 2000). Seuls les œufs du parasitoïde oophage *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatida) ont été utilisés dans des programmes de lutte biologique avec des résultats encourageants dans certaines régions d'Amérique du sud (Gonçalves et al., 2000; Pratisoli et al., 2005).

Dans le Bassin méditerranéen, des chercheurs ont identifié en Espagne l'espèce *Necremnus artynes* Walker (Hymenoptera : Eulophidae) comme parasitoïde des larves de *T. absoluta* (Molla et al., 2008). Cette espèce a été identifiée aussi en Algérie (Guenouai.com.pers, 2010)

II.6.3 La lutte chimique

De nombreux insecticides ont été utilisés pour contrôler les populations de *T. absoluta* dans les pays où le ravageur est présent. Malgré leur efficacité l'utilisation de ces spécialités présente plusieurs problèmes : l'apparition de la toxicité chez l'homme, la pollution de l'environnement, et le plus important du point de vue de la lutte contre les ravageurs, c'est l'apparition de la résistance aux insecticides chez ces ravageurs. Cela a conduit à trouver d'autres alternatives à la lutte chimique dans lesquelles une sélection de produits phytopharmaceutiques efficaces pour contrôler les ravageurs, on trouve certaines substances sélectives sur les ennemis naturels. Les substances actives qui donnent les meilleurs résultats et qui répondent à ces deux exigences sont l'indoxacarbe et le Spinosad (Cáceres, 2000). Des bioinsecticide à base de la bactérie *Bacillus thuringiensis* entomopathogène peut aider dans la lutte contre ce ravageur (Silva, 2009). Pour lutter contre *T. absoluta*, des applications en nombre limité est nécessaire par saison pour éviter de perdre la production et la qualité des fruits. Lorsqu'elle est indispensable, la lutte chimique avec des insecticides spécifiques est nécessaire mais en complément avec d'autres méthodes de lutte (cultural, biologique, etc.) on doit utiliser des produits à mode d'action différent afin d'éviter l'apparition de la résistance des ravageurs (Lietti et al., 2005).

II.6.4 Les stratégies de la lutte intégrée contre *Tuta absoluta*

L'efficacité des stratégies de lutte intégrée sont en cours de développement dans le monde pour lutter contre *T. absoluta*. Afin de réduire le nombre de traitements insecticides par saison au strict nécessaire il est recommandé d'intégrer diverses méthodes de lutte qui sont :

- Piégeage massif avant la plantation pour capturer le maximum de mâles de *Tuta absoluta*. Ces pièges seront disposés à raison de 30 pièges par hectare, de façon régulière dans les parcelles en renforçant les bordures et les passages centraux.
- Traitement avec des pesticides sélectifs si la présence de *Tuta absoluta* est observée.
- Il est recommandé de réaliser des traitements en combinant les biopesticides avec des insecticides chimiques de synthèse pour réduire les méfaits.
- Élimination des résidus de la culture immédiatement après la récolte.
- Associer l'utilisation d'entomophages en fonction de leur disponibilité et de leur efficacité.

Chapitre III : La lutte chimique et ses conséquences

III.1 Généralités sur la lutte chimique et ses principales conséquences

La lutte chimique joue toujours un rôle important dans la réduction des dégâts grâce à son efficacité immédiate et à sa facilité d'application par les agriculteurs. Elle est considérée comme le moyen le plus utilisé dans la protection des végétaux mais lorsqu'elle est abusive elle peut provoquer des risques multiples pour l'utilisateur et le consommateur. Les effets négatifs sont surtout :

- La présence de résidus toxiques dans ou sur les aliments traités.
- La pollution des sols et des ressources hydriques.
- La phytotoxicité induite par les surdosages.
- La destruction des ennemis naturels des ravageurs.
- L'apparition des souches de ravageurs résistantes aux insecticides dûe à l'utilisation abusive des mêmes spécialités.

La résistance d'un organisme aux insecticides a été définie par un comité d'experts O.M.S. (Organisation mondiale de la santé) en 1957 comme : «la capacité acquise par une population d'insectes à tolérer une dose toxique mortelle pour la plupart des individus dans une population de la même espèce». Elle est provoquée par des mutations génétiques qui altèrent les processus toxicocinétique et toxicodynamique (pénétration cuticulaire, métabolisme, interaction avec la cible principale). Ce phénomène a un impact négatif sur l'environnement, car il entraîne une augmentation des applications d'insecticides ce qui renforce encore plus la résistance des ravageurs aux insecticides (Taylor, 1986 ; Roush et Tabashnick, 1990).

III.2 Les principaux insecticides utilisés contre *Tuta absoluta*

Les multiplications des traitements chimiques ont entraîné leur inefficacité. Par exemple en Bolivie, à la fin des années 70, l'inefficacité des traitements contre la mineuse de la tomate entraîne la réduction de l'emploi des organophosphorés (le parathion, le méthamidophos et l'aziphosméthyl) Cette perte d'efficacité a été attribuée à la résistance de *Tuta absoluta* à ces molécules (Moore, 1983).

En Argentine les produits recommandés pour lutter contre *T. absoluta* sont :

- Le Cartap (neurotoxique) que libère une toxine naturelle qui tue les insectes en bloquant la neurotransmission ganglionnaire dans le système nerveux central.

- Le triazophos qui est un organophosphoré.
- Les pyréthriinoïdes telles que le cyperméthrine, la deltaméthrine et la perméthrine qui sont des molécules de synthèse du pyrèthre (plante)

Au début des années 80, les matières actives qui ont montré une efficacité importante contre la mineuse de la tomate ont été les organophosphorés (acéphate, chlorfenvinphos, clortiofós, tétrachlorvinphos, triazophos) et les pyréthriinoïdes (la perméthrine, la deltaméthrine et la cyperméthrine) (Quintana et *al.*, 1981).

Au cours des années 90, de nouvelles matières avec de nouveaux sites d'action ont été introduites dans la lutte chimique contre ce ravageur ; il s'agit de l'abamectine, du benzoylphényl-urée qui inhibent la synthèse de la chitine, le chlorofénapyr qui réduit la respiration cellulaire et du spinosad qui est antagoniste de l'acétylcholine (Ferratto et Pavón, 1996 ; Polack, 1999 ; Cáceres, 1992). Cáceres (1992) a étudié l'efficacité du Cartap sur *Tuta absoluta* dans des conditions de laboratoire, et contrairement à ce qui a été observé au Brésil (Siqueira et *al.*, 2000) *Tuta absoluta* n'a pas été résistante au Cartap en Argentine. Selon Cáceres (2000) les matières actives recommandées pour contrôler la mineuse sont : l'abamectine (Avermectine), le chlorofénapyr (Organochlorées), le spinosad (Naturalytes) chlorfluazuron (Organochlorées) et le novaluron (Benzoylurée).

III.3 Mise en évidence de la résistance de *Tuta absoluta* à certains insecticides

III.3.1 La résistance aux pyréthriinoïdes

Les pyréthriinoïdes agissent en altérant le fonctionnement normal de la membrane cellulaire chez l'insecte. Certains provoquent des décharges répétitives dans les membranes nerveuses, mais d'autres bloquent la conduite de l'impulsion nerveuse (Naumann, 1990). Les principaux mécanismes qui induisent une résistance sont provoqués par les modifications du site d'action. Selon Lietti et *al.* (2005), le degré de résistance est établi en fonction de la formule : $DR = \frac{DL50 \text{ pour la population}}{DL50 \text{ pour la souche sensible}}$ ($DL50 =$ Dose létale 50). Salazar et Araya (1997) au Chili ont signalé des degrés de résistance (DR) à la deltaméthrine qui sont de 7,1 à 4,3 chez les larves âgées du 3^{ème} et 4^{ème} stade et de 8,2 à 2,2 chez les larves de 1er et 2ème stade. La résistance à la deltaméthrine a été aussi rapportée chez d'autres microlépidoptères comme le carpocapse *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) (Sauphanor et *al.*, 1997). Chez deux populations le degré de résistance (DR) de *C. pomonella* sélectionnées au laboratoire sur 10 générations est de 3170 (Sauphanor et *al.*, 1997).

III.3.2 La résistance aux organophosphorés

Les insecticides organophosphorés ont en commun leur mode d'action sur le système nerveux des ravageurs. Ces insecticides inhibe l'enzyme acétylcholinestérase présente dans l'espace synaptique du tissu nerveux. Les principaux mécanismes qui provoquent une résistance à cette famille d'insecticides sont des modifications du site d'action et une augmentation de l'activité estérasique (Eto, 1974). Dans certaines populations brésiliennes et chiliennes de *T.absoluta*, des niveaux faibles de résistance au méthamidophos ont été enregistrés par Salazar & Araya (1997) et Siqueira (1999). En Argentine aussi Lietti et al. (2005) ont signalé une résistance au méthamidophos. Le degré de résistance (DR) de cet insecte est situé entre 3,8 et 3,4 pour les stades larvaires âgés (3^{ème} et 4^{ème} stade), et entre 3,9 et 1,6 pour les stades jeunes (1^{er} et 2^{ème} stade larvaire) Ce qui représente la moitié par rapport aux valeurs obtenus pour le pyréthriinoïde.

La résistance au Méthamidophos a aussi été signalée chez d'autres microlépidoptères comme la teigne des crucifères *Plutella xylostella* au Brésil (Branco et Gatehouse, 1997).

III.3.3 La résistance à l'ivermectine

L'ivermectine est un mélange de produits naturels produits par un actinomycète du sol (*Streptomyces avermitilis*) qui est isolé à partir de cultures d'échantillons de sol au Japon (Lasota et Dybas, 1991). Il peut avoir une activité à la fois nématocide, acaricide et insecticide. Le produit imite l'effet du neurotransmetteur, en augmentant la perméabilité de la membrane plasmique aux ions chlorure et en bloquant la transmission de l'influx nerveux (Lasota et Dybas, 1991). L'Abamectine est un mélange d'ivermectine homologué contenant 80% d'ivermectine B1a et 20% d'ivermectine B1b (Clark et al., 1994). En plus de sa toxicité intrinsèque élevée pour les insectes, l'abamectine n'est pas nocive pour les humains et l'environnement parce qu'elle se dégrade très vite dans l'atmosphère en se mélangeant avec les particules du sol. Elle agit à très faibles doses (0,05 l/hl) ce qui rend le produit de point de vue économique intéressant (Lasota et Dybas, 1991).

L'efficacité du produit n'est durable que si on n'abuse pas de son utilisation. Siqueira et al., (2001) et Silva (2009) ont signalé des souches résistante à l'abamectine dans des populations brésiliennes. En Argentine, la résistance à l'abamectine a été observée dans une seule population de *T.absoluta* (Lietti et al., 2005). Ces variations sont dues peut être à des situations différentes d'expérimentation (Guenaoui, com.pers, 2010)

III.4 Comment gérer la résistance des ravageurs aux insecticides ?

Le résultat d'un traitement chimique est généralement déterminé par l'interaction entre quatre composantes importantes : l'insecticide utilisé, le ravageur visé, la culture en place à protéger et les conditions environnementales (facteurs biotiques et abiotiques) (Denholm et Rowland, 1992, Finney, 1995). Chaque facteur doit être pris en compte pour diminuer la pression de sélection qu'il exerce (nature de l'insecticide utilisé, surface traitée, temps du traitement, dosage et méthode d'application). Pour gérer cette situation il faut comprendre quelles sont les interactions entre tous les facteurs. Cette démarche doit permettre au moins de retarder l'apparition de souches résistantes dans les populations du ravageur visé. Il faut veiller à ce que le phénomène de la résistance soit détecté le plus tôt possible. Il faut pour cela faire très attention en surveillant de façon efficace.

PARTIE
EXPÉRIMENTALE

Chapitre I : Dynamique des populations de *Tuta absoluta*

I.1 Introduction

Depuis l'invasion de *Tuta absoluta* en 2008 en Algérie, la culture de tomate est menacée par des attaques constantes par ce ravageur. Ce dernier a fait l'objet de plusieurs travaux de recherches dans les pays d'origine et il oblige les chercheurs des pays qui sont touchés depuis 2006/2007 à réaliser d'autres travaux pour essayer de résoudre les problèmes dans leur pays.

Plusieurs méthodes de lutte ont été utilisées pour lutter contre cet insecte invasif. En Algérie les agriculteurs ont surtout utilisé la lutte chimique qui était la seule méthode disponible et dont l'efficacité a été réelle et immédiate mais malheureusement ce moyen très utile dans certains cas, ne peut pas résoudre le problème à long terme car il conduit à une situation compliquée qui se traduit par :

- La résistance de l'insecte aux molécules utilisées.
- La pollution provoquée par les insecticides surtout lorsqu'ils sont mal utilisés
- Le risque d'intoxication de l'homme et de pollution de l'environnement quand les précautions ne sont pas respectés.

Notre travail a consisté à conduire la culture de tomate dans des conditions traditionnelles (serre non chauffée). Nous avons suivi la dynamique des populations dans une serre de petite taille avec une infestation naturelle. Nous avons traité les plantes avec des substances (Biopesticides) homologuées en Algérie contre *T.absoluta*. Notre but est de comparer l'efficacité des molécules en conditions contrôlées.

I.2 Matériel et méthodes

I.2.1 Matériel végétal et dispositif expérimental sur le terrain

Le travail a été réalisé sur une variété de tomate indéterminée Tafna (F₁) qui a été installée dans une serre non chauffée (tunnel recouvert d'un film plastique), d'une superficie de 100 m² situé au sein de la ferme expérimentale de l'Université de Mostaganem (commune de Mazagan). La serre a été protégée dès le début par un filet insect-proof au niveau des deux ouvertures (portes) afin de limiter au maximum la pénétration des adultes de *Tuta absoluta* dans la serre (Fig.08a). Les travaux ont été réalisés de façon traditionnelle.

Le repiquage des plantules de tomate a été réalisé le 04-03-2010 (Fig.08b) (70 cm entre les plants et 80 cm entre les rangs ce qui représente un nombre total de 100 plants (environ 4 plants par m²).

La culture a reçu l'entretien nécessaire pour la conduite traditionnelle de la culture

- L'irrigation a lieu une fois par semaine en fonction des besoins.
- L'épandage d'engrais azoté a été réalisé le 24-03-2010.
- Nous avons réalisé un traitement à l'aide du fongicide (le manèbe) pour protéger la culture du mildiou.
- La taille pour l'élimination des bourgeons axillaires.
- Un désherbage manuel a été réalisé 1 à 2 fois.

Trois mois après la plantation, aucun traitement insecticide n'a été effectué.



Fig.08 : Présentation de la serre expérimentale protégée par un filet insect-proof (Originale, 2010).

I.2.2 Ravageur

L'insecte ravageur qui fait l'objet de notre travail comme l'un des ravageurs les plus importants de la tomate actuellement. La partie du travail qui s'occupe de la dynamique des populations de *T.absoluta* a débuté lorsque les plants de tomate ont atteint une hauteur de 40 cm. La fréquence des observations est hebdomadaire pour noter s'il y'a des formes du ravageur (œuf, larve ou chrysalide).

I.2.3 Matériel d'étude

I.2.3.1 Matériel utilisé sur terrain

- Une paire de ciseaux pour couper les folioles de tomate échantillonnées.
- Des sachets en plastique pour y placer les échantillons.
- Des pièges Delta à phéromones. (Les pièges sont fabriqués par la société Espagnole Econex et les capsules sont fournies par Russell IPM) (fig.09)



Fig.09 : Piège à phéromone type Delta (Originale, 2010).

I.2.3.2 Matériel utilisé au laboratoire

Nous avons utilisé des pinces et des aiguilles entomologiques pour extraire les larves des galeries et des boîtes de Pétri pour placer les folioles contaminées.

- Un stéréomicroscope pour observer et déterminer les stades larvaires (œufs et larves)

I.3 Méthodes d'échantillonnage

Sur la culture installée sous tunnel, nous avons constaté que malgré les mesures prophylactiques prises pour empêcher la pénétration des adultes de *Tuta absoluta* par l'installation d'un filet insect-proof à l'entrée de la serre, il existe un risque de voir l'insecte pénétrer et développer des populations. Nous avons étudié la dynamique des populations de *Tuta absoluta* sur la base de l'infestation naturelle au lieu d'infester artificiellement. Le

comptage des œufs, des larves et des adultes dans la serre de tomate a été réalisé de façon régulière.

Le comptage a commencé trois semaines après la plantation. Nous avons effectué des comptages hebdomadaires pendant plus de 9 semaines (du 25 mars jusqu'au 03 juin 2010). Nous avons réalisé des observations régulières sur l'ensemble des plants pour vérifier l'état sanitaire de la culture et détecter les 1^{ers} foyers de *Tuta absoluta*.

25 plants de tomate sont pris de façon aléatoire pour chaque observation dans la serre, en prélevant 10 folioles sur chaque plant ; lorsque les plants ont atteint une hauteur inférieure à 40 cm les folioles sont prélevées sur toute la plante ; lorsque la hauteur est comprise entre 40 cm et 150 cm les prélèvements sont réalisées sur la partie médiane de la plante ; et lorsque leur hauteur atteint plus de 150 cm les folioles sont prélevées de la zone du champ visuel (Guenaoui, com.pers, 2010).

Les échantillons de tomate ont été prélevés et placés dans des sachets en plastique étiquetés. Ils ont été rapportés au laboratoire pour le dénombrement des différents stades de développement sous stéréomicroscope.

Pour estimer les populations des mâles nous avons installé des pièges à phéromones de type Delta à l'intérieur et à l'extérieur de la serre. Le dénombrement a été effectué une fois par semaine du 25/03/2010 au 08/07/2010. Les capsules utilisées sont commercialisées par une société espagnole et fournies par le laboratoire d'entomologie de l'Université polytechnique de Valence (Espagne).

Chaque foliole est minutieusement observée sous stéréomicroscope afin de dénombrer les œufs, les larves de différents stades et les chrysalides de *T.absoluta* lorsque c'est le cas.

I.4 Analyse des données

Nous avons traité les données sur la dynamique des populations de *T.absoluta* avec le Logiciel Microsoft Excel 2007 pour avoir les différentes courbes.

I.5 Résultats

I.5.1 Captures de mâles de *Tuta absoluta* par les pièges à phéromones

Les populations de mâles de *Tuta absoluta* capturés par les pièges à phéromones installés à l'intérieur et à l'extérieur de la serre durant la période entre le 25-03-2010 et le 03-06-2010 sont représentées en bleu et en rouge (figure 10).

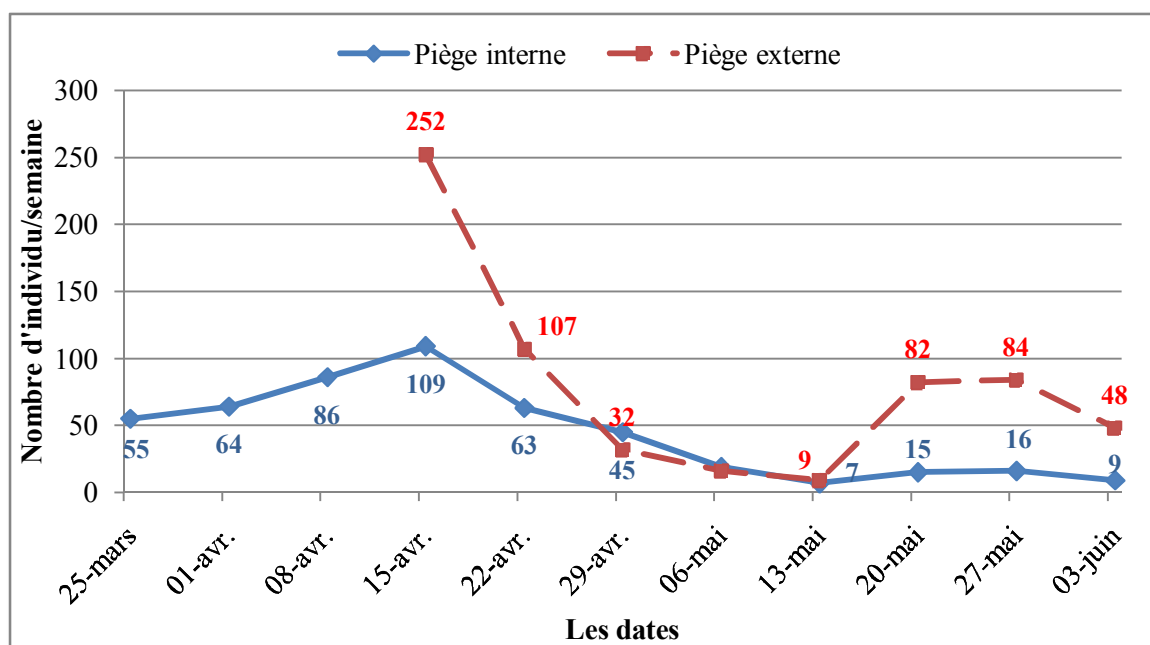


Fig.10 : Courbe de mâles de *T. absoluta* capturés par piégeage (25 mars à 03 juin 2010).

La figure 10 montre les 2 courbes à partir de captures hebdomadaires de mâles de *T.absoluta* dans les 2 pièges à l'intérieur du tunnel et à l'extérieur (fig.10). Globalement, le nombre de mâles capturés au cours de la 1^{ère} semaine était de 55 mâles. Il augmente sensiblement pendant la 1^{ère} quinzaine d'avril en atteignant un pic de 109 adultes dans le piège interne (15 Avril 2010) et de 252 mâles pour le piège externe. Cette différence montre bien le rôle bénéfique du filet insect-proof dans la dynamique des populations.

Dans la période allant de mi mai à début juin 2010, on enregistre peu de captures dans le piège interne (7 et 9 individus). Le nombre de mâles est resté faible (15 et 16) en 20 mai et le 27 mai. Par contre, le piège externe a enregistré une augmentation très sensible passant de 9 mâles/semaine à la mi mai à 82 individus le 20 mai soit 9 fois plus. De fin avril et la mi mai, on constate une variation peu importante jusqu'à la fin de l'essai.

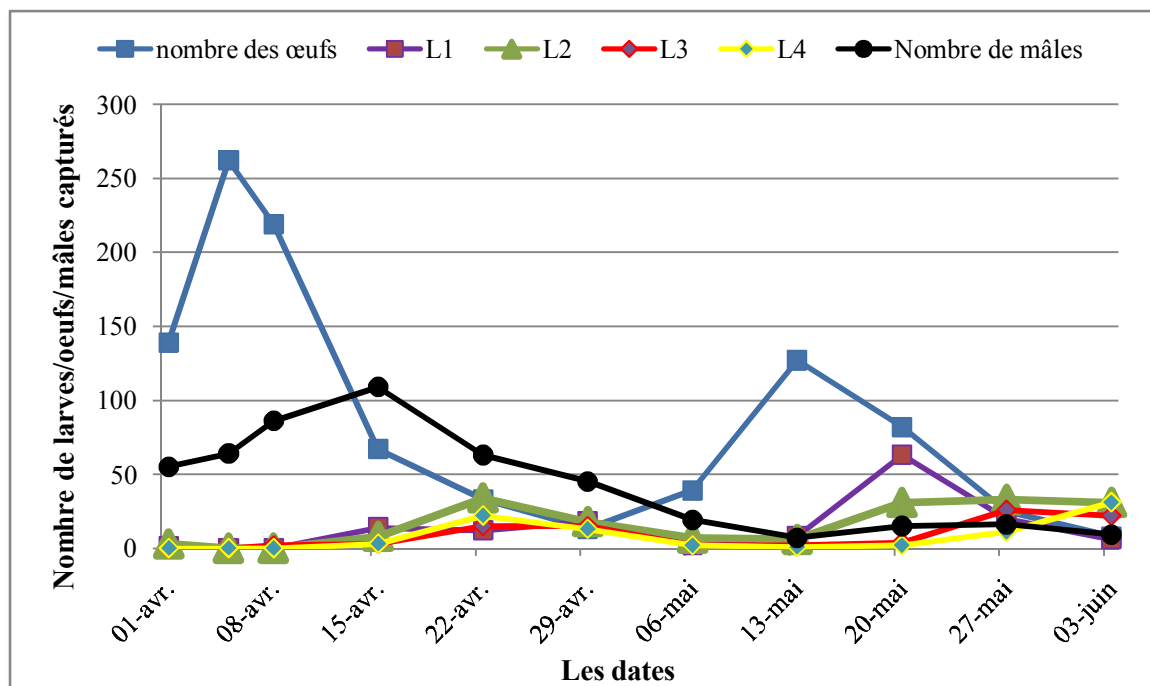
I.5.2 Structure des populations de *T. absoluta* dans la serre de tomate

Fig.11 : Estimation de la population des stades préimaginaux de *Tuta absoluta* dans la serre de tomate entre avril et juin 2010.

On remarque un nombre important de stades embryonnaires (œufs) supérieur à 150 œufs/ semaine. La variation des densités larvaires enregistrées suit plus ou moins celle des populations adultes au cours de la 1^{ère} décennie d'Avril. En effet, du 1^{er} avril au 15 avril 2010, la population larvaire est restée très faible car c'est le début des infestations.

Les populations larvaires augmentent pour atteindre un maximum de 83 larves (tous stades larvaires confondus) sur les 25 plants le 22 d'avril ce qui correspond à une moyenne de 3.32 larves par plant. Les captures d'adultes suivent la même évolution en atteignant 63 adultes dans le piège interne pour la même période. À la mi mai, on enregistre un pic de 127 œufs (Fig.11) soit une moyenne de 5 œufs/plant et un nombre total de larves de 17 larves. Dans les 3 dernières semaines d'échantillonnage, le nombre des larves a augmenté pour atteindre 100 larves avec plus de la moitié de stades L₁ soit 4 larves par plant le 20 mai. À la fin du mois de mai le nombre de larves était de 90 larves un nombre de larves âgées plus élevé. On observe une augmentation des œufs à partir de la 1^{ère} semaine de mai issus de la 1^{ère} génération.

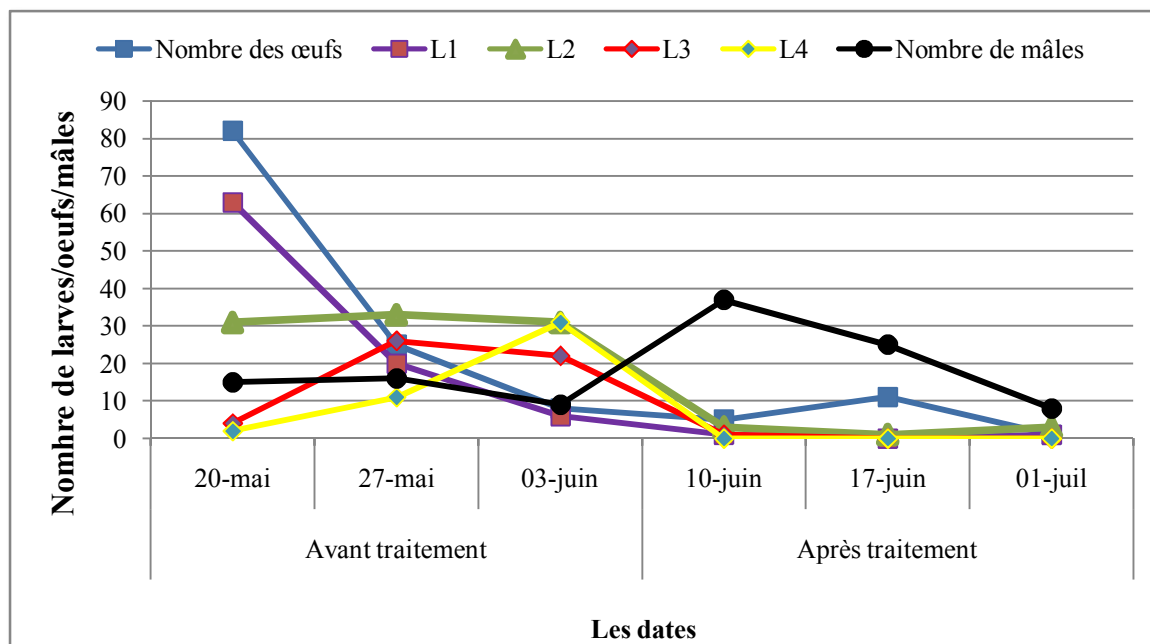
I.5.3 Estimation de la population de *T. absoluta* avant et après le traitement

Fig.12 : Estimation de la population larvaire de *Tuta absoluta* dans la serre de tomate après traitement.

Les courbes de la figure 12 montrent l'évolution des stades de développement de *T. absoluta* avant et après les traitements de la culture de tomate.

Pour le traitement effectué le 8 juin 2010, nous avons résumé dans le tableau 1 le nombre moyen des populations de *T. absoluta* (œufs, larves et adultes) avant et après les traitements en moyenne de 3 observations pour chaque catégorie dans tous les plants observés.

Tableau 1 : Les moyennes des populations de *T. absoluta* avant et après les traitements sur 3 observations

	Avant traitement	Après Traitement
Nombre d'œufs	38,33	5,66
L ₁	29,66	0,66
L ₂	31,66	2,33
L ₃	17,33	0,33
L ₄	14,66	0
adultes	13,33	23,33

I.5.4 Estimation des fruits attequés

Nous avons réalisé une estimation des attaques de *T.absoluta* sur fruits, dès la formation des fruits. On considère qu'un fruit est attaqué s'il contient au moins un trou dû à la pénétration de la larve de *T. absoluta* (figure 13).

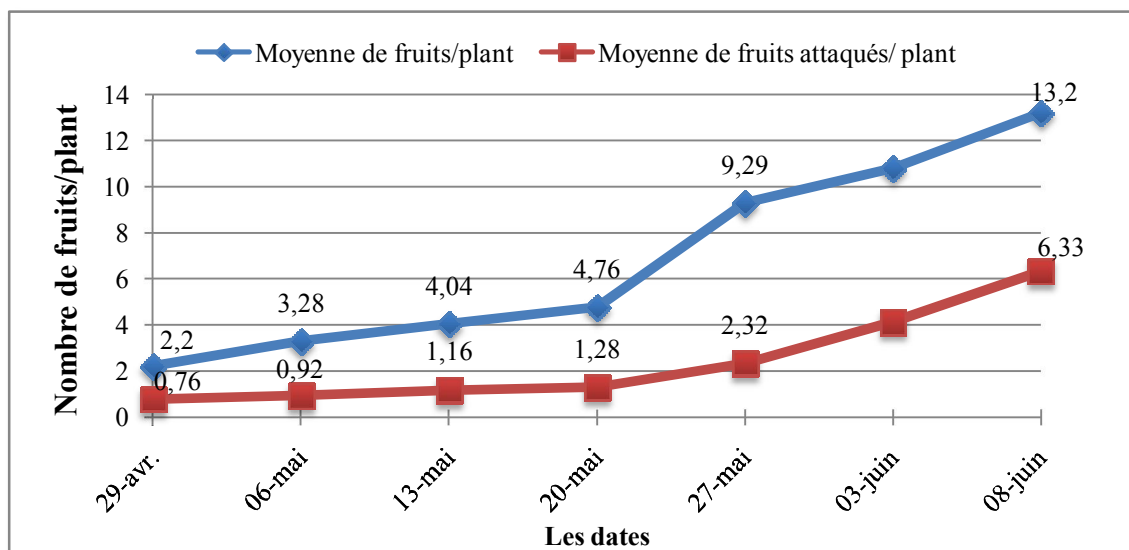
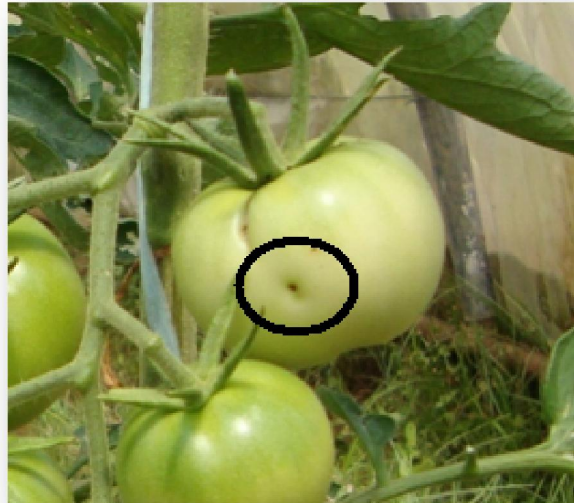


Fig.14 : Nombre de fruits de tomate attequés par *T.absoluta* dans la serre expérimentale par rapport à la production (Avril-Juin 2010).

La 1^{ère} estimation du 29-04-2010 est de 55 fruits formés dont 19 attaqués, soit un pourcentage de 35% d'attaques. Le nombre des fruits attaqués augmente au fur et à mesure de la formation de nouveaux fruits. On constate que le nombre d'œufs augmente à partir de la mi mai ce qui augmente le potentiel des attaques. 58 fruits sont attaqués sur 232 fruits observés à la fin du mois de mai ce qui représente 25% de fruits attaqués.

I.6 Discussion

Les résultats obtenus montrent d'une manière générale que la mineuse *Tuta absoluta* est présente durant toute de la culture de tomate de mars à juillet 2010.

Le nombre d'œufs atteint un pic de 262 œufs (Fig.11 p.31) au cours de la 1^{ère} semaine d'avril ; il montre qu'un nombre important de femelles se trouvait dans la serre au début de la culture. La baisse du nombre d'œufs se fait au bénéfice des stades larvaires. Il s'est formé une génération en 3 semaines. La température moyenne était de 25.7°C (01/04 à 23/04).

Cette réalité s'accorde avec les résultats obtenus par Barrientos et *al.*, (1998) et Guenaoui et Ghelamallah., (2008) qui montrent que la durée de développement varie entre 21 et 23 jours entre 25 et 27°C.

A partir de la 1^{ère} semaine de mai (06 mai) les courbes montrent qu'il y a une 2^{ème} génération qui a été obtenue entre fin avril et fin mai (3 semaines et demi) dans des conditions de températures proches de 29°C (Fig.11 p.31).

En Juin, les attaques ont commencé à augmenter (38% de fruits attaqués sur un total de 270 fruits observés), cela est dû peut être à la hausse des températures (30°C) qui accélère le cycle du développement du ravageur (Barrientos et *al.*, 1998 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008).

Selon Haji et *al.* (1988) les infestations de *T.absoluta* sont plus intenses pendant la fructification des tomates parce que les larves restent à l'intérieur des fruits et sont protégées des températures élevées ce qui peut expliquer l'augmentation de nombre des fruits attaqués dans la dernière semaine (08 juin 2010). À la fin de l'essai on obtient 48% de fruits attaqués.

I.7 Conclusion partielle

L'étude de la dynamique des populations de *Tuta absoluta* en culture de tomate sous serre a confirmé que malgré les mesures prophylactiques prises pour empêcher l'infestation de la culture (utilisation du filet insect-proof, repiquage des plantules de tomate saines et les pièges à phéromones installés à l'intérieur et à l'extérieur de la serre pour capturer les mâles avant et après leur introduction dans la serre) On constat que *T.absoluta* peut s'installer et achever son cycle de développement sur 2 générations consécutives. Ces populations ont provoqué 50% de production attaquée.

Cette étude a pu montrer le rôle important des températures dans le cycle biologique de *T. absoluta*. Le filet insect-proof a joué un rôle aussi dans la réduction des populations du ravageur dans la serre. La nécessité d'utiliser d'autres méthodes de lutte permet de réduire les pertes.

Le suivi de la dynamique des populations de *Tuta absoluta* sous ces conditions permet de mieux connaître le comportement de l'insecte. Les facteurs qui favorisent le développement et la pullulation du ravageur doivent être pris en considération dans le but de réduire ces populations. La lutte chimique avec des biopesticides permet de limiter les dégâts si la lutte biologique n'est pas possible ou mal menée.

Chapitre II : Étude comparative de l'efficacité de deux bioinsecticides (Spinosad et Emamectine benzoate) contre *Tuta absoluta*

II.1 Introduction

Cette étude a comme objectif de réaliser une comparaison entre deux bioinsecticides Emamectine benzoate et Spinosad sur les larves de *T. absoluta* dans des conditions de laboratoire.

II.2 Matériel et méthodes

II.2.1 Matériel végétal

Le travail a été réalisé dans la salle d'élevage au laboratoire d'entomologie à l'université de Mostaganem sur les plants de tomate de la variété hybride (F₁) indéterminée Tafna. Ils ont été obtenus par des semis échelonnés, effectués pour les besoins de l'expérimentation. Les plants ont été transplantés dans des pots en plastique tronconiques de 20 cm de diamètre dans un mélange de sable et de terreau, puis placés dans des cages en verre de forme parallélépipédique (40x40x80cm) (fig.15).

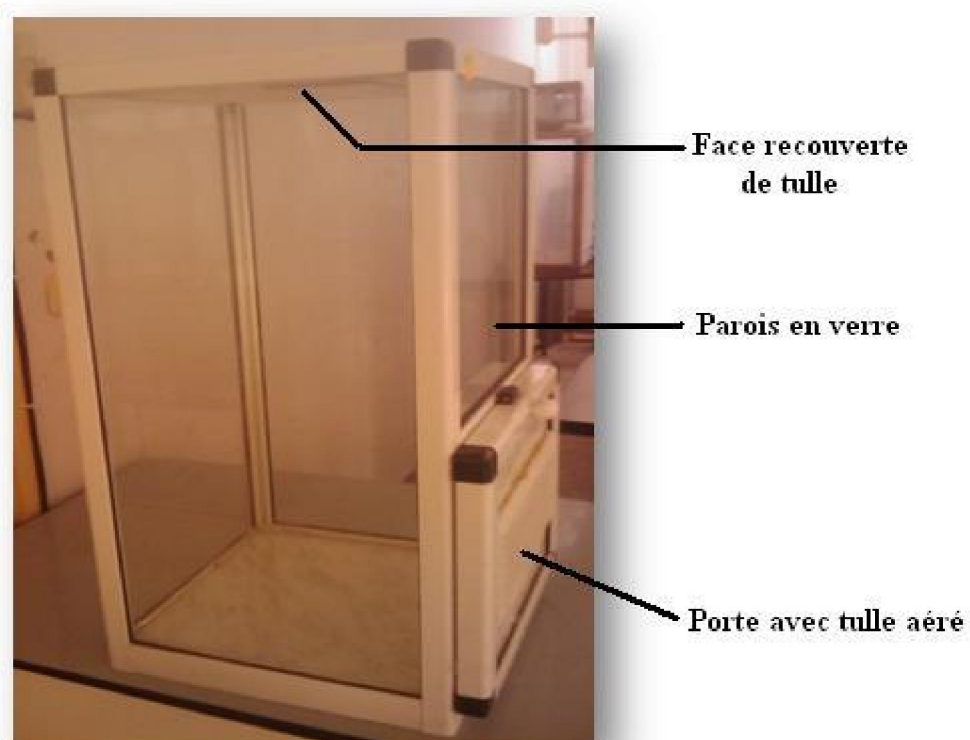


Fig.15 : Cage d'élevage en verre avec armature métallique (40x40x80 cm)

II.2.2 Ravageur

L'insecte *Tuta absoluta* est élevé de façon continue sur tomate dans des cages (Fig.15) Tous les stades (œufs, larves, chrysalides, adultes) sont disponibles pour les besoins de l'expérimentation.

II.2.3 Les bioinsecticides et leurs caractéristiques

Nous avons utilisé deux insecticides d'origine biologique qui sont des spécialités les plus utilisées dans la région de Mostaganem et dans l'Ouest contre *Tuta absoluta*.

- Le 1^{er} produit est le Spinosad connu sous le nom commercial Tracer[®].
- Le 2^{ème} produit est l'Emamectine benzoate dont le nom commercial est Proclaim[®].

II.2.3.1 Le Spinosad

Le Spinosad commercialisé par Dow Agrosciences est un insecticide de la famille des Naturalytes d'origine naturelle utilisé pour lutter contre de nombreuses espèces d'insectes nuisibles aux cultures (Thompson et al., 2000). L'activité du Spinosad est attribuée aux métabolites spinosynes A et D, qui sont des produits de fermentation de la bactérie actinomycète du sol, *Saccharopolyspora spinosa*. Il est toxique pour les insectes par ingestion ou par contact ; il agit sur le système nerveux des insectes qui présentent des contractions musculaires involontaires et des tremblements, suivis par une paralysie (Salgado, 1998). La formule chimique de ce produit est montrée dans la figure 16.

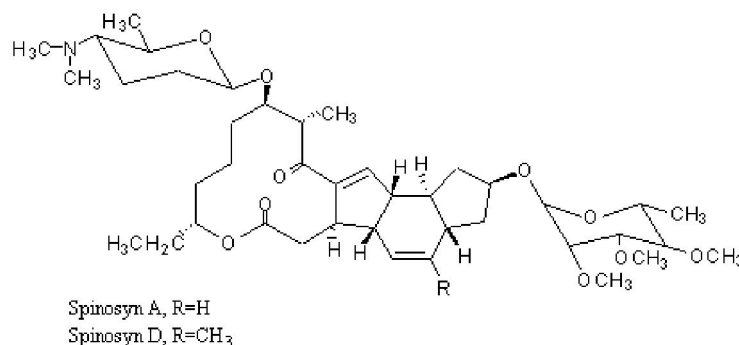


Fig.16 : Structure chimique du Spinosad (Thompson et al., 1997).

II.2.3.2 l'Emamectine Benzoate

Emamectine benzoate commercialisé par Syngenta Agro S.A est un insecticide larvicide de la famille des avermectines produites par le champignon *Streptomyces avermitilis*. Presque toutes les avermectines présentent un large spectre d'activité contre les nématodes et les arthropodes. Le produit agit en bloquant les signaux nerveux. Les larves

s'arrêtent de s'alimenter et deviennent irréversiblement paralysées. Il a une forte activité par ingestion et agit légèrement par contact. Il est translaminaire et se dégrade facilement à la surface des feuilles il est très efficace contre un large spectre de lépidoptères.

Le sel de benzoate qui est contenu dans le mélange permet d'assurer une stabilité de la molécule (Tomlin, 2004). La structure chimique est illustrée dans la figure 17.

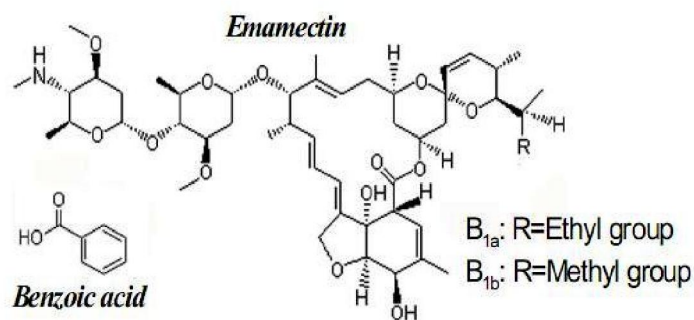


Fig.17 : Structure chimique de l'Emamectine benzoate (Tomlin, 2004).

II.2.4 Matériel de laboratoire

- Pinces et aiguilles entomologiques pour extraire des larves de la galerie.
- Loupe binoculaire
- Boîte de Pétri.
- Milieu gélosé.
- Produits de traitement (bioinsecticide).

II.3 Méthodes

II.3.1 Élevage de *Tuta absoluta*

L'élevage de *Tuta absoluta* est réalisé sur plants de tomate Var. Tafna F₁ à une température de 25°C±1°C, une humidité relative (HR) de 70% ± 10% et une photopériode de 16h sur 24 heures.

20 adultes mâles et femelles sont introduits dans une cage contient 3 plants de tomate, 24h après on déplace les plants sur lesquels il y a eu la ponte dans une autre cage. D'autres plants sains sont introduits dans la 1^{ère} cage pour obtenir un maximum d'œufs. Après une période d'incubation qui varie entre 4-6 jours dans les conditions décrites par Guenaoui et Ghelamallah (2008), les larves du 1^{er} stade sont extraites délicatement à l'aide d'un pinceau fin pour être utilisées dans notre expérimentation. Le nombre total de larves de chaque stade est de 120 larves. La même méthode est appliquée pour obtenir les différents stades larvaires (L₂, L₃, et L₄)

II.3.2 Test d'efficacité de deux insecticides vis-à-vis des différents stades de *Tuta absoluta*

Cette méthode a été adaptée par Niedman et Meza-Basso, (2006) et Silva (2009). Le travail a pour objectif de comparer l'efficacité du Spinosad et de l'Emamectine benzoate dans les mêmes conditions. L'expérience consiste à évaluer la mortalité de tous les stades larvaires confrontés aux deux insecticides. Le test utilisé consiste à plonger des folioles de tomate dans une solution de chacun des produits pendant 5 secondes et y déposer 5 larves pour chacun des stades. Les témoins sans insecticide permettent de mesurer l'effet du produit. Pour toute l'expérience la dose est de 0.6 ml/litre d'eau pour le Spinosad la dose est de 0.6g/Litre pour l'Emamectine benzoate. 2 heures après immersion dans le produit, les folioles sont déposées sur un milieu gélosé à base d'agar agar dans des boîtes de Pétri recouvertes d'un tulle fin (Figure 18). 5 larves de chaque stade de développement de la mineuse *Tuta absoluta* sont placées dans chaque boîte. 48 heures après, nous évaluons la mortalité des larves par rapport aux témoins. Les larves sont considérées mortes lorsqu'elles ne bougent plus quand on les touche avec un pinceau.

L'expérience a été effectuée avec 8 répétitions pour chaque stade et par produit avec un nombre total de 96 échantillons.

Le taux de mortalité a été corrigé par la formule de Schneider-Orelli (Püntener, 1981) qui s'écrit comme suit :

$$\text{Mortalité corrigée (\%)} = \left(\frac{\text{Mortalité dans le lot traité (\%)} - \text{Mortalité dans le témoin (\%)}}{100 - \text{mortalité dans le témoin (\%)}} \right) \times 100$$



Fig.18 : Folioles de tomate sur milieu gélosé. (Originale, 2010)

II.4 L'analyse statistique

Les résultats ont été analysés grâce au logiciel STATBOX PRO ; une comparaison de moyennes est traitée grâce au test de Newman et Keuls à 5%.

II.5 Résultats

II.5.1 Effet du Spinosad et l'Emamectine sur la mortalité des différents stades de

T. absoluta

L'effet du Spinosad et de l'Emamectine a été évalué sur chacun des stades larvaires de *T. absoluta* séparément. Le tableau 02 montre la mortalité moyenne dûe à chacun des insecticides pour chaque stade larvaire.

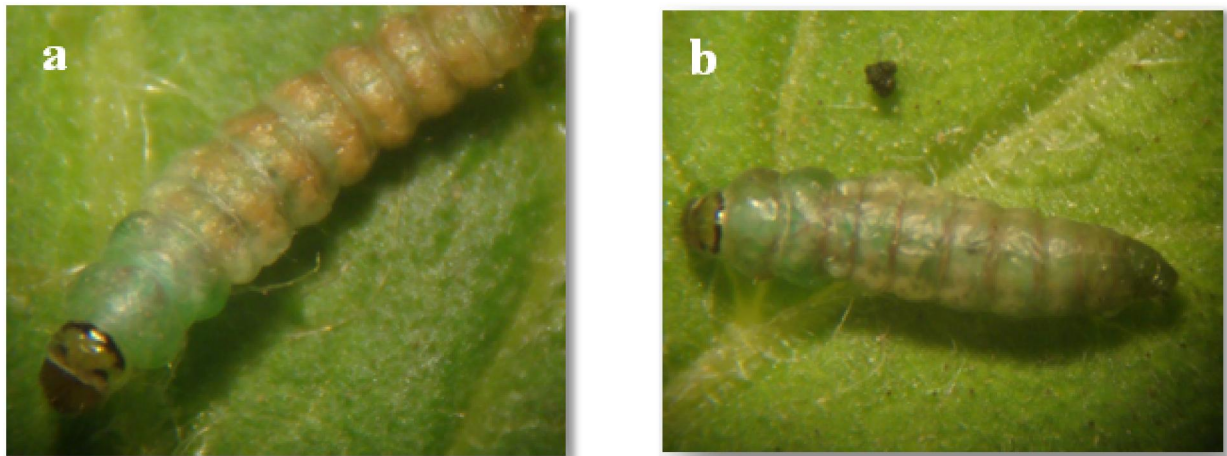


Fig.19 : Mortalité des stades L₄ par l'Emamectine (Fig. 19a) et Spinosad (fig. 19b)

Tableau 02 : Mortalité (Moyennes et écarts-types) de chaque stade larvaire de *T. absoluta* dus aux deux insecticides (Spinosad, Emamectine)

Stades larvaires	Spinosad		Emamectine		Témoin
	Moyenne ± δ	Test F	Moyenne ± δ	Test F	Moyenne ± δ
L ₁	4,75 ± 0,46 ^a	378 **	5 ± 0 ^a	842,333 **	0,25 ± 0,46 ^b
L ₂	4,5 ± 0,75 ^a	183,909 **	5 ± 0 ^a	842,333 **	0,25 ± 0,46 ^b
L ₃	4,87 ± 0,35 ^a	412,364 **	5 ± 0 ^a	638,867 **	0,37 ± 0,51 ^b
L ₄	4,75 ± 0,46 ^a	504,368 **	5 ± 0 ^a	1521 **	0,12 ± 0,35 ^b

Les 2 produits montrent une efficacité élevée > 90%. Il n'y a pas de différence significative pour l'efficacité des 2 produits.

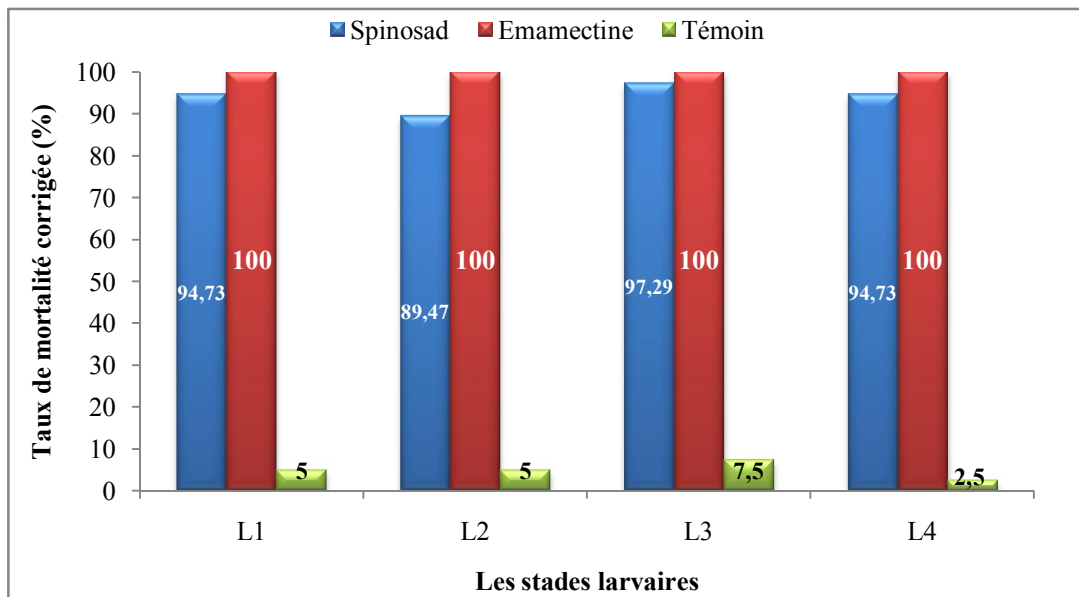


Fig.20 : Effet des deux bioinsecticides (Spinosad, Emamectine) sur le taux de mortalité des différents stades larvaires de *T.absoluta*

Les effets du Spinosad et d'Emamectine sont hautement significatifs pour tous les stades larvaires. La figure 20 représente l'effet des bioinsecticides (Spinosad et Emamectine) sur la mortalité des différents stades larvaires. L'Emamectine a provoqué un taux de mortalité de 100% sur tous les stades larvaires. Le taux de mortalité provoqué par le Spinosad est différent selon le stade, 94.73% pour les stades L₁ et L₄, 89.47% pour le stade L₂ et 97.29% pour le stade L₃. Par contre, le taux de mortalité enregistré dans le témoin est très faible avec des valeurs de 5% pour le stade L₁ et L₂, 7.5% pour le stade L₃ et de 2.5% pour le stade L₄.

D'après ces résultats, nous pouvons confirmer la grande efficacité des deux insecticides testés sur les stades larvaires de *T.absoluta* sans distinction d'un stade sensible aux traitements par rapport aux autres stades larvaires.

II.5.2 Effet des insecticides (Spinosad, Emamectine benzoate) sur la mortalité de larves de *T. absoluta*

Tableau 03 : Mortalité globale (Moyennes et écarts-types) des larves de *T. absoluta* due aux insecticides Spinosad et Emamectine

Produits	Moyenne $\pm \delta$	Test F
Spinosad	37,75 \pm 1,258 ^a	2827,636 **
Emamectine	40 \pm 0 ^a	23409 **
Témoin (sans traitement)	1,75 \pm 0,5 ^b	

** : Effet hautement significatif à $P \leq 1\%$.

Le tableau 03 montre la mortalité des larves due à l'action des deux insecticides Spinosad et Emamectine sur les larves de *T. absoluta* ; les effets des insecticides sont hautement significatifs (Test F est de 2827,63 et 23409 respectivement).

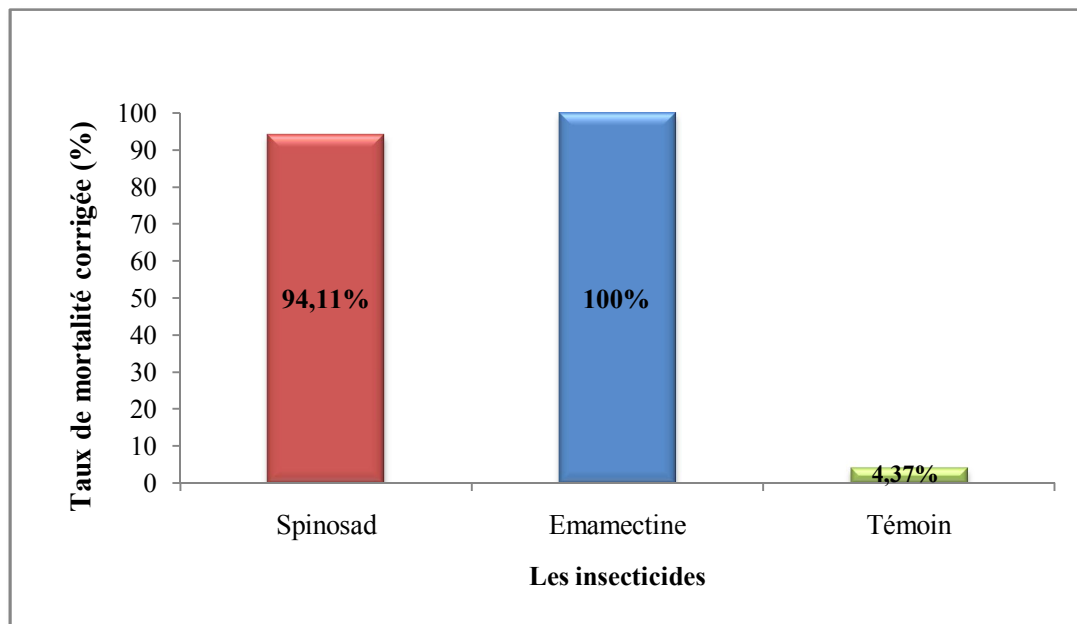


Fig.21 : Le taux de mortalité corrigée des larves de *T. absoluta* dû au deux insecticides (Spinosad, Emamectine).

La figure 21, montre la mortalité globale des larves de *T. absoluta* avec un taux de mortalité de 100% dû à l'Emamectine et de 94% dû au Spinosad alors que la mortalité dans le témoin est inférieure à 5%.

II.6 Discussion

L'utilisation de l'Emamectine benzoate dans la lutte contre *T. absoluta* et d'autres insectes lépidoptères a été rapporté par plusieurs auteurs (Lopez et al., 2010 ; Aboutaleb et al., 2008). Les résultats obtenus dans notre essai sur l'efficacité de l'Emamectine comme moyen de lutte contre *T. absoluta* sont comparables à ceux obtenus par Lopez et al., (2010) qui ont rapporté un taux de mortalité de larves de *T. absoluta* de 90 %. En effet, d'autres auteurs ont confirmé l'efficacité de l'Emamectine benzoate sur d'autres ravageurs de différentes cultures comme la noctuelle de maïs *Helicoverpa zea* (Lepidoptera : Noctuidae) (Lopez et al., 2010), le ver du cotonnier *Spodoptera littoralis* Bois. (Lepidoptera : Noctuidae) (Aboutaleb et al., 2008).

En ce qui concerne le Spinosad, son efficacité par rapport au témoin est de 94,11%.

Un travail similaire a été réalisé par Silva (2009) sur 7 populations de *T. absoluta* au Brésil où il a obtenu une mortalité proche de 100%. En plus de son efficacité, le Spinosad n'a pas montré de résistance chez les larves de *Tuta absoluta* mises en expérimentation pendant plusieurs générations (Silva, 2009).

Les travaux réalisés avec du Spinosad sur d'autres ravageurs lépidoptères comme la teigne des crucifères *Plutella xylostella* L. (Lep. : Plutellidae) (Branco et Gatehouse, 1997 ; Naveed, 2005 ; Irungu, 2007), ver du cotonnier *Spodoptera littoralis* (Aboutaleb et al., 2008) ont montré l'efficacité de ce bioinsecticide.

Chapitre III : Étude de l'efficacité de l'Emamectine benzoate dans la lutte contre *Tuta absoluta* dans la culture de tomate

III.1 Introduction

L'objectif principal de cette partie est d'étudier l'efficacité de l'Emamectine Benzoate contre les stades larvaires de *T. absoluta* dans des conditions de terrain dans la culture sous serre dans la ferme expérimentale

III.2 Matériel et méthodes

III.2.1 Matériel végétal

Le travail a été réalisé dans la même culture de tomate de variété Tafna installée sous la serre en plastique dans la ferme expérimentale du département des sciences agronomiques de l'université de Mostaganem.

III.2.2 Ravageur

L'insecte *Tuta absoluta* est le ravageur qui fait l'objet de cette étude qui consiste à étudier l'efficacité d'un insecticide contre les larves du ravageur dans des conditions de terrain.

III.2.3 Insecticide

L'insecticide utilisé dans les traitements contre *T. absoluta* est l'Emamectine Benzoate qui porte le nom commercial de Proclaim[®], il est homologué par L'INPV (Institut national de la protection des végétaux -Algérie-), son numéro d'homologation est 06.44.046.

III.2.4 Matériel utilisé

- Pulvérisateur a dos.
- Bâche en plastique pour isoler les plants traités des autres plants non traités.
- Sachets en plastique pour le transport des folioles au laboratoire pour les observations.
- Loupe binoculaire.
- Pincettes et aiguilles entomologiques.

III.3 Méthode d'application du produit

Un traitement avec l'Emamectine benzoate a été réalisé avec un pulvérisateur de 16 litres à dos avec une dose de 0.6gr/Litre (60 gr/100Litre).

La serre a été divisée en quatre blocs ; chacun est composé de cinq rangs de 5 plants. Le traitement porte sur un rang sur deux dans tous les blocs ce qui correspond à 50% des plants traités et 50% témoins. Lors du traitement des bâches en plastique ont été installées entre les rangs pour éviter la contamination des lots témoins par l'insecticide.

Trois traitements ont été réalisés (08/06/2010, 15/06/2010 et le 28/06/2010) espacé d'une semaine entre le 1^{er} et le 2^{ème} ; et de 2 semaines entre le 2^{ème} et le 3^{ème} traitement.

L'observation a été effectuée 2 jours après l'application du traitement. 24 échantillons ont été prélevés de façon aléatoire soit 12 sur les plants traités et 12 sur les plants non traités. Chaque échantillon comporte 10 folioles prélevées des plants sur des plants pris au hasard avec 2 folioles sur les cotés et 2 en haut de la plante.

Les résultats sont exprimés sur la base de l'efficacité connue (en %) des insecticides. Les taux mortalité ont été corrigés par la formule de Schneider-Orelli (Püntener, 1981) qui s'écrit comme suit :

$$\text{Mortalité corrigée (\%)} = \left(\frac{\text{Mortalité dans le lot traité (\%)} - \text{Mortalité dans le témoin (\%)}}{100 - \text{mortalité dans le témoin (\%)}} \right) \times 100$$

III.4 Analyse statistique

Nous avons utilisé le logiciel STATBOX PRO pour réaliser des analyses statistiques, une comparaison des moyennes pour les traitements a été traité par le test de Newman - Keuls à 5%.

III.5 Résultats

Globalement, l'effet du traitement par l'utilisation de l'insecticide Emamectine benzoate est hautement significatif pour toutes les trois applications le test F est de 31,81 et de 25,45 et 22,27 pour le 1^{er} traitement, le 2^{ème} et le 3^{ème} traitement respectivement (Tableau 04).

Tableau 04 : Moyennes de larves mortes et vivantes de *T.absoluta* après 3 traitements

	Moyennes des larves mortes	Test F	Moyennes des larves vivantes	Test F
1er Traitement	21 ± 4,359 ^a	31,812 **	3 ± 2 ^b	8,817 *
Témoin	3,667 ± 3,055 ^b		13,333 ± 5,686 ^a	
2ème Traitement	9,333 ± 2,309 ^a	25,474 **	0,667 ± 0,667 ^b	19,6 *
Témoin	2 ± 1 ^b		10 ± 3,606 ^a	
3ème Traitement	13,667 ± 4,163 ^a	22,273 **	2,333 ± 1,528 ^b	19,059 *
Témoin	1 ± 2 ^b		14,333 ± 4,509 ^a	

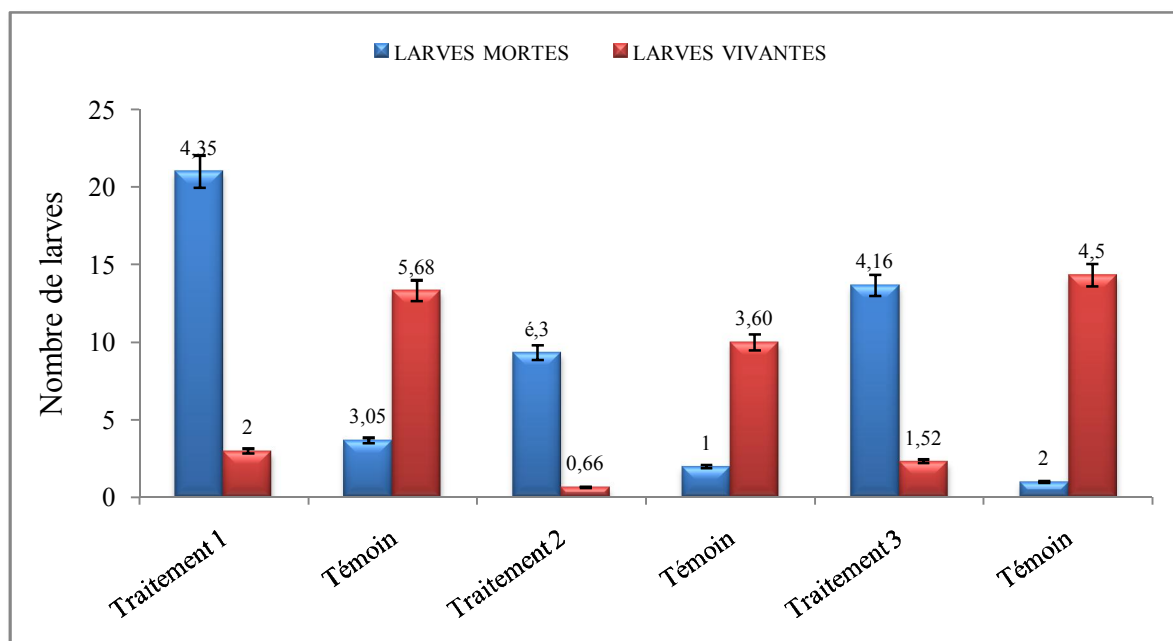


Fig.22 : Mortalité globale de larves de *T.absoluta* dans les lots traités par l'Emamectine benzoate

La figure 22 représente les moyennes globales de larves mortes et vivantes après les traitements par rapport aux témoins.

D'après la figure 22 nous observons que le nombre global de larves mortes est très important par rapport aux témoins ; nous avons enregistré une moyenne de 21 larves mortes dans le 1^{er}

traitement, 9,33 dans le 2^{ème} et 13,67 larves pour le 3^{ème} traitement par rapport aux témoins (3,6 pour le 1^{er} traitement 2 larves pour le 2^{ème} et 1 larve morte dans le témoin du 3^{ème} traitement). Le tableau 04 indique un nombre moyen de larves vivantes inférieur dans les lots traités par rapport à celui des témoins (Test F : 8,81 pour le 1^{er} traitement, 19,6 pour le 2^{ème} et 19,05 pour le 3^{ème} traitement). Cette différence est significative dans tous les cas.

Le tableau 05 montre le nombre moyen par plant des larves mortes et vivantes dans les lots traités et dans les lots témoins pour les 3 traitements.

L'analyse des résultats montre que les différences des traitements sont hautement significatives.

Tableau 05 : Nombre moyen par plant des larves mortes et vivantes de *T.absoluta* après 3 traitements

	Moyennes des larves mortes	Test F	Moyennes des larves vivantes	Test F
1^{er} Traitement	2,833 ± 1,267 ^a	16,892 **	0,417 ± 0,669 ^b	10,233 **
Témoin	0,75 ± 1,215 ^b		2,083 ± 1,676 ^a	
2^{ème} Traitement	2,333 ± 0,98 ^a	31,118 **	0,33 ± 0,492 ^b	10,17 **
Témoin	0,417 ± 0,66 ^b		1,5 ± 1,168 ^a	
3^{ème} Traitement	2,417 ± 2,021 ^a	14,345 **	0,25 ± 0,452 ^b	11,087 **
Témoin	0,167 ± 0,389 ^b		1,583 ± 1,311 ^a	

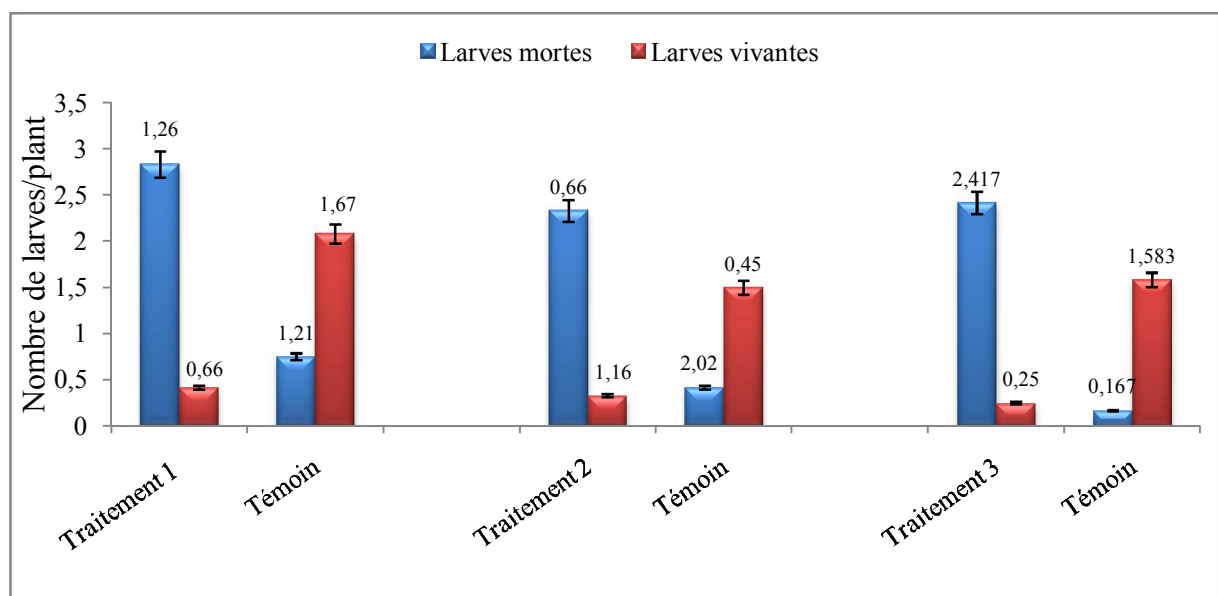


Fig.23 : Mortalité globale de larves de *T.absoluta* par plant dans les lots traités par l'Emamectine.

La figure 23 montre que l'effet de l'insecticide est important dans les 3 traitements.

Les taux de mortalité (corrigée par la formule de Schneider-Orelli) présentés dans la figure 24 sont très importants dans les trois applications du traitement (84,88% pour le 1^{er} traitement, 92,18% pour le 2^{ème} et 83,18% pour le 3^{ème} traitement) ; ces résultats montrent l'efficacité élevée de l'Emamectine contre *T.absoluta*.

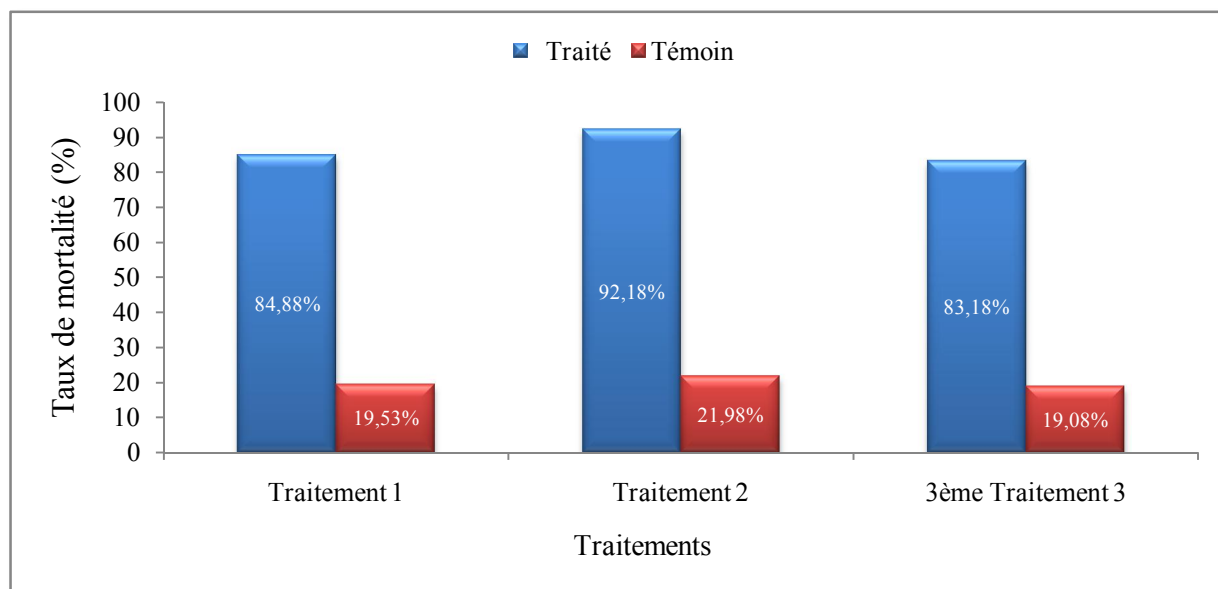


Fig.24 : Taux de mortalité de larves de *T.absoluta* traitées par l'Emamectine benzoate.

III.6 Discussion

Les résultats obtenus dans notre essai montrent une excellente efficacité de l'Emamectine benzoate contre *T.absoluta* on obtient 86,7% en de mortalité en moyenne des trois traitements (la rémanence du produit proposé par la firme est entre 7 à 14 jours).

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Lopez et *al.*, (2010) qui indique un taux de mortalité de larve de 90% sur les feuilles de tomate.

D'autres auteurs comme Jansson et *al.*, (1996) ont rapporté l'efficacité de l'insecticide Emamectine benzoate sur trois ravageurs de l'ordre des lépidoptères sur la culture de tomate *Heliothis virescens* Fabricius et *Spodoptera exigua* Hübner (Lep. : Noctuidae) qui sont tous les deux des noctuelles et sur *Keiferia lycopersicella* Walsingham (Lep. : Gelechiidae) autre mineuse d'origine sud américaine mais qui n'existe pas en Algérie.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick est devenue un problème phytosanitaire depuis son introduction en Algérie en hiver 2008. Elle a pris progressivement une place de premier plan parmi les ravageurs de la tomate, car les dégâts provoqués par cet insecte peuvent aller jusqu'à la perte totale de la production. La lutte chimique contre ce ravageur joue un rôle important dans la limitation des populations de *T.absoluta*, mais la plupart des agriculteurs ne maîtrisent pas réellement la technique de lutte intégrée en matière d'utilisation d'insecticide.

Il est très important de poursuivre l'étude de la dynamique des populations de la mineuse de tomate afin de pouvoir suivre l'évolution de cet insecte et en parallèle de mettre en évidence les méthodes de lutte les plus efficaces et les plus utiles à mener.

Les résultats obtenus indiquent que malgré tous les efforts consentis, *T.absoluta* a pu pénétrer dans la serre expérimentale et se multiplier sur la culture de tomate. Nous avons enregistré un nombre de mâles capturés de 68 mâles/semaine (moyenne de 15 semaines de captures)

D'après les résultats, nous pouvons dire que *T.abosluta* a réussi de faire 2 générations au cours de la période de l'étude avec des températures moyennes comprise entre 25°C et 29°C.

Parallèlement, nous avons entrepris des essais pour comparer l'efficacité de 2 insecticides d'origine biologique il s'agit du Spinosad et de l'Emamectine benzoate sur les stades larvaires de *T.absoluta*. Les résultats ont montré que les bioinsecticides ont été efficaces sur tous les stades larvaires.

Les valeurs enregistrées permettent de confirmer l'efficacité des produits testés à partir d'un taux de mortalité global (tous les stades) de 100% pour l'Emamectine benzoate et de 94,11% pour le Spinosad.

D'autre part le taux de mortalité enregistré chez les larves de *T.absoluta* en culture sous abri concernant le traitement par l'Emamectine benzoate était de 86.74% (moyenne globale de trois traitements).

En conclusion, ce travail permet d'avoir une meilleure connaissance sur ce ravageur. Les résultats concernant l'efficacité des produits (Spinosad et Emamectine benzoate) sont satisfaisants.

Dans le cas où la lutte chimique est nécessaire il est important de savoir dans quelles conditions on peut obtenir un résultat acceptable

Les produits bioinsecticides qui ont prouvé leur efficacité dans la lutte contre *T.absoluta* et qui sont moins nocifs pour l'environnement peuvent être utilisés dans un programme de lutte intégrée parce qu'ils sont compatibles avec l'utilisation d'ennemis naturels comme les prédateurs en particulier les punaises de la famille des mirides.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- **Abou-taleb K., Abdel Rahman S.M. & Sherby S.M., 2008.** Efficacy of some natural oils on the residual toxicity of emamectin benzoate, spinosad and spinetoram against Egyptian cotton leafworm. *J. Pest Cont. & Environ. Sci.* 16 (1/2): 37 – 56 (2008).
- **Andrew F., 2001.** The tomato in America, Early history, culture, and cooking, University of Illinois Press, 2001, (ISBN 0252070097), p. 15.
- **Apablaza J., 1990.** Solanaceae, tomate y otras solanáceas. In: Latorre, B. Plagas de las hortalizas. Santiago, FAO. pp. 275-398
- **Badaoui M., 2001.** Etude préliminaire de la mineuse (Diptera : *Agromyzidae*) sur culture de tomate, premières données bio-écologiques et importance des dégâts, Mémoire de fin d'études, pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie, option : protection des végétaux, Université de Mostaganem : Mars 2001. 33p.
- **Bahamondes L.A. & Mallea A.R., 1969.** Biología en Mendoza de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) Povolny (Lepidoptera - Gelechiidae), especie nueva para la Republica Argentina, *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias (Cuyo)*, XV (1) : 96-104.
- **Barrientos R., 1997.** Determinación de la constante térmica de desarrollo para la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Tesis Ing Agr. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 44p.
- **Barrientos Z.R., Apablaza J.H., Norero S.A & Estay P.P., 1998.** Threshold temperature and thermal constant for development of the south American tomato, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), *Ciencia e Investigación Agraria* 25, 133-137.
- **Benmessaoud-Boukhalfa H., 2005.** Bioécologie de deux aleurodes des cultures légumières : *Bemisia tabaci* Gennadius (1889) et de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (1856) (*Homoptera- Aleyrodidae*) en Algérie, Thèse pour l'obtention du diplôme du Doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques. Institut National Agronomique El Harrach-Alger, Année Universitaire 2004-2005.
- **Bentancourt C.M. & Scatoni I.B., 1995.** Descripción de los estados de desarrollo de la "polilla del tomate", *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae), *Fac.Agron.Bol.Invest*, 45 : 14.

- **Bogorni P.C., Silva R.A. & Carvalho G.S., 2003.** Leaf mesophyll consumption by *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) in three cultivars of *Lycopersicon esculentum* Mill. Ciencia rural, Santa Maria : V23 n°1 Janv.Févr., 7-11.
- **Branco M.C. & Gatehouse A. G., 1997.** Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. An. Soc. Entomol. Brasil 26 (1): 75-79.
- **Cáceres S., 1992.** La polilla del tomate en Corrientes. Biología y control. Corrientes, Bella Vista. INTA, Estación Experimental Agropecuaria. 1992. 19 p.
- **Cáceres, S. 2000.** La polilla del tomate: manejo químico-cultural. Bella Vista. Estación Experimental Agropecuaria. Hoja de Divulgación Nro. 15. 2000. 5 p.
- **Clark J.M., Scott J.G., Campos F. & Bloomquist J. R. 1994.** Resistance to avermectins: Extent, mechanisms and management implications. Annu. Rev. Entomol. 40: 1-30.
- **Colomo M.V. & Berta M.C., 1995.** Fluctuacion de la poblacion de *Scobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lépidoptera: Gelechiidae) en plantaciones de tomate en el Departamento de Lules, Tucuman. Acta Zool. Lilloana 43:165-177.
- **Colomo M. V., Berta D.C. & Chocobar M.J. 2000.** El complejo de himenópteros parasitoides que atacan a la “polilla del tomate” *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en la Argentina. Acta Zool. Lilloana 46:2002. 81–92. CSA
- **Coelho M. & França F.H., 1987.** Biología, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traçado-tomateiro , Pesq.Agropec.Bras, 22 (2) : 129-135.
- **Csizinszky A.A., Schutester D.J., Jones J.B et Van Lenteren J.C., 2005.** Tomatoes : Edited by Ep Heuvelink. Crop production science in horticulture (13). ISBN 0 85199 396 6: CABI Publishing is a division of CAB International.235 pages.
- **Denholm I. & Rowland M.W., 1992.** Tactics for managing pesticide resistance in arthropods: Theory and Practice. Annu. Rev. Entomol. 37: 91-112.
- **DSA, 2010.** Direction des services agricoles de la wilaya de Mostaganem, service des statistiques 2010.
- **European and Mediterranean Plant Protection Organization., 2005.** Data sheets on quarantine pests : *Tuta absoluta* : 2005 OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 35, 434–435.
- **EPPO, 2008.** Eppo reporting service-pests and Diseases, n°7, 17p.
- **EPPO, 2009.** Eppo reporting service-pests and Diseases, n°10, 24 pages.
- **EPPO, 2010a.** Eppo reporting service-pests and Diseases, N°1, 27p.
- **EPPO, 2010b.** Eppo reporting service-pests and Diseases, N°: 3, 19p.

- **EPPO, 2010c.** Eppo reporting service-pests and Diseases. N°: 6, 17p
- **Estay P.P., 2000.** Pollila del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). I.NI.A La Platina (9) :1-4.
- **Estay P.P & Bruna A., 2002.** Insectos, ácaros y enfermedades asociadas al tomate en Chile. Santiago, INIA Centro regional de investigación, La platina. 111p.
- **Eto, M., 1974.** Organophosphorus pesticides: organic and biological chemistry, CRS Press, ISBN-10: 0-87819-023-6, ISBN-13: 978-0-87819-023-2, Cleveland
- **FAO., 2010.** Données de la base statistique de l'organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture sur le site : <http://apps.fao.org>
- **Faostat., 2010.** Base de donnée des statisique de l'organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- **Fera. 2009.** The Food and Environment Resarch Agency, Fera confirms the first outbreak in the UK of *Tuta absoluta* – the South American tomato moth. Available at: <http://www.fera.defra.gov.uk/showNews.cfm?id=402>
- **Fernandez S. & Montagne A. 1990.** Biología del minador del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Boletín de Entomología Venezolana. 5(12): 89-99
- **Ferratto J. A. & Pavón R., 1996.** Chlorfenapyr, nuevo producto y su evaluación para control de la polilla del tomate (*Scrobipalpula absoluta*) bajo invernadero. En: Congreso Argentino de Horticultura, XIX, San Juan, Setiembre de 1996. Resúmenes. San Juan, Editar. Pág.
- **Finney J.R., 1995.** Comparing glasshouse and field performance of pesticides: An appraisal. Pesticide Science 44: 205-206.
- **Fredon Corse., 2008.** *Tuta absoluta* (Meyrick) la mineuse de la tomate. Teghia BP15–20117 CAURO. 2p.
- **Garcia M.F. & Espul J.C., 1982.** Bioecología de la pollila del tomate (*Scrobipalpula absoluta*) en Mendoza, Republica Argentina. Rev. Invest. Agropecuarias INTA (Argentina) XVII : 135-146.
- **Ghelamallah A., 2009.** Contribution à l'étude bioecologique de la mineuse de la tomate tuta absoluta(lepidoptera:Guelechiidae) dans la région de Mostaganem. Mémoire de Magister en science agronomique. Université de Mostaganem 2008//2009.58 pages
- **Giustolin T.A., Vendramim J.D. & Parra J.R.P., 2002.** Número de ínstaes larvais de *Tuta absoluta* (meyrick) em genótipos de tomateiro Scientia Agricola, v.59, n.2, p.393-396, abr/jun. 2002.

- **Gonçalves C.R.G., Ciociola A.I., Santa Cecília I.V.C. & Maluf W.R., 1999.** Aspectos biológicos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em dois genótipos de tomateiro contrastantes quanto ao teor de 2-tridecanona nos folíolos. *Ciênc. Agrotec.*, 23: 247-251.
- **Guenaoui Y. & Ghelamallah A., 2008.** *Tuta absoluta* ((Meyrick) (Lepidoptera): Gelechiidae) nouveau ravaveur de la tomate en Algerie premieres donnees sur sa biologie en fonction de la temperature. AFPP - 8ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, Montpellier SupAgro, France, 22-23 Octobre 2008. ISBN 2-905550-17-1 pp. 645-651.
- **Guenaoui Y., 2008.** Nouveau ravageur de la tomate en Algérie, *Phytoma* : N° 617 Juillet-Aout 2008.p 18-19.
- **Guenaoui Y., 2010.** *Tetranychus evansi* (Baker & Pritchard) (Acari:Tetranychidae) acarien invasif signalé sur culture de tomate à Mostaganem dans le nord-ouest de l'Algérie EPPO Bulletin Volume 40, Issue 2, DOI: 10.1111/j.1365-2338.2010.02382.x 15 JUL 2010 pages 193–195.
- **Guenaoui Y., Bensaad R. & Ouzzani K., 2010.** Introduction and distribution of *Tuta absoluta* in Algeria. First experiences in managing tomato leaf miner in the Northwest area of the country. Preliminary studies in biological control by use of indigenous. *Phytoma*, Espagne la revue professionnelle de la santé des végétaux ISSN 1131 898 8 N° : 217.2010. p 112-113.
- **Haji F.N.P., Parra J.R.P., Silva J.P. & Batista J.G., 1988.** Biología da traça do tomateiro sob condições de laboratório. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 23 (2) : 107-110.
- **Harizanova V., Stoeva A. & Mohamedova M., 2009** Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: gelechiidae) – first record in Bulgaria (Manuscript received 16 October 2009; accepted for publication 30 October 2009) *Agricultural Science And Technology*, VOL. 1, No 3, pp 95 - 98, 2009 Agricultural University, Plovdiv, 12 Mendeleev, Plovdiv, 4000, Bulgaria.
- **Hickel E.R. & Ilela E.F., 1991.** Comportamento de chamamento e aspectos do comportamento de acasalamento de *Scrobipalpula absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), sob condições de campo , *An.Soc.Entomol.Brasil*, 20 (1) : 173-182.
- **I.N.P.V., 2008.** « Nouveau prédateur de la tomate : Etas des lieux et programme d'action » Note de L'Institut National de la Protection des Végétaux, Ministère de l'Agriculture, Algérie, Juillet 2008, 11 pages.

- **I.N.R.A., 2008.** La noctuelle de la tomate *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae) <http://www.inra.fr/internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR/3helarm.htm> consulté le 17 mars 2010
- **Irungu R ., 2007** effects of spinosad and lambda-cyhalothrin on their argets, cabbage looper, trichoplusia ni, and diamondback moth, *plutella xylostella*, and on their non-targets, spiders, on cabbage in south texas ,master of science december 2007 submitted to the office of graduate studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of 110p.
- **Jansson R.K., Peterson R.F., Halliday W.R., Mookerjee P.K., & Dybas R.A., 1996.** efficacy of solid formulations of emamectin benzoate at controlling lepidopterous pests Florida Entomologist 79(3) September, 1996
- **Kılıç T., 2010** First report of *Tuta absoluta* in Turkey. Phytoparasitica Volume 38, Number 3, p.243-244. <http://www.springerlink.com/content/0334-2123/>
- **Larraín P., 1987.** Plagas del tomate, primera parte: Descripción, fluctuación poblacional, daño, plantas hospederas, enemigos naturales de las plagas principales. IPA La Platina 39: 30-35.
- **Larraín P., 1992.** Plagas en cultivos bajo plástico. IPA La Platina 73: 41-52.
- **Lasota J.A. & Dybas R.A., 1991.** Avermectins, a novel class of compounds: Implications for use in arthropod pest control. Annu. Rev. Entomol. 36: 91-117.
- **Laumonier R., 1979.** Culture légumière et maraîchère , J.B Ballière Eds. Paris, Tome II, 276p.
- **Leclant F., 1996.** Dégâts et indentification des pucerons, PHM revue horticole, n°369, p.19-21.
- **Lietti M. M. M., 2005.** Evaluation de la resistencia a insecticidas en poblaciones Argentinas de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (meyrick, 1917). Tesis presentada da para obtener el titulo de Magiste, en controle de plagas y su impacto ambientales. Universidad Nacional De General San Martin, Argentinas, 91 pages.
- **Lietti M. M. M., Botto E & Alzogaray R. A., 2005.** Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotrop. Entomol. vol.34 no.1 Londrina Jan./Feb. 2005.
- **López E., 1991.** Polilla del tomate: Problema crítico para la rentabilidad del cultivode verano. Empresa y Avance Agrícola 1(5): 6-7.

- **López J.D., Latheef M.A. & Hoffman W.C., 2010.** Effect of emamectin benzoate on mortality, proboscis extension, gustation and reproduction of the corn earworm, *Helicoverpa zea*. Journal of Insect Science 10:89 available online: insectscience.org/10.89
- **López J.M., Artín L.M., López A., Correia R., González F., Sanz E., Gallardo M. & Cantus J.M., 2010.** AFFIRM (Emamectina), una nueva arma contra la *Tuta absoluta* y otras orugas de lepidópteros Phytoma España • N° 217 MARZO 2010. 5p
- **Marchiori C.H., Silva C. G., & Lobo A. P., 2004.** Parasitoids of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lépidoptéra : Gelechiidae) in tomato in lavras, state of minas gerais, Brazil. : Braz. J. Biol., 64 (3A): 551-552.
- **Medeiros M.A., Boas G.L.V., Carrijo O.A., Makishima N. & Vilela N. J., 2005.** Manejo Integrado da Traça-do-tomateiro em Ambiente protegido.Circular Técnica, 36. Brasília, DF Agosto, 2005. ISSN 1415-3033, 10 pages.
- **Miranda M.M.M, Picanço M., Leite.G.L.D., Zanuncio J.C. & De Clercq P.,1998.** Sampling and non-action levels for predators and parasitoids of virus vectors and leaf miners of tomato in Brazil. Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent. 63:1998. 519–526.
- **Miranda M.M.M., Picanco M., Zanuncio J.C. & Guedes R.N.C., 1998.** Ecological Life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) , Biocontrol Science and technology, 8 : 597-606.
- **Molla O., Monton H., Beitia F. & Urbaneja A., 2008.** La pollila del tomate, una nueva plaga invasora, *Tuta absoluta* (Meyrick), Eds. Agrotécnicas, S.L. CIF B80194590 Terallia, 69.5pages.
- **Moreira G. R., Silva D. J. H., Picanço M. C., Peternelli L. A., Caliman F. R. B., 2005.** Genetic diversity among tomato accessions infested by different tomato leafminer populations : Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n.4, p.893-898.
- **Moore J.E., 1983.** Control of tomato leafminer (*Scrobipalpula absoluta*) in Bolivia. Tropical Pest Management 29 (3): 231-238.
- **Naika S., De Jeude J.V. L., De Goffau M., Hilmi M., Van Dam B. & Florijn A., 2005.** La culture de la tomate, production, transformation et commercialisation, cinquième édition révisée, Agromisa Foundation, coll. « Agrodok », Wageningen, 105 p. (ISBN 90-8573-044-9).
- **Naumann K., 1990.** Synthetic pyrethroid insecticides. Chemistry of plant protection. Springer-Verlag, Berlín. Vol 4.

- **Naveed M. R., 2005.** Insecticide resistance in Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) and strategies of its management..154p Thesis for the degree of doctor of philosophy in entomology University of Arid Pakistan.
- **Niedmann L. & Meza-Basso L., 2006.** Evaluación de cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* como alternativa de manejo integrado de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidopetera: Gelechiidae) en Chile. Agricultura Técnica 66 (3): 235-246.
- **Pereira G.V.N., 2005.** Selecao para alto teor de Acilçucares em genotipos de tomateiro e sua relacao com a resistencia ao acaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e a traça (*Tuta absoluta*) . Thèse de Doctorat, Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, 82p.
- **Pires D.S.L.M., 2008.** Effects of the fungi *Metarhizium anisopliae* (METSCH.) SOROK. and *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL on *Tuta absoluta* (MEYRICK) and their compatibility with insecticides . Thèse de Doctorat, da Universidade Federal Rural de pernambuco (Brasile), 72p.
- **Polack L.A. & Mitidieri S.M., 2005.** Producción de tomate diferenciado. (Actualización) Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades.
- **Polack, L. A. & Brambilla R. J., 2000.** Evaluacion de un sistema de manejo integrado de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick), (Lepidoptera: Gelechiidae) en un cultivo de tomate cherry, *Lycopersicum esculentum* Mill. var. cerasiforme bajo invernaculo. En: XXIII Congreso Argentino, X Congreso Latinoamericano, III CongresoIberoamericano de Horticultura, Mendoza. Horticultura Argentina 19(46): 67. Trabajo Nro. 207.
- **Polack L.A., 1999.** Ensayos de eficacia de plaguicidas empleados contra la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). En: Seminario “Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) y su control”. Centro Agrícola El Pato, Buenos Aires, 28 de octubre de 1999. INTA Gran Buenos Aires. 2p
- **Pratissoli D., Zanuncio J.C., Vianna U.R., Andrade J. S. & Pinon T.B.M., 2005.** Biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hym: Trichogrammatidae), parasitoids of the avocado defoliator *Nipteria panacea* (Lep.: Geometridae), on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). Brazilian Archives of Biology and Technology, 48, 7-13.
- **Püntener W., 1981.** Manual for field trials in plant protection second edition. Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited. <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm>

- **Quintana F. J., Szczesny A. & Colevita S., 1981.** La polilla del tomate y su control. Balcarce. Estación Experimental Regional Agropecuaria. Información para Extensión N° 118. 1981. 5p.
- **Quiroz C., 1976.** Nuevos antecedentes sobre la biología de la polilla del tomate, *Scrobipalpa absoluta*(Meyrick) , Agricultura Técnica (Chile), 36 : 82-86.
- **Razuri V. & Vargas E., 1975.** Biología y comportamiento de *Scrobipalpa absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) en tomatera. Revista Peruana de Entomología, v.18, n.1, p.84-89.
- **Rekad F.Z, Corbière R., Guenaoui Y. & Andrivon D., 2010.** Le mildiou de la pomme de terre et de la tomate en Algérie : caractéristique des isolats de *Phytophthora infestans* de la région nord-ouest.2^{ème} colloque international de biotechnologie, 26-29 avril 2010 Oran – Algérie- page 90.
- **Rodríguez M.S., Gerding M. P. & France A., 2007.** Entomopathogenic fungi isolates selection for egg control of tomato moth, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs : Agricultura Técnica (CHILE) 66(2):151-158.
- **Rojas S., 1981.** Control de la polilla del tomate: enemigos naturales y patógenos. IPA La Platina 8: 18-20
- **Roush, R. T. & Tabashnick B. E., 1990.** Pesticide resistance in arthropods. Chapman and Hall, New York and London, 1990. 303 p.
- **Salazar E. & Araya J., 1997.** Detección de resistencia a insecticidas (deltametrina, esfenvalerato, l-cihalotrina, mevinfos, metamidofos) en la polilla del tomate (*Tuta absoluta*). Revista Simiente. vol 67(1-2) p. 8-22. Santiago-Chile.
- **Salazar E. R. & Araya J. E., 2001.** Respuesta de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick), a insecticidas en Arica. Agricultura Técnica (Chile) 61(4): 429-435.
- **Salgado V.L., 1998.** Studies on the mode of action of spinosad: Insect symptoms and physiology correlates. Pesticide Biochemistry and Physiology. 60(2):91-102
- **Sauphanor B., Cuany A., Bouvier J. C., Brosse V., Amichot M. & Bergé J.B., 1997.** Mechanism of resistance to deltamethrin in *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). Pest. Biochem. Physiol. 58:
- **Segovia M., 1997.** Monitoreo de la polilla del tomate *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick), en cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo plástico en la zona de Quillota. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 76p.

- **Silva A.G., 2009.** Universidade Federal de Viçosa,-Brasil- para obtenção do título de Magister scieniae .Resistência a inseticidas E falhas no controle de *Tuta absoluta*. 51p.
- **Silva S.S., 2008.** Fatores da biologia reprodutiva que influenciam o manejo comportamental de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae); 2008, Reproductive biology factors influencing the behavioral management of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae); dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Entomologia Agrícola. : RECIFE – PE Fevereiro – 2008. 75 pages.
- **Siqueira H.A.A., 1999.** Resistência a inseticidas e determinação dos prováveis mecanismos bioquímicos de resistência ao cartape em populações de *Tuta absoluta* (Meyrick). Tese de Mestrado, Viçosa, MG, Brasil. Universidade Federal de Viçosa.. 37 p.
- **Siqueira H.A.A., Guedes R.N.C. & Picanco M.C., 2000.** Cartap resistance and synergism in populations of *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae). J. Appl. Ent. 124, 233-238. 2000
- **Siqueira H.A.A., Guedes R.N.C., Fragoso D.B. & Magalha L. C.2001** Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) International Journal of Pest Management. 47(4) 247-251.
- **Souza J.C. & Reis P.R., 1986.** Controle da traça do tomateiro em Minas Gerais. Pesq. Agropec. Bras. 21: 343-354.
- **Taylor C. E., 1986.** Genetics and evolution of resistance to insecticides. Biological Journal of the Linnean Society 27: 103-112.
- **Thompson G. D., Michel H. H., Yao R. C., Mynderse J. S., Mosburg C. T., Wordsen T.V., Chio E.H., Sparks T.C. & Hutchins S. H., 1997.** The discovery of *Saccharopolyspora spinosa* and a new class of insect control products. Down to Earth 52: 1-5.
- **Thompson G.D, Hutchins S. H. & Sparks C.T., 2000.** Development of Spinosad and Attributes of A New Class of Insect Control Products Dow AgroSciences LLC 9330 Zionsville Rd., Indianapolis, IN, 46268, USA
- **Tomlin C., 2004.** The E-Pesticide Manual, Thirteenth Edition, Crop Protection Publications; British Crop Protection Council. Available at: <http://www.bcpcbookshop.co.uk>. [Std]

- **Torres J. B., Faria C., Evangelista W.S.J. & Pratisoli D., 2001.** Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology : international journal of pest management, 47(3) 173-178.
- **Uchoa-Fernandes M., Della Lucia T. & Vilela E., 1995.** Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 24(1): 159-164
- **Urbaneja A., Monton H & Molla O., 2008.** Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. Journal of Applied Entomology. DOI: 10.1111/j.1439-0418.2008.01319.x. 5 pages.
- **Van Eck J., Kirk D. D & Walmsley A. M., 2006.** Agrobacterium Protocols : Second Edition Volume 1. Edited by Kan Wang. ISBN 1-58829-536-2. Humana Press Inc.507 pages.
- **Vargas, H. 1970.** Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lep. Gelechiidae). IDESIA 1: 75-110
- **Vilela de Resende J. T., 2003.** Resistencia a artropos-pragas, mediada por acilçucares em tomateiros obtidos do cruzamento interespecifico de *Lycopersicon esculentum* Mill ‘TOM-584’ XL.pennellii ‘LA716’. Lavras Minas Gerais-Brasil, 104 pages.
- **Vivan L.M., Torres J.B., Barros R., Veiga A.F.S.L. & Zanuncio J.C., 2002.** Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça-do-tomateiro. Pesq. Agropec. Bras. 37: 581-587.

ANNEXES

Annexes

Annexe 01 : Évolution des superficies et de la production mondiale de tomate de 1999 à 2009 (Faostat, 2010)

Les années	Surface cultivée (million d'hectares)	Production (million de tonnes)
1999	3,989673	109,119
2000	4,022729	109,991
2001	4,014631	107,935
2002	4,149475	116,235
2003	4,190199	119,022
2004	4,497756	127,453
2005	4,557446	127,821
2006	4,689576	130,058
2007	4,792928	134,522
2008	4,837576	136,229
2009	4,980424	141,400

Annexe 02 : Évolution des superficies et de la production algérienne de tomate de 1999 à 2009 (Faostat, 2010)

Les années	Surface cultivée (Hectares)	Production (Tonnes)
1999	55210	954804
2000	43910	816839
2001	39830	830531
2002	42510	814941
2003	45730	887097
2004	46739	1092273
2005	42354	1023445
2006	31005	796160
2007	20079	567313
2008	19655	559249
2009	20789	641034

Annexe 03 : Effectifs des différents stades de *T.absoluta* recensés dans la serre expérimentale d'avril à juin 2010

Les dates	01/04	05/04	08/04	15/04	22/04	29/04	06/05	13/05	20/05	27/05	03/06
Nombre d'œufs	139	262	219	67	33	13	39	127	82	25	8
L₁	1	0	0	14	12	18	2	8	63	20	6
L₂	3	0	0	8	34	18	7	6	31	33	31
L₃	0	0	2	3	15	15	2	2	4	26	22
L₄	0	0	0	3	22	13	2	1	2	11	31

Annexe 04 : Effectifs de mâles capturés par les pièges à phéromones

Dates	Mâles capturés		Date	Mâles capturés	
	Piège interne	Piège externe		Piège interne	Piège externe
25/03/2010	55		20/05/2010	15	82
01/04/2010	64		27/05/2010	16	84
08/04/2010	86		03/06/2010	9	48
15/04/2010	119	252	10/06/2010	37	61
22/04/2010	63	107	17/06/2010	25	56
29/04/2010	45	32	24/06/2010	8	66
06/05/2010	19	16	01/07/2010	9	48
13/05/2010	7	9	08/07/2010	14	71

Annexe 05 : Estimation du nombre de fruits attaqués

	Nombre total de fruits	Nombre de fruits attaqués
29/04/2010	55	19
06/05/2010	82	23
13/05/2010	101	29
20/05/2010	119	32
27/05/2010	232	58
03/06/2010	270	103
08/06/2010	317	152
10/06/2010	312	149
10/06/2010	273	110
17/0/2010	267	99
01/07/2010	221	43

Annexe 06 : Mortalité des larves de *T.absoluta* due aux insecticides

N° de répétition	Spinosad				Emamectine				Témoin			
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
1	5	5	4	5	5	5	5	5	1	0	1	0
2	5	4	5	4	5	5	5	5	0	0	0	0
3	4	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0
4	5	5	5	4	5	5	5	5	0	1	1	0
5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0
6	4	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0
7	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0
8	5	3	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1
Total	38	37	39	38	40	40	40	40	2	2	3	1
Moyenne	4,75	4,625	4,875	4,75	5	5	5	5	0,25	0,25	0,375	0,125

Annexe 07 : Les températures enregistrées durant la période de la culture

jours	Mars			Avril			Mai		
	Tmin	Tmax	Tmoy	T min	T max	Tmoy	T min	T max	T moy
1				22	28	25	25	35	30
2				21	30	25,5	24	35	29,5
3				22	30	26	24	35	29,5
4				20	31	25,5	24	34	29
5				18	29	23,5	24	34	29
6				17	28	22,5	25	33	29
7				18	30	24	26	35	30,5
8				19	31	25	25	35	30
9				19	32	25,5	25	35	30
10				18	30	24	26	34	30
11				19	31	25	27	31	29
12				19	30	24,5	23	30	26,5
13				18	32	25	25	30	27,5
14				17	31	24	25	30	27,5
15				20	30	25	25	35	30
16				17	29	23	26	35	30,5
17				18	30	24	25	35	30
18				18	29	23,5	25	34	29,5
19				20	35	27,5	28	34	31
20				21	36	28,5	29	33	31
21				20	35	27,5	30	32	31
22				18	20	19	25	33	29
23				20	34	27	26	33	29,5
24	19	33	26	20	33	26,5	26	33	29,5
25	21	35	28	21	36	28,5	27	33	30
26	24	34	29	23	35	29	25	34	29,5
27	24	33	28,5	23	35	29	26	34	30
28	25	36	30,5	22	36	29	27	34	30,5
29	18	32	25	23	36	29,5	28	35	31,5
30	19	35	27	24	35	29,5	29	36	32,5
31	20	33	26,5				30	37	33,5

Annexe 08 : Comparaison entre les insecticides Spinosad/Emamectine (mortalité globale)

1-Spinosad

Variable : spinosad

Facteur 1 : Mortalité globales des larves

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2597,5	7	371,071				
VAR.FACTEUR 1	2592	1	2592	2827,636	0		
VAR.RESIDUELLE 1	5,5	6	0,917			0,957	4,85%

Comparaisons de moyennes

Test de newman-keuls - seuil = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	larve	37,75	A	
1.0	Témoin	1,75		B

2-Emamectine Benzoate

Variable : Emamectine

Facteur 1 : Mortalité globales des larves

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2926,875	7	418,125				
VAR.FACTEUR 1	2926,125	1	2926,125	23409	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,75	6	0,125			0,354	1,69%

Comparaisons de moyennes

Test de newman-keuls - seuil = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	larve	40	A	
1.0	Témoin	1,75		B

Annexe 09 : Comparaison entre les insecticides Spinosad/Emamectine (mortalité du 1^{er} stade)

1-Spinosad

Variable : spinosad

Facteur 1 : Mortalité des larves L₁

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	84	15	5,6				
VAR.FACTEUR 1	81	1	81	378	0		
VAR.RESIDUELLE 1	3	14	0,214			0,463	18,52%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	L1	4,75	A	
1.0	Témoin	0,25		B

2- Emaemectine

Variable : Emaecmtine

Facteur 1 : Mortalité des larves L₁

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	91,75	15	6,117				
VAR.FACTEUR 1	90,25	1	90,25	842,333	0		
VAR.RESIDUELLE 1	1,5	14	0,107			0,327	12,47%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	L1	5	A	
1.0	Témoin	0,25		B

Annexe 10 : Comparaison entre les insecticides Spinosad/Emamectine (mortalité du 2^{ème} stade)

1-Spinosad

Variable : spinosad

Facteur 1 : Mortalité des larves L₂

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	77,75	15	5,183				
VAR.FACTEUR 1	72,25	1	72,25	183,909	0		
VAR.RESIDUELLE 1	5,5	14	0,393			0,627	26,39%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	L2	4,5	A	
1.0	Témoin	0,25		B

2-Emamectine

Variable : spinosad

Facteur 1 : Mortalité des larves L₂

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	91,75	15	6,117				
VAR.FACTEUR 1	90,25	1	90,25	842,333	0		
VAR.RESIDUELLE 1	1,5	14	0,107			0,327	12,47%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	L2	5	A	
1.0	Témoin	0,25		B

Annexe 11 : Comparaison entre les insecticides Spinosad/Emamectine (mortalité du 3^{ème} stade)

1-Spinosad

Variable : spinosad

Facteur 1 : Mortalité des larves L₃

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	83,75	15	5,583				
VAR.FACTEUR 1	81	1	81	412,364	0		
VAR.RESIDUELLE 1	2,75	14	0,196			0,443	16,88%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	L3	4,875	A	
1.0	Témoin	0,375		B

2-Emamectine

Variable : spinosad

Facteur 1 : Mortalité des larves L₃

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	87,438	15	5,829				
VAR.FACTEUR 1	85,563	1	85,563	638,867	0		
VAR.RESIDUELLE 1	1,875	14	0,134			0,366	13,62%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	L3	5	A	
1.0	Témoin	0,375		B

Annexe 12 : Comparaison entre les insecticides Spinosad/Emamectine (mortalité du 4^{ème} stade)

1-Spinosad

Variable : spinosad

Facteur 1 : Mortalité des larves L₄

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	87,938	15	5,863				
VAR.FACTEUR 1	85,563	1	85,563	504,368	0		
VAR.RESIDUELLE 1	2,375	14	0,17			0,412	16,90%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	L4	4,75	A	
1.0	Témoin	0,125		B

2-Emamectine

Variable : spinosad

Facteur 1 : Mortalité des larves L₄

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	95,938	15	6,396				
VAR.FACTEUR 1	95,063	1	95,063	1521	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,875	14	0,063			0,25	9,76%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	L4	5	A	
1.0	Témoin	0,125		B

Annexe 13 : 1^{er} Traitements de la serre par l'Emamectine

- Mortalité Globale

Variable : Mortalité globale

Facteur 1 : Traitement 1

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	507,333	5	101,467				
VAR.FACTEUR 1	450,667	1	450,667	31,812	0,00608		
VAR.RESIDUELLE 1	56,667	4	14,167			3,764	30,52%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	TRAITEMENT 1	21	A	
1.0	TEMOIN	3,667		B

Annexe 14 : 2^{ème} traitement.

- Mortalité Globale

Variable : Mortalité globale

Facteur 1 : Traitement 2

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	93,333	5	18,667				
VAR.FACTEUR 1	80,667	1	80,667	25,474	0,00851		
VAR.RESIDUELLE 1	12,667	4	3,167			1,78	31,40%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	TRAITEMENT 2	9,333	A	
1.0	TEMOIN	2		B

Annexe 15 : 3^{ème} Traitement

- Mortalité Globale

Variable : Mortalité globale

Facteur 1 : Traitement 3

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	240,833	5	48,167				
VAR.FACTEUR 1	204,167	1	204,167	22,273	0,01044		
VAR.RESIDUELLE 1	36,667	4	9,167			3,028	38,65%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	TRAITEMENT 3	13,667	A	
1.0	TEMOIN	2	B	

Annexe 16 : 1^{er} Traitement

- Mortalité par plant

Variable : Mortalité par plant

Facteur 1 : Traitement 1

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	59,958	23	2,607				
VAR.FACTEUR 1	26,042	1	26,042	16,892	0,00052		
VAR.RESIDUELLE 1	33,917	22	1,542			1,242	69,30%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	traitement 1	2,833	A	
1.0	témoin	0,75	B	

Annexe 17 : 2^{ème} Traitement

- Mortalité par plant

Variable : Mortalité par plant

Facteur 1 : Traitement 2

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	76,958	23	3,346				
VAR.FACTEUR 1	30,375	1	30,375	14,345	0,00109		
VAR.RESIDUELLE 1	46,583	22	2,117			1,455	112,66%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	TRAITEMENT 3	2,417	A	
1.0	TEMOIN	0,167		B

Annexe 18 : 3^{ème} Traitement

- Mortalité par plant

Variable : Mortalité par plant

Facteur 1 : Traitement 3

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	76,958	23	3,346				
VAR.FACTEUR 1	30,375	1	30,375	14,345	0,00109		
VAR.RESIDUELLE 1	46,583	22	2,117			1,455	112,66%

Comparaisons de moyennes

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	TRAITEMENT 3	2,417	A	
1.0	TEMOIN	0,167		B