

**Ecole Nationale Supérieure Agronomique**  
Thèse en vue de l'obtention du Diplôme de Magister en Sciences Agronomiques  
Département : Zoologie Agricole et Forestière  
Spécialité : Protection des Végétaux Option : Entomologie Appliquée

***Contribution à la lutte intégrée  
contre la mineuse de la tomate *Tuta  
absoluta*(Meyrick, 1917) (Lepidoptera :  
Gelechiidae) sous serre***

Par :

**Melle KHELLAF Nora**

Promotrice : Mme. BENMESSAOUD H. Professeur (ENSA)  
Soutenue le 06 Mars 2011.

Jury : Président : Mme. DOUMANDJI B. Professeur (ENSA) Examineurs : M. DOUMANDJI  
S. Professeur (ENSA) Mme. MOUHOUCHE F. Professeur (ENSA) M. BERKANI A. Professeur  
(Université de Mostaganem)



# Table des matières

REMERCIEMENTS . .	6
Résumé . .	7
Summary . .	8
قص ال غلا . .	9
Introduction . .	10
<b>PREMIER CHAPITRE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA MINEUSE DE LA TOMATE</b>	
<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917). . .	12
1. Position taxonomique . .	12
2. Historique et distribution géographique . .	12
2.1. Dans le monde . .	12
2.2. En Algérie . .	13
3. Plantes hôtes . .	14
4. Biologie de la mineuse de la tomate <i>T. absoluta</i> . .	14
4.1. L'adulte . .	15
4.2. Les œufs . .	15
4.3. Les larves . .	16
4.4. Le stade nymphal . .	17
5. Cycle biologique et nombre de génération . .	18
6. Dégâts . .	19
6.1. Sur feuillage . .	19
6.2. Sur tige . .	20
6.3. Sur fruits . .	20
7. Méthodes de Lutte . .	21
7.1. Mesures prophylactiques . .	21
7.2. Piégeage par les phéromones sexuelles . .	21
7.3. Lutte chimique . .	22
7.4. Lutte biologique . .	23
7.5. Utilisation des extraits végétaux . .	25
7.6. La résistance variétale . .	26
7.7. Lutte intégrée . .	26
<b>DEUXIEME CHAPITRE PLANTE HOTE . .</b>	27
1. Importance économique de la culture de tomate . .	27
1.2. Dans le monde . .	27
1.3. En Algérie . .	28
2. Variétés cultivées . .	29
2.1. Variété à croissance déterminée . .	29
2.2. Variétés à croissance indéterminée . .	30
2.3. Variétés résistantes aux maladies . .	30
3. Maladies et ravageurs . .	30
<b>TROISIEME CHAPITRE PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE . .</b>	32
1 La température . .	32

2. Les précipitations . . .	32
3. L'humidité relative . . .	33
4. Synthèse climatique . . .	33
4.1. Diagramme Ombrothermique de Gaussen . . .	33
4.2. Climagramme d'Emberger . . .	34
<b>QUATRIEME CHAPITRE MATERIELS ET METHODES . . .</b>	<b>36</b>
1. Matériel utilisé . . .	36
2.1. Choix de la variété . . .	36
2.2. Piège à phéromone . . .	37
2.3. Traitements chimiques . . .	37
3. Méthode d'étude . . .	39
3.1. Suivi de la pépinière . . .	39
3.2. Mise en place de la culture . . .	40
3.3. Dispositif expérimental . . .	40
3.4. Suivi et entretien de la culture . . .	41
3.5. Etude biométrique des larves . . .	42
3.6. Etude de la dynamique des populations de <i>T. absoluta</i> . . .	42
3.7. Etude de la ponte selon l'âge des feuilles . . .	42
3.8. Etude de la ponte selon la face foliaire . . .	43
3.9. Etude de la distribution spatiale des populations embryonnaires et larvaires . . .	43
3.10. Traitements chimiques . . .	44
4. Méthode d'analyse statistique . . .	45
4.1. Analyse descriptive . . .	45
4.2. Analyse fréquentielle . . .	45
4.3. Analyse de la variance . . .	45
4.4. Classification des variables considérées . . .	46
<b>CINQUIEME CHAPITRE RESULTATS ET DISCUSSIONS . . .</b>	<b>47</b>
1. Etude biométrique des stades larvaires de <i>Tuta absoluta</i> . . .	47
1.1. Analyse descriptive . . .	47
1.2. Analyse fréquentielle des caractéristiques biométriques des larves . . .	47
2. Etude des fluctuations des populations de la mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i> . . .	50
2.1. Evolution temporelle de la population imaginale mâle . . .	50
2.2. Evolution temporelle des populations embryonnaires et larvaires . . .	51
2.3. Distribution verticale de la population embryonnaire . . .	56
2.4. Distribution temporelle de la population embryonnaire selon la face foliaire . . .	60
2.5. Distribution horizontale des populations embryonnaires et larvaires de <i>T. absoluta</i> . . .	61
3. Effet des insecticides expérimentés sur les populations embryonnaires et larvaires . . .	61
3.1. Effet sur la population embryonnaire . . .	61
3.2. Effet sur la population larvaire . . .	68

<b>4. Effet des insecticides expérimentés sur le nombre de mines . .</b>	<b>73</b>
<b>4.1. Effet sur le nombre de mines &lt; 0,5 cm . .</b>	<b>73</b>
<b>4.2. Effets sur le nombre de mines &gt; 0,5 cm . .</b>	<b>77</b>
<b>5. Effet des insecticides expérimentés sur le rendement . .</b>	<b>80</b>
<b>6. Classification hiérarchiques des variables considérées . .</b>	<b>82</b>
<b>7. Recherche des ennemis naturels: . .</b>	<b>83</b>
<b>7.1. Les prédateurs . .</b>	<b>83</b>
<b>7.2. Les parasitoïdes . .</b>	<b>84</b>
<b>Conclusion générale . .</b>	<b>86</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES . .</b>	<b>88</b>

## **REMERCIEMENTS**

Je remercie DIEU le tout puissant de m'avoir donné la santé et le courage pour accomplir ce travail.

J'adresse mes remerciements à Madame BENMESSAOUD H., professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, d'avoir accepté de diriger ce travail et pour ces précieux conseils et aides.

Je remercie Madame DOUMANDJI B., professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de présider ce jury.

Mes remerciements vont également à Monsieur DOUMANDJI S. professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, pour l'identification des espèces parasites et prédatrices des larves de *Tuta absoluta* et d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je remercie aussi Madame MOUHOUCHE F., professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique pour sa contribution dans la réalisation de ce travail et d'avoir accepté de faire partie de ce jury.

Monsieur BERKANI A., Professeur à l'Université de Mostaganem d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Ma reconnaissance à Monsieur CHAKALI G. Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Monsieur GHELEM M. technicien au laboratoire d'entomologie et Monsieur IDRENMOUCHE S. ingénieur à la D.S.A. de Boumerdès, pour leurs aides.

Je tiens à remercier également le personnel administratif et technique de l'ITCMI de Staoueli pour leur disponibilité et aide au terrain.

Une affectueuse pensée à ma famille, en particulier mes très chers parents, grâce à tous leurs sacrifices, leur confiance et encouragement durant toute ma formation que j'ai pu arriver à ce stade. Qu'ils reçoivent l'expression de ma profonde gratitude et mon indéfectible affection.

Mes vifs remerciements à Monsieur NOURI S., pour son aide, son soutien et ces encouragements le long de la réalisation de ce travail.

## Résumé

*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) est le ravageur le plus redoutable sur la culture de la tomate, il a été signalé en Algérie au printemps 2008. Ce travail a porté sur une étude du comportement bioécologique de ce ravageur sous serre et sa sensibilité à l'égard de certains insecticides dans le but de mettre en œuvre une stratégie de lutte intégrée contre cet insecte. L'étude biométrique des stades larvaires a montré la présence de quatre stades. L'étude des fluctuations des populations sur une période de six mois a mis en évidence la présence de quatre générations chevauchantes et une durée moyenne du cycle biologique de 31,75 jours à une température moyenne de 25,8°C et une humidité relative moyenne de 65,36%. La population embryonnaire a montré une répartition préférentielle au niveau des strates apicale et des faces inférieures des feuilles. Les populations larvaires de *T. absoluta* se sont avérées sensibles au Spinetoram avec un taux de mortalité variant entre 68,32% et 70,4 %, et aux associations Chlorantraniliprole + Abamectine et Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrine avec des taux de mortalité de 66,44% et 85,58%. Les populations larvaires sont également sensibles au Spinetoram et à l'Emamectine Benzoate qui a révélé un taux de mortalité variant de 81,80 % à 83,98%.

**Mots clés :** *Tuta absoluta*, lutte intégrée, dynamique des populations, tomate, Agora.

## Summary

*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) is the most frightening ravager on the culture of tomato; it was announced in Algeria to spring 2008. This work concerned a bioecologic study of the behavior of this ravageur under greenhouse and its sensitivity to certain insecticides with an aim of implementing a fight plan integrated against this insect. The biometric study of the larval stages has shown the presence of four larval stages. The study of the fluctuations of the populations over one period six months with highlighted the presence of four overlapping generations and an intermediate duration of 31,75 days the biological cycle at an average temperature of 25,8°C and an average relative moisture of 65,36%. Embryonic population with shown a preferential distribution on the level of the layers apical and lower faces of the sheets. The larval populations of *T. absoluta* proved to be sensitive to Spinetoram with a variable death rate between 68,32% and 70,4%, and to associations Chlorantraniliprole + Abamectine and Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrine with death rates of 66,44% and 85,58%. The larval populations are also sensitive to Spinetoram and Emamectine Benzoate which revealed a variable death rate from 81,80% to 83,98%.

**Key words:** *Tuta absoluta*, integrated pest management, dynamic of population.



## تصاال خا

*Tuta absoluta* (Meyrick 1917) هو أخطر الآفات في زراعة الطماطم ، وظهر في الجزائر في ربيع 2008. وقد ركز هذا العمل على دراسة السلوك الحيوي البيئي لهذه الحشرة داخل البيوت البلاستيكية وحساسيتها بالنسبة للمبيدات الحشرية معينة من أجل تنفيذ استراتيجية المكافحة المتكاملة. وقد أظهرت دراسة اليومترية لمرحل البرفك وجود أربع مراحل. أظهرت دراسة تليات الجمعات على مدى فترة سنة أشهر وجود أربعة أجيال متداخلة ودورة الحياة في المتوسط 31,75 يوما في درجة الحرارة 25,8 درجة مئوية ومتوسط الرطوبة النسبية 65,36%. وأظهرت توزيع الجمعات الجنينية تفضيلا للتليات العليا والسطوح السفلى للورقة. أظهرت برفك *Tuta absoluta* حساسة لـ Spinetoram مع معدل وفيت تتراوح بين 68,36% و 70,4% و Abamectine + Chlorantraniliprole و Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrine مع معدل وفيت 66,44% و 85,58%. أظهرت البرفك ايضا حساسة لـ Spinetoram و Emamectine Benzoate والتي أظهرت أن معدل وفيت تتراوح بين 81,80% الى 83,98%.

**كلمات البحث:** *Tuta absoluta* ، الإدارة المتكاملة ، ديناميات الجماعات ، الطماطم ، أغورا.

## Introduction

La culture des espèces maraîchères constitue actuellement une activité de production de premier ordre dans le monde. Elle représente maintenant les produits les plus recherchés vue leur valeur économique et nutritionnelle pour le consommateur et le producteur.

La tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. est une des cultures les plus répandues à travers le monde. C'est une source importante de vitamines ainsi qu'une culture de rente importante. Comme c'est une culture à cycle assez court qui donne un haut rendement, elle a de bonnes perspectives économiques et la superficie cultivée s'agrandit de jour en jour.

Sa production mondiale ne cesse pas d'augmenter au cours des années. En effet elle est passée de plus de 114 millions de tonnes en 2002 à plus de 126 millions de tonnes en 2007 (FAO, 2008). Cette augmentation de la production est accompagnée par une progression des superficies qui sont passées de 4,1 millions d'hectares à 4,62 millions d'hectares.

En Algérie près de 40 000 ha sont consacrés annuellement pour la culture de la tomate (maraîchère et industrielle), donnant une production moyenne de 9 millions de quintaux et des rendements moyens d'environ 200 qx/ha (FAO, 2008). Ces derniers demeurent faibles et assez éloignés de ceux enregistrés dans d'autres pays du bassin méditerranéen (Tunisie, Maroc, Espagne, France, Italie) producteurs de tomate, où les rendements varient entre 350 qx/ha et 1500 qx/ha (FAO, 2008).

Cette faiblesse des rendements peut être expliquée non seulement par la non maîtrise de l'itinéraire technique, la mauvaise adaptation des variétés au climat car les semences disponibles pour nos agriculteurs sont importées de l'étranger. A toutes ces contraintes s'ajoute la sensibilité de cette culture aux maladies et ravageurs.

Parmi les insectes ravageurs les plus redoutables sur la culture de la tomate, la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) qui est un microlépidoptère de la famille des *Gelechiidae* classé à l'annexe A1 de l'OEPP. Présent en Amérique du sud depuis 1960, cet insecte a été signalé pour la première fois en Europe en 2006. En 2007 plusieurs foyers le long de la côte méditerranéenne ont été identifiés (OEPP, 2008).

Ce ravageur cause des dégâts importants et souvent spectaculaires, ceci est la manifestation de tout ravageur introduit dans un nouveau milieu sans ses ennemis naturels (Berkani et Badaoui, 2008).

D'après ces mêmes auteurs, les chercheurs doivent entamer des études bioécologiques afin de déterminer un certain nombre de facteurs tels que; le nombre de génération et la durée de chacune d'elle, la durée de chacun des stades biologiques, les facteurs de mortalité biotiques et abiotiques et les différentes plantes hôtes susceptibles d'héberger l'insecte et de favoriser son développement.

C'est dans ce cadre, que nous avons mené au niveau de l'Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles (ITCMI) de Staoueli ce travail qui consiste à réunir le maximum d'informations sur ce nouveau ravageur afin de pouvoir établir une stratégie de lutte intégrée. Cette étude a porté sur plusieurs volets :

- Une étude biométrique des stades larvaire de *T. absoluta*.

- Une étude de la dynamique des populations de la mineuse de la tomate sur une culture de tomate de la variété Agora sous abris serre.
- La structure et la distribution des œufs selon la face et les étages foliaires afin d'évaluer la stratégie de ponte des femelles de *T. absoluta*.
- Un essai d'efficacité de quelques matières actives homologuées en Algérie (Lufenuron, Thiamethoxam+Lambda Cyhalothrine et l'Emamectin Benzoate) à l'égard de ce ravageur ainsi que d'autres nouvelles molécules en cours d'homologation (Chlorantraniliprole + Thiametoxam, Chlorantraniliprole + Abamectine, Chlorantraniliprole + Lambda Cyhalothrine et le Spinetoram).
- La recherche des ennemis naturels (parasitoïdes et prédateurs).

# PREMIER CHAPITRE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA MINEUSE DE LA TOMATE *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917).

## 1. Position taxonomique

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick est un insecte de l'ordre des *Lepidoptera*, appartenant à la famille des *Gelechiidae* et à la sous famille des *Gelechiinae*. *Tuta absoluta* a été appelée pour la première fois *Phthorimaea absoluta* en 1917 par Meyrick, le genre était changé en *Gnorimoschema* (Clarke, 1962), *Scrobipalpula* (1964) puis *Scrobipalpuloides* en 1987, la nomenclature actuelle de cette espèce est *Tuta absoluta* (Povolny, 1994).

## 2. Historique et distribution géographique

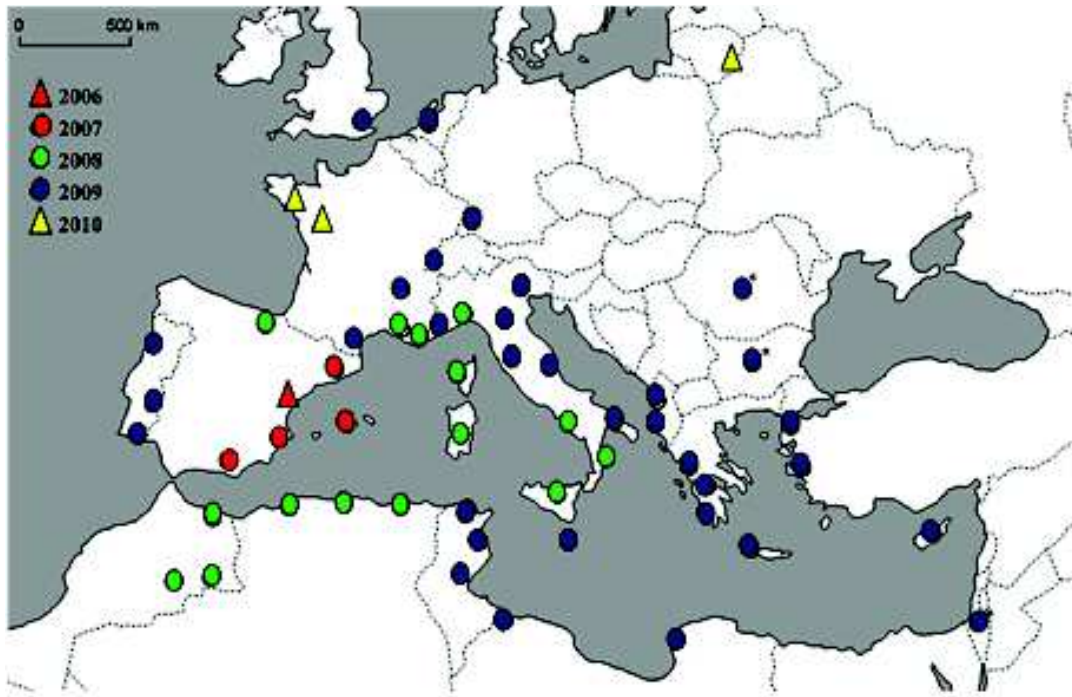
La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), est un insecte polyphage néotropicale, qui s'attaque aux cultures de solanacées. Depuis les années 1960, il est devenu l'un des principaux ravageurs des cultures de tomates dans de nombreux pays d'Amérique du Sud (Souza et al. 1983, Larrain 1986). Une importation de fruits du Chili l'a conduit à la province de Mendoza (Argentine) en avril 1964 (Bahamondes et Mallea 1969); la diffusion aux autres régions de production de tomates s'est produite grâce à la commercialisation des fruits (Benavent et al. 1978, Cáceres 1992, Riquelme, 1993).

### 2.1. Dans le monde

---

Décrit initialement au Pérou, *T. absoluta* s'est répandu dans toute l'Amérique du Sud : Chili (1935), Argentine (1964), Bolivie et Brésil (1980), Colombie, Paraguay, Pérou, Uruguay et Venezuela (Germain et al, 2009). En Asie, sa présence au Japon a été reportée par Nakano et Paulo en 1983 (Guenauoi, 2008). Fin 2006, *T. absoluta* est détecté pour la première fois en dehors de son aire d'origine, à l'Est de la péninsule ibérique dans la province de Castellón en Espagne (Urbaneja et al., 2007). En 2007, *T. absoluta* est détecté dans plusieurs localités le long de la côte méditerranéenne espagnole, dans la province de Murcia, en Catalogne et aux îles Baléares. En 2008, des dégâts ont été observés sur des cultures de tomate en plein champ à Bouareg dans la région de Nador, Nord-est du Maroc. Ce ravageur a envahi l'Algérie au Printemps 2008 et la Tunisie en fin 2008 (Germain et al, 2009). En octobre 2008, des dégâts sont constatés en Corse et dans le Var. Il étend son expansion aux Pays Bas en février 2009 (OEPP, 2009). Il arrive en Grande Bretagne en mars 2009, au Portugal, en Italie et en Russie en mai 2009, en Grèce et en Suisse en juillet 2009 (Fig.1). Aujourd'hui, nous savons avec certitude que les échanges commerciaux ainsi que les transferts de personnes

entre continents augmentent les possibilités de propagation du ravageur (Van Deventer, 2009). Par ailleurs, il a été démontré que *T. absoluta* peut parcourir de nombreux kilomètres en volant et en se laissant porter par le vent (Van Deventer, 2009)



**Figure 1 :** Distribution géographique de *T. absoluta* au niveau du bassin méditerranéen depuis 2006 à 2010

(Desneux et al., 2010)

## 2.2. En Algérie

Il est difficile de donner avec précision les voies d'introduction de *T. absoluta*, mais sa présence en Algérie obéit au même itinéraire suivi par *Aleurothrixus floccococcus* et *Phyllocnistis citrella*. En effet, lorsqu'un insecte est signalé pour la première fois en Espagne, il est automatiquement signalé en Algérie une année après. Il faut préciser que les côtes espagnoles ne sont pas éloignées des côtes algériennes, les facteurs climatiques (vent), le trafic important des voyageurs et les échanges commerciaux très intenses entre les deux pays sont autant de voies de pénétration (Berkani et Badaoui, 2008). L'arrivée de cette espèce hautement nuisible en Algérie risque d'anéantir tous les efforts consentis dans le domaine de la lutte phytosanitaire. Les premiers foyers observés en serres de tomate à la fin du mois de Mars 2008 dans la commune de mazagran (Mostaganem) se sont étendus très rapidement à l'ensemble des serres des communes voisines. Les dégâts sur feuilles ont touché l'intégralité des plantes dans plusieurs serres de la partie Ouest de la wilaya de Mostaghanem. Les fruits verts et murs n'ont été sévèrement touchés qu'à partir du mois de Mai. Plus tard, des foyers d'infestation ont été signalés dans la région de Hassi Bounif dans la wilaya d'Oran. Par la suite ce ravageur a envahi toutes les régions de la production de tomate en Algérie (Guenaoui, 2008)

### 3. Plantes hôtes

Sa principale plante-hôte est la tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) (Pereyra et Sánchez, 2006), mais *T. absoluta* peut également se nourrir, se développer et se reproduire sur les solanacées cultivées comme la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), le pepino (*S. muricatum* L.) et l'aubergine (*S. melongena* L.) (Fig. 2), le poivron (*Capsicum annuum* L.) et le tabac (*Nicotiana tabacum* L.) (Vargas, 1970; Campos, 1976), ainsi que d'autres Solanacées adventives ou ornementales, telles que la tomate sauvage (*Lycopersicon hirsutum* L.), *Datura stramonium*, la stramoine épineuse (*D. ferox*), le tabac glauque (*Nicotiana glauca* L.), les morelles telles que la morelle noire (*S. nigrum* L.) (Fig. 3), et la morelle jaune (*Solanum elaeagnifolium* L.) (Garcia et Espul, 1982)



**Figure 2:** Symptômes sur aubergine *Solanum melongena*

(Originale)



**Figure 3:** Symptômes sur morelle noire *Solanum nigrum*

(Originale)

### 4. Biologie de la mineuse de la tomate *T. absoluta*

#### 4.1. L'adulte

---

*T. absoluta* est un micro lépidoptère de 6 à 7 mm de long et de 8 à 10 mm d'envergure, les ailes antérieures, postérieures et le corps sont recouverts d'écailles de couleur gris argenté avec des taches brunes sur les ailes, les mâles sont un peu plus foncés que les femelles. Les antennes sont filiformes faisant le 5/6 des ailes (Ramel et Oudard, 2008). La durée de vie moyenne est de 10-15 jours pour les femelles et de 6-7 jours pour les mâles. Les adultes restent cachés durant les heures de la journée. Les adultes émergent la nuit et l'accouplement a lieu aux premières heures de la journée (Nakano et Paul, 1983) (Fig. 4). Les antennes, plus large chez les mâles, filiformes avec des anneaux clairs et foncés alternés (Coelho et França, 1987). Les femelles vivent plus longtemps que les mâles (Coelho et França, 1987, Haji *et al.* 1988; Imenes *et al.*, 1990) et le sexe ratio est de 0,59 (Mihsfeldt et Parra, 1999).



**Figure 4:** Accouplement des adultes de *Tuta absoluta*

(Originale).

#### 4.2. Les œufs

---

*Tuta absoluta* a un fort potentiel de développement, une femelle peut en effet pondre jusqu'à 260 œufs pendant sa durée de vie. Ils sont déposés individuellement ou en petits groupes. Les œufs mesurent 0,38 cm de long et 0,22 cm de large (Prastissoli *et al.*, 2003). Ils sont de forme elliptique et de couleur blanc-crème juste après la ponte et deviennent orange marron juste avant l'éclosion (Margarida, 2008 in Berkani et Badaoui, 2008). La durée d'incubation est de 4,3, 4,8 et 5,1 jours à des températures moyennes de 27, 22,8 et 18,55 ° C respectivement (Coelho et França, 1987, Haji *et al.* 1988; Imenes *et al.* 1990) (Fig.5).



**Figure 5:** Œufs de *Tuta absoluta*

(Originale)

### 4.3. Les larves

---

Le cycle de vie de *T. absoluta* comprend quatre stades larvaires bien définis (Fig.6), la larve initiale ou de premier stade est de couleur beige clair avec une tête noire puis elle vire de la couleur verdâtre au rose du second au quatrième stade (Berkani et Badaoui, 2008). Ces stades sont différenciés en fonction de la longueur du corps et de la capsule céphalique qui vont pour le premier stade de 0,4-0,6 mm et 0,16 - 0,18 mm, pour le deuxième stade larvaire de 0,6 à 6,0 mm et de 0,22 à 0,28 mm, pour le troisième stade 6,0 à 7,0 mm et de 0,34 à 0,40 mm et pour le quatrième stade larvaire de 7,0 à 8,0 mm et de 0,52 à 0,60 mm, respectivement (Coelho et França, 1987, Haji et al. 1988; Imenes et al., 1990). La larve mineuse peut sortir de sa mine pour en percer d'autres (Fig.7), elle se laisse généralement tomber au sol suspendu par un fil de soie.





**A** : stade L1, **B** : stade L2, **C** : stade L3, **D** : stade L4.

**Figure 6** : Les différents stades larvaires de *Tuta absoluta*

(Originale)



**Figure 7** : Larve du quatrième stade sortant de sa mine

(Originale)

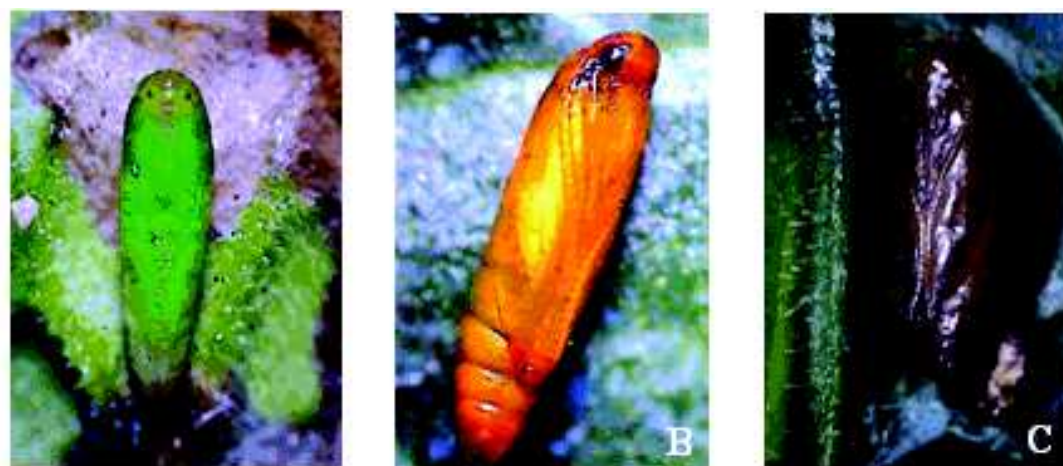
#### 4.4. Le stade nymphal

---

C'est le stade pendant lequel la larve cesse de s'alimenter. La chrysalide est de couleur vert - marron (Fig.8), de forme cylindrique, sa taille est de 4,3 à 5 mm de large et 1,1 mm de

---

diamètre, couverte généralement par un cocon blanc et soyeux. La phase nymphale est de 6,15 jours à une température moyenne de 27,0 ° C (Haji *et al.*, 1988), 10 à 11 jours à 22,8 ° C (Coelho et França, 1987) et 10,8 jours pour les mâles et 9,66 jours pour les femelles à une température moyenne de 18,5 ° C (Imenes *et al.*, 1990). Cette phase peut avoir lieu au niveau du sol, sur les feuilles ou à l'intérieur des mines (Botto *et al.*, 2000)



**A** : Nymphe nouvellement formée, **B** : Nymphe âgée de trois jours, **B** : Nymphe âgée de six jours.

**Figure 8: Nymphes de *Tuta absoluta***

(Originale)

## 5. Cycle biologique et nombre de génération

C'est un insecte avec de grande potentialité de reproduction. Une femelle peut en effet pondre sur la partie aérienne de la plante hôte jusqu'à 260 œufs pendant sa durée de vie (Berkani et Badaoui, 2008). *T. absoluta* est une espèce multivoltine, elle possède 10 à 12 générations par an lorsque la nourriture est disponible. La température minimale d'activité est de 9°C. Le développement est important lorsque les températures sont élevées comme pendant la période estivale. A 1000 mètres d'altitude le développement de la mineuse sera limité (Notz, 1992). Le cycle de vie de *Tuta absoluta*, depuis la ponte jusqu'à l'émergence des adultes, est de 76,3 à 23,8 jours respectivement à une température moyenne de 14 à 27,1 ° C (Barrientos, 1998). La ponte s'effectue préférentiellement à la face inférieure des feuilles ou au niveau des jeunes tiges tendres et des sépales des fruits immatures. Le temps d'incubation est de 4,3, 4,8 et 5,1 jours à une température moyenne de 27,0, 22,8 et 18,55 ° C respectivement (Coelho et França, 1987, Haji *et al.* 1988; Imenes *et al.*, 1990). Les larves creusent des galeries dans les feuilles 20 à 45 minutes après l'éclosion (Coelho et França, 1987). A chaque stade larvaire, la chenille peut quitter sa galerie et s'attaquer à une autre feuille augmentant ainsi les dégâts.

## 6. Dégâts

Ce ravageur peut générer sur tomate des pertes pouvant aller jusqu'à 80 à 100% par la réduction des rendements, étant donné la destruction des feuilles et des bourgeons, et par les dommages au niveau des fruits qui diminuent leur valeur commerciale (Biurrun, 2008) (Fig.9). *T. absoluta* peut infester n'importe quelle partie aérienne de la plante et à n'importe quel stade de la culture. En raison de son développement permanent, l'insecte est présent dans les cultures tout au long de la saison (Berkani et Badaoui, 2008). Les attaques débutent généralement par des dégâts sur feuilles, mais les chenilles affectionnent également tiges, apex, calices et fruits verts (Ramel et Oudard, 2008). Une larve consomme en moyenne 2,8 cm<sup>2</sup> de surface foliaire au cours de son développement, surtout par le dernier stade.



**Figure 9:** Dégâts de *Tuta absoluta*

(Originale)

### 6.1. Sur feuillage

---

Les attaques se manifestent par l'apparition sur les feuilles de galeries blanchâtres renfermant chacune une chenille et ses déjections (Fig.10). Les larves dévorent seulement le parenchyme en laissant l'épiderme de la feuille. Les mines finissent par se nécroser et brunir faisant penser à une attaque de Mildiou (Desneux *et al.*, 2010).



**Figure 10:** Symptômes sur feuilles

(Originale)

## 6.2. Sur tige

---

La larve pénètre à l'intérieur des tiges et forme des galeries et laisse ces excréments, la nutrition et l'activité de la larve perturbent le développement des plantes et provoquent des nécroses (Perera *et al.*, 2008).

## 6.3. Sur fruits

---

Les chenilles de *Tuta absoluta* peuvent engendrer des pertes allant jusqu'à 100% au niveau des fruits de tomate, car elles peuvent quitter un fruit pour se réintroduire dans un autre et toucher ainsi en un seul cycle un bouquet entier. Les chenilles s'attaquent aux fruits verts (Fig.11) comme aux fruits mûrs (Fig.12). Les tomates présentent des nécroses sur le calice ou des trous de sorties à leur surface. Les nécroses peuvent être profondes et rendent les fruits impropres à la consommation (Ramel et Oudard, 2008)



**Figure 11:** Dégâts sur fruits verts

(Originale)



**Figure 12:** Dégâts sur fruits mûrs

(Originale)

## 7. Méthodes de Lutte

### 7.1. Mesures prophylactiques

---

Avant la plantation l'élimination de fruits, plantes adventices qui peuvent se trouver dans la serre ou dans son environnement direct est nécessaire pour prévenir toute contamination par le ravageur à partir des anciennes cultures. Toutes les ouvertures de la serre doivent être fermées à l'aide du filet insecte proof afin d'empêcher la pénétration des papillons à l'intérieur. Les plants utilisés doivent être sains, sans signe de présence de *Tuta absoluta* et tous les plants atteints doivent être éliminés au niveau de la pépinière. Après arrachage de chaque culture infestée il faut respecter un délai de vide sanitaire d'environ 6 semaines avant l'installation d'une nouvelle plantation. L'emploi du paillage intégral du sol est vivement souhaité. Au cours du cycle de la culture et au début des attaques les feuilles, les fruits et les tiges attaqués doivent être éliminés, et brûler immédiatement ou mis dans des sacs en plastique fermés hermétiquement et ne pas les laisser en tas sur le sol ce qui aurait pour conséquence de maintenir le ravageur in situ. Il est également nécessaire de ramasser et de détruire les fruits tombés au sol (Ramel et Oudard, 2008)

### 7.2. Piégeage par les phéromones sexuelles

---

L'objectif de ces pièges est le suivi des populations afin de détecter la possible présence du ravageur et d'évaluer le risque potentiel pour la parcelle. Ils représentent un outil fiable pour une détection précoce de ce ravageur. La gestion de *T. absoluta* est largement fondée sur les captures des adultes par les pièges à phéromones (Benvenega *et al.*, 2007). Ces captures sont en corrélation avec les dommages causés par les larves et les pertes de rendement (Faccioli, 1993; Benvenega *et al.*, 2007). Le nombre de pièges à installer varie selon la superficie de la parcelle cultivée. Pour une parcelle inférieure à 3500 m<sup>2</sup>, on installe 1 piège et pour une parcelle supérieure à 3500 m<sup>2</sup>, 2 pièges / ha sont nécessaires. Les

pièges sont positionnés bien en évidence, en hauteur, au dessus de la culture. Les capsules de la phéromone ont une durée de vie de 5 à 6 semaines (Amazouz, 2008).

Différents types de pièges peuvent être utilisés: Les pièges à eau, ce sont des récipients contenant de l'eau au dessus desquels sont fixées des capsules de phéromones. Les papillons mâles ainsi attirés se noient. Les pièges de type Delta, ils contiennent une capsule de phéromone fixée sur une plaque engluée sur laquelle se collent les mâles (Fig.13) et les pièges de type Mc Phail composés d'une partie transparente et d'un bol amovible. Le bol possède une ouverture par où pénètrent les papillons. Ce bol contient un insecticide qui tue les individus capturés (Fig.14).



**Figure 13:** Piège à phéromone de type Delta

(Originale)



**Figure 14 :** Piège à phéromone de type Mc Phail

(Originale)

### **7.3. Lutte chimique**

---

C'est un élément incontournable pour le programme de lutte contre la mineuse de la tomate. Il rentre dans le concept global de la lutte intégrée. C'est la principale mesure de contrôle utilisée pas les agriculteurs afin de maintenir le nombre de ravageurs en dessous du seuil de nuisibilité. Les applications intenses et fréquentes d'insecticides mènent au développement du phénomène de résistance d'où la réduction de l'efficacité et l'échec de

la lutte chimique, ainsi que l'apparition de déséquilibre biologique, les effets néfastes pour l'homme pour les ennemis naturels et pour les poissons et les autres animaux (Kogan, 1998). Les organophosphorés ont été initialement utilisés pour le contrôle de *T. absoluta*, ils ont été progressivement remplacés par des Pyréthrinoïdes pendant les années 1970. En 1980, le Cartap, alterné avec les Pyréthrinoïdes et le Thiocyclame s'est révélé très efficace pour le contrôle de ce ravageur (Lietti et al. 2005). Durant les années 1990, de nouveaux insecticides ont été introduits, tels que l'Abamectine, l'Acylurée, le Spinosad, le Tebufonozide. Siqueira et al. (2000) et Lietti et al (2005) ont reporté la résistance de *Tuta absoluta* à l'Abamectine, au Deltaméthrine, au Cartap, au Méthamidophos, et au Permethrine.

## 7.4. Lutte biologique

---

En raison des aspects négatifs de l'utilisation d'insecticides, de nombreux chercheurs ont envisagé d'autres moyens de lutte contre *Tuta absoluta*. Depuis 1991, des progrès significatifs ont été accomplis dans la lutte biologique contre ce ravageur, mais les populations d'ennemis naturels sont sévèrement réduites par les applications excessives de pesticides (Michereff Filho et Vilela, 2000).

### 7.4.1. Les prédateurs

Dans son aire d'origine, 80% de la mortalité des larves sont dus aux auxiliaires prédateurs : *Xylocoris* sp. (Anthocoridae), *Cycloneda sanguinea* (Coccinellidae), les adultes de la famille des *Staphylinidae* (Coleoptera), *Orius* sp., *Formicidae* (Hymenoptera), les Thrips (*Phlaeothripidae*) et *Podisus nigrispinus* (Pentatomidae) (Miranda et al., 2005). Les punaises prédatrices *Nesidiocoris tenuis* et *Macrolophus caliginosus* sont les plus utilisées en lutte biologique, elles sont efficaces contre les œufs et les jeunes larves de *Tuta absoluta*. Une implantation rapide de ces punaises prédatrices dans les cultures offre une protection optimale contre les ravageurs. L'introduction des punaises prédatrices doit être effectuée à plusieurs reprises au cours des premières semaines de culture, ou jusqu'à ce que les punaises soient suffisamment bien implantées dans les cultures et il faut éviter les pesticides à large spectre afin de ne pas perturber le développement des populations indigènes de punaises prédatrices (Oliver et al., 2000).

### 7.4.2. Les parasitoïdes

#### 7.4.2.1. Les parasites des larves

Plusieurs parasitoïdes de larves ont été décrits mais le parasitisme ne dépasse pas les 5% : *Goniozus nigrifemur* (Hymenoptera: Bethilidae), Hymenoptera: Braconidae (*Earinus* sp, *Bracon* sp : *Bracon lucileae* Marsh, *Bracon lulensis*, *Bracon tutus*), (Hymenoptera: Chalcididae) *Conura* sp. Selon les résultats des travaux de Marchiori et al., 2003, le taux de parasitisme pour les *Bracon* sp., *Earinus* sp., et *Conura* sp. est respectivement de 4,2%, 0,2% et 2,6%.

#### 7.4.2.2. Les parasitoïdes des œufs

Les insectes du genre *Trichogramma* sont utilisés dans de programmes de lutte biologique. Ces insectes parasitent de nombreux ravageurs d'importance agricole, en particulier ceux appartenant à l'ordre des Lépidoptères. Ces espèces de *Trichogramma* sont des parasites

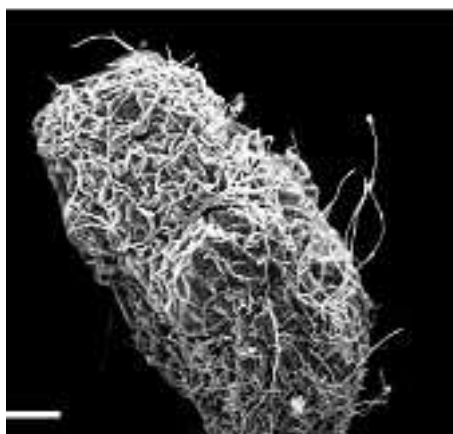
des œufs, ils empêchent le ravageur d'atteindre le stade larvaire où il cause de grands dommages aux cultures (Haji *et al.*, 1995).

Plusieurs études ont montré l'efficacité de *Trichogramma pretiosum* Riley (1879) pour le contrôle *T. absoluta* (Navarro, 1986, Haji *et al.*, 1995), l'utilisation de ce parasitoïde a contribué à une réduction de la population du ravageur et par conséquent le nombre d'applications de pesticides. Villas Bôas et França (1996) ont étudié le contrôle de la mineuse de la tomate sous serres, ils ont constaté que l'utilisation de *T. pretiosum* a entraîné une réduction significative des œufs, des larves et des adultes de se ravageur en comparaison avec l'utilisation de produits chimiques. Donc, l'utilisation des parasitoïdes du genre *Trichogramma* est une alternative intéressante dans les programmes de contrôle biologique.

### **7.4.2.3. Lutte microbiologique**

#### **7.4.2.3.1. Les champignons entomopathogènes**

Les champignons entomopathogènes ont l'avantage d'affecter tous les stades de développement des insectes, y compris les œufs (Samuels *et al.*, 2002; Ferreira *et al.*, 2005; Rampelotti *et al.* 2007). Des études réalisées sur différents isolats de *Metarhizium anisopliae* ont montré que ce champignon n'a pas d'effet sur le potentiel de reproduction et la fécondité des femelles, mais il provoque une mortalité de 54,2 % des femelles infectées, et il s'est montré prometteur dans le contrôle de *T. absoluta* en raison de son pouvoir pathogène et sa virulence sur les œufs (Pires *et al.*, 2008) (Fig.15).



**Figure 15:** Ultrastructure d'un œuf de *Tuta absoluta* colonisé par le mycélium de *Metarhizium anisopliae*

(Pires *et al.*, 2008).

#### **7.4.2.3.2. Utilisation de *Bacillus thuringiensis***

Des études ont montrées qu'un traitement à base de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* réduit significativement le nombre d'œufs pondus par *Tuta absoluta*. Cette bactérie a un effet répulsif sur l'oviposition de ce ravageur (Marques et Alves, 1996). Cette bactérie produit des endotoxines à l'intérieur du tube digestif de l'insecte ce qui entraîne une paralysie de l'intestin et de l'appareil buccal quelques heures après son ingestion.

#### **7.4.2.3.3. Utilisation d'acariens parasites**



Les acariens Pyemotidae ont été signalés comme ectoparasites d'un grand nombre d'arthropodes, en particulier la classe des insectes (Cross et al. 1975). Ils sont souvent observés en association avec des insectes dans différents habitats, y compris les élevages. Au cours d'un élevage de *Tuta absoluta*, une mortalité élevée des larves a été observée, des analyses minutieuses ont permis de confirmer le parasitisme de ces larves par un certain nombre d'acariens visibles à l'œil nu. Les acariens ont la forme de petite sphère blanchâtre, correspondant à des femelles physogastriques, selon les travaux de Cross et al. (1981), et Moser et al. (1987) il s'agit de *Pyemotes* sp. Dans ce genre il ya au moins dix espèces connues, quelques unes produisent des toxines et sont capables de parasiter un grand nombre d'espèces (Cross et al. 1975). Il s'agit de la première observation du parasitisme des *Pyemotes* sp sur les larves de *T. absoluta* (Fig.16). Cet acarien peut parasiter également le stade nymphal et les adultes (Fig.17). Il a été observé qu'en peu de temps après la fixation de ce parasite sur son hôte, les toxines émises paralysent immédiatement les larves et les adultes. L'acarien *Pyemotes* sp peut être une nouvelle alternative pour le contrôle biologique de *T. absoluta*. Toutefois, cette possibilité doit être mieux comprise avant qu'elle ne puisse être recommandée, car il peut également provoquer une dermatite chez les êtres humains (Oliveira et al., 2007).



**Figure 16:** Larve de *T. absoluta* attaquée par *Pyemotes* sp (Oliveira et al., 2007)



**Figure 17:** Adultes de *T. absoluta* attaqués par *Pyemotes* sp (Cunha et al., 2006)

## 7.5. Utilisation des extraits végétaux

---

Parmi les alternatives de la lutte chimique l'utilisation d'insecticides botaniques extraits des plantes ayant des propriétés insecticides telle que les espèces qui appartiennent à la famille des Meliaceae, y compris, *Azadirachta indica*, communément connu sous le nom de neem, et *Melia azedarach* L. (Vendramim, 1997). *A. indica*, d'origine asiatique, est actuellement considéré comme l'insecticide végétal le plus important dans le monde, et son activité a été signalé sur plus de 400 espèces d'insectes (Penteado, 1999). Bien que moins étudié, *M. azedarach* a également été signalé comme plante ayant une activité insecticide (Lepage et al. 1946, Rodríguez et Vendramim 1998, Vendramim et Scampini 1997). Les extraits de feuilles de *M. azedarach* abouti à une mortalité larvaire très élevé (plus de 90%) chez *T. absoluta* ainsi que l'allongement de la durée du développement larvaire (Brunherotto et Vendramim, 2001)

## **7.6. La résistance variétale**

---

Une alternative pour lutter contre *T. absoluta* est l'utilisation de variétés résistantes. Des sources de résistance à divers ravageurs de la tomate ont été identifiées chez les espèces du genre *Lycopersicum*. Parmi ces espèces, *Lycopersicum hirsutum* f. *glabratum* Mull. qui présente les allélochimiques tridecanone 2 - (2-TD) et Undecanone 2 - (2-UD) dans les exsudats produits par les trichomes glandulaires des feuilles, ces substances sont toxique pour *T. absoluta* (Giustolin et Vendramim, 1994, Ventura et Vendramim, 1996) Ces espèces sauvages de tomate se montrent prometteuses comme source de résistance. Par conséquent, des recherches sont nécessaires pour la détection des génotypes résistants (Maxwell et Jennings, 1980, Lara, 1991).

## **7.7. Lutte intégrée**

---

Actuellement, la gestion de *T. absoluta* est fondée principalement sur l'utilisation de produits chimiques avec une grande gamme de matières actives (Mezquiriz, 2001; Estay et Bruna, 2002). Les densités élevées de population de cet insecte et leur effet sur la culture, ont incité les producteurs à réalisé jusqu'à deux applications d'insecticides par semaine, sans résultats satisfaisants, et vu les conséquences engendrées par ces produits tel que de le développement du phénomène de résistance à certaines matière actives, les effets néfastes sur l'homme, les animaux, l'environnement et sur la faune auxiliaire (Salazar et Araya, 1999, Sequeira et al., 2000; Lietti et al., 2005). Pour ces raisons, il est nécessaire de trouver des alternatives pour le contrôle raisonnable de ce ravageur, et efficace du point de vue économique et environnemental. La gestion intégrée des ravageurs, a émergé dans la fin des années 60 comme une alternative au contrôle, par la combinaison harmonieuse de deux ou plusieurs tactiques choisies selon des critères écologiques et socio-économiques (Walter, 2003), qui répond aux critères de durabilité et de protection de l'environnement. La gestion intégrée de *T. absoluta* devrait inclure une sélection de produits phytosanitaires efficaces et en même temps, sélectif sur ses ennemis naturels. En revanche, l'expérience des pays de l'Amérique latine montre que des moyens de lutte existent et sont encore efficaces. Trois traitements à base de *Bacillus thuringiensis* précédés d'un traitement à base d'Indoxacarbe, complétés par un piégeage massif à l'aide de phéromones, suffisent à juguler le ravageur tout en respectant la lutte biologique (Riquelme et al., 2006).

# DEUXIEME CHAPITRE PLANTE HOTE

## 1. Importance économique de la culture de tomate

### 1.2. Dans le monde

---

La tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) est devenue un des légumes les plus importants dans le monde. Les échanges de cette spéculacion représentent plus de 17% du commerce mondial de fruits et légumes frais. Environ 4 millions de tonnes de tomate sont importées et exportées dans le monde. Entre 2000 et 2004 le commerce mondial de tomate est passé de 7,4 millions de tonnes à 8,5 millions de tonnes, soit une valeur de 5,9 à près de 8,5 milliards de dollars (Desmas, 2005).

En 2001, la production mondiale de tomates était d'environ 105 millions de tonnes de fruits frais sur une superficie évaluée à 3,9 millions d'hectares. Comme c'est une culture à cycle assez court qui donne un haut rendement, elle a de bonnes perspectives économiques et la superficie cultivée augmente de jour en jour (Naika *et al*, 2005). En 2005 la Méditerranée couvre 31% de la production mondiale de tomates, soit un volume global de 39 millions de tonnes environ. Mais les deux premiers pays producteurs mondiaux ne sont pas méditerranéens, en effet, c'est la Chine qui domine avec 25% de la production mondiale, suivie des Etats-Unis avec 9%, la Turquie (8%) et l'Egypte (6%) suivent aux 3ème et 5ème rangs mondiaux. L'Italie (6%) et l'Espagne (4%) arrivent ensuite au 6ème et 8ème rang, bien avant le Maroc qui se situe au 16ème rang mondial (avec 1% de la production mondiale), tableau1 (Giove & Abis, 2007).

**Contribution à la lutte intégrée contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*(Meyrick, 1917)  
(Lepidoptera : Gelechiidae) sous serre**

Pays	Quantité de production(1000 tonnes) 2005	Pourcentage
<b>MONDE</b>	<b>124 875</b>	<b>100</b>
Pays du Bassin Méditerranéen	38 930	31
Chine	31 644	25
USA	11 043	9
Turquie	10 050	8
Inde	8 586	7
Egypte	7 600	6
Italie	7 187	6
Iran	4 781	4
Espagne	4 651	4
Brazil	3 453	3
Mexique	2 800	2
Fédération Russe	2 296	2
Grèce	1 712	1
Ukraine	1 472	1
Ouzbékistan	1 317	1
Chili	1 230	1
Maroc	1 206	1
Portugal	1 085	1
Nigeria	1 057	1
Algérie	1 023	1
Tunisie	960	1
Syrie	946	1
Canada	839	1
Cuba	803	1
France	790	1
Japon	758	1
Argentine	660	1
Hollande	660	1
Roumanie	627	1

**Tableau 1: La production mondiale de la tomate en 2005.**

### 1.3. En Algérie

Les conditions naturelles nécessaires au développement des cultures maraichères en Algérie sont très favorables dans la plupart du territoire national. Néanmoins la densité et la diversité des espèces légumières cultivées varient d'un endroit à un autre selon les conditions pédoclimatiques et les exigences de chaque culture, mais aussi suivant des processus économiques favorables à la concentration de l'activité dans certaines régions du pays. La consommation des légumes frais a beaucoup augmenté en Algérie à la suite de l'essor démographique et à la relative amélioration du niveau de vie. La tomate est le second produit maraîcher par la place qu'elle occupe dans les habitudes alimentaires en Algérie (Baci, 1995).

**Tableau 2 : Evolution de la production de la tomate en Algérie entre 1990-2009**

Année	Superficie (Ha)	Rendement (Qx/Ha)
1990	18 020	164,20
1991	18 840	167,39
1992	17 030	165,21

Tableau 2 (Suite et fin): Evolution de la production de la tomate en Algérie entre 1990-2009.

1993	15 490	196,17
1994	13 380	184,04
1995	15690	194,00
1996	15 720	179,31
1997	15 290	215,44
1998	16 010	197,85
1999	19 250	187,65
2000	16 710	204,34
2001	16 760	222,87
2002	17 820	225,23
2003	18 650	245,00
2004	19 432	263,58
2005	21 089	243,62
2006	20 436	268,61
2007	17 389,24	207,32
2008	19 655	284,5
2009	20 789	308,4

(MADR, 2010)

Les données du tableau 2, montrent une forte extension des superficies destinées à la production de la tomate ces dernières années en raison de l'intérêt particulier que portent les agriculteurs à cette culture. Les superficies sont passées de 18 020 ha en 1990 à 20 789 ha en 2009 ce qui présente un accroissement de 2 769 ha. La même tendance à été marquée pour les rendements qui sont plus que doublés durant la même période.

## 2. Variétés cultivées

Les variétés de tomate sont généralement réparties en deux grands groupes selon de type de croissance végétale, mais il existe d'autres classifications selon la résistance aux maladies et la source génétique (Chaux, 1972).

### 2.1. Variété à croissance déterminée

La plante s'arrête naturellement d'accroître après avoir formée un certain nombre de bouquets floraux. Ce groupe de variété est conduit à plat c'est-à-dire sans taille et sans tuteur. Dans ce groupe, on rencontre un bon nombre de variétés industrielles (Chaux, 1972) (Exemple: Aïcha)

## 2.2. Variétés à croissance indéterminée

---

Généralement, l'arrêt de la croissance de la tige principale de la plante est provoqué par le pincement du bourgeon terminal au dessus d'un certain nombre de bouquets floraux qu'on désire garder (Chaux, 1972) (Exemple: Agora et Nedjema)

## 2.3. Variétés résistantes aux maladies

---

C'est un aspect très important pour la tomate sous serre. Les travaux de recherche à travers le monde sont fondés sur cet aspect afin d'obtenir des gammes de variété notamment hybride F1 capable de résister à la fois à plusieurs maladies parasitaires tels que la fusariose, verticilliose, nématodes, Mildiou et virus...etc. (Chaux, 1972).

## 3. Maladies et ravageurs

La tomate sous serre est sujette aux attaques de plusieurs maladies et ravageurs occasionnant parfois des dégâts très importants pour cette raison la prévention des maladies et des ravageurs est extrêmement importante pour la culture de la tomate (Laumonnier, 1979). Les principaux symptômes et dégâts des maladies et des ravageurs sont récapitulés dans le tableau 3 (Blancard, 1988) et (Shankara et *al*, 2005).

Maladies cryptogamiques	Symptômes
<p>Alémania <i>Alternaria solani</i></p>	Apparition de taches arrondies, noires montrant des cercles concentriques. Des taches charnues peuvent se manifester sur tige. Sur fruit, la maladie s'attaque en premier lieu aux sépales qui se nécrosent, puis passe aux calices.
<p>Oidium <i>Oidiopsis taurica</i></p>	Apparition de taches jaunes sur la face supérieure des feuilles, et d'un duvet blanc sur la face inférieure. Après jaunissement des feuilles, elles se dessèchent et tombent.
<p>Mildiou <i>Phytophthora infestans</i></p>	Apparition des taches jaunâtres qui brunissent rapidement. Sur la face inférieure des feuilles on voit un duvet blanc, grisâtre qui dissémine les spores. Les tiges atteintes noircissent et la plante meurt en quelques jours.
<p>Moisissure grise <i>Botrytis cinerea</i></p>	Apparition des taches brunâtres accompagnées d'un duvet grisâtre. Ces taches peuvent évoluer en chancres sur tiges et pétioles. Sur fruit, on observe une pourriture molle grise. Chute des fleurs et fruits.
Maladies bactériennes	Symptômes
<p>Chancres bactérien <i>Clavibacter michiganensis ssp. michiganensis</i></p>	Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total. Des coupes longitudinales sur tige et pétioles montrent des stries brunâtres. En cas de forte chaleur et humidité élevée, on observe des chancres ouverts sur tiges et pétioles. Sur fruit, se forment des taches blanchâtres, dont le centre brunit et s'entoure d'un halo jaune clair.
<p>Mouchetures de la tomate <i>Pseudomonas syringae pr. tomatum</i></p>	Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune. Ces taches peuvent se jomdre et former une plage nécrotique bruno-sombre. Les folioles se dessèchent et tombent. Si l'attaque est précoce, on assiste à une chute importante des fleurs. Sur fruit, on observe des taches brunes nécrotiques.
<p>Galle bactérienne <i>Xanthomonas campestris pr. vesicatoria</i></p>	Apparition des taches brunâtres relativement régulières entourées d'un halo jaune. De nombreuses taches entraînent le dessèchement de folioles et la chute des feuilles. Sur fruit, de petits chancres pustuleux apparaissent et prennent un aspect ligéux.
<p>Moelle noire <i>Pseudomonas corrugata</i></p>	Les plantes atteintes présentent des taches sombres sur tige, pétioles et pédoncules. Une coupe longitudinale de la tige montre une moelle noire remplie de vascular. Les vaisseaux demeurent intacts, contrairement à ce qui se passe dans le cas d'une maladie vasculaire.
Maladies virales	Symptômes
<p>Maladie des feuilles jaunes en cuillère (TYLCV)</p>	Ralentissement de la croissance, jaunissement des folioles, fruits petits et nombreux, enroulement des feuilles en forme de cuillère et rabougrissement des plants infectés.
<p>Mosaïque de la tomate (TMV)</p>	Folioles mosaïquées, gaufrées ayant tendance à devenir filiformes.
Nématodes	Symptômes
<p>Racines noueuses <i>Meloidogyne spp</i></p>	Apparition de galles sur les racines des plants atteints. La tige rabougrit, les feuilles jaunissent, puis la plante dépérit.
Acaridien	Symptômes
<p>Acaridien <i>Tetranychus urticae</i></p>	Les larves et les adultes des acaridien sucent la sève des plantes. Les feuilles et les tiges jaunissent et se dessèchent. Les acaridien peuvent fabriquer des toiles en fils légers qui ressemblent aux toiles d'araignée. Les dommages qu'ils provoquent sont les plus importants pendant la saison sèche.
Insectes	Symptômes
<p>Les thrips (Thripidae)</p>	Les larves de thrips et les adultes sucent la sève des feuilles, ce qui cause des taches argentées sur la surface des feuilles en question. Quelques espèces de thrips sont des vecteurs de la maladie bronzée de la tomate.
<p>Mouche blanche <i>Trialeurodes vaporariorum</i> et <i>Bemisia tabaci</i></p>	La succion de la sève par les larves et les adultes entraînent des dégâts directs se traduisant par une diminution de la vigueur.
<p>Les pucerons (Aphidae)</p>	Des dommages directs sont produits lorsqu'ils apparaissent en grands nombres sur la culture, où ils préfèrent les feuilles et les tiges les plus tendres. En outre des dommages directs qu'ils peuvent provoquer, les pucerons transmettent également différents virus.
<p>Noctuelles <i>Heliothis armigera</i></p>	Les jeunes chenilles dévorent le collet et entraînent la mort de la plante. Sur fruit, les larves creusent des galeries qui évoluent en pourriture, puis une chute prématurée des fruits atteints.
<p>Les mineuses <i>Luta absoluta</i> et <i>Leptomyza trifolii</i></p>	Minuscules punctations jaunâtres (piqûres minuscules) et nombreuses galeries sinueuses sur folioles, celle-ci se dessèchent ultérieurement.

Tableau 3: Synthèse des principales maladies et ravageurs de la tomate

# TROISIEME CHAPITRE PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

La région de Staoueli cette localité du littoral Ouest algérien est située à 23 Km d'Alger, à une altitude de 30 m au dessus du niveau de la mer dans l'étage bioclimatique Sub-humide. La majeure partie de ces territoires se compose de plaines légèrement ondulées et constituées de terrains sablonneux. La vocation culturelle de la région est le maraîchage. La position de la région de Staoueli au bord de la méditerranée l'a fait jouir d'un climat maritime, caractérisé par des hivers humides et pluvieux à précipitations abondantes, et des étés relativement chaud. Le climat joue un rôle prépondérant dans la vie végétale, il a cependant des répercussions certaines sur la production agricole. Les données climatiques utilisées sont ceux de la station météorologique de Staoueli.

## 1 La température

Il s'agit d'un des facteurs les plus importants étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent. Des phénomènes tels que la photosynthèse, la respiration et la digestion sont fonction de la température (Ramade, 1984). Chez les insectes, la température représente le facteur écologique essentiel puisque son influence se fait sentir de façon constante sur les œufs, les larves, les nymphes et les adultes (Chararas, 1980).

Le tableau 4 présente les valeurs mensuelles maximales  $T_M$ , les valeurs mensuelles minimales  $T_m$  ainsi que les températures moyennes  $T_{moyenne}$  ( $T_{moyenne} = (T_M + T_m)/2$ ) de la période 1997-2007.

Tableau 4: Températures moyennes mensuelles

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
$T_M$ (°C)	16.09	16.44	17,82	20,26	23.6	28.01	30,8	31.72	28.05	25.67	19.96	17.09
$T_m$ (°C)	8.54	9.23	9.89	12.99	15.75	18.79	21.72	20.59	19.7	17.39	10.61	10.39
$T_{moyenne}$ (°C)	12.31	12.83	13.85	16.62	19.67	23.4	26.26	26.15	23.87	21.53	15.28	13.74

(ITCMI, 2010).

D'après le tableau 4, nous constatons que Janvier est le mois le plus froid avec un minimum moyen de 8.54°C tandis qu'août est le mois le plus chaud avec une moyenne des maxima de 31.72°C.

## 2. Les précipitations

---



La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (Ramade, 1984). Le tableau 5 donne les valeurs moyennes mensuelles des précipitations enregistrées sur une période de 10 ans (1997-2007) dans la région de Staoueli .

(ITCMI, 2010).

D'après le tableau 5, la moyenne annuelle des pluviométries est de 540,27 mm, le mois de Décembre représente le mois le plus pluvieux soit 119,66 mm, alors que le mois de Juillet représente le mois le plus sec, soit 0,88 mm.

### 3. L'humidité relative

Dépend principalement de l'insolation et du vent mais aussi de la saisonnalité climatique. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées pendant la saison des pluies à la faveur des masses d'air humides de mousson.

Tableau 6: Moyennes mensuelles d'humidité de l'air

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
H <sub>M</sub> %	79,4	77,54	75,8	73,9	77,79	75,84	73,95	73,1	65,92	77,5	78,15	78,55
H <sub>m</sub> %	53,9	51,84	45,8	43,4	46,48	38,34	38,59	40,3	39,18	42,7	51,21	51,98
H <sub>moy</sub> %	66,6	64,69	60,8	58,6	62,14	57,09	56,27	56,7	52,55	60,1	64,68	65,27

(ITCMI, 2010).

Le tableau 6 montre que les taux d'humidité les plus élevés sont 64,65% et 66,62% ce qui correspond respectivement à la période de Novembre à Février. Quant à l'humidité relative, elle avoisine en moyenne 75%, ce qui favorise une bonne humidité de l'air et réduit la température de l'air.

## 4. Synthèse climatique

La combinaison des données des précipitations et celles des températures permet de mettre en évidence, les mois secs au cours de l'année grâce au diagramme Ombrothermique de Gaussen et les domaines climatiques suivant la méthode d'Emberger.

### 4.1. Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Le diagramme Ombrothermique est une représentation graphique obtenue par la superposition des deux courbes de variation annuelle des précipitations et des températures. D'après le diagramme de la figure 18, obtenu pour la station expérimentale de Staouali, la saison humide s'étend sur six (6) mois (Octobre-Mars) et la saison sèche est de l'ordre 6 mois, s'étalant pratiquement au cours de la période estivale (Avril-Septembre)



Figure 18: Diagramme Ombrothermique de la station expérimentale de Staouali.

## 4.2. Climagramme d'Emberger

---

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q) est déterminé par la combinaison de trois paramètres climatiques. Il est donné par la relation suivante :

$$Q = 3,43 \times p/M-m$$

**Q** : Quotient pluviométrique d'Emberger.

**P** : Moyenne des précipitations annuelles exprimées en mm.

**M** : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud.

**m** : Moyenne des températures minima du moi le plus froid.

Le quotient pluviométrique Q de la station d'étude calculé pour la période 1997-2007 est égal à 79.945. D'après la valeur de Q calculée et reportée sur le climagramme situe, la zone d'étude est située dans l'étage bioclimatique Sub-humide à hiver chaud(Fig. 19).

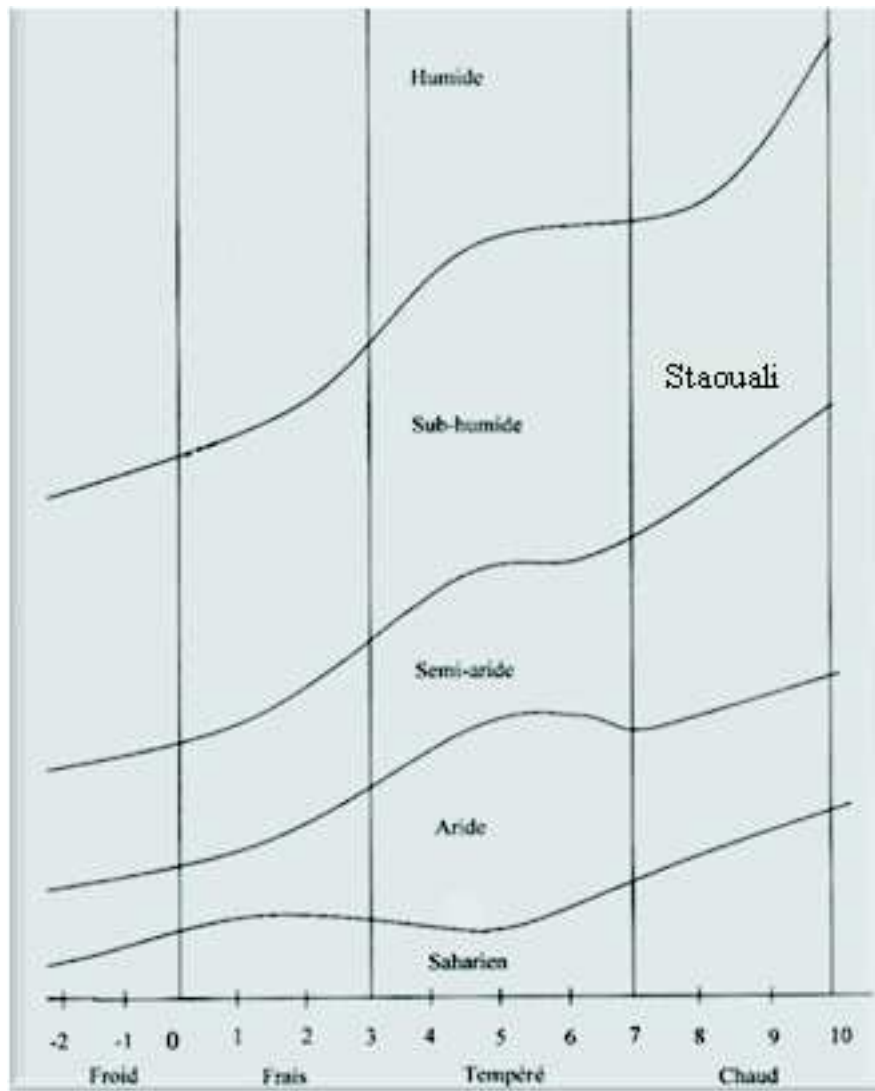


Figure 19: Localisation de la station expérimentale dans le climagramme d'Emberger.

# QUATRIEME CHAPITRE MATERIELS ET METHODES

## Objectif du travail

L'objectif de cette étude est de réunir le maximum d'information sur le comportement de l'insecte ravageur de la culture de tomate *Tuta absoluta* pour établir une stratégie de lutte intégrée afin de diminuer les dégâts en dessous du seuil de nuisibilité, ce dernier est de  $45 \pm 19,50$  mâles capturés par jours pour une superficie de 1,5 ha (Benvenga et al., 2007). Selon Bajonero et al. (2008), ce seuil est également déterminé par la présence de ce ravageur sur les plants de tomate avec 2 femelles ou 26 larves par plante ou 8% de défoliation.

## 1. Matériel utilisé

### 2.1. Choix de la variété

Dans cet essai nous avons utilisé la variété Agora issue de semence hybride F<sub>1</sub>, destinée à être cultivée sous abris serre et en plein champs. Cette variété présente un plant à feuillage aéré, de forte vigueur allié à une croissance rapide et indéterminée. Elle est caractérisée par un gros fruit de forme ronde à collet vert s'estompant à maturité, de coloration régulière uniforme et une bonne résistance à l'éclatement. La variété Agora est résistante au virus de la mosaïque du tabac (T.M.V), au *Verticillium*, au *Fusarium*, au *Stemphylium* et aux nématodes (Fig.20)



Figure 20: Plant de tomate variété Agora

## 2.2. Piège à phéromone

Le piège à phéromone utilisé est de type Delta est muni sur sa face basale d'une plaque engluée de couleur blanche sur laquelle est déposée une capsule contenant la phéromone de synthèse appropriée pour le piégeage des mâles. L'objectif de ce dispositif de piégeage est de détecter la possibilité de présence du ravageur et d'évaluer les risques d'infestations ainsi que l'étude de la dynamique de la population imaginale. Le piège est mis à l'intérieur de la serre, à la hauteur du plant et suspendu par un fil. Au fur et à mesure de la croissance du plant, le piège est ajusté à sa hauteur, afin de faciliter les captures (Benvenga *et al.*, 2007) (Fig.21). Les capsules à phéromones doivent être remplacées au bout de 5 à 6 semaines.



**Figure 21:** Mise en place du piège à phéromone

(Originale).

## 2.3. Traitements chimiques

L'essai consiste à tester l'efficacité de certaines matières actives à l'égard de la mineuse de la tomate. Les caractéristiques de ces insecticides sont indiquées dans le tableau 7 :

**Tableau 7: Caractéristiques des insecticides expérimentés (Conteux et Lejeune, 2008).**

Nom commercial	Matière active	Famille chimique	Caractéristiques
MATCH 50 EC	Lufenuron	Benzoyl urées	Insecticide non systémique pour la lutte contre les noctuelles de la tomate, larvicide qui agit par l'inhibition de la biosynthèse de la chitine et la perturbation de la mue des larves et cause ainsi leur mort. Il agit principalement par ingestion et modérément par contact. Efficace contre les larves ayant développé une résistance contre les organophosphorés et les pyréthroïdes.

**Tableau 7 (Suite): Caractéristiques des insecticides expérimentés (Conteux et Lejeune, 2008).**

**Contribution à la lutte intégrée contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sous serre**

ENGEO 247SC	Thiamethoxam + Cyhalothrine	ASSOCIATION	Néonicotinoïde à large spectre d'action, particulièrement adaptée pour le contrôle des larves. Il empêche aussi l'éclosion des œufs. Engeo SC 247 agit par contact et possède un effet antiappétant. Caractérisé par sa solubilité dans les lipides, ce qui le rend facilement absorbé par la couche cireuse des insectes. Cette formulation a une forte persistance et une bonne adhérence sur le feuillage, il est efficace même dans des conditions de forte humidité
PROCLAIM 05 WG	Emamectine Benzoate	Avermectines	Insecticide larvicide interfère avec le fonctionnement du système nerveux comme antagoniste d'un neuroméiateur (synapses Gaba) et d'un récepteur (Glutamate H) à la surface musculaire entraînant une décontraction irréversible. Les larves s'arrêtent de s'alimenter et deviennent irréversiblement paralysées. La mortalité survient dans 4 Jours au maximum. A une forte activité par ingestion et agit légèrement par contact. Il est translaminaire et se dégrade facilement à la surface des feuilles.
VOLIAM FLEXI 300 SC	Chlorantraniliprole	ASSOCIATION	Diaproses de Néonicotinoïdes d'action. Il contient chlorantraniliprole, qui fournit un nouveau mécanisme d'action chez les insectes cibles (agoniste sélectif des récepteurs de la ryanodine. Après ingestion, il active la libération et l'épuisement des réserves de calcium dans les muscles. L'insecte cesse de se nourrir rapidement, il devient paralysé, et le thiamethoxam, un membre de la classe des néonicotinoïdes (neurotoxique).

**Tableau7 (Suite et fin): Caractéristiques des insecticides expérimentés (Conteux et Lejeune, 2008).**

VOLIAM TARGO 063 SC	Chlorantraniliprole + ASSOCIATION	ASSOCIATION	Dicotyles avertinectines agit à deux niveaux différents: Elle agit au niveau des muscles de l'insecte causant l'affaiblissement de la régulation musculaire, la paralysie et finalement la mort de l'insecte grâce au Chlorantraniliprole, qui appartient au groupe des modulateurs des récepteurs Ryanodines. Elle agit également sur le système nerveux de l'insecte en bloquant essentiellement les signaux nerveux grâce à l'Abamectine qui appartient au groupe des activateurs des ions chlorures. L'insecte est ainsi paralysé et meurt. Cependant, bien que l'alimentation s'arrête presque immédiatement, la mort peut prendre jusqu'à 4 jours, pendant ce temps, la plante hôte n'est plus endommagée.
AMPLIGO 150 SC	Chlorantraniliprole + ASSOCIATION Cyhalothrine	ASSOCIATION	Agit à deux niveaux différents: le Chlorantraniliprole agit au niveau des muscles de l'insecte causant l'affaiblissement de la régulation musculaire, la paralysie et finalement la mort de l'insecte.
RADIANT 120 SC	Spinetoram	Spinosines	Spinetoram cause l'excitation du système nerveux d'insecte en changeant la fonction des canaux nicotiniques.

### 3. Méthode d'étude

#### 3.1. Suivi de la pépinière

Le semis à été réalisé le 15 Novembre 2009 sur un substrat de tourbe stérilisée et mouillée avec de l'eau, dans des plateaux en plastique divisés en petits carreaux. Les plateaux sont placés dans une serre en plastique et recouverts avec un film en plastique noir afin de favoriser la germination (Fig.22).



*Figure 22 : Plants de tomate en pépinière*

(Originale)

### **3.2. Mise en place de la culture**

---

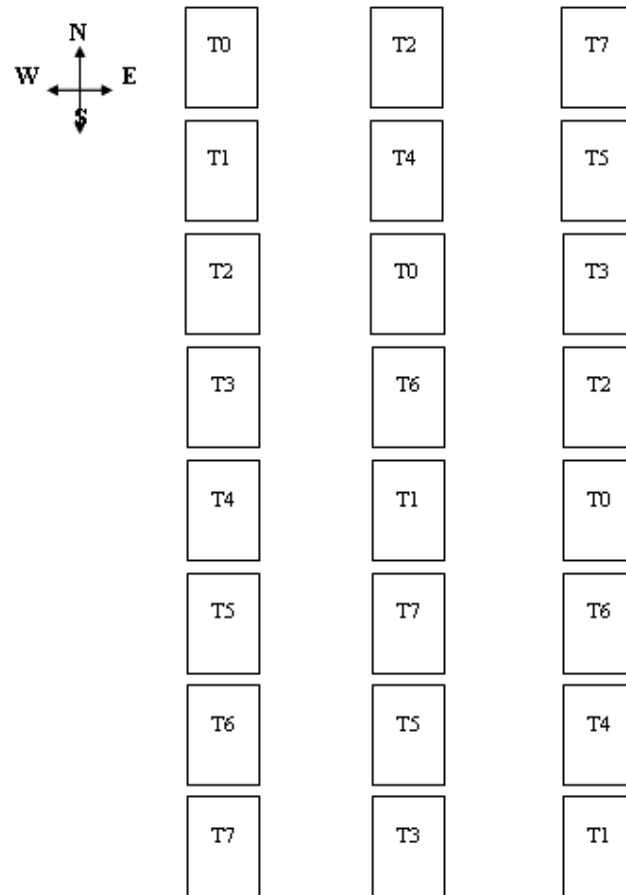
Le précédent cultural de la parcelle expérimentale est une culture du haricot. Après l'élimination des plantes adventices, le sol a été préparé par un labour manuel puis un discage et un planage. Un enfouissement de 25 kg d'engrais de fond (NPK) a été réalisé à raison de 15 U/ql pour chaque élément. Le repiquage des plants a été réalisé le 24 Décembre 2009 dans une serre de 200 m<sup>2</sup> à une distance de 40cm entre les plants et 1m entre les lignes. Un système de goutte à goutte est installé au niveau de la serre pour assurer l'irrigation et la fertilisation.

### **3.3. Dispositif expérimental**

---

Le dispositif expérimental est un bloc aléatoire à trois répétitions séparées entre elles d'une distance d'un mètre. Les traitements sont répartis d'une façon aléatoire selon la figure 23 à raison de douze plants par traitements. La surface de chaque parcelle élémentaire est de 5 m<sup>2</sup> (Fig.23).





**T0** : Témoin non traité

**T4**: Traitement avec **Match 50 EC**

**T1**: Traitement avec **Voliam Flexi 300 SC**

**T5** : Traitement avec **Engeo 247 SC**

**T2**: Traitement avec **Voliam Targo 063 SC**

**T6** : Traitement avec **Proclaim 05 WG**

**T3**: Traitement avec **Ampligo 150 SC**

**T7** : Traitement avec **Radiant 120 SC**

*Figure 23: Dispositif expérimental.*

### 3.4. Suivi et entretien de la culture

Au cours de la période expérimentale des apports d’engrais ainsi que des traitements fongicides ont été réalisé dans le but de garder la culture en un bon état sanitaire (Tableau 8).

Tableau 8 : Liste des apports en produits fongicides et fertilisants :

Date	Engrais / Traitement	Utilisation
08 Janvier 2010	NPK 25Kg	Fertilisation
11 Janvier 2010	TACHIGAZOL 1ml / L d'eau	Fonte de semis
14 Janvier 2010	DITHANE 03Kg/ 1000 L d'eau	Mildiou
28 Janvier 2010	02 Kg NPK (12%, 11%, 10%)	Fertilisation
08 Février 2010	GOLDEN COP 60g / 15 L d'eau	Moucheture bactérienne
15 Février 2010	02 Kg Urée 46%	Fertilisation
17 Février 2010	MELODY 1,7 Kg / 800 L d'eau	Mildiou
01 Mars 2010	MONCORIVA 1 Kg / 500 L d'eau	Mildiou et Alternaria
11 Mars 2010	AMISTAR 200 ml /20 L d'eau	Oïdium et Mildiou
20 Mars 2010	MELODY 1 Kg / 500 L d'eau	Mildiou
25 Mars 2010	GOLDEN COP 40 g / 10 L d'eau	Moucheture bactérienne
28 Mars 2010	04 Kg Potasse 50% + 02 Kg Urée 46%	Fertilisation
22 Avril 2010	TOPAZE 500 ml / 1000 L eau	Oïdium
03 Mai 2010	04 Kg Potasse + 02 Kg Urée	Fertilisation

### **3.5. Etude biométrique des larves**

---

Des lots de larves tous stades confondus en provenance des parcelles témoins non traitées ont été récoltés au cours de la période d'essai pour l'analyse biométrique. Les mesures ont concerné les longueurs des larves ainsi que les longueurs et largeurs de leurs capsules céphaliques. Ces mesures ont été réalisées à l'aide d'un stéréoscope.

### **3.6. Etude de la dynamique des populations de *T. absoluta***

---

Le suivi de la dynamique des populations imaginaires, embryonnaires et larvaires a eu lieu à partir du 14 Janvier 2010 tout au long du cycle de la culture.

#### **3.6.1. Population imaginaire**

Pour l'évaluation de la dynamique de la population imaginaire mâle de *T. absoluta*, nous avons utilisé la méthode de surveillance à l'aide d'un piège à phéromone dans le but de déterminer les émergences des populations et le nombre de générations pendant la période d'essai. Le piège a été placé le 7 Janvier 2010. Pour pouvoir suivre l'évolution des populations imaginaires, le prélèvement des mâles capturés est effectué une fois par semaine.

#### **3.6.2. Population embryonnaire et larvaire**

L'étude de la dynamique des populations embryonnaires et larvaires nécessite des prélèvements d'échantillons hebdomadaires. L'échantillonnage a été réalisé selon la méthode de Lebedenco *et al.*, 2007 et Picanço *et al.*, 1995 au niveau des parcelles témoins non traitées par des prélèvements hebdomadaires de 30 feuilles pour chaque répétition et d'une manière aléatoire au niveau de tout le plant sans prendre en considération l'âge des feuilles. Le dénombrement des œufs et des larves de différents stades a été réalisé sous une loupe binoculaire.

### **3.7. Etude de la ponte selon l'âge des feuilles**

---

Pour l'étude de la distribution des œufs suivant l'âge des feuilles nous avons procédé à une étude de l'évolution temporelle de la population embryonnaire au niveau des trois étages foliaire de la plante. A chaque échantillonnage nous avons prélevé 30 feuilles basales, 30 médianes et 30 feuilles apicales d'une manière aléatoire au niveau de la parcelle élémentaire non traité de chaque répétition (Lebedenco *et al.*, 2007).

### 3.8. Etude de la ponte selon la face foliaire

Afin de ressortir la préférence de ponte des femelles de *T. absoluta* selon la face foliaire, nous avons procédé à une étude de l'évolution temporelle de la population embryonnaire sur la face inférieure et supérieure de la feuille. Les effectifs en œufs ont été dénombrés au cours de toute la période d'essai sur les deux faces foliaires (inférieure et supérieure), ce dénombrement a été réalisé sur un échantillon de 90 feuilles soit 30 feuilles par répétition, prélevées d'une manière aléatoire au niveau du témoin non traité.

### 3.9. Etude de la distribution spatiale des populations embryonnaires et larvaires

La distribution des individus est la façon dont ils sont répartis physiquement sur le terrain. Il s'agit d'un raccourci dû au fait que les différents types de répartition peuvent être modélisés en utilisant des lois statistiques dont on sait calculer la distribution. D'après Canard et Poinot (2004) et Nève et Nguyen (2009), il existe 3 types de répartition qui sont déterminés par l'indice de répartition calculé selon la formule suivante :

Tel que :  $\sigma^2$  : La variance.

$$I = \sigma^2 / \mu$$

$\mu$  : Le nombre moyen d'individus.

#### 3.9.1. La répartition spatiale régulière

On parle de répartition régulière lorsque les individus se trouvent à peu près à la même distance les uns des autres, le nombre d'individus moyen est à peu près constant. Ces nombres ne seront cependant pas identiques à cause de l'erreur d'échantillonnage et  $\sigma^2 / \mu < 1$ .

#### 3.9.2 La répartition spatiale en agrégats

Ce type de répartition est très courant, et on peut même affirmer qu'à partir d'une certaine échelle les individus sont toujours répartis en agrégats, car les milieux favorables aux espèces sont forcément localisés. La répartition agrégative se caractérise par une tendance des individus à se grouper, dans ce cas  $\sigma^2 / \mu > 1$ .

#### 3.9.3 La répartition spatiale aléatoire

C'est une distribution intermédiaire entre la distribution binomiale positive et la binomiale négative. Les individus sont répartis au hasard et l'indice de répartition est égale à un ( $\sigma^2 / \mu = 1$ )

### 3.10. Traitements chimiques

Les traitements insecticides ont été effectués à l'aide d'un pulvérisateur à dos selon le plan de la figure 23. La première application a eu lieu le 13 Mars 2010. A partir de la date du premier traitement chaque produit a été appliqué quatre fois à un intervalle de temps d'une semaine (Tableau 9)

Tableau 9: Calendrier des interventions insecticides.

Traitement	Date
Première application	13 Mars 2010
Deuxième application	20 Mars 2010
Troisième application	27 Mars 2010
Quatrième application	03 Avril 2010

Les différents traitements et les doses utilisées sont indiqués dans le tableau 10.

Tableau 10: Doses utilisées pour les différents traitements insecticides

Insecticides	Doses préconisées/ha	Doses utilisées
Voliam Flexi 300SC	300 ml/ha	0,6 ml/ 1,5 l d'eau.
Voliam Targo 063SC	0,3 à 0,45 l/ha	0,675 ml/ 1,5 l d'eau.
Ampligo 150SC	0,2 à 0,3 l/ha	0,45 ml/ 1,5 l d'eau.
Match 50EC	50 ml/ha	0,75 ml/ 1,5 l d'eau.
Engeo 247SC	200 ml/ha	0,2 ml/1,5 l d'eau.
Proclaim 05WG	350 g/ha	0,525 g/1,5 l d'eau.
Radiant 120SC	50 ml/hl	0,75 ml/1,5 l d'eau.

Afin d'évaluer l'efficacité de ces matières actives sur les œufs et les larves de *T. absoluta*, nous avons réalisés un échantillonnage aléatoire de 30 feuilles au niveau de chaque microparcelle pour les trois répétitions. Le dénombrement des œufs, des larves et des mines inférieures et supérieures à 0,5 cm (Suinaga et al., 1999) a été effectué avant l'application des traitements et 48 heures après chaque application. Ces notations ont été réalisées au laboratoire sous une loupe binoculaire.

La mortalité larvaire et embryonnaire provoquée par les traitements insecticides a été calculée pour chaque matière active et après chaque application. Les taux de mortalité embryonnaire et larvaire sont donnés par la formule d'Abot citée par Abdellaoui en 2008:

$$M = [(T_0 - T) / T_0] \times 100$$

M : Taux de mortalité

T<sub>0</sub> : Population témoin

T : Population traitée

Pour l'évaluation de l'effet des traitements chimiques sur les dégâts causés au niveau de la récolte, nous avons réalisé un triage des fruits récoltés au niveau du témoin non traité et au niveau des parcelles traitées avec les différentes matières actives. Nous avons également réalisé des pesées pour chaque récolte afin de pouvoir mettre en évidence les pertes de poids causées par les larves de *T. absoluta*.

## 4. Méthode d'analyse statistique

### 4.1. Analyse descriptive

---

L'analyse descriptive a essentiellement pour but de présenter les données observées sous une forme telle qu'on puisse facilement en prendre connaissance. Elle peut concerner une variable ou une caractéristique à la fois, deux variables ou deux caractéristiques à la fois, ou encore plus de deux variables ou plus de deux caractéristiques simultanément. Selon les cas, on peut parler de statistique descriptive à une variable ou à une dimension, de statistique descriptive à deux variables ou à deux dimensions, ou bien de statistique descriptive à plusieurs variables ou à plusieurs dimensions (Dagnelie, 2007). Dans cette analyse statistique, plusieurs calculs sont effectués : les moyennes, les écarts-types. Ceux-ci ont été réalisés à l'aide du logiciel Excel. Cette méthode est utilisée dans notre travail pour présenter une synthèse des résultats de l'étude biométrique des larves.

### 4.2. Analyse fréquentielle

---

Cette analyse représente la méthode pratique de la description d'une population ou d'un échantillon et d'en procéder avant tout à une distribution de fréquence. Ceci a pour objectif de caractériser les populations dans leur ensemble et de présenter les données sous une forme synthétique et sans perdre l'essentiel de l'information contenue dans les valeurs de la variable à établir. Les données sont classées, puis regroupées en classes en relation avec la signification de la probabilité en relation avec le  $\chi^2$ . Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel Statistica 6.2. Cette analyse a concerné la distribution des caractéristiques biométriques des larves, elle nous a permis de ressortir le nombre de stades larvaires, la longueur du corps pour chaque stade ainsi que la longueur et la largeur des capsules céphaliques.

### 4.3. Analyse de la variance

---

Le but est de tester la signification entre les moyennes calculées. Des analyses à un facteur ont été effectuées pour tester des facteurs contrôlés ayant des modalités sur les moyennes d'une variable quantitative. Les tests Anova ont été procédés à l'aide du logiciel Statistica 6.2. Cette analyse a été utilisée dans l'étude de la répartition des populations embryonnaires selon l'âge des feuilles et selon la face foliaire et cela pour faire ressortir la différence qui peut exister entre les facteurs qui déterminent la stratégie de ponte chez les femelles de *T. absoluta*. Elle a été également adoptée pour l'évaluation des effets insecticides des différentes matières actives testées en comparaison avec le témoin non traité.

#### 4.4. Classification des variables considérées

---

L'ordre hiérarchique est représenté par un graphique linéaire muni des distances d'agrégation. Ce graphique est utilisé pour identifier les groupes où de nombreuses classes sont produites à une distance d'agrégation proche. La classification hiérarchique a concerné l'analyse des variables liées à la biologie de *T. absoluta* et leur relation avec les dégâts causés au niveau de la récolte. Cette analyse a été réalisée en utilisant le logiciel Statistica 6.2.

# CINQUIEME CHAPITRE RESULTATS ET DISCUSSIONS

## 1. Etude biométrique des stades larvaires de *Tuta absoluta*

### 1.1. Analyse descriptive

Les résultats des mensurations des différentes caractéristiques biométriques des larves sont regroupés dans le tableau 11.

L'analyse descriptive de la biométrie d'un effectif de 121 larves montre que la taille moyenne des larves est de  $4,09\text{mm} \pm 1,37$ , avec des valeurs extrêmes très variables allant de 1,38 à 6,73 mm. La longueur moyenne des capsules céphaliques est de  $0,26\text{ mm} \pm 0,09$ , avec des valeurs extrêmes de 0,06 mm à 0,52 mm. Les mesures des largeurs des capsules céphaliques varient entre 0,18 à 0,72 mm avec une valeur moyenne de  $0,45\text{ mm} \pm 0,12$ . Nous avons effectué une analyse fréquentielle afin de mettre en évidence le nombre de stades larvaires selon les caractéristiques biométriques des chenilles.

Tableau 11: Analyse descriptive des caractéristiques biométriques des larves

Caractéristiques biométriques	Longueur du corps	Longueur des capsules céphaliques	Largeur des capsules céphaliques
Effectifs de larves mesurées	121	121	121
Valeurs moyennes (mm)	<b>4,09</b>	<b>0,26</b>	<b>0,45</b>
Ecart-type	1,37	0,09	0,12
Valeurs extrêmes (mm)	1,38-6,73	0,06-0,52	0,18-0,72

### 1.2. Analyse fréquentielle des caractéristiques biométriques des larves

#### 1.2.1. La longueur des larves

L'analyse fréquentielle de la figure 24, met en évidence les classes des larves selon leur taille en relations avec les stades larvaires de *T. absoluta*. Les données recueillies des longueurs s'ajustent à une loi normale avec une probabilité significative au seuil de 2% ( $p=0,023$ ).

La figure 24 met en évidence les mensurations des quatre classes, représentant les stades larvaires de *T. absoluta*. Le premier stade regroupe les larves dont les tailles sont inférieures à 2,5 mm avec un nombre d'observation de 21. La deuxième classe comprend le nombre d'observation le plus important avec 43 cas de l'effectif global, à ce stade les larves acquièrent des longueurs variant de 2,5 à 4 mm. Le troisième stade larvaire est représenté

par la classe de 4,5 à 5,5 mm, avec 36 cas. Les mesures des larves du quatrième stade varient de 6 à 7 mm avec un nombre d'observations égale au premier stade (21 cas).

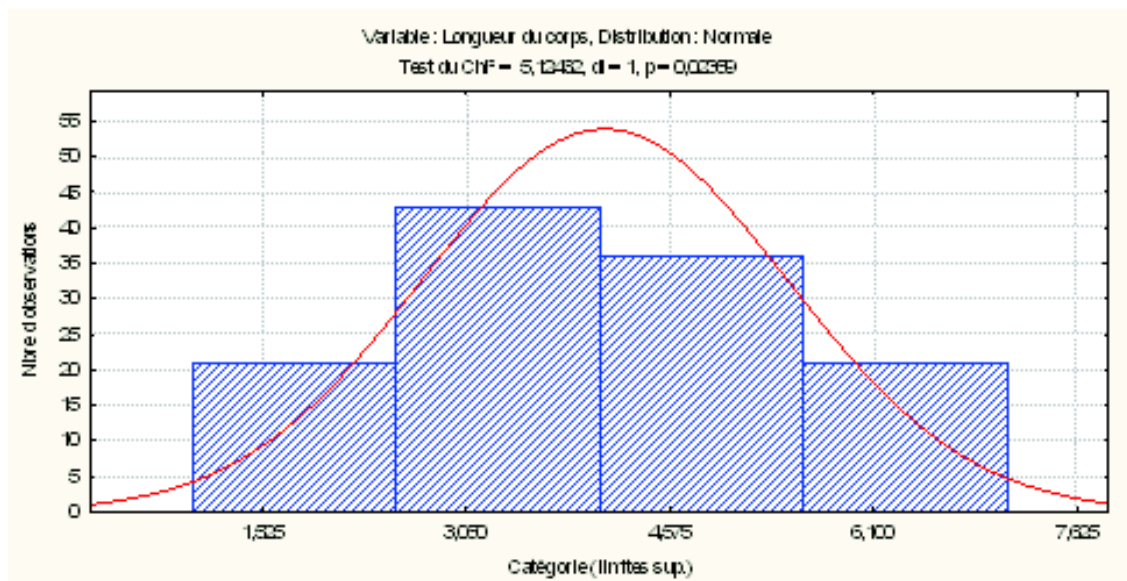


Figure 24: Analyse fréquentielle des longueurs des larves.

### 1.2.2. La longueur et la largeur des capsules céphaliques

Pour mieux caractériser les différents stades larvaires, nous procédons à l'analyse fréquentielle des longueurs et des largeurs des capsules céphalique des différents stades de développement (Figures 25 et 26).

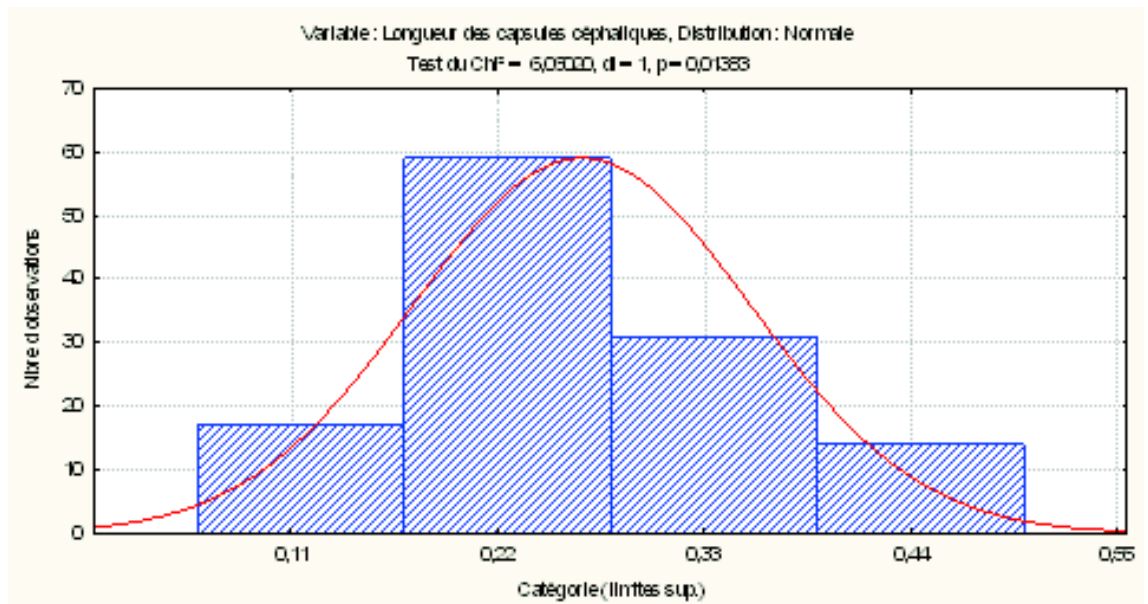
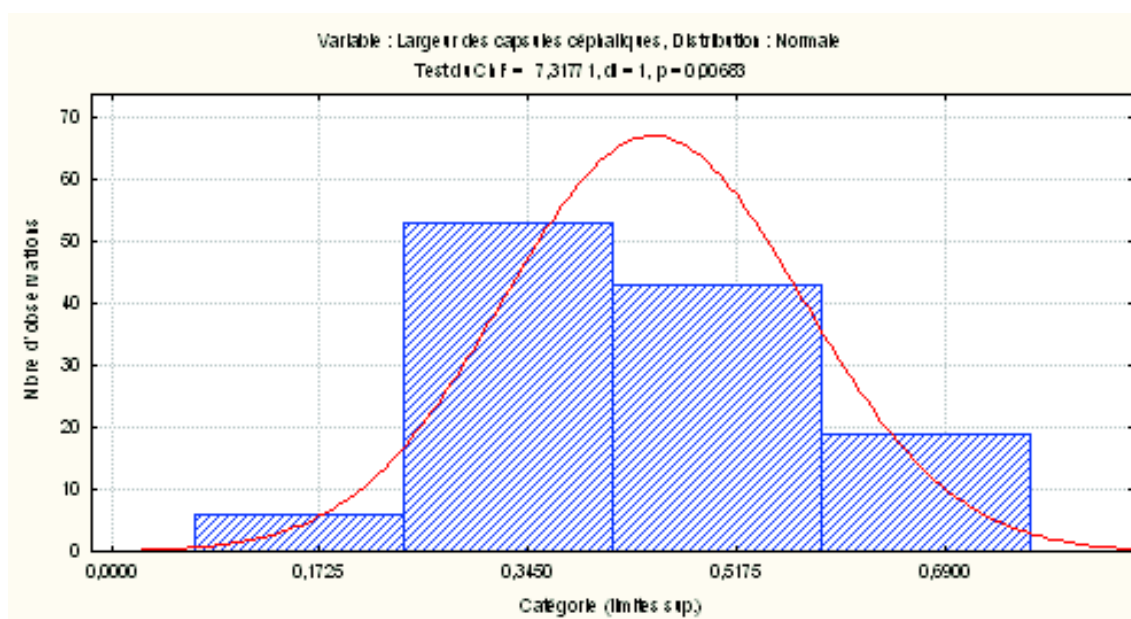


Figure 25: Analyse fréquentielle des longueurs des capsules céphaliques.

L'analyse fréquentielle des longueurs des capsules céphaliques à réparties les larves en quatre groupes avec une probabilité significative au seuil de 1% ( $p=0,013$ ).





**Figure 26:** Analyse fréquentielle des largeurs des capsules céphaliques

Les résultats de l'analyse fréquentielle des largeurs des capsules céphaliques s'ajustent à une loi normale. Les larves sont regroupées dans quatre classes avec une probabilité hautement significative ( $p=0,006$ ).

La synthèse des résultats biométriques relatives aux stades larvaires est regroupée dans le tableau 12.

**Tableau 12:** Caractéristiques biométriques des stades larvaires de *T. absoluta*.

Stades larvaires	Longueurs des larves (mm)	Longueurs des capsules céphaliques (mm)	Largeurs des capsules céphaliques (mm)
L1	< 2,5	< 0,17	< 0,26
L2	2,5 - 4	0,17-0,28	0,26-0,43
L3	4 -5,5	0,28-0,4	0,43-0,56
L4	> 5,5	> 0,4	> 0,56
<b>Probabilité</b>	<b>0,023</b>	<b>0,013</b>	<b>0,006</b>
<b>Ch<sup>2</sup></b>	<b>5,12</b>	<b>6,06</b>	<b>7,31</b>

L'étude biométrique des larves de *T. absoluta* a révélée la présence de quatre stades larvaires ces résultats coïncides avec ceux obtenus par Vargas (1970), Haji et al. (1988), Ferreira et Angos (1997) et Giustolin et al. (1997) qui notent que *Tuta absoluta* passe par quatre stades larvaires et l'augmentation des températures réduit la durée de la période larvaire mais n'a pas d'influence sur le nombre de stades larvaires qui est de quatre dans toutes les situations testées par ces auteurs. Les résultats des mesures des largeurs des capsules céphaliques sont un peu plus élevés par rapport à ceux obtenus par Giustolin et al., (2002) qui notent à une température de 26°C qu'au premier stade la largeur de la capsule céphalique varie de 0,14 à 0,20 mm, au second elle est comprise entre 0,21 et 0,29 mm, au troisième stade elle varie de 0,33 à 0,47 mm, et au quatrième stade elle est entre 0,49 et 0,71 mm, et à une température de 30°C ils ont obtenu les résultats suivants : 0,13 à 0,19 mm pour le premier stade, de 0,24 à 0,28 mm pour le deuxième stade, 0,37 à 0,41mm pour le troisième stade et entre 0,53 et 0,57 mm pour le quatrième stade larvaire.

## 2. Etude des fluctuations des populations de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

### 2.1. Evolution temporelle de la population imaginale mâle

Sur une période de six mois, correspondent à la durée de développement de la culture de la tomate sous serre nous avons enregistré 4 pic correspondant à 4 générations chevauchantes (Fig. 27) qui se développent à des températures et des humidités relatives variables (Fig. 28, 29).

Le premier pic a été enregistré deux semaines après le début de nos observations avec 95 adultes récolté le 21 Janvier. Cette première génération s'est développée à une température moyenne de 25°C et une humidité relative moyenne de 69,33%.

Le deuxième pic a été enregistré le 04 Mars avec 177 adultes récolté. Cette deuxième génération s'est développée à une température moyenne de 28°C et une humidité relative moyenne de 58,5%.

Le troisième pic a été enregistré le 15 Avril avec un effectif de 171 adultes récolté. Cette troisième génération s'est développée à une température moyenne de 27,5°C et une humidité relative moyenne de 88,33%.

Le quatrième pic a été noté le 03 Juin, avec 486 adultes récolté. Cette quatrième génération s'est développée à une température moyenne de 30°C et une humidité relative moyenne de 59,33%.

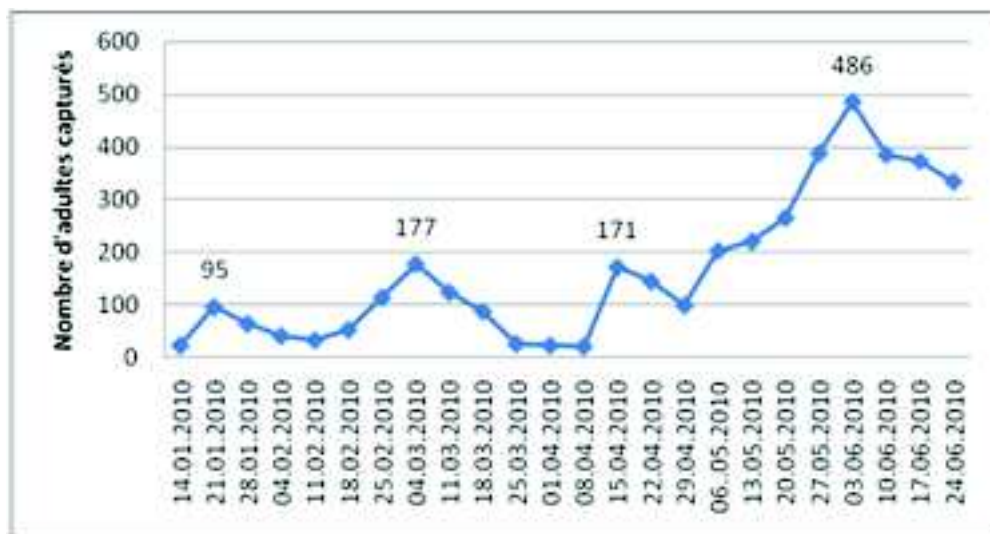


Figure 27: Evolution des captures par le piège à phéromone.

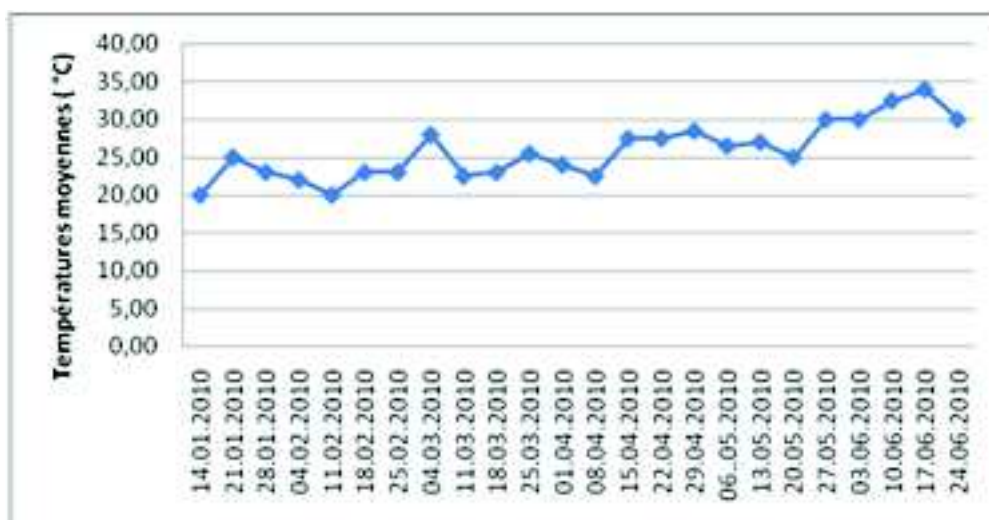


Figure 28: Températures moyennes au niveau de la serre expérimentale.

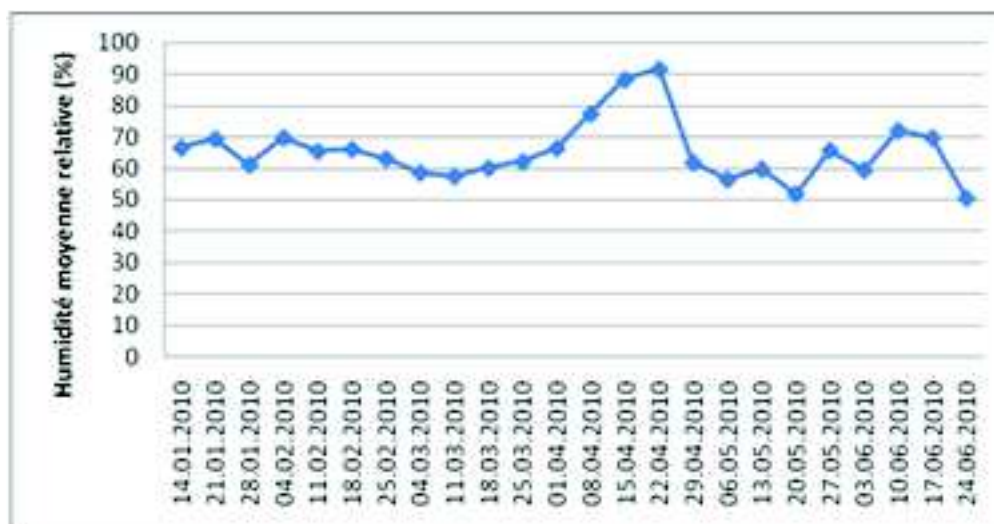


Figure 29: Humidités relatives moyennes au niveau de la serre expérimentale.

## 2.2. Evolution temporelle des populations embryonnaires et larvaires

### 2.2.1. Populations embryonnaires

L'échantillonnage réalisé trois semaines après l'installation de la culture nous a permis de noter une population embryonnaire d'une moyenne de 1,01 œufs/feuille à une température moyenne de 20°C et une humidité relative moyenne de 66,5%, au-delà de cette date les effectifs augmentent et suivent une évolution similaire à celle de la population imaginaire capturée pour atteindre la densité moyenne maximale de 11,54 œufs/feuille notée le 03 Juin 2010 à une température moyenne de 30 °C et une humidité relative moyenne de 59,33% (Fig.30).

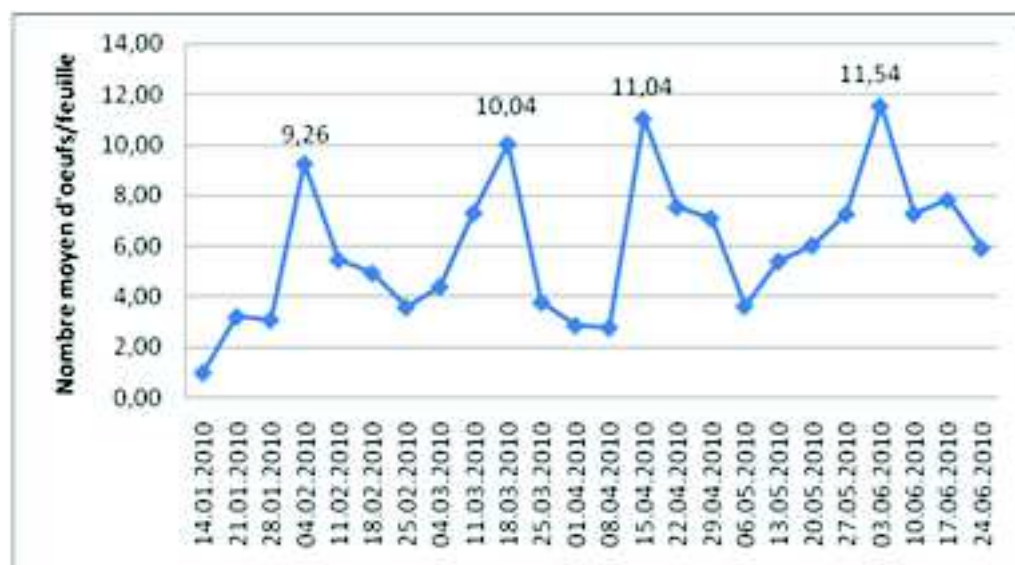


Figure 30: Evolution temporelle de la population embryonnaire.

### 2.2.2. Population larvaire du premier stade

A la troisième semaine après l'installation de la culture, nous avons noté un effectif moyen de 0,90 larve du premier stade par feuille à une température moyenne de 20°C et une humidité relative moyenne de 66,5%. La densité moyenne maximale a été notée le 10 Juin (10,84 larves/feuille) à une température moyenne de 32,5°C et une humidité relative moyenne de 72% (Fig. 31).

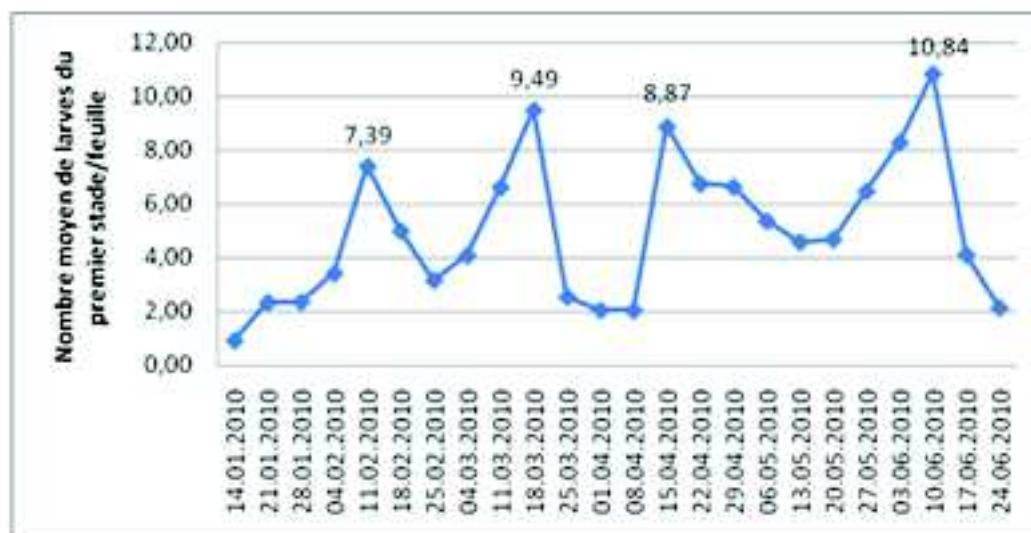


Figure 31: Evolution temporelle de la population larvaire du premier stade.

### 2.2.3. Population larvaire du deuxième stade

La première notation réalisée le 14 Janvier a révélé un effectif d'une moyenne de 0,69 larves du deuxième stade par feuille. L'évolution de la population larvaire du deuxième stade a révélé une densité moyenne maximale de 9,41 larves/feuille noté le 17 Juin à une température moyenne de 33°C et une humidité relative moyenne de 69,67% (Fig. 32).

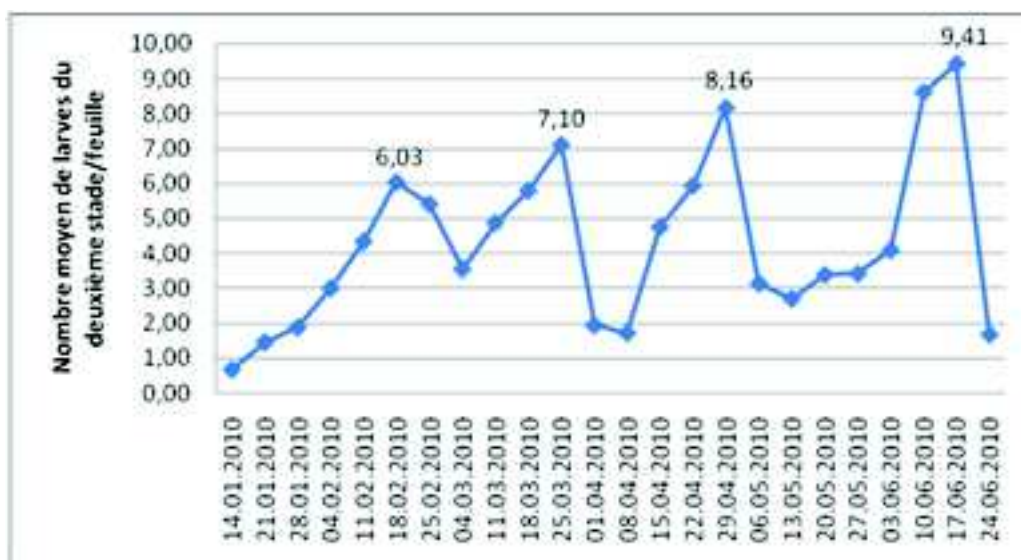


Figure 32: Evolution temporelle de la population larvaire du deuxième stade.

#### 2.2.4. Population larvaire du troisième stade

La notation réalisée le 14 Janvier a révélé une population larvaire du troisième stade d'une moyenne de 0,53 larves/feuille. La densité maximale de la population larvaire du troisième stade à été notée le 17 Juin avec une moyenne de 7,53 larves/feuille à une température moyenne de 33°C et une humidité relative moyenne de 69,67%. (Fig. 33).

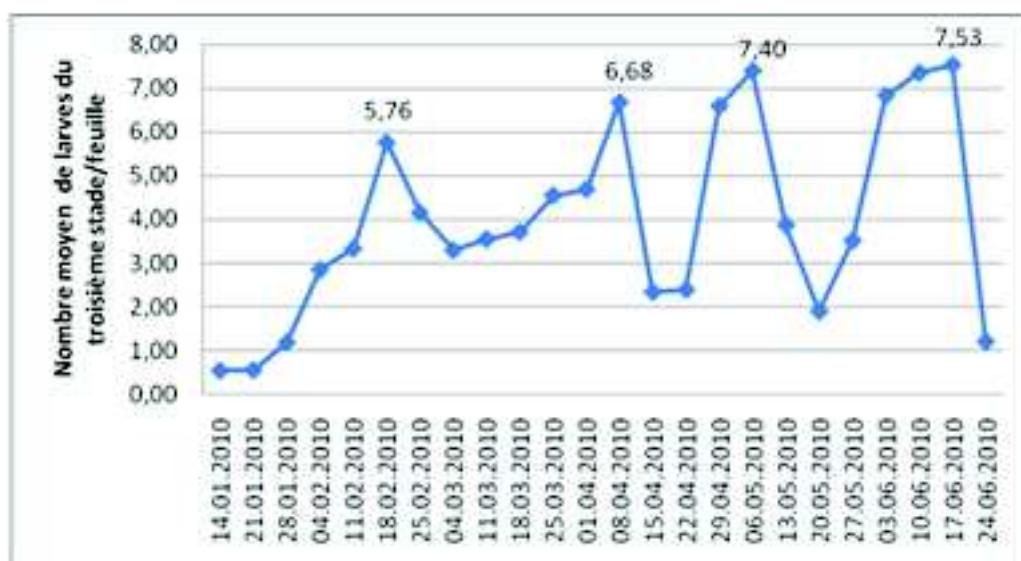


Figure 33: Evolution temporelle de la population larvaire du troisième stade.

#### 2.2.5. Population larvaire du quatrième stade

Dés le premier échantillonnage nous avons constaté la présence des larves du quatrième stade mais avec une densité relativement faible, nous avons noté une moyenne de 0,27 larves/feuille à une température moyenne de 20°C et une humidité relative moyenne de 66,5%. Par la suite, au cours de l'évolution de cette population la densité moyenne maximale

était de 6,56 larves/feuille notée le 06 Mai à une température moyenne de 26,5°C et une humidité relative moyenne de 56,33% (Fig. 34).

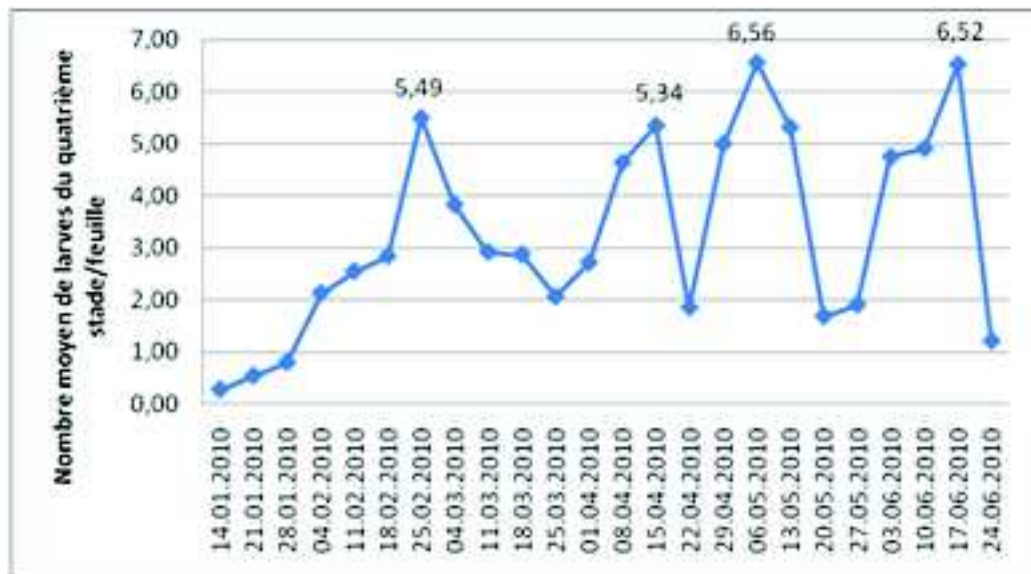


Figure 34: Evolution temporelle de la population larvaire du quatrième stade.

L'étude de la dynamique des populations de *Tuta absoluta* implique non seulement une estimation de la moyenne par feuille des différents stades de développement, mais également une meilleure compréhension de la nature et de l'importance des facteurs naturels qui agissent sur l'évolution des générations successives. Une connaissance parfaite du cycle biologique de ce ravageur en fonction des facteurs biotiques et abiotiques qui induisent la mortalité naturelle des œufs et des larves s'avère indispensable. La régulation de la population de *T. absoluta* par les facteurs abiotique est du principalement au climat. Ce dernier joue un rôle déterminant dans l'évolution de ce ravageur.

Dans cette expérimentation, la population embryonnaire a atteint sa moyenne maximale de 11,54 œufs/feuille à une température moyenne de 32,5 °C et une humidité relative moyenne de 72%, donc la température et l'humidité sont deux facteurs déterminant pour la fécondité des femelles de *T. absoluta*. Les populations larvaires du premier, deuxième, troisième et du quatrième stade ont subi une évolution proportionnelle aux températures et aux taux d'humidité relative, les moyennes maximales notées pour chaque stade sont respectivement: 10,84 larves du premier stade par feuille à une température moyenne de 32,5°C et une humidité relative moyenne de 72%; 9,41 larves du deuxième stade par feuille à une température moyenne de 33°C et une humidité relative moyenne de 69,67%; 7,53 larves du troisième stade par feuille à une température moyenne de 33°C et une humidité relative moyenne de 69,67%; 6,56 larves du quatrième stade par feuille à une température moyenne de 26,5°C et une humidité relative moyenne de 56,33%.

Matta et Ripa (1981) ont étudié la dynamique des populations de *T. absoluta*, ils ont trouvé une corrélation positive et significative entre les populations des larves et la température. Selon Lacayo et Schotman (1989), la température est l'un des facteurs les plus importants pour le développement de ce ravageur dans les régions tempérées et les précipitations dans les régions tropicales. Haji *et al.* (1988) et Castelo Branco (1992) ont constaté que *T. absoluta* dispose d'une grande abondance durant les périodes d'absence ou de rareté des précipitations.

L'étude de la dynamique des populations de *T. absoluta* nous a permis également de déduire les taux de mortalité naturelles des différents stades de développement de ce ravageur. Cette mortalité est liée aux facteurs climatiques, au parasitisme et aux prédateurs. Durant cette expérimentation nous avons remarqué que la mortalité naturelle touche tous les stades de développement de l'insecte (œufs et larves).

Pour le stade embryonnaire nous avons relevé un taux de mortalité naturelle qui varie de 5,48 à 20,19% à une température moyenne variant de 20 à 32°C et une humidité relative moyenne de 56,33 à 88,33% et pour les différents stades larvaires nous avons noté des taux de mortalité de 8 à 25,18% pour le premier stade à une température moyenne variant de 23 à 33°C et une humidité relative moyenne de 61,67 à 69,67%, de 4,48 à 19,98% pour le deuxième stade à une température moyenne variant de 22 à 33°C et une humidité relative moyenne de 56,33 à 77,35%, et de 4,69 à 20,06% pour le troisième stade à une température moyenne variant de 23 à 33°C et une humidité relative moyenne de 56,33 à 88,33%

Les taux de mortalité obtenus sont comparables à ceux des travaux réalisés par Bacci en 2006, la mortalité totale des stades immatures de *T. absoluta* était de 98,75% à 99,30%, soit 39,2% à 46,9% pour la population embryonnaire, 18,3% à 21,3% pour les larves du premier stade, 12,1% à 10,5% pour les larves du deuxième stade, 13,0% à 15,4% pour les larves du troisième stade, 8,0% à 3,7% pour le quatrième stade larvaire. Cet auteur note également un taux de mortalité naturelle de 1,5% à 8,1% pour le stade nymphal.

Dans notre étude, nous avons obtenu des taux de mortalité élevés pour les œufs et pour les jeunes larves du premier stade à l'inverse de Cornell et Hawkins (1995) qui notent que les jeunes stades sont souvent peu attaqués par les ennemis naturels, mais d'autre part elles sont plus sensibles aux composés chimiques de défense de la plante.

Un autre facteur important de la mortalité des larves est la pluie (Cornell et Hawkins, 1995). Les larves nouvellement écloses durant le stade baladeur sont très sensibles à ce facteur jusqu'à leur mise en place au sein de la feuille. Toutefois, étant logées à l'intérieur de la feuille, les larves sont protégées par l'épiderme. Les larves du troisième et quatrième stade forment de plus grandes mines qui permettent l'entrée l'eau et augmentent la sensibilité de ces stades aux pluies.

Costa *et al.* (1998) ont vérifié la mortalité des œufs de *T. absoluta* dans des cultures de tomates irriguées par aspersion, notamment sur les œufs qui sont déposés surtout sur la strate apicale de la plante et qui sont plus exposés aux arrosages. Haji en 1989 a également signalé les effets négatifs de la pluviométrie et l'irrigation par aspersion sur les œufs et les larves de *T. absoluta*.

L'étude de la dynamique des populations de *T. absoluta* sous serre nous a permis aussi d'estimer approximativement la durée de chaque stade (Fig.35). La durée d'incubation des œufs est d'environ 3,5 jours, la durée des stades larvaires est estimée à 9 jours pour le premier stade, 5,25 jours pour le deuxième, 3,5 jours pour le troisième et 10,5 jours pour le quatrième stade et le stade nymphal. Nous avons également estimé la période qui sépare l'émergence des adultes et l'apparition des premières pontes, cette durée est de 10,5 jours à une température moyenne de 25,8°C et une humidité relative moyenne de 65,36%. Cette période correspond à la durée nécessaire pour que la femelle atteigne sa fécondité maximale ; selon Uchoa-Fernandes *et al.* 1995, la fécondité maximale est de 76%, sept jours après le premier accouplement.

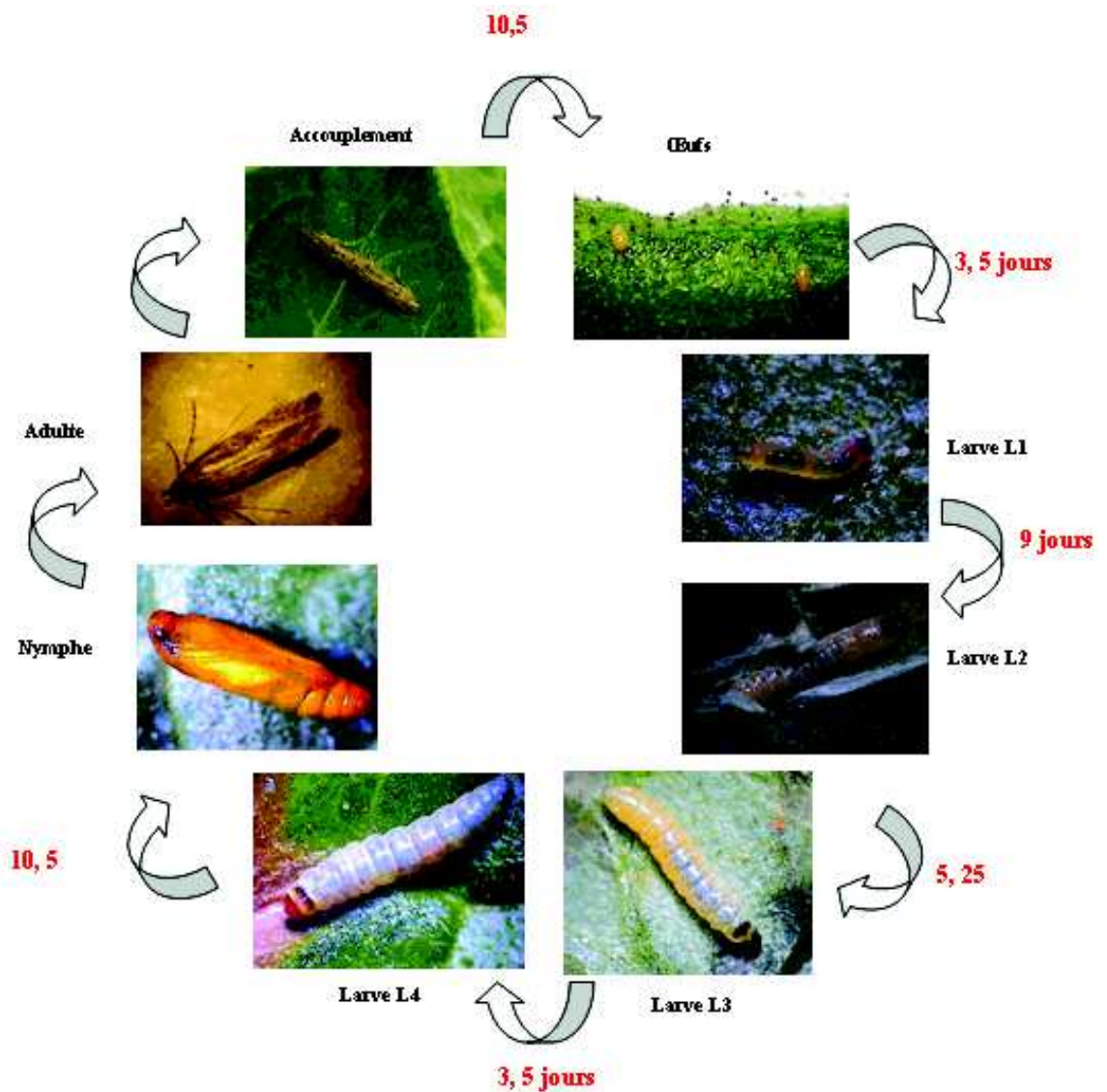


Figure 35: Cycle biologique de *T. absoluta* sous serre

(Original).

### 2.3. Distribution verticale de la population embryonnaire

Pour l'étude de la distribution des œufs selon l'âge des feuilles nous avons procédé à un dénombrement des effectifs en œufs au niveau des trois étages foliaires, les résultats obtenus sont représentés sur le graphe de la figure 36.

Les feuilles apicales sont les plus fréquentées par le stade embryonnaire, elles hébergent un effectif d'une moyenne élevée par rapport aux feuilles âgées situées au niveau des strates basales et médianes au cours de toute la période d'essai. Trois semaines après l'installation de la culture on a noté un effectif d'une moyenne de 3,8 œufs sur les feuilles apicales, 2,5 œufs sur les feuilles médianes et 1,1 œuf sur les feuilles basales. La ponte atteint sa moyenne maximale de 7,9 œufs sur les feuilles apicales par contre les feuilles médianes et basales n'hébergent que 3,7 œufs/feuille et 2,1 œufs/feuille respectivement.



Le schéma de la distribution temporelle des œufs au niveau de la strate apicale des plants de tomate confirme la présence des quatre générations citées précédemment qui se déroulent sur les jeunes feuilles.

La population embryonnaire notée au niveau feuilles basales et médianes présente des valeurs moyennes très proches avec une légère différence en faveur des feuilles médianes. La courbe représentant les feuilles basales présente des valeurs moyennes très faibles durant la période du 25 Février au 13 Mai, cette période coïncide avec l'opération d'effeuillage qui est réalisée pratiquement tous les sept à quinze jours. Cette différence entre les trois niveaux de la plante explique que les femelles de *T. absoluta* ont une préférence de ponte sur les jeunes pousses ou sur les feuilles apicales. La ponte se déroule selon un gradient croissant du bas de la plante où se trouvent les feuilles âgées vers les feuilles apicales qui sont appréciées par les femelles pour effectuer leur ponte.

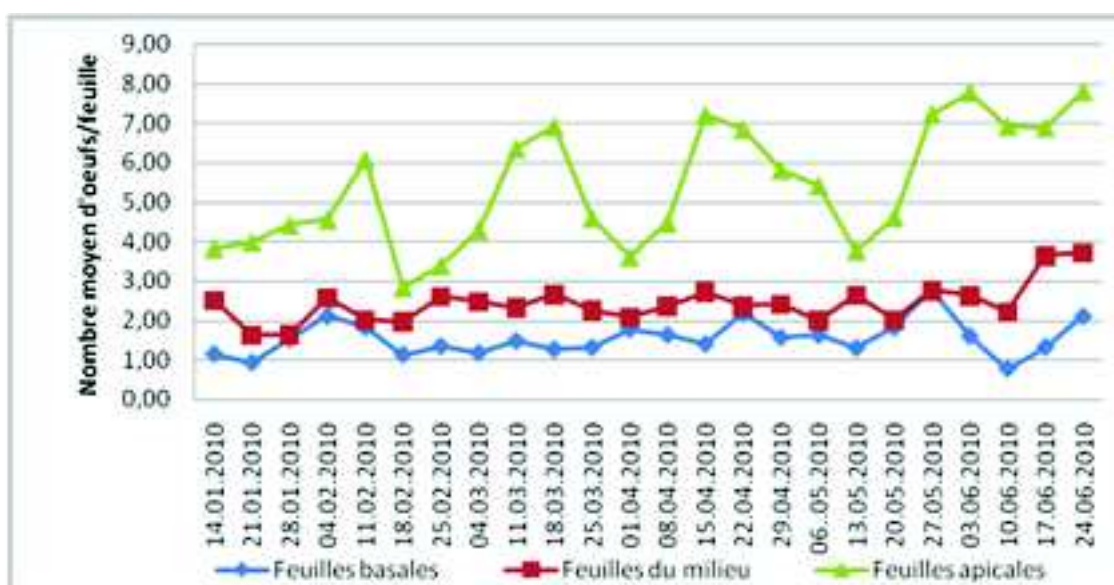


Figure 36: Evolution temporelle de la ponte suivant l'âge des feuilles.

Des analyses statistiques par Anova et suivant la loi de Canard et Poinot (2004) ont été conduites dans le but d'exhorter nos résultats. Les résultats de l'analyse de la variance reportés dans le tableau 12, montrent une différence très hautement significative ( $p= 0,00001$ ) entre les densités moyennes de la population embryonnaire pour les trois niveaux (Fig.37 et tableau 13).

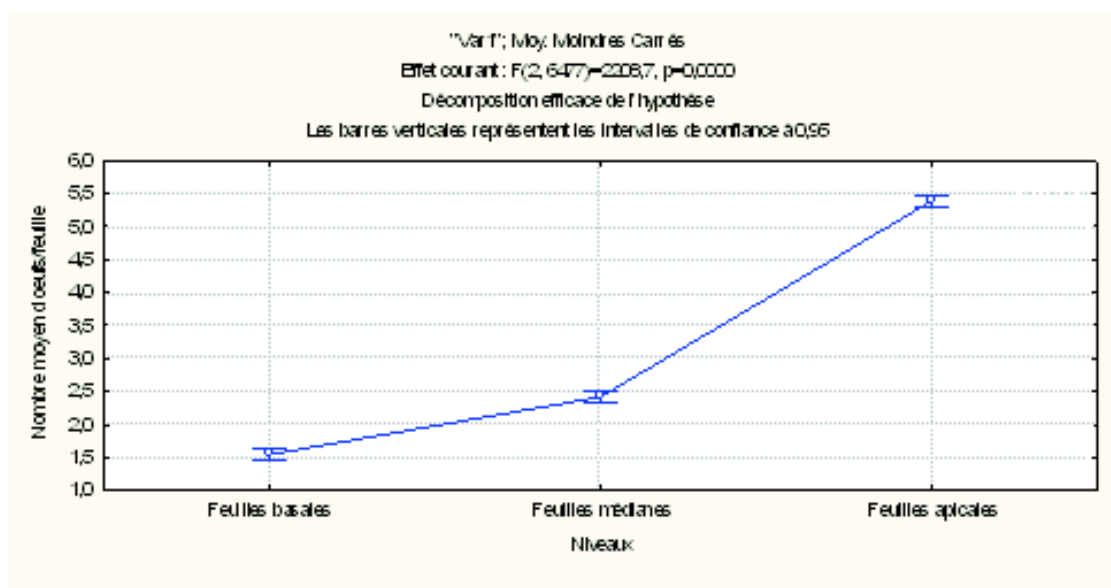


Figure 37: Comparaison des moyennes des œufs selon l'âge des feuilles.

Tableau 13: Comparaison des moyennes d'œufs selon l'âge des feuilles par Anova :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	63093,89	1	63093,89	15854,65	0,00**
Niveau	Wilk	17578,76	2	8789,38	2208,65	0,00**

La distribution verticale des populations embryonnaires nous informe sur la stratégie de ponte chez les femelles de *T absoluta* et ceci nous permet de faire ressortir la préférence de ponte selon l'âge des feuilles. Le tableau 14 résume la répartition des œufs selon l'âge des feuilles.

	$\mu$	%	$\sigma^2$	I
Feuilles basales	1,55 ± 0,44	16,56	0,197	<b>0,128</b>
Feuilles médianes	2,42 ± 0,50	25,85	0,250	<b>0,103</b>
Feuilles apicales	5,39 ± 1,53	57,59	2,349	<b>0,436</b>

Tableau 14: Répartition des populations embryonnaires de *T. absoluta* au niveau des trois strates de la plante de tomate:

D'après les données du tableau 15, nous constatons que les jeunes feuilles de la strate apicale hébergent 57,59% de la population embryonnaire, en revanche les feuilles médianes et basales reçoivent respectivement 25,85% et 16,56% de la population embryonnaire. L'indice de dispersion (I) calculé pour les trois strates est inférieur à un (1), la distribution pour chaque niveau est du type binomiale positive donc la répartition des œufs au niveau des feuilles jeunes et âgées est de type régulier.

En revanche la distribution verticale des populations embryonnaire de *T. absoluta* est ajustée à une loi binomiale négative, cela a révélé un indice de distribution (I = 1,30 > 1) pour une moyenne de 3,12 œufs/plant. Ce résultat laisse présager une distribution verticale de la population embryonnaire de type agrégatif. La population embryonnaire de *T absoluta* est répartie en agrégats sur les plants de tomate, cela confirme la localisation

du milieu favorable à la ponte et au développement des larves néonates au niveau de la strate apicale.

Les pontes déposées sur les étages foliaires moyen et apical, montrent que les femelles commencent par repérer les jeunes pousses qui permettent le développement de leur progéniture avant de pondre leurs œufs. Ainsi, il ressort des travaux de Leite *et al.*, (1999 a et b) et ceux de Leite *et al.*, 2003 que la position des feuilles sur les étages foliaires influencent les attaques de *T. absoluta* et *Liriomyza* spp, qui présentent une ponte préférentielle sur les feuilles de l'étage apical qui sont plus tendres et de haute valeur nutritionnelle.

Il ressort également des travaux de Leite *et al.*, (2003) que le nombre d'œufs déposés par feuille chez *T. absoluta* varie en fonction du nombre d'idioblastes cristallifères par mm<sup>2</sup> et du pourcentage de trichomes altérés. Par contre, les travaux de Leite *et al.*, (1999 a), ainsi que ceux d'Oliveira, (1999) montrent que lorsque les feuilles deviennent âgées ou sénescents, les mines de *T. absoluta* ont tendance à se concentrer beaucoup plus sur les feuilles de l'étage moyen que sur celui de l'étage apical. Aussi, il est démontré par Leite *et al.*, 1999, que sous serre *L. esculentum* présentent des densités de trichomes glandulaires et d'idioblastes cristallifères caractérisant le tissu palissadique foliaire qui sont plus importantes sur l'étage foliaire apical que sur les étages foliaires moyen et basal. De même, les pourcentages de trichomes altérés sont plus élevés sur les étages foliaires moyen et basal que sur l'étage apical.

Ainsi, il ressort de cette étude que le nombre d'œufs déposés par feuille augmente avec l'augmentation du nombre d'idioblastes cristallifères par mm<sup>2</sup> et la diminution du pourcentage des trichomes altérés. Ces résultats sont caractéristiques de l'étage foliaire apical, à l'opposé de l'étage foliaire basal qui présente un faible nombre d'œufs déposés par feuille, induit par le faible nombre d'idioblastes cristallifères par mm<sup>2</sup> et le faible pourcentage de trichomes.

En effet, ces trichomes glandulaires produisent d'une part une résine qui peut conférer une résistance mécanique à la plante selon leur densité, leur longueur et leur forme, mais qui nuit également au déplacement de plusieurs espèces de prédateurs (Leite *et al.*, 2003). D'autre part, il est reconnu que le genre *Lycopersicum*, contient des substances allélochimiques qui sont très importantes dans les interactions plante insecte et pour lesquels elles peuvent être des toxines, comme l' $\alpha$ -tomatine, l' $\alpha$ -humulène, l'acide chlorogénique et le rutine, dont les concentrations dans les feuilles sont très faibles (Elliger *et al.*, 1981). Il est également démontré que les trichomes glandulaires du type VI produisent le tridecan-2-1 et l'undecan-2-1 dont dépend la résistance de la plante au ravageur (Dimock *et al.*, 1982; Dimock et Kennedy, 1983; Kennedy et Sorenson, 1985; Lin *et al.*, 1987; Giustolin, 1991).

De même, Schalk *et al.*, (1976), Kennedy et Sorenson (1985) ont montré que la résistance des feuilles âgées de la tomate est due à une diminution de la concentration en tridecan-2-1 au niveau de ces organes.

De nombreuses études reportées par Oliveira *et al.*, en 2008 précisent que les principaux composants participant dans la sélection du substrat de ponte des femelles de *T. absoluta* sont produits par les trichomes glandulaires de plusieurs variétés de tomate. Les principaux composés identifiés sont 2-tridecanone (2-TD) et 2-undecanone (2-UD) et acylglucose. Ces composés présents dans les trichomes foliaires sous la forme de lipides cuticulaires peuvent constituer des barrières physiques et chimiques pour les insectes et les pathogènes (Farrar et Kennedy, 1991).

## 2.4. Distribution temporelle de la population embryonnaire selon la face foliaire

Tout au long de nos échantillonnages, nous avons remarqué que les femelles de *T. absoluta* préfèrent pondre sur les faces inférieures par rapport aux faces supérieures (Fig. 38).

En effet quelque soit la date d'échantillonnage, les densités moyennes relevées sur les faces inférieures (4,5 œufs/feuille le 14 Janvier; 8,2 œufs/feuille le 11 Février et 7 œufs/feuille le 27 Mai) sont toujours supérieures à celles dénombrées sur la face supérieure (1,8 œufs/feuille le 14 Janvier; 2,3 œufs/feuille le 11 Février et 4,6 œufs/feuilles le 27 Mai)

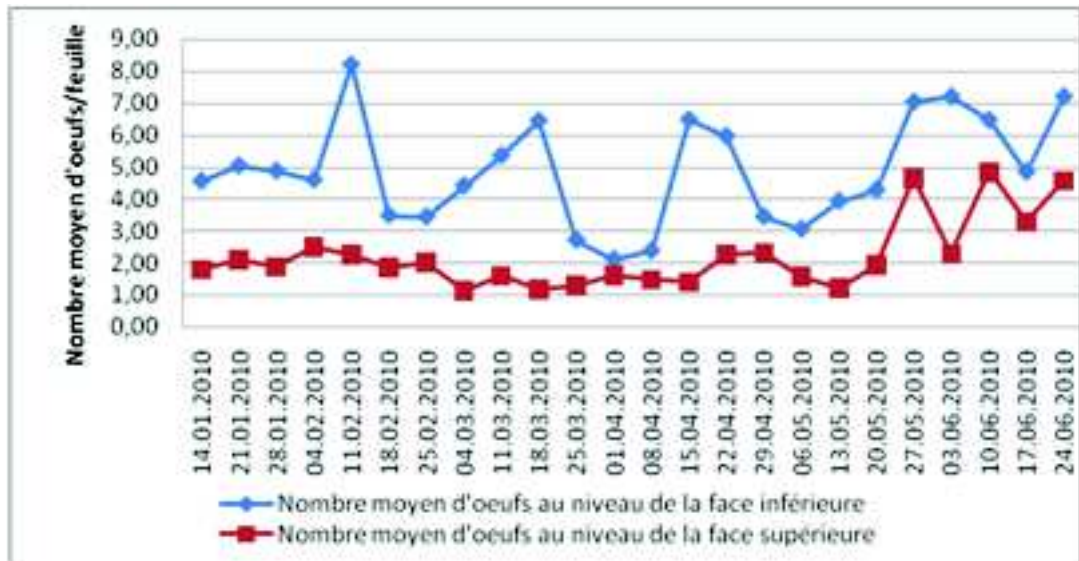


Figure 38: Evolution temporelle de la ponte selon la face foliaire.

L'analyse des résultats obtenus des densités moyennes des œufs sur les deux faces foliaires montre une différence hautement significative ( $p= 0,001$ ). (Fig.39) et Tableau 15.

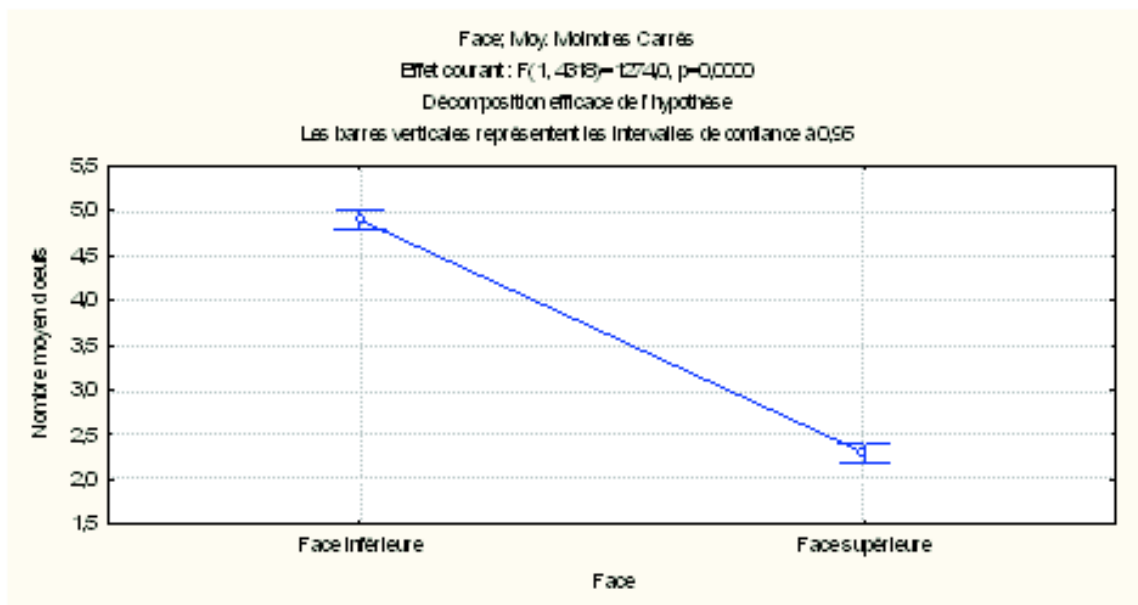


Figure 39: Comparaison des moyennes des œufs au niveau des deux faces foliaires.

Tableau 15: Comparaison des moyennes des œufs selon la face foliaire par Anova :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	55951,21	1	55951,21	9802,076	0,00**
Face foliaire	Wilk	7272,23	1	7272,23	1274,020	0,001

## 2.5. Distribution horizontale des populations embryonnaires et larvaires de *T. absoluta*

Afin d'étudier la distribution horizontale des différents stades de *T. absoluta*, nous avons comparé les densités moyennes de chaque stade au niveau des trois parcelles élémentaires (T0 R1, T0 R2 et T0 R3).

Les populations embryonnaires et larvaires présentent une distribution régulière au niveau de la serre. En effet aussi bien les femelles que les différents stades larvaires se retrouvent en densités similaires sur les trois microparcelles. L'indice de répartition calculé selon la formule de Canard et Poinsot (2004) conforte nos résultats (Tableau 16).

Tableau 16: Répartition des différents stades de développement de *T. absoluta* au niveau des trois répétitions :

Stades	Moy. T0 R1	Moy. T0 R2	Moy. T0 R3	$\mu$	$\sigma^2$	I
œufs	5,8 ± 2,72	5,9 ± 2,69	6,0 ± 3,04	5,9 ± 0,14	0,019	<b>0,003</b>
L1	4,9 ± 2,69	5,0 ± 2,56	5,0 ± 2,87	4,9 ± 0,08	0,007	<b>0,001</b>
L2	4,3 ± 2,42	4,6 ± 2,42	4,0 ± 2,40	4,3 ± 0,29	0,086	<b>0,020</b>
L3	4,1 ± 2,37	4,2 ± 2,38	3,6 ± 2,36	3,9 ± 0,34	0,114	<b>0,029</b>
L4	3,5 ± 1,91	3,4 ± 1,89	2,9 ± 2,08	3,2 ± 0,26	0,069	<b>0,021</b>

## 3. Effet des insecticides expérimentés sur les populations embryonnaires et larvaires

L'effet insecticide des matières actives expérimenté a été étudié sur les populations embryonnaires et larvaires de la mineuse de la tomate afin de déterminer les matières actives les plus efficaces et qui peuvent être utilisés dans un programme de lutte intégrée contre ce ravageur

### 3.1. Effet sur la population embryonnaire

L'effet ovicide des différentes matières actives expérimentées a été étudié par la comparaison des nombres moyens d'œufs obtenue pour chaque traitement par rapport au témoin non traité et par le calcul des taux de mortalités.

#### 3.1.1. Comparaison des moyennes des œufs pour chaque traitement

Les résultats du dénombrement des œufs sont regroupés dans le tableau 17.

Tableau 17: Résultats du dénombrement des œufs :

**Contribution à la lutte intégrée contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)  
(Lepidoptera : Gelechiidae) sous serre**

Traitements	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Nombre moyen d'œufs avant traitement.	0,70 ± 0,60	0,89 ± 0,64	1,03 ± 0,71	1,81 ± 0,70	1,82 ± 0,70	1,79 ± 0,63	1,78 ± 0,63	1,86 ± 0,76
Nombre moyen d'œufs après le premier traitement.	5,19 ± 2,72	3,3 ± 2,34	2,12 ± 1,50	2,43 ± 1,91	2,32 ± 1,82	2,28 ± 1,47	4,78 ± 1,09	5,53 ± 0,97
Nombre moyen d'œufs après le deuxième traitement.	6,74 ± 2,35	3,07 ± 2,31	3,11 ± 2,21	5,86 ± 2,49	6,67 ± 2,67	6,60 ± 2,46	4,48 ± 1,90	10,14 ± 1,12
Nombre moyen d'œufs après le troisième traitement.	6,47 ± 2,65	5,7 ± 1,93	2,03 ± 1,45	4,38 ± 1,65	5,23 ± 2,21	2,19 ± 1,41	4,74 ± 1,96	9,78 ± 1,48
Nombre moyen d'œufs après le quatrième traitement	8,34 ± 2,58	3,36 ± 1,94	1,42 ± 0,73	2,62 ± 1,63	3,68 ± 0,96	2,96 ± 0,74	1,96 ± 0,86	18 ± 1,45

Le nombre moyen d'œufs/feuille avant traitement est de  $0,70 \pm 0,60$  pour le témoin non traité, les valeurs moyennes les plus élevées ont été enregistrées au niveau du T1 et T2, elles sont respectivement de  $0,89 \pm 0,64$  et  $1,03 \pm 0,71$  œufs/feuille.

Après la première application, la moyenne la plus élevée a été enregistrée au niveau du témoin non traité ( $5,19 \pm 2,72$  œufs/feuille), avec une augmentation de  $4,49 \pm 2,12$  œufs/feuille par rapport aux notations réalisées avant l'application des traitements. Les moyennes les plus faibles ont été notées au niveau des parcelles élémentaires T2, T6 et T7 traitées respectivement avec les insecticides Chlorantraniliprole + Abamectine, Emamectine Benzoate et Spinetoram. Pour les parcelles élémentaires traitées avec le Chlorantraniliprole + Thiametoxane, Thiametoxam + Lambda Cyhalothrine, Chlorantraniliprole + Lambda Cyhalothrine et le Lufenuron, les moyennes d'œufs/feuille varient entre  $2,28 \pm 1,47$  et  $3,3 \pm 2,34$  œufs/feuille.

Afin de tirer des résultats plus complets nous avons procédé à des analyses de la variance. La comparaison des moyennes des œufs pour les différents traitements (Fig.40 et tableau 18) montre une différence très hautement significative ( $p = 0,0001^{**}$ ). Cette variation entre les différentes parcelles élémentaires montre bien que la première application des insecticides a un effet significatif sur la ponte des femelles de *Tuta absoluta*.

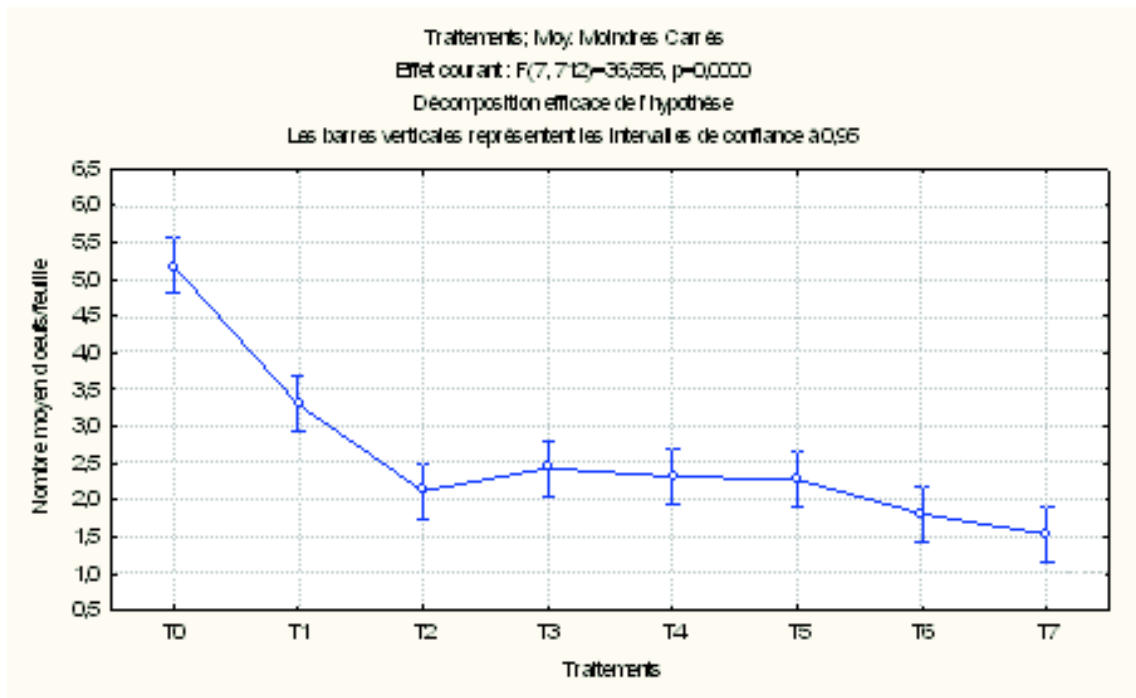


Figure 40: Comparaison des moyennes des œufs après le premier traitement.

Tableau 18: Comparaison des moyennes d'œufs par Anova après le premier traitement :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	4956,001	1	4956,001	1502,622	0,00**
Traitements	Wilk	844,654	7	120,665	36,585	0,00**

Le résultat du dénombrement des œufs après la deuxième application des traitements chimiques, montre une différence de ponte entre les parcelles traité et le témoin non traité, ce dernier présente une moyenne de 6,74 ±2,38 œufs/feuille. Les moyennes les plus faibles ont été enregistrées au niveau des parcelles traitées avec l'Emamectine Benzoate et le Spinetoram, elles sont respectivement de 2,48 ±1,90 et 2,14 ±1,12 œufs/feuille.

La comparaison des moyennes des œufs quantifiées pour les différents traitements est représentée par la figure 41 et le tableau 19. L'analyse des résultats par le test Anova met en évidence une différence très hautement significative (p= 0,0001\*\*). Ceci montre que les traitements insecticides ont un effet sur la ponte des femelle de *T. absoluta*. Le Spinetoram a montré des propriétés ovicide efficace par rapport aux autres traitements et au témoin non traitement.

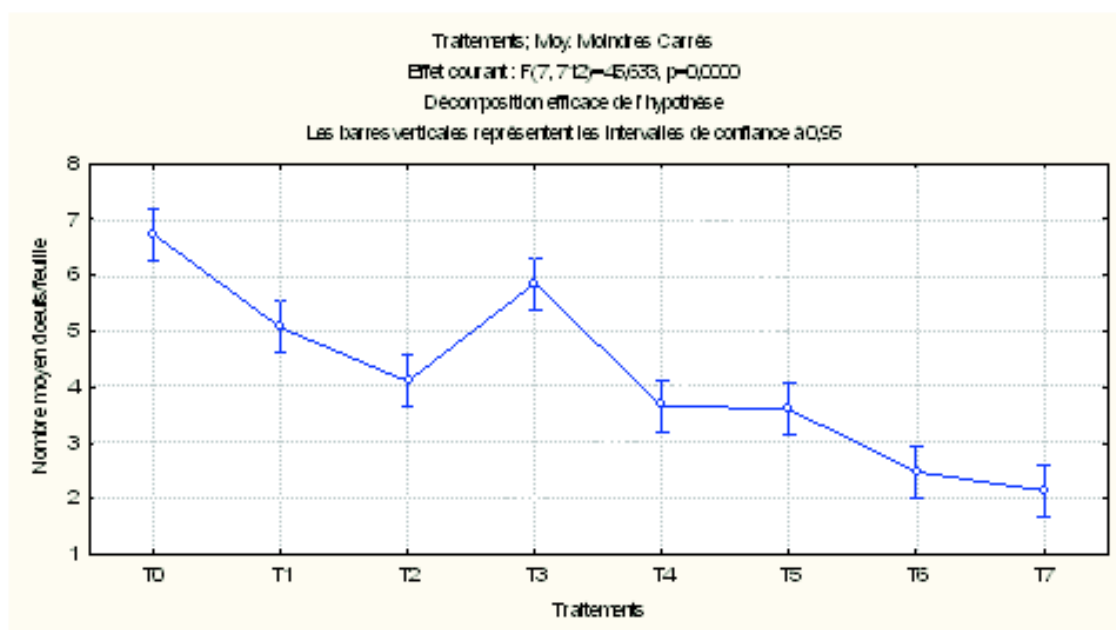


Figure 41: Comparaison des moyennes des œufs après le deuxième traitement.

Tableau 19: Comparaison des moyennes d'œufs par Anova après le deuxième traitement :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	12742,83	1	12742,83	2539,207	0,00**
Traitements	Wilk	1603,04	7	229,01	45,633	0,00**

A la troisième application des traitements les résultats obtenus ont révélés une différence entre les traitements. Le témoin T0 présente toujours la moyenne d'œufs la plus élevée 6,47 ± 2,65 œufs/feuille. Les associations Chlorantraniliprole + Abamectine et Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrine ont provoqué un effet remarquable sur le nombre d'œufs pondus après la troisième application.

L'analyse de la variance par Anova a révélé une différence très hautement significatif ( $p = 0,0001^{**}$ ) (Fig. 42 et tableau 20).



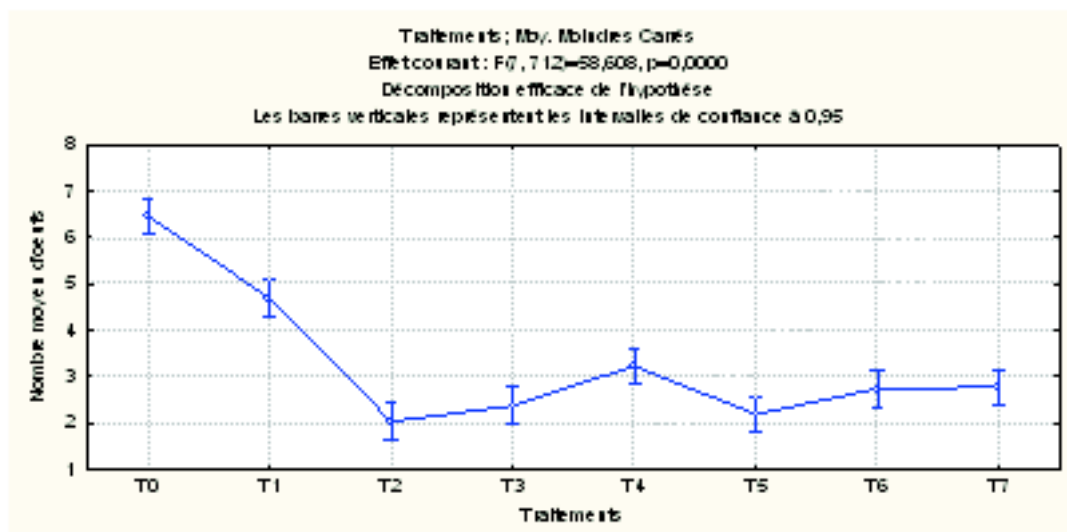
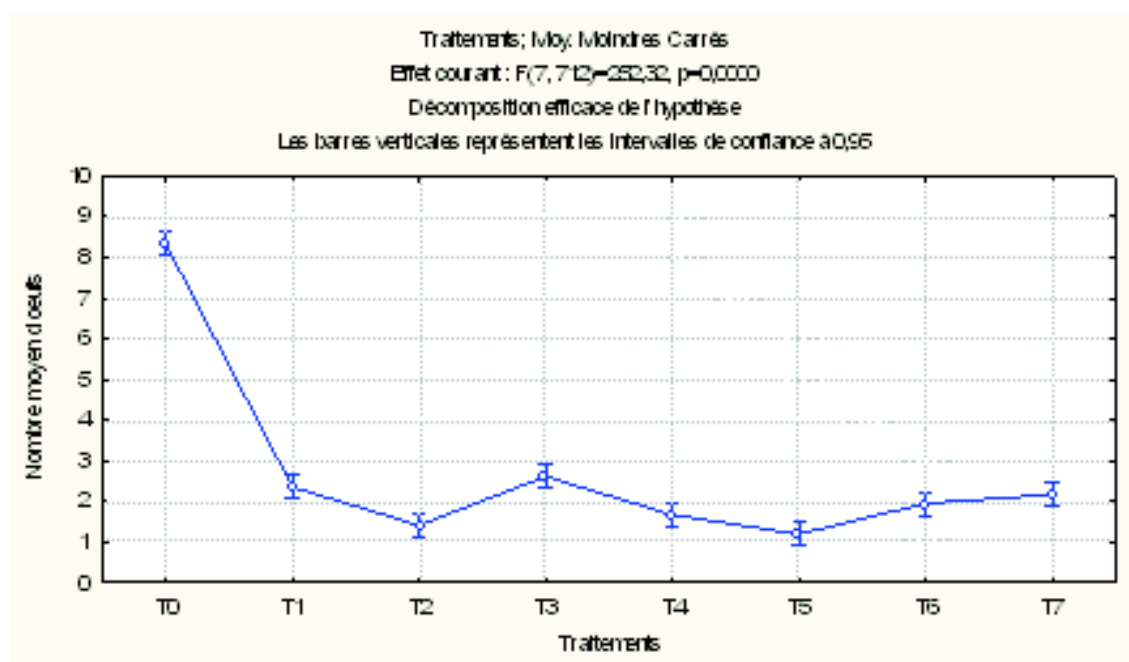


Figure 42: Comparaison des moyennes des œufs après le troisième traitement.

Tableau 20: Comparaison des moyennes d'œufs par Anova après le troisième traitement :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	7913,568	1	7913,568	2218,359	0,00**
Traitements	Wilk	1463,510	7	209,073	58,608	0,00**

Après la quatrième application des matières actives testées le témoin non traité présente une densité moyenne de 8,34  $\pm$ 2,58 œufs/feuille. Les produits insecticides appliqués ont permis de maintenir le niveau d'infestation par la population embryonnaire à un niveau bas par rapport au témoin non traité. Les moyennes les plus faibles ont été enregistrées au niveau des parcelles traitées avec les deux associations Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrine et Chlorantraniliprole + Abamectine, elles sont de l'ordre de 1,20  $\pm$ 0,74 et 1,42  $\pm$ 0,73 œufs/feuille respectivement. Le teste d'analyse de la variance mis en évidence la variation de l'effet ovicide des différents traitements (Fig. 43 et tableau 21).



**Figure 43:** Comparaison des moyennes des œufs après le quatrième traitement.

L'analyse des résultats de la ponte après la quatrième application a montré des différences très hautement significatifs ( $p= 0,0001^{**}$ ). La quatrième application a mis en évidence une différence entre les densités moyennes obtenues pour les différents traitements.

**Tableau 21:** Comparaison des moyennes d'œufs par Anova après le quatrième traitement:

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	5324,672	1	5324,672	2769,116	0,00**
Traitements	Wilk	3396,239	7	485,177	252,318	0,00**

Picanco *et al.* (1995) soulignent l'importance de l'échantillonnage des œufs de la mineuse de la tomate, parce que l'efficacité des insecticides est plus importante avant la pénétration des larves dans les organes de la plante. Gomide *et al.* (2001) fait remarquer que la surveillance des œufs est avantageuse car elle est aussi la première indication de la présence de ce ravageur, ils préconisent l'utilisation d'insecticides pour le contrôle des larves nouvellement écloses, à ce stade les larves sont plus vulnérables aux produits insecticides.

### 3.1.2. Taux de mortalité embryonnaire

Les taux de mortalité embryonnaire ont été calculés pour les différents insecticides expérimentés après chaque application. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 22.

**Tableau 22:** Taux de mortalité embryonnaire (%)

Traitements	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Premier traitement	36,38	59,41	53,17	55,29	56,16	65,00	70,40
Deuxième traitement	24,90	38,91	13,09	45,03	46,03	63,08	68,32
Troisième traitement	23,27	66,44	61,47	49,72	65,14	57,7	52,95
Quatrième traitement	71,25	83,12	67,68	79,83	85,58	76,39	73,54

A la première et la deuxième application des traitements, le taux de mortalité le plus élevé a été noté au niveau des parcelles traité avec le Spinetoram (70,4 % et 68,32% respectivement) et le taux le plus faible été noté au niveau des parcelles traitées le Chlorantranilprole en association avec le Thiametoxam et la Lambda Cyhalothrine (36,38 % et 13,03% repectivement). A la troisième et la quatrième application, le Chlorantranilprole + Abamectine et le Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrine ont donné le taux de mortalité le plus élevé par rapport aux autres produits (66,44% et 85,58%).

Le Lufenuron est en position intermédiaire avec des taux de mortalité variant de 55,29%, 45,03%, 49,72% et 79,83% respectivement de la première jusqu'à la dernière intervention.

La comparaison des moyennes des taux de mortalité embryonnaire par le teste Anova à montrée une différence hautement significative entre les différentes matières actives expérimenté et entre les quatre interventions effectuées, la probabilité calculée est de 0,0001. Le résultat de ce test est représenté par la figure 44 et le tableau 23.

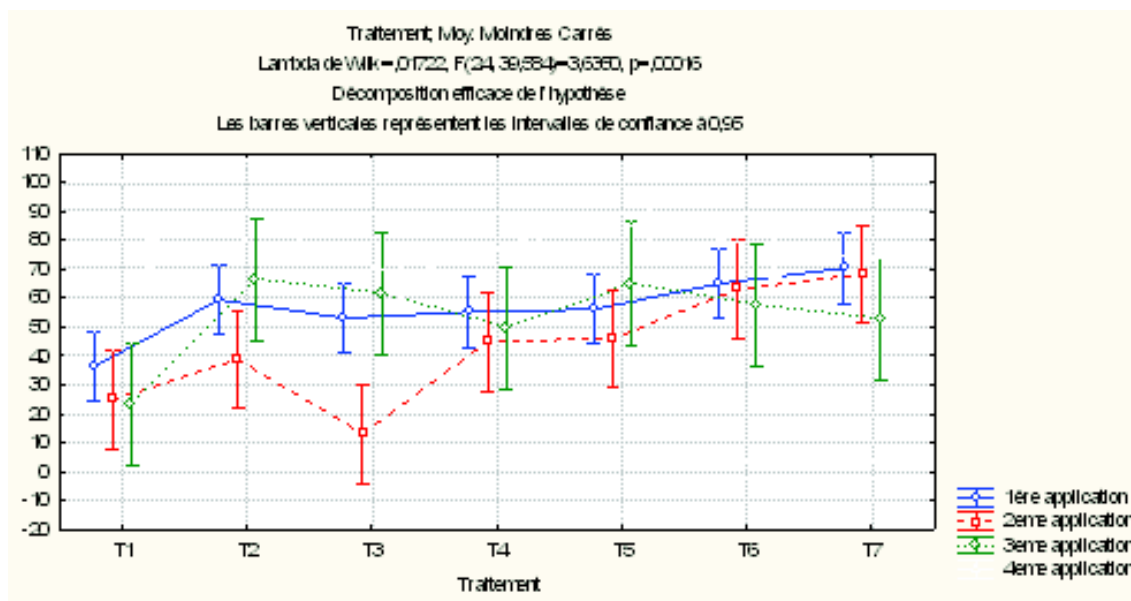


Figure 44: Comparaison des taux de mortalités embryonnaires.

Tableau 23: Comparaison des taux de mortalités embryonnaires par Anova:

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	0,001981	1385,756	4	11,00000	0,000**
Traitements	Wilk	0,017215	3,635	24	39,58446	0,0001

Selon les résultats de l'étude de la dynamique de la population embryonnaire, la première et la deuxième application réalisées le 13 et le 20 Mars ont lieu à la même période de l'apparition du pic de la deuxième génération de la population embryonnaire,

le Spinetoram et à montré un effet ovicide important durant cette période. La troisième et la quatrième application réalisées le 27 Mars et le 03 Avril respectivement coïncident avec le début d'apparition de la troisième génération, et selon les résultats présentés précédemment les matières actives : Chlorantraniliprole + Abamectine et Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrine et ont diminué significativement le nombre moyen d'œufs lors des deux dernières applications, alors l'alternance de ces matières actives serait importante pour interrompre le développement des populations embryonnaires en diminuant les effectifs en œufs.

### 3.2. Effet sur la population larvaire

Pour l'évaluation de l'effet larvicide des différentes matières actives expérimentées nous avons procédé à la comparaison des nombres moyens de larves noté au niveau de chaque traitement par rapport au témoin non traité et par le calcul des taux de mortalités.

#### 3.2.2. Comparaison des densités moyennes des larves pour chaque traitement

Les densités moyennes en larves tous stades confondus dénombrées pour chaque parcelle élémentaire au cours de la période d'application des traitements insecticides sont représentés dans le tableau 24:

**Tableau 24: Résultats du dénombrement des larves**

Traitements	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Nombre moyen de larves avant traitement.	1,36 ±0,71	11,34 ±0,97	10,03 ±0,69	9,99 ±0,82	16,0 ±1,83	13,09 ±0,83	17,1 ±0,83	17,87 ±0,80
Nombre moyen de larves après le premier traitement.	4,52 ±2,77	11,31 ±0,93	10,00 ±0,76	10,2 ±0,87	17,37 ±1,96	11,0 ±0,84	18,3 ±0,69	18,1 ±0,76
Nombre moyen de larves après le deuxième traitement.	4,63 ±2,85	11,64 ±0,90	10,08 ±0,82	10,03 ±1,60	12,26 ±1,97	17,06 ±0,81	17,8 ±0,63	13,1 ±0,86
Nombre moyen de larves après le troisième traitement.	5,29 ±2,74	11,21 ±0,76	10,94 ±0,69	12,02 ±1,37	17,86 ±1,88	13,03 ±0,70	18,4 ±0,61	12,20 ±0,82
Nombre moyen de larves après le quatrième traitement.	5,90 ±2,96	11,49 ±0,75	10,09 ±0,76	12,28 ±0,81	12,9 ±0,99	10,0 ±0,75	15,03 ±0,64	10,7 ±0,86

Le dénombrement des larves au niveau de chaque traitement dans la période qui précède l'application des traitements insecticides a donné les résultats suivant : une moyenne de 1,36 ±0,71 larves/feuille au niveau du témoin et des moyennes variables de 0,71 ±0,67 à 2,60 ±1,83 larves/feuille pour les autres traitements.

Les notations réalisées après la première application ont révélées les résultats suivants: le nombre moyen de larves le plus élevé à été noté au niveau du témoin non traité (4,52 ±2,77 larves/feuille). La moyenne la plus faible a été notée au niveau des parcelles traitées avec le Spinetoram (0,81 ±0,76 larves/feuille). Après le premier traitement, les associations de matières actives Chlorantraniliprole + Abamectine, Chlorantraniliprole + Lambda Cyhalothrine et Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrine ont permis de garder le

même niveau d'infestation noté avant traitement. La comparaison des moyennes par Anova a montrée une différence très hautement significative ( $P = 0,0001^{**}$ ) entre les différents traitements (Fig.45 et tableau 25).

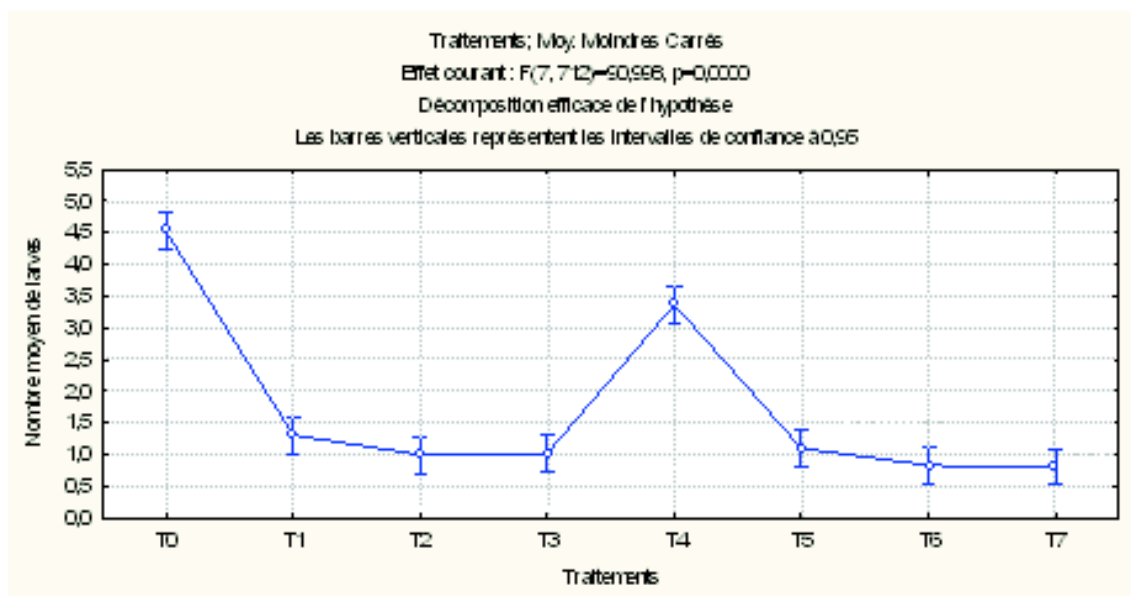


Figure 45: Comparaison des moyennes des larves après le premier traitement.

Tableau 25: Comparaison des moyennes des larves par Anova après le premier traitement :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	2194,513	1	2194,513	1131,430	0,00**
Traitements	Wilk	1235,499	7	176,500	90,998	0,00**

A la deuxième application des traitements, le nombre de larves le plus élevé a été noté au niveau du T0 avec une densité moyenne de  $4,63 \pm 2,85$  larves/feuille. La moyenne la plus faible a été enregistrée au niveau des parcelles traitées avec l'Emamectine Benzoate ( $0,78 \pm 0,63$  larves/feuille). La comparaison des moyennes par Anova a montrées une différence très hautement significative entre les traitements ( $P = 0,0001^{**}$ ). (Fig.46) et tableau 26.

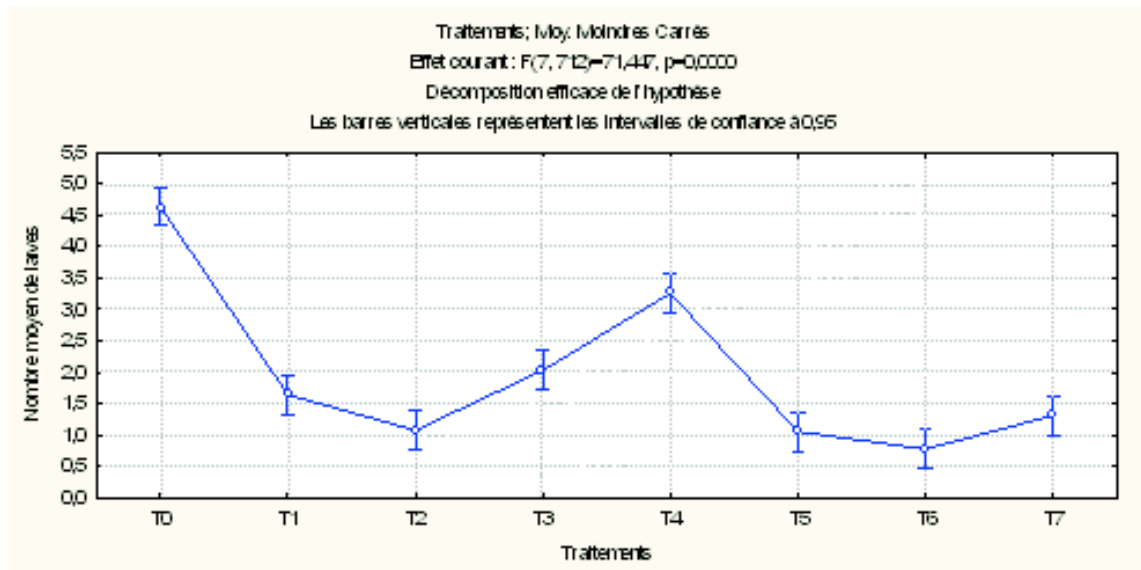


Figure 46: Comparaison des moyennes des larves après le deuxième traitement.

Tableau 26: Comparaison des moyennes des larves par Anova après le deuxième traitement :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	2804,501	1	2804,501	1262,549	0,00**
Traitements	Wilk	1110,932	7	158,705	71,447	0,00**

Après la troisième application, la densité moyenne la plus élevée a été enregistrées au niveau du témoin non traité, elle est de 5,29  $\pm$  2,74 larves/feuille. Le traitement avec l'Emamectine Benzoate a révélé le nombre moyen de larves le plus faible (0,84  $\pm$  0,60 larves/feuille). La comparaison des moyennes par le test Anova a montré une différence très hautement significative entre les différents traitements ( $P = 0,0001^{**}$ ) (Fig.47 et tableau 27).

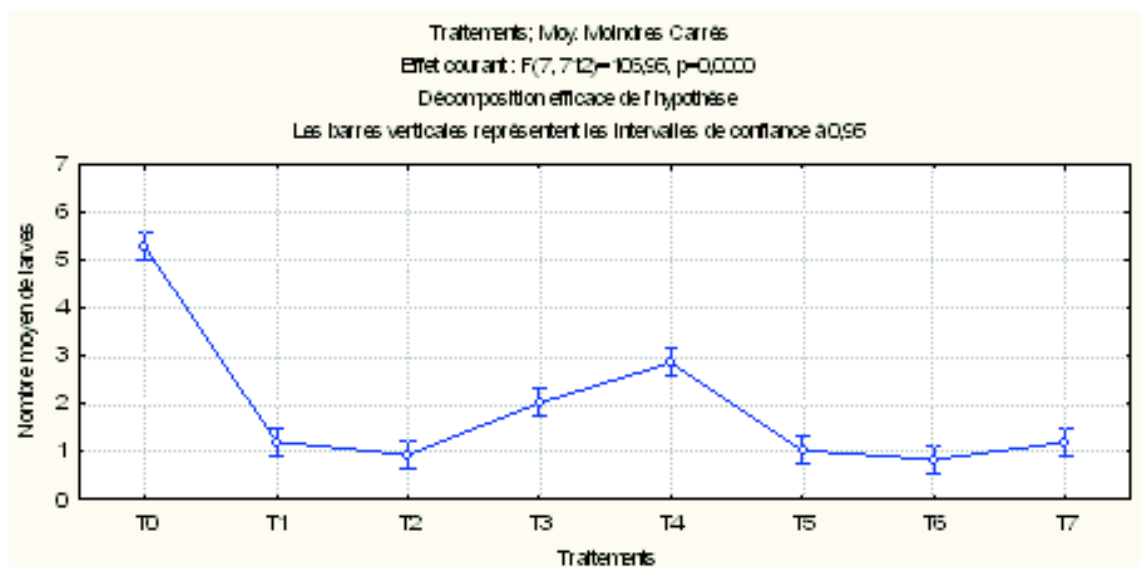


Figure 47: Comparaison des moyennes des larves après le troisième traitement.

Tableau 27: Comparaison des moyennes des larves par Anova après le troisième traitement :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	2668,050	1	2668,050	1374,169	0,00**
Traitements	Wilk	1453,550	7	207,650	106,949	0,00**

Les résultats des infestations par les larves après la dernière application des traitements insecticides ont mis en évidence des moyennes différentes d'un traitement à un autre. La densité la plus élevée a été noté au niveau du témoin non traité avec une moyenne de  $5,90 \pm 2,96$  larves/feuille. Les matières actives Chlorantraniliprole + Abamectine, Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrine, Emamectine Benzoate, et Spinetoram ont données les valeurs moyennes les plus faibles elles sont de  $1,09 \pm 0,76$  larves/feuille,  $1,00 \pm 0,75$  larves/feuille,  $1,03 \pm 0,64$  larves/feuille et  $1,07 \pm 0,86$  larves/feuille respectivement. L'analyse des résultats obtenus par le teste Anova a montré un effet très hautement significatif entre les traitements ( $P = 0,0001^{**}$ ) (Fig.48), tableau 28.

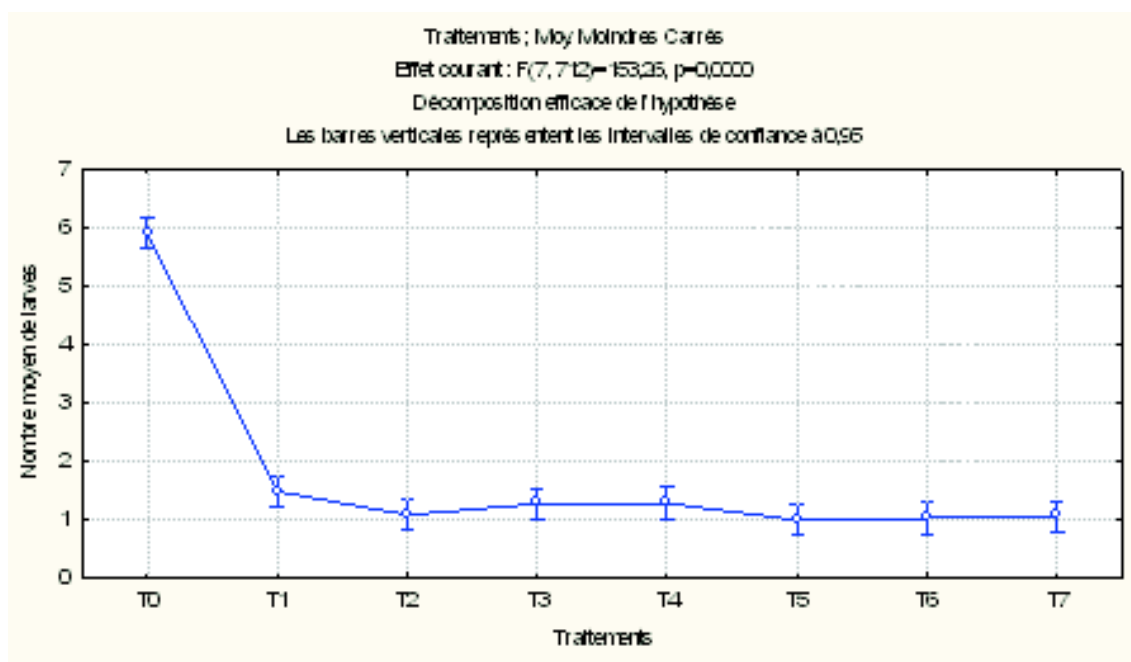


Figure 48: Comparaison des moyennes des larves après le quatrième traitement.

Tableau 28: Comparaison des moyennes des larves par Anova après le quatrième traitement :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	2250,735	1	2250,735	1361,622	0,00**
Traitements	Wilk	1773,343	7	253,335	153,259	0,00**

### 3.2.3. Taux de mortalité larvaire:

Les taux de mortalité larvaire ont été calculés pour les différentes matières actives expérimentées après chaque application. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 29.

Tableau 29: Taux de mortalité larvaire (%).

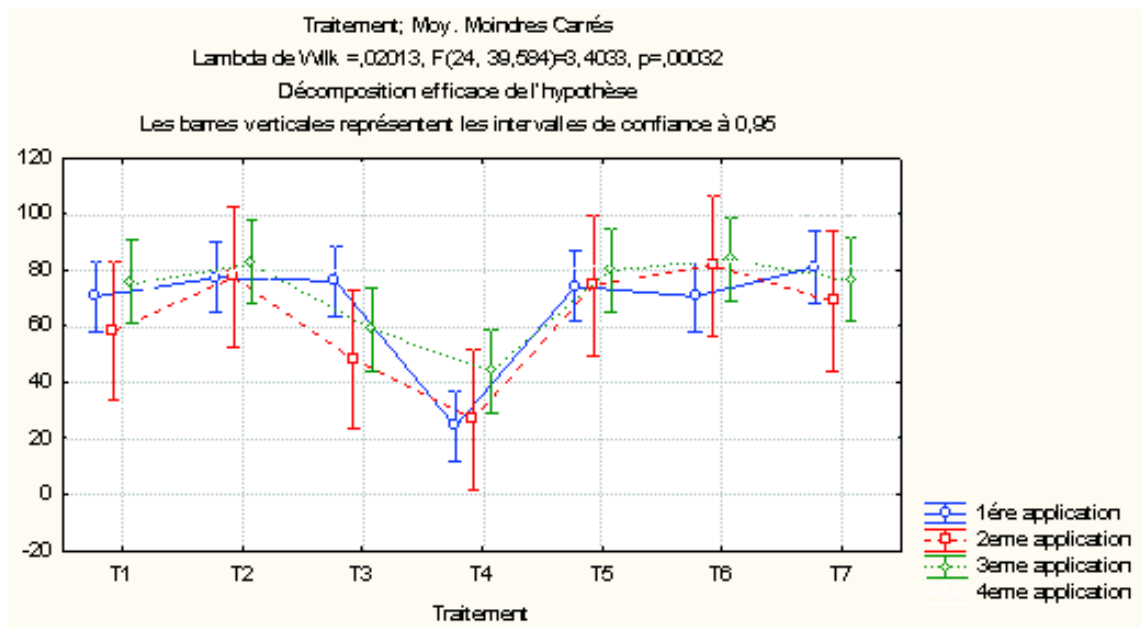
**Contribution à la lutte intégrée contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sous serre**

Traitements	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Premier traitement	70,65	77,35	76,16	24,26	74,19	70,65	81,05
Deuxième traitement	58,4	77,56	48,2	26,87	74,59	81,8	68,81
Troisième traitement	75,71	82,83	59,01	43,99	79,91	83,98	76,56
Quatrième traitement	74,55	82,25	77,87	77,39	82,94	82,88	81,48

Après la première application, le Spinetoram a provoqué la mortalité larvaire la plus élevée comparant aux autres matières actives avec un taux de 81,05%.

Dès la deuxième application des traitements, l'Emamectine Benzoate a révélé le taux de mortalité le plus élevé variant de 81,80 % à la deuxième application, 83,98% à la troisième application et 82,88 % à la quatrième application.

Le Lufenuron s'est avéré le produit le moins efficace sur la population larvaire avec un taux de mortalité relativement faible qui vari de 24,26% après la première application, 26,87% 43,99% après la troisième application pour atteindre à la dernière application un taux de mortalité élevé de 77,39%. A la dernière application, le Thiametoxam + Lambda Cyhalothrine a montré l'effet larvicide le plus efficace avec une mortalité de 82,94% et le taux de mortalité le plus faible a été noté au niveau des parcelles traitées avec l'association Chlorantraniliprole + Thiametoxam (74,55%). La comparaison des moyennes des taux de mortalité larvaire par le teste Anova à montrée une différence très hautement significative entre les différents traitements et entre les quatre interventions effectuées avec une probabilité de 0,0003 (figure 49 et tableau 30).



**Figure 49:** Comparaison des taux de mortalités larvaires.

**Tableau 30:** Comparaison des taux de mortalités larvaires par Anova:

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	0,001996	1374,717	4	11,00000	0,0000
Traitements	Wilk	0,020129	3,403	24	39,58446	0,0003

Sur la base de ces résultats, il apparaît une variabilité des taux de mortalité au niveau de la population larvaire entre les différents traitements. Le Spinetoram a montré une bonne



efficacité dès la première application. La nouvelle molécule, le Chlorantraniliprole qui de la famille des Diamides est plus efficace sur les larves en association avec l'Abamectine qui appartient à la famille des Avermectines par rapport à son association avec le Thiametoxam et la Lambda Cyhalothrine.

Le Lufenuron a donné des taux de mortalité qui varient de 24,26% à 77,39%, ces taux sont inférieurs à ceux obtenus par Castelo *et al.*, en 2001 qui ont trouvé des taux de mortalité larvaire de 67 à 72%. L'application du Lufenuron qui est un régulateur de croissance qui inhibe la synthèse de la chitine, a montré une action lente sur les larves, ce phénomène est dû selon Casafe, 2001, Estay et Brun, 2002a au temps qui peut séparer l'application de cette matière active et la mue. Cette matière active est très utilisée d'une manière excessive par les agriculteurs, les populations de *T. absoluta* ne vont pas tarder de développer une résistance à l'égard de cet insecticide donc il serait intéressant de l'utiliser en alternance avec d'autres matières actives avec un mode d'action différent.

Salazar et Araya, 1997 et Lietti *et al.*, 2005 ont signalé la résistance des populations de *T. absoluta* à la Lambda Cyhalothrine et ainsi que d'autres matières actives Deltaméthrine, Métamidophos, Esfenvalérate, et Mévinphos. Castelo *et al.*, 2003 a recommandé la suspension immédiate de l'utilisation des Pyréthrinoïdes et les Organophosphorés pour le contrôle de *T. absoluta*.

## 4. Effet des insecticides expérimentés sur le nombre de mines

### 4.1. Effet sur le nombre de mines < 0,5 cm

---

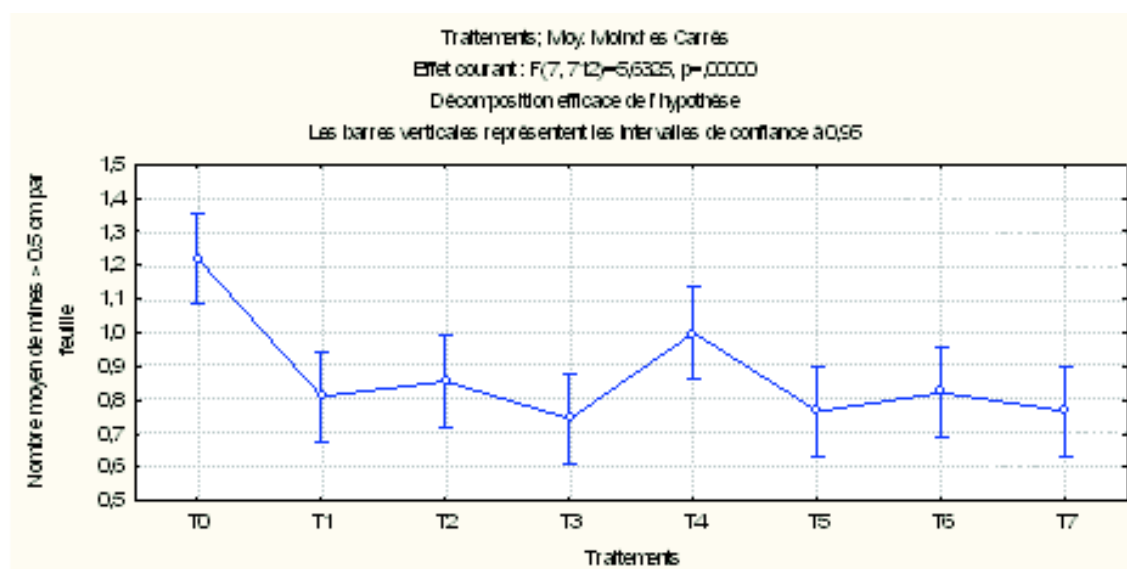
Nous avons réalisé un comptage des mines qui ont un diamètre < 0,5 cm, ces dernières hébergent les jeunes stades larvaires et elles nous renseignent sur les nouvelles éclosions donc c'est une confirmation de l'effet ovicide des matières actives testées. Le dénombrement des mines < 0,5 cm a donné les résultats regroupés dans le tableau 31.

Tableau 31: Résultats du dénombrement des mines < 0,5 cm

**Contribution à la lutte intégrée contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sous serre**

Traitements	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Nombre moyen des petites mines avant traitement.	0,64 ± 0,48	0,84 ± 0,54	0,70 ± 0,7	0,8 ± 0,58	0,52 ± 0,34	0,67 ± 0,47	0,71 ± 0,5	0,86 ± 0,76
Nombre moyen des petites après le premier traitement.	1,22 ± 0,79	0,81 ± 0,69	0,86 ± 0,73	0,74 ± 0,65	0,50 ± 0,42	0,77 ± 0,64	0,82 ± 0,7	0,77 ± 0,64
Nombre moyen des petites après le deuxième traitement.	3,84 ± 1,91	0,90 ± 0,99	0,57 ± 0,92	0,14 ± 0,99	0,37 ± 1,17	0,2 ± 1,27	0,32 ± 1,44	0,29 ± 1,76
Nombre moyen des petites après le troisième traitement.	4,44 ± 2,46	0,27 ± 1,32	0,16 ± 0,82	0,13 ± 0,92	0,66 ± 1,27	0,61 ± 1,29	0,52 ± 1,58	0,01 ± 1,26
Nombre moyen des petites après le quatrième traitement.	4,50 ± 1,98	0,17 ± 1,25	0,37 ± 0,98	0,59 ± 0,98	0,67 ± 0,96	0,96 ± 1,17	0,44 ± 1,24	0,63 ± 0,98

Le nombre moyen en petites mines au niveau du témoin non traité avant l'application des traitements été de  $0,64 \pm 0,48$  mines/feuille. La parcelle la plus infestée par les jeunes larves est la T7 avec une moyenne de  $0,86 \pm 0,76$  mines/feuille. Après la première application des traitements, la moyenne la plus élevée a été notée au niveau du témoin non traité  $1,22 \pm 0,79$  mines/feuille. Le premier traitement avec le Chlorantraniliprole + Thiametoxam, Chlorantraniliprole + Abamectine, Spinetoram et Chlorantraniliprole + Lambda Cyhalothrine a permis de maintenir presque les mêmes niveaux d'infestation par les jeunes larves par rapport à la période avant traitement. Ces résultats ont été soumis à une analyse de la variance afin d'obtenir plus d'informations, le test Anova a montré une différence non significative entre les traitements ( $P= 0,22$ ) (Fig.50 et tableau 32).



**Figure 50:** Comparaison des moyennes des petites mines après le premier traitement.

**Tableau 32:** Comparaison des moyennes des mines < 0,5 cm par Anova après le premier traitement :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	549,5014	1	549,5014	1308,755	0,00**
Traitements	Wilk	16,5542	7	2,3649	5,632	0,00**

Après la deuxième application des traitements, la moyenne des petites mines la plus élevée a été notée au niveau du témoin non traité ( $3,84 \pm 1,91$  mines/feuille). La densité la plus faible a été notée au niveau des parcelles traitées avec le Spinetoram avec une valeur moyenne de  $1,29 \pm 0,74$  mines/feuille. La probabilité calculée est très hautement significative ( $p=0,0001$ ) (Fig.51) et tableau 33.

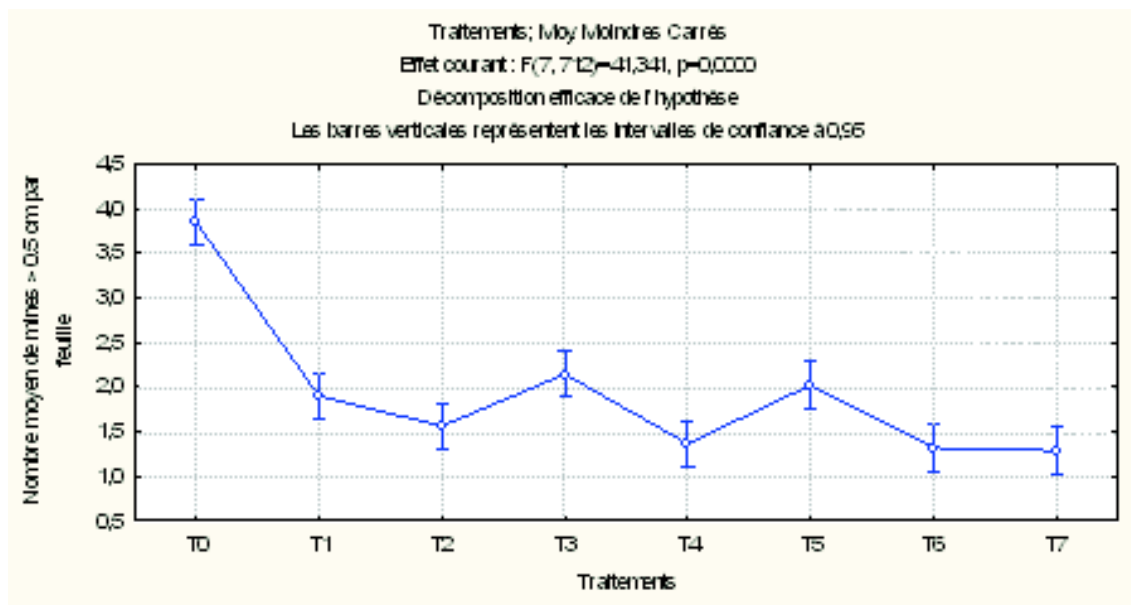


Figure 51: Comparaison des moyennes des petites mines après le deuxième traitement.

Tableau 33: Comparaison des moyennes des mines < 0,5 cm par Anova après le deuxième traitement:

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	2687,335	1	2687,335	1745,557	0,00**
Traitements	Wilk	445,521	7	63,646	41,341	0,00**

A la troisième application la valeur moyenne la plus élevée est enregistrée au niveau du T0, elle est de  $4,44 \pm 2,46$  mines/feuille. L'application de l'Emamectine Benzoate a donné le nombre de mines le plus faible avec une moyenne  $1,52 \pm 0,86$  mines/feuille. L'analyse de la variance a permis de calculer une probabilité très hautement significative ( $P=0,0001$ ) (Fig.52 et tableau 34).

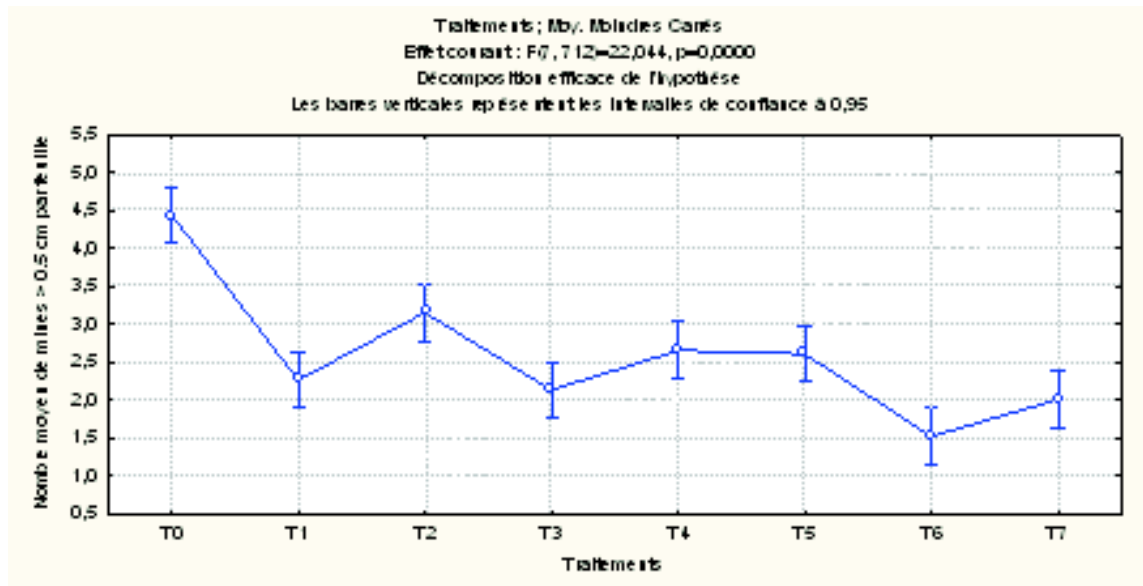
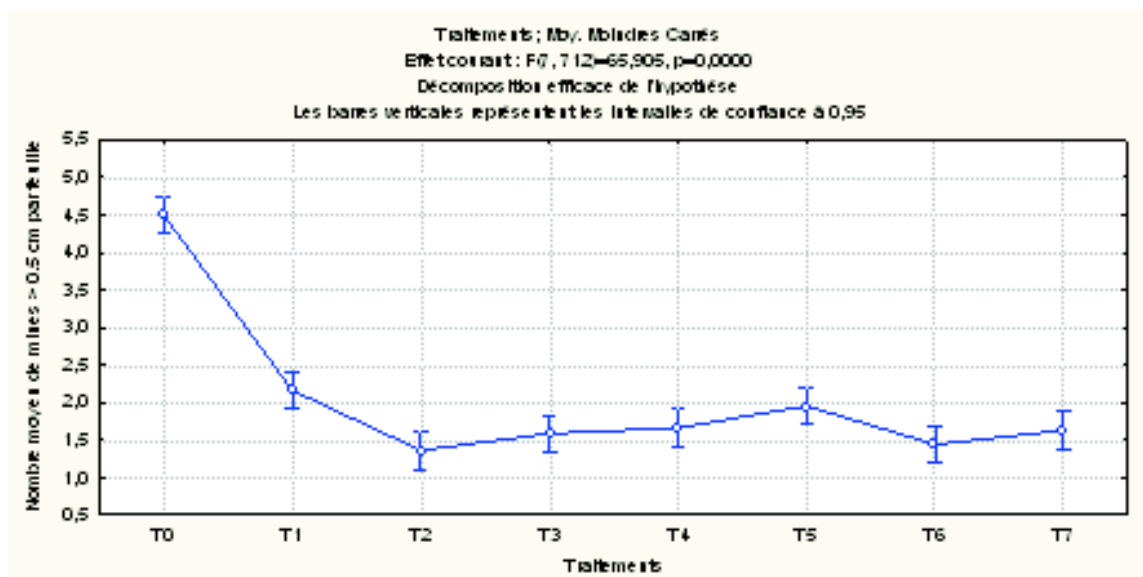


Figure 52: Comparaison des moyennes des petites mines après le troisième traitement.

Tableau 34: Comparaison des moyennes des mines < 0,5 cm par Anova après le troisième traitement:

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	4867,200	1	4867,200	1503,317	0,00**
Traitements	Wilk	499,600	7	71,371	22,044	0,00**

Les notations réalisées après la quatrième application des traitements ont mis en évidence des densités moyennes différentes, le témoin présent la valeur la plus élevée ( $4,50 \pm 1,98$  mines/feuille). Les parcelles traitées avec l'association Chlorantraniliprole + Abamectine sont moins infestées par les jeunes larves avec une moyenne de  $1,37 \pm 0,98$  mines/feuille. L'analyse de la variance a permis de calculer une probabilité très hautement significative ( $P=0,0001$ ) (Fig.53 et tableau 35).



**Figure 53: Comparaison des moyennes des petites mines après le quatrième traitement.**

**Tableau 35: Comparaison des moyennes des mines < 0,5 cm après le quatrième traitement :**

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	2997,168	1	2997,168	2078,623	0,00**
Traitements	Wilk	665,199	7	95,028	65,905	0,00**

Le Spinetoram a donné le taux de mortalité larvaire le plus important à la première et à la deuxième application qui ont coïncidé avec le pic de la deuxième génération des larves du premier stade et une faible densité des petites mines. A la troisième et la quatrième application l'Emamectine Benzoate et l'association Chlorantraniliprole + Abamectine ont donné le nombre moyen de mines le plus faible et des taux de mortalité larvaire élevé. Cela peut être expliqué par la sensibilité des jeunes larves à ces matières actives.

## 4.2. Effets sur le nombre de mines > 0,5 cm

Le dénombrement des grandes mines permis l'évaluation de l'effet larvicide des matières actives expérimentées sur les larves âgées. Les résultats du dénombrement des grandes mines sont représentés dans le tableau 36:

**Tableau 36: Résultats du dénombrement des mines > 0,5 cm :**

Traitements	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Nombre moyen des grandes mines avant traitement.	1,06 ± 0,85	1,31 ± 0,92	2,00 ± 0,62	2,99 ± 0,18	1,79 ± 0,95	0,58 ± 0,16	0,84 ± 0,72	2,03 ± 0,85
Nombre moyen des grandes mines après le premier traitement.	1,48 ± 0,68	1,56 ± 0,71	1,03 ± 0,81	1,91 ± 0,68	0,67 ± 0,50	0,73 ± 0,54	1,00 ± 0,60	0,7 ± 0,68
Nombre moyen des grandes mines après le deuxième traitement.	2,01 ± 0,57	1,67 ± 0,58	1,01 ± 0,63	1,51 ± 0,16	1,63 ± 0,64	1,71 ± 0,59	1,73 ± 0,51	1,69 ± 0,57
Nombre moyen des grandes mines après le troisième traitement.	4,57 ± 0,74	1,27 ± 0,78	1,14 ± 0,49	1,98 ± 0,82	1,27 ± 0,27	2,02 ± 0,44	1,32 ± 0,76	2,29 ± 0,74
Nombre moyen des grandes mines après le quatrième traitement.	5,61 ± 0,64	1,57 ± 0,79	1,21 ± 0,53	1,04 ± 0,27	1,36 ± 0,89	1,69 ± 0,96	1,06 ± 0,78	1,23 ± 0,64

Avant l'application des traitements le T4 présente la densité la plus élevée en grandes mines ( $1,79 \pm 0,95$  mines/feuille). Le Lufenuron a permis de diminuer le nombre de grandes mines après sa première application avec une moyenne de  $0,67 \pm 0,50$  mines/feuille. A la deuxième application, l'association Chlorantraniliprole + Lambda Cyhalothrine a donné la moyenne la plus faible en grandes mines ( $0,51 \pm 0,16$  mines/feuille). Après la troisième application des insecticides, l'association Chlorantraniliprole + Thiametoxam a donné la moyenne la plus faible en grandes mines ( $1,07 \pm 0,78$  mines/feuille), à la dernière application l'association Chlorantraniliprole + Lambda Cyhalothrine a montré une efficacité meilleure sur les larves âgées avec une moyenne de  $1,04 \pm 0,73$  mines/feuille. La comparaison des

moyennes obtenues par le test Anova a mis en évidence des différences très hautement significatives ( $P=0,0001$ ) (Fig.54 à 57 et tableaux 37 à 40).

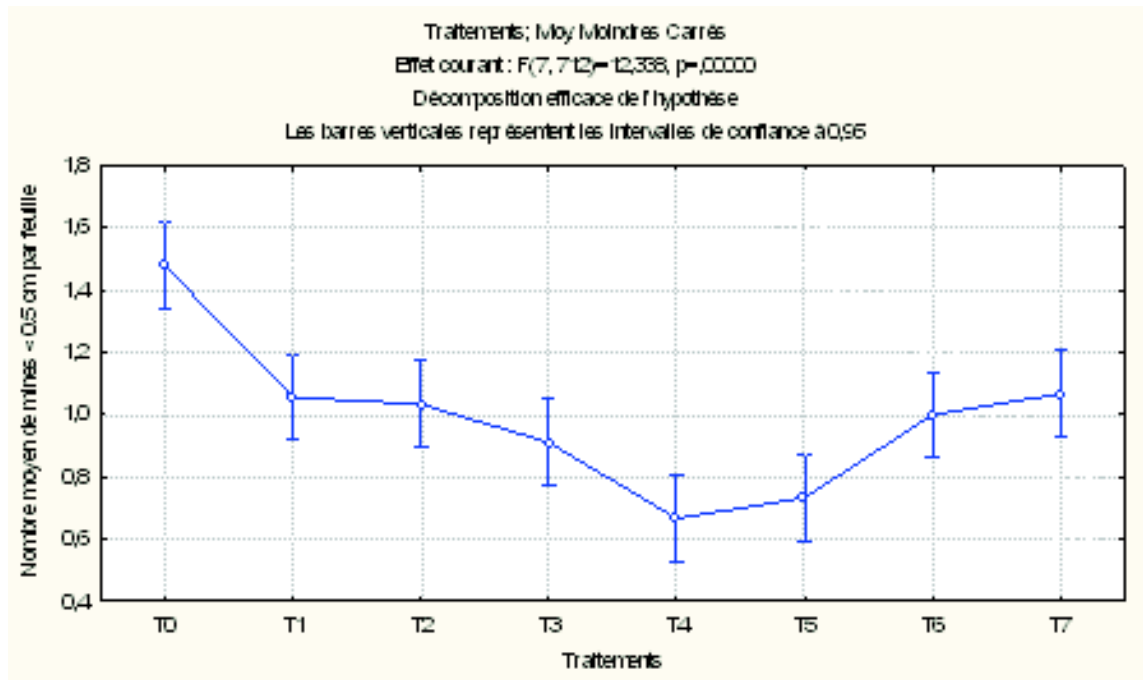
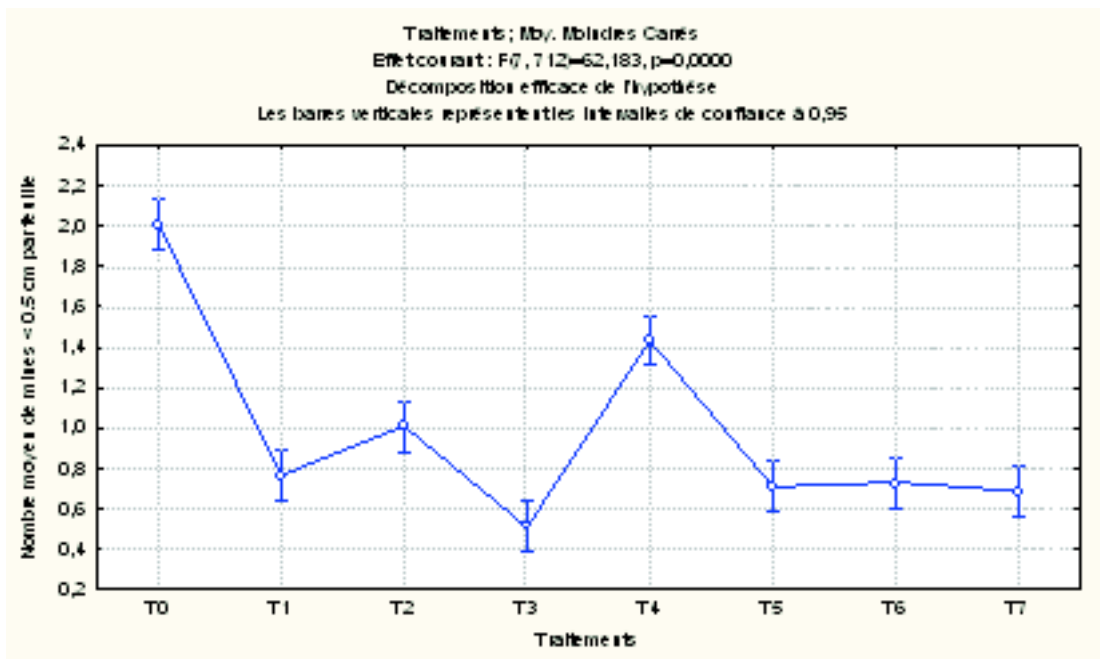


Figure 54: Comparaison des moyennes des grandes mines après le premier traitement.

Tableau 37: Comparaison des moyennes des mines > 0,5 cm par Anova après le premier traitement :

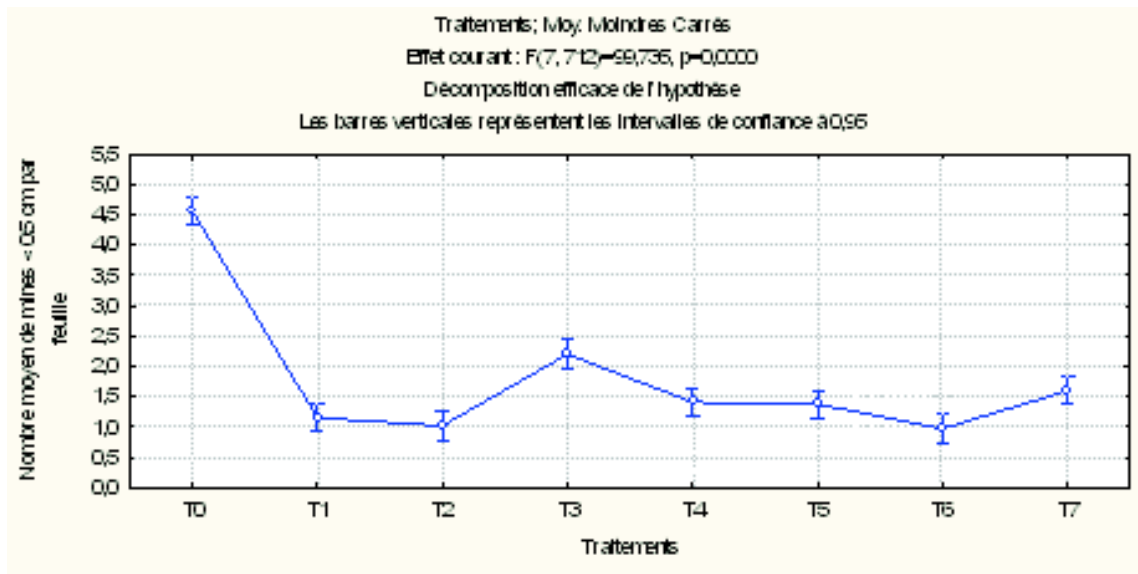
Effet	Teste	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	710,0347	1	710,0347	1596,961	0,00**
Traitements	Wilk	38,3986	7	5,4855	12,338	0,00**



**Figure 55:** Comparaison des moyennes des grandes mines après le deuxième traitement.

Tableau 38: Comparaison des moyennes des mines > 0,5 cm par Anova après le deuxième traitement :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	696,2000	1	696,2000	1920,965	0,00**
Traitements	Wilk	157,7556	7	22,5365	62,183	0,00**



**Figure 56:** Comparaison des moyennes des grandes mines après le troisième traitement.

Tableau 39: Comparaison des moyennes des mines > 0,5 cm par Anova après le troisième traitement :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	2304,089	1	2304,089	1809,166	0,00**
Traitements	Wilk	889,133	7	127,019	99,735	0,00**

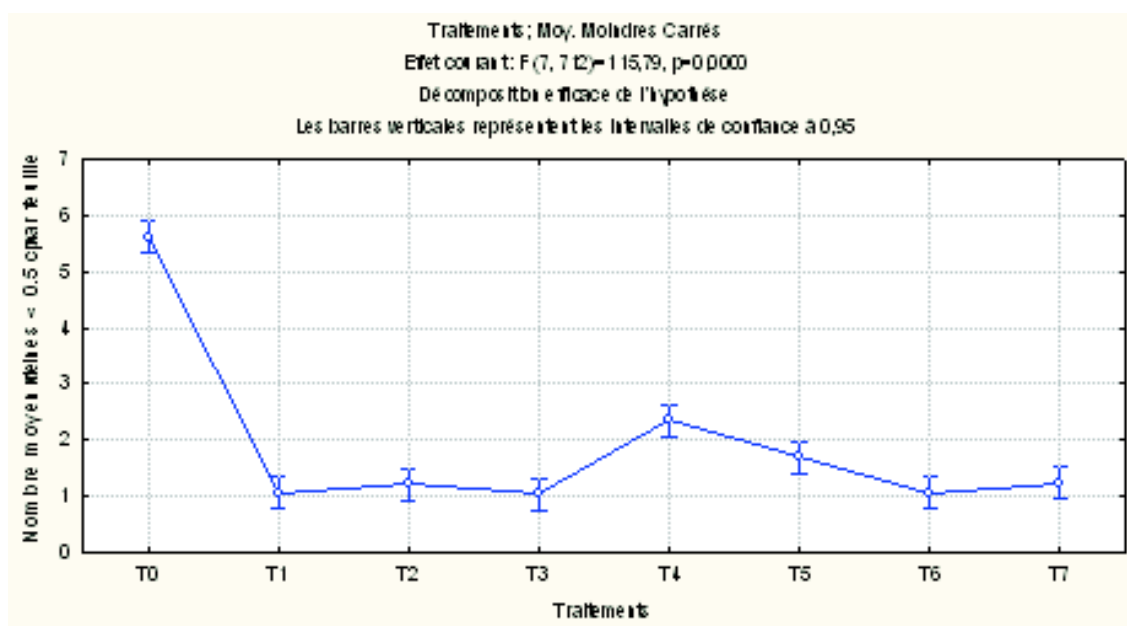


Figure 57: Comparaison des moyennes des grandes mines après le quatrième traitement.

Tableau 40: Comparaison des moyennes des mines > 0,5 cm par Anova après le quatrième traitement :

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	2622,050	1	2622,050	1382,342	0,00**
Traitements	Wilk	1537,417	7	219,631	115,789	0,00**

Selon Bogorni et al. (2003), les dommages potentiels de ce ravageur sont établis non seulement par son cycle relativement court, mais aussi par des larves de grande consommation de mésophile, en particulier celles du dernier stade. Alors une meilleure efficacité des matières actives contre les larves du dernier stade est recherchée afin de diminuer les dégâts, le Chlorantraniliprole en association avec la Lambda Cyhalothrine et avec Thiametoxam a donné une bonne efficacité sur les larves âgées.

## 5. Effet des insecticides expérimentés sur le rendement

Afin d'évaluer l'effet des matières actives expérimentées sur la production nous avons effectué un triage des fruits récoltés au niveau de chaque parcelle élémentaire, Selon les travaux de Moore (1983) et Haji et al. (1995), tous les fruits piqués par les larves sont considérés comme perte de récolte, quel que soit le nombre de larves à l'intérieur du fruit, parce que la survenance d'une seule larve déprécie déjà le fruit.

Les résultats du nombre de fruits sains et attaqués ont été soumis à une analyse de la variance, afin de ressortir l'effet des différentes matières actives testées sur le rendement, les résultats obtenus sont représentés sur la figure 58 et le tableau 41.



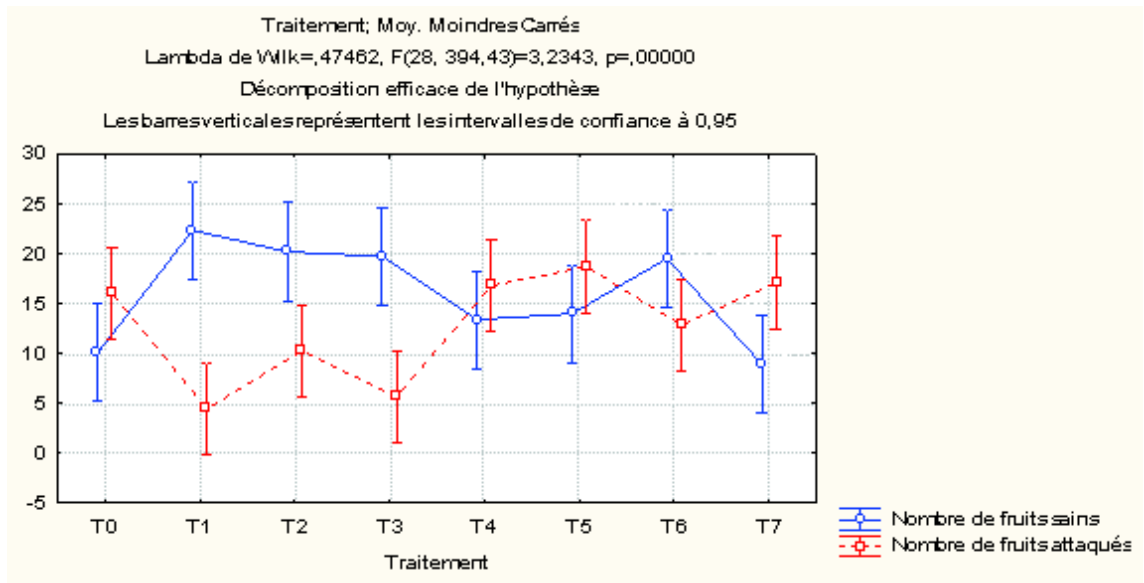


Figure 58: Comparaison des moyennes des fruits sains et attaqués

Le test Anova a révélé une différence très hautement significative entre les traitements et le témoin non traité ( $p = 0,0001$ ).

Tableau 41: Comparaison des moyennes des fruits sains et attaqués par Anova

Effet	Test	Valeurs	F	Effet dl	Erreur dl	P
Ordre d'origine	Wilk	0,171029	132,0795	4	109,0000	0,0001
Traitements	Wilk	0,474623	3,2343	28	394,4273	0,0001

Pour mieux illustrer l'effet des insecticides sur le rendement nous avons calculé les pourcentages de fruits sains et attaqués pour chaque traitement (figures 59 et 60).

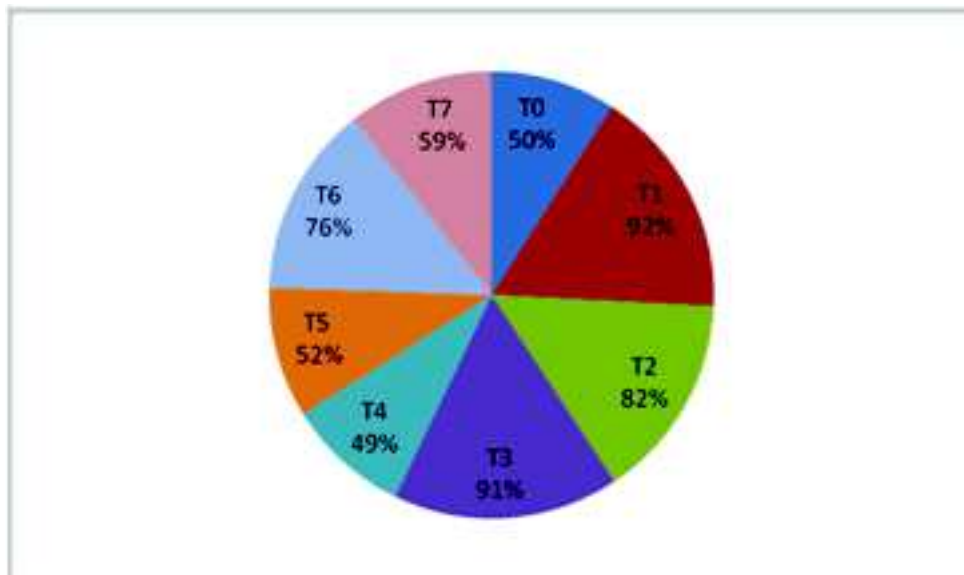
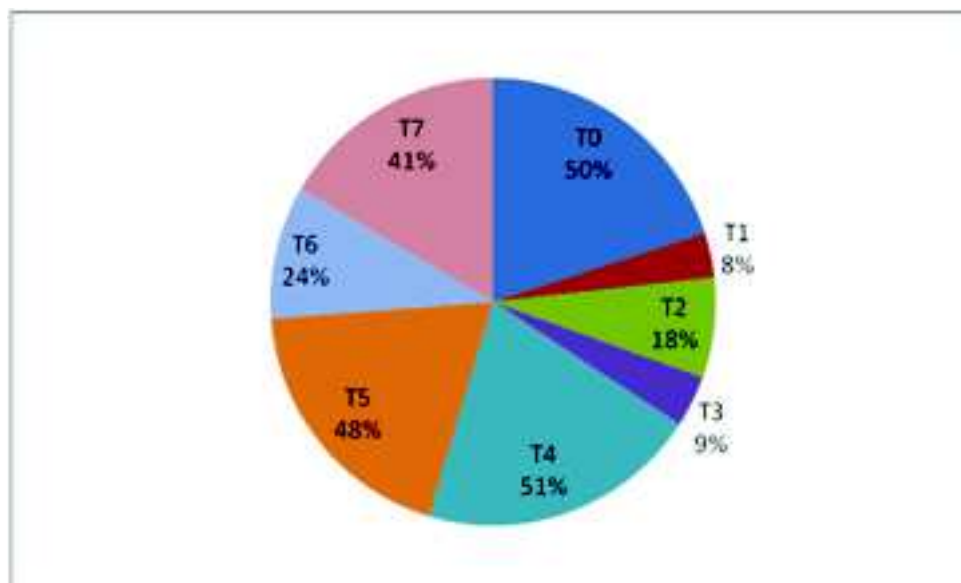


Figure 59: Pourcentages de fruits sains pour chaque traitement.



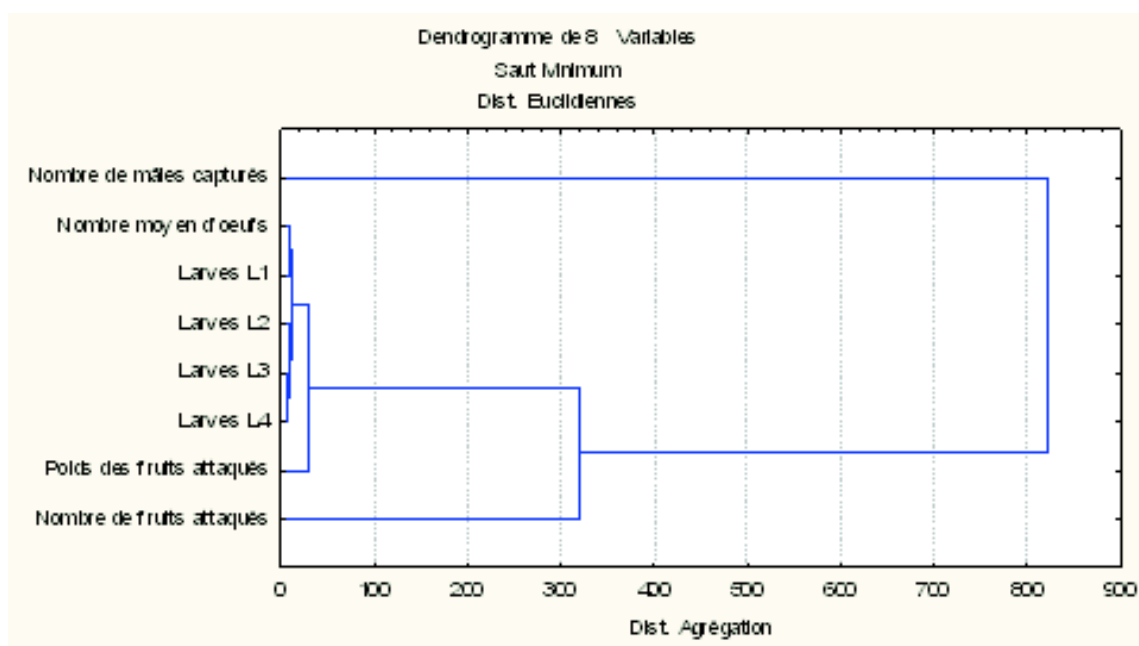
**Figure 60:** Pourcentages de fruits atteints pour chaque traitement.

Selon Benvenga *et al.* (2003), la baisse de productivité causée par les larves est due aux dommages directs (perte de fruits) et non pas aux préjudices causés aux feuilles (réduction de surface foliaire).

Les parcelles élémentaires traitées avec l'association Chlorantraniliprole + Thiametoxam ont donné un pourcentage plus élevée de fruits sains (92% de la production du T1), la même matière active a donné une bonne efficacité sur la densité des grandes mines donc il existe une relation entre la partie végétative et l'infestation des fruits, ce même résultat a été obtenu par Gravena en 1991 qui a souligné que l'infestation sur les parties végétatives peut affecter indirectement la production en réduisant la surface foliaire. Par contre Caffarini *et al.* (1999) ont conclu qu'il ya une faible influence de l'infestation des feuilles par les larves sur le rendement de la tomate et les feuilles ne doivent pas être considérées comme un indicateur des dommages potentiels de cet organisme nuisible. Le témoin non traité T0 a donné une production de 50% de fruits sains et 50% de fruits atteints. Le traitement avec les deux associations, Chlorantraniliprole+Abamectine et Chlorantraniliprole + Lambda Cyhalothrine a donné un pourcentage élevé de fruits sains 82% et 91% respectivement.

## 6. Classification hiérarchiques des variables considérées

L'objectif principal est de rassembler les variables par les mesures de similarité pour identifier les plateaux, où de nombreuses classes sont générées à une distance d'agrégation voisine. Le diagramme horizontal retraçant l'agrégation successive des variables étudiées est représenté sur la figure 61.



**Figure 61:** Classification hiérarchique des variables étudiées.

La distance d'agrégation en fonction des étapes consécutives montre qu'elle regroupe la similarité des variables voisines, nombre moyen d'œuf et nombre moyen de larves du premier, deuxième, troisième et quatrième stade. Il existe une proportionnalité entre les deux paramètres précédents. En deuxième position, les variables citées précédemment présentent une similarité avec les poids des fruits attequés. Le nombre de fruits attequés est en relation avec les variables précédentes. En dernier lieu la population imaginaire est en relation avec toutes les variables étudiées, alors la variabilité des facteurs considérés est sous la dépendance du nombre d'adultes capturés. Selon Faccioli, 1993; Benvenga *et al.*, 2007, les captures d'adultes sont en corrélation avec les dommages des larves et des pertes de rendement.

## 7. Recherche des ennemis naturels:

### 7.1. Les prédateurs

Au cours de cette expérimentation plusieurs espèces prédatrices des larves ont été observées au terrain. Les punaises prédatrices *Nesidiocoris tenuis* (Fig.62) et *Macrolophus caliginosus* (Fig.63) sont observées dans les serres à partir du printemps et leur densité augment vers la fin du cycle de la culture. Selon Arno *et al.*, 2009; Molla *et al.*, 2009; Urbaneja *et al.*, 2009), *N. tenuis* s'attaque aux œufs et aux larves de *T. absoluta*. Les adultes de cette espèce consomment chaque jour 100 œufs de *T. absoluta* par individu. Arno *et al.*, 2009, Molla *et al.*, 2009 ont montré que *N. tenuis* peut réduire les attaques de *T. absoluta* de 75 à 97% et l'infestation des fruits de 56 à 100%. *N. tenuis* et *M. caliginosus* sont également utilisés dans la lutte biologique contre d'autres ravageurs des cultures maraîchères tels que les aleurodes *Trialeurodes vaporariorum* et *Bemisia tabaci* (Ben

messaoud-Boukhalfa, 2004), les pucerons *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis gossypii*, les thrips *Frankliniella occidentalis*, et l'acarien *Tetranychus urticae* (Fauvelet *al.* 1987, Barnadas *et al.* 1998).



**Figure 62:** *Nesidiocoris tenuis*

(Originale)



**Figure 63:** *Macrolophus caliginosus*

(Originale)

La fourmi *Messor barbara* est également prédatrice des larves de *T. absoluta* (Bacci, 2006), elle a été observée vers la fin du cycle de la culture (Mai à Juin).

## 7.2. Les parasitoïdes

---

Lors de nos investigations, nous avons récolté le 29 Avril une larve de *Tuta absoluta* portant une larve d'une espèce parasite. Le suivi au laboratoire de la larve parasite nous a permis de mettre en évidence les différents stades de développement (Fig.64). La nymphose a eu lieu le 03 Mai. Cette phase a duré une semaine et l'adulte a émergé le 10 Mai, sa longévité été de cinq jours.

Après son émergence le parasite a été déterminé par le Professeur Doumandji S. comme une espèce de l'ordre des *Hymenoptères* et de la famille des *Bethylidae*. Selon (Miranda *et al.*, 1998a ; Botto et Lanteri, 1999; Berta *et al.*, 2000; Melo et Campos, 2000; Marchiori *et al.*, 2004) une espèce de cette famille est signalée en Amérique du sud comme parasite des larves de *Tuta absoluta*, il s'agit de *Goniozus nigrifemur* (*Hymenoptera* : *Bethylidae*).



**Stade larvaire**



**Stade adulte**



**Stade nymphal**

**Figure 64:** Stades de développement du parasite (*Hymenoptera* : *Bethylidae*)

(Original)

En plus de ce parasite, d'autres espèces de la famille des *Chalcididae* et des *Braconidae* ont été récoltées vers la fin du cycle de la culture. Ils peuvent être aussi des parasites larvaires de *T. absoluta*.

## Conclusion générale

La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) est considérée actuellement l'un des ravageurs les plus importants sur la tomate aussi bien en plein champ que sous serre. Actuellement le contrôle de ce ravageur dans les zones de cultures infestées est basé sur l'utilisation intensive irraisonnée des insecticides sans la moindre connaissance des conditions et des particularités biologiques du développement et de la multiplication de cette espèce. Sa rapidité d'extension et de développement dans toutes les régions à vocation maraîchère a conduit les chercheurs des différents domaines à s'intéresser à ce ravageur.

C'est dans ce cadre que nous avons mené cette étude qui fait partie des premiers travaux réalisés en Algérie sur ce ravageur. La partie expérimentale réalisée à la station de l'ITCMI de Staoueli sur une culture de tomate de la variété Agora cultivée sous serre a permis de mettre en évidence plusieurs aspects bioécologiques de cette espèce ainsi que l'évaluation de l'effet insecticide de certaines matières actives homologuées en Algérie et d'autres nouvelles molécules en cours d'homologation.

L'étude des caractéristiques biométriques des larves de *T. absoluta* a montré que ce ravageur passe par quatre stades larvaires qui sont différenciés par la taille du corps ainsi que la longueur et la largeur de la capsule céphalique.

L'étude des fluctuations des populations imaginaires de *T. absoluta* sur une période de six mois a révélé la présence de quatre générations successives et chevauchantes.

L'étude de la dynamique des populations embryonnaires et larvaires, nous a permis d'estimer approximativement la durée d'incubation des œufs (3,5 jours), la durée des quatre stades larvaires qui sont de 9 jours, 5,25 jours, 3,5 jours pour le premier, le deuxième et le troisième stade respectivement, et une durée de 10,5 jours du quatrième stade jusqu'à l'émergence des adultes à une température moyenne de 25,8°C et une humidité relative moyenne de 65,36%. Ainsi que la période entre l'émergence des adultes et la première génération de la population embryonnaire qui est de 10,5 jours.

Par ailleurs, l'étude de la dynamique des populations de ce ravageur montre l'influence des facteurs biotiques et abiotiques de façon à favoriser ou inhiber le développement des populations. Parmi les facteurs abiotiques le climat qui agit sur le développement et la mortalité des différents stades de la mineuse de la tomate. En effet, la mortalité naturelle a touché tous les stades (œufs et larves), pour le stade embryonnaire nous avons obtenu un taux de mortalité naturelle de 5,48 à 20,19%. Pour les différents stades larvaires nous avons noté des taux de mortalité de 8 à 25,18% pour le premier stade, 4,48 à 19,98% pour le deuxième stade et de 4,69 à 20,06% pour le troisième stade.

Les résultats de l'étude de la distribution des populations embryonnaires suivant l'âge des feuilles laissent apparaître une répartition étroitement liée à la phénologie de la plante hôte, les femelles de *T. absoluta* présentent une ponte préférentielle sur les feuilles de l'étage apical qui sont plus tendres et de haute valeur nutritionnelle.

L'étude de la distribution des populations embryonnaires selon la face foliaire montrent qu'au moment de la ponte, les femelles recherchent des sites qui peuvent assurer une protection et une alimentation adéquate à leur progéniture.

L'étude de la distribution spatiale des populations de *T. absoluta* a montré une répartition régulière des populations embryonnaires et larvaires au niveau de la culture de tomate. Par contre la distribution verticale des populations embryonnaires de type agrégatif au niveau des plants de tomate, cela confirme la localisation du milieu favorable à la ponte et au développement des jeunes larves au niveau des strates apicales.

L'essai d'efficacité insecticide des matières actives testées a montré un effet ovicide important du Spinetoram durant la période du 13 et le 20 Mars lors de la première et la deuxième application avec des taux de mortalité embryonnaire qui varient de 70,40 à 68,32%. A la troisième et la quatrième intervention, les associations Chlorantraniliprole + Abamectine et Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrine à des doses de 0,3 l/ha et 200 ml/ha respectivement ont révélé des taux de mortalité élevés de 66,44% et 85,58% respectivement durant la période du 27 Mars au 03Avril.

Le Spinetoram à la dose de 50 ml/hl a montré également une meilleure efficacité sur la population larvaire avec des taux de mortalité variant de 68,81 à 81,48%. L'Emamectine Benzoate a révélé le taux de mortalité larvaire le plus élevé variant de 70,65 à 83,98%.

L'étude des relations temporelles entre les œufs, larves et adultes mâles de *T. absoluta* et les dégâts occasionnés sur les fruits montre que la variabilité des facteurs considérés est sous la dépendance du nombre d'adultes capturés.

Le développement d'une approche pour la gestion intégrée de ce ravageur serait basé sur la surveillance des populations imaginales. Les interventions chimiques doivent être effectuées à la bonne période, les matières actives à propriétés ovicides doivent viser la période du développement des générations embryonnaires, les produits larvicides sont à utiliser durant la période du développement des populations larvaires. La lutte contre ce ravageur ne doit pas se baser seulement sur la lutte chimique mais sur une combinaison de toutes les mesures de lutte.

En perspectives et sur la base des résultats obtenus nous recommandons :

- Une étude bioécologique de *T. absoluta* sur plusieurs années en plein champ et sous serre.
- Une étude du comportement de ce ravageur sur les autres solanacées cultivées et spontanées, tout en menant des études sur les différentes variétés et hybrides de la tomate cultivée en Algérie, en approfondissant les études mettant en évidence les facteurs de résistance et de sensibilité.
- De poursuivre les travaux sur les ennemis naturels signalés en Algérie et étudier le comportement des auxiliaires à introduire ainsi que l'étude des facteurs de mortalité naturelle.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdellaoui K., Ben Halima K. et Benhamouda M. H., 2008. Action de l'acide gibbérellique sur l'activité reproductrice et le développement ovarien de *Locusta migratoria migratoria* (Orthoptera : Acrididae). Congrès Internationale sur la biodiversité des Invertébrés en Milieu Agricole et Forestier. Inst. Nat. Agr., El Harrach. Alger. 14-17 Avril 2008.
- Amazouz S., 2008. Gestion en lutte intégrée de la mineuse de la tomate, koppert biological systeme, Maroc, 18p.
- Ariane P. B. W., Vendramim J. D., Rogério Brunherotto E., Maria T.R. L., 2001. Efeito de Genótipos de Tomateiro sobre a Biologia e Oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, Neotropical Entomology 30(2): 283-28.
- Arno J., Sorribas R., Prat M., Montse M., Pozo C., Rodriguez D., Garreta A., Gomez A., Gabarra R., 2009. *Tuta absoluta*, a new pest in IPM tomatoes in the northeast of Spain. IOBC/WPRS Bull 49:203–208.
- Bacci L., 2006. Fatores determinantes do ataque do *Tuta absoluta* ao tomateiro, Viçosa, Minas Gerais, Brazil.
- Bacci L., Picanço M.C., Sousa F.F., Silva E.M., Campos M.R., Tomé H.V.T., 2008. Inimigos naturais da traça do tomateiro. Horticultura Brasileira 26 n. 2: 2808-2812.
- Baci L., 1995. Les contraintes au développement du secteur des fruits et légumes en Algérie : faiblesse des rendements et opacité des marchés, Ed. CIHEAM. Options Méditerranéennes, Série. B / n°14, pp : 265-277.
- Bahamondes L.A., Mallea A.R., 1969. Biología en Mendoza de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) Povolny (Lepidoptera : Gelechiidae), especie nueva para la República Argentina. Rev. FCA UNCuyo V: 96-104.
- Bajonero J., Cordoba N., Cantor F., Rodriguez D., Cure J.R., 2008. Biology and life cycle of *Apanteles gelechiidivoris* (Hymenoptera: Braconidae) parasitoid of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Agron Colomb 26:417–426.
- Barnadas I., Gabarra R., Albajes R. 1998. Predatory Capacity of Two Mirid Bugs Preying on *Bemisia tabaci*. Entomol. Exp. Appl. Vol. 86, pp: 215-219.
- Barrientos Z.R., Apablaza H.J., Norero S.A., Estay P.P., 1998. Temperatura base y constante térmica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Ciência e Investigación Agraria, v.25, n.3. p.133- 137.
- Benavent, J., E. Kueffner & A. Vigiani. 1978. Organización y planificación de la investigación para el desarrollo de un programa de control integrado de la polilla del tomate *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick), Lepidoptera: Gelechiidae, en la República Argentina. Curso de Perfeccionamiento en Control Integrado de Plagas. Compendio, Tomo II., 16p.



- Benmessaoud Boukhalfa H., 2004. Bioecologie de deux aleurodes des cultures légumières : *Bemisia tabaci* Gen. (*Homoptera* : *Aleyrodidae*) et *Trialeurodes vaporariorum* West. (*Homoptera* : *Aleyrodidae*). Thèse Doctorat, Inst. Nat. Agr., El Harrach, 28-29 pp.
- Benvenga S.R., Fernandes O.A., Gravena S. 2007. Tomada de decisão de controle da traça-do-tomateiro através de armadilhas com feromônio sexual. *Horticultura Brasileira* 25: 164-169.
- Berkani A., Badaoui M., 2008. Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (*Lepidoptera* : *Gelechiidae*), Ed, INRA Algérie, Alger, 16p.
- Berta D.C., Colomom V., 2000. Dos especies nuevas de *Bracon* F. y primera cita para la Argentina de *Bracon lucileae* Marsh (*Hymenoptera*: *Braconidae*), parasitoides de *Tuta absoluta* (Meyrick) (*Lepidoptera*: *Gelechiidae*). *Insecta Mundi*, v.14, p.211-219.
- Biurrun R., 2008. *Tuta absoluta* la polilla del tomate, Ed. I.T.A.Agricola, pp: 16-18.
- Blancard D., 1988. Maladies de la tomate. Observer, Identifier, Lutter. Ed. Inst Nat. Rech. Agr. Paris. 212 p.
- Bogorni P. C., Silva R. A., Carvalho G. S., 2003. Consumo de mesofilo foliar por *Tuta absoluta* (Meyrick, 1971) (*Lepidoptera*: *Gelechiidae*) em três cultivares De *Lycopersicon esculentum* Mill. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.1, p.7-11.
- Botto E.N., Ceriani S.A., López S.N., Sani E.D., Segade G., Cédola C. & Viscarret M.M., 2000. Control biologic de plagas en cultivos protegidos en la Argentina. *Rev. Investigac. INTA, RIA* 29: 83-99.
- Botto E.N., Lanteri A.A., 1999. Control biologico de plagas hortícolas en ambientes protegidos. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina*, v.58, p.58-64.
- Brunherotto R., Vendramim J.D., 2001. Bioatividade de Extratos Aquosos de *Melia azedarach* L. Sobre o Desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (*Lepidoptera*: *Gelechiidae*) em Tomateiro. Depto. de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Aplicada, ESALQ/USP, *Neotropical Entomology*. 30 (3): 455-459
- Cabello T., Gallego, J.R., Vila, E., Soler, A., Pino, M. Del., Carnero, A., Hernandezserez, E. and Polaszek A., 2009. Biological control of the South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta* (Lep.: *Gelechiidae*), with releases of *Trichogramma achaeae* (Hym.: *Trichogrammatidae*) on tomato greenhouse of Spain.
- Cáceres S., 1992. La polilla del tomate en Corrientes. *Biología y control*. Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista, INTA, 19 p.
- Caffarini P.M., Folcia A.M., Panzardi S.R., Pérez A. 1999. Incidencia de bajos niveles de daño foliar de *Tuta absoluta* (Meyrick) en tomate. *Bol. San. Veg. Plagas* 25: 75-78.
- Campos R. G., 1976. Control químico del minador de hojas y tallos de la papa (*Scrobipalpus absoluta*, Meyrick) en el valle del Canete. *Rev. Per. Entomol.* 19:102-106.
- Canard A., Poinot D. 2004. Quelques méthodes statistiques typiques de l'étude des populations et des peuplements par la méthode des Quadrats. *Bulletin technique d'information*, Pdf 28p.

- Casafe, 2001. Guía de Productos Fitosanitarios para la Argentina. Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina.
- Castelo B.M., França, F.H., Medeiros M.A., Leal J.G.T., 2001. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-dascrucíferas: um estudo de caso. Horticultura Brasileira, v. 19 n. 1, p. 60-63.
- Chararas C., 1979. Ecophysiologie des insectes parasites des forêts. Ed. Chararas, Paris, 297p.
- Chaux C., 1972. Production légumière. Ed. JB. Baillièrre, Paris, 414p.
- Clarke J. F., 1962. New species of microlepidoptera from Japan. Entomol News 73:102.
- Coelho M.C.F., França F.H., 1987. Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça do tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.22, n.2, p.129- 135.
- Conteux A., Le jeune V., 2008. Index phytosanitaire. ACTA 2008. 44<sup>ème</sup> édition. 844 pp.
- Cornell H.V., Hawkins B.A., 1995. Survival patterns and mortality sources of herbivorous insects: some demographic trends. The American Naturalist, v.145, p.563-593.
- Costa J.S., Junqueira A.M.R., Silva W.L.C., França F.H., 1996. Impacto da irrigação via pivô-central na dinâmica populacional da traça-do tomateiro. Horticultura Brasileira, v.14, n.1, p.82.
- Cross W. H., McGovern H. W. and Cross E. A., 1975. Insect hosts of parasitic mites called *Pyemotes ventricosus* (Newport). J. Ga. Entomol. Soc., 10, 1-8.
- Cross W. H., Moser J. C. and Rack G., 1981. Some new forms of *Pyemotes* (*Acarina: Pyemotidae*) from forest insects, with remarks on polymorphism. Internat. J. Acarol., 7, 179-196.
- Cunha U S., Silva E S., Moraes G J. and Vendramim J. D., 2006. Ocorrência do ácaro *Pyemotes* sp. (*Acarina: Pyemotidae*) em criações de insetos em laboratório. Neotrop. Entomol., vol.35, n.4, pp. 563-565.
- Dagnelie P., 2007. Statistique théorique et appliquée : Statistique descriptive et bases de l'inférence statistique. Tome 1. Bruxelles, De Boeck et Larcier, 511 p.
- Desmas S., 2005. Analyse comparative de compétitivité :le cas de la filière tomate dans le contexte euro-méditerranéen. Thèse Ing. Agr., Inst. Agr. Méditerranéen. Montpellier. France. pp 10.
- Desneux N., Wajnberg E., Wyckhuys K. A. G., Burgio G., Arpaia S., Narváez-Vasquez C. A., González-Cabrera J., Catalán Ruescas D., Tabone E., Frandon J., Pizzol J., Poncet C., Cabello T. A Urbaneja, 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. J. Pest Sci., 83:197–215.
- Dimock M.B., Kennedy G.G., 1983. The role of glandular trichomes in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to *Helicoverpa zea*. Entomol. Exp. Appl. 33 (3), 263–268.
- Dimock M.B., Kennedy G.G., Williams W.G., 1982. Toxicity studies of analogs of 2-tridecanone, a naturally occurring toxicant from a wild tomato. J. Chem. Ecol. 8 (5) 837–842.

- Elliger C.A., Wong Y., Chan B.G., Waiss Jr. A.C., 1981. Growth inhibitors in tomato (*Lycopersicon*) to tomato fruit worm (*Heliothis zea*). J. Chem. Ecol. 7 (4), 753–758.
- Estay P., Bruna A., 2002. Insectos y ácaros asociados al tomate en Chile, Insectos, ácaros y enfermedades asociados al tomate en Chile, Centro regional de Investigación INIA La Platina, pp. 9-22.
- Estay P., Bruna A. 2002. Insectos, ácaros y enfermedades asociados al tomate en Chile, Centro regional de Investigación INIA La Platina. Santiago, Chile, pp. 9-22.
- Faccioli G., 1993. Relationship between males caught with low pheromone doses and larval infestation of *Argyrotaenia pulchellana*. Entomol. Exp. Appl. 68:165–170.
- FAO, 2008. La production mondiale des cultures maraichère. Ed. FAO.
- Farrar Jr. R.R., Kennedy G.G., 1991. Insect and mite resistance in tomato. Genetic Improvement of Tomato. Springer, Heidelberg, pp. 121–142.
- Fauvel G., Malausa J. et Kaspar B., 1987. Etude en laboratoire des principales caractéristiques biologiques de *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). Entomophaga, I.N.R.A. Edi: Springer Netherlands, Vol. 32: 529-543.
- Ferreira J.A.M., Anjos N., 1997. Caracterização dos ínstares larvais de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). congresso brasileiro de entomologia, 16, Salvador, 1997. Salvador: SEB, p.64.
- Ferreira J.F., Marques E.J., Marques I.M.R., Oliveira J.V., Santos Junior, H.J.G., 2005. Efeito de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin sobre ovos de *Alabama argillacea* (Huebner.) (Lepidoptera: Noctuidae). Magistra 17 (3), 19–123.
- García M. F., Espul J. C., 1982. Bioecología de la polilla del tomate (*Scrobipalpus absoluta*) en Mendoza. Rev. Invest. Agropecuarias INTA. 18:135–146.
- Germain J.F., Lacordaire A.I., Cocquemont C., Ramel J.M., Oudard E., 2009. Un nouveau ravageur de la tomate en France: *Tuta absoluta*. PHM-Revue Horticole 512:37–41.
- Giove R., Abis A., 2007. Place de la Méditerranée dans la production mondiale de fruits et légumes. Les notes d'analyse du CIHEAM N°23, 22 pp.
- Giustolin T.A., 1991. Efeito dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona, presentes em *Lycopersicon* spp., sobre a biologia da traça-do-tomateiro, *Scrobipalpusoides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lep.: Gelechiidae). M.S. Thesis. ESALQ-USP, Piracicaba.
- Giustolin T.A., Vendramim J.D., 1994. Efeito de duas espécies de tomateiro na biologia de *Scrobipalpusoides absoluta* (Meyrick). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v.23, n.3, p. 511-517.
- Giustolin T.A., Vendramim J.D., Parra J.R.P., 1997. Determinação do número de ínstares larvais de *Tuta absoluta* (Meyrick) em dois genótipos de *Lycopersicon* spp. e duas temperaturas, congresso brasileiro de entomologia, 16, Salvador, 1997. Salvador: SEB, p.326.
- Gomide E.V.A., Vilela E. F., Picanço M., 2001. Comparação de procedimentos de amostragem de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro estaqueado. Neotrop. Entomol. 30: 697-705.

- Gravena S. 1991. Encontro nacional de produção e abastecimento de tomate, 2. ed. Jaboticabal: FUNEP. p. 105-157.
- Guenauou Y., 2008. Nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Première observation de *Tuta absoluta*, mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem, au printemps 2008. *Phytoma-La Défense des Végétaux* no. 617, 18-19.
- Haji F.N.P., 1989. Controle da traça-do-tomateiro. Comunicado Técnico. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 2p.
- Haji F.N.P., Freire L.C.L., Roa F.G., Silva C.N., Souza Júnior M.M., Silva M.I.V., 1995. Manejo integrado de *Scrobipalpuloides absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) no Submédio São Francisco. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v. 24, n.3, p.587-591.
- Haji F.N.P., Oliveira C.A.V., Amorim Neto M.S., Batista J.G.S., 1988. Flutuação populacional da traça do tomateiro no submédio São Francisco. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.23, n.1, p.7-14.
- Haji F.N.P., Parra, J.R.P., Silva J.P., Batista J.G. DE. S., 1988. Biologia da traça-do-tomateiro sob condições de laboratório. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.23, n.2, p.107-110.
- Imenes S.D.L., Fernandes, M.A.U., Campos T.B., Takematsu A.P., 1990. Aspectos biológicos e comportamentais da traça do tomateiro *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917), (Lepidoptera - Gelechiidae). Arquivos do Instituto Biológico, v.57, n.1/2, p.63-68.
- ITCMI, 2010. Bulletin d'information climatique. Inst. Nat. Cult. Mar. Ind. Staoueli. 2p.
- Kennedy G.G., Sorenson C.F., 1985. Role of glandular trichomes in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 78 (3), 547-555.
- Kogan M., 1998. Integrated pest management historical perspectives and contemporary developments. Annu. Rev. Entomol. 43: 243-270.
- Larrain, P. 1986. Eficacia de insecticidas y frecuencia de aplicación basada en niveles poblacionales críticos de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick), en tomates. Agric. Técn. 46: 329-333.
- Laumonier R., 1979. Culture légumière et maraîchère, Tome II, Ed. J.B Ballière, Paris, 276p.
- Lebedenco A., Auad A. M., Kronka S. N., 2007. Métodos étodos de controle de Lepidópteros na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Acta Sci. Agron., v. 29, n. 3, p. 339-344.
- Leite G. L. D., Picanço M., Azevedo A. A., Gonring A. H. R., 1999. Efeito de tricomas, aleloquímicos e nutrientes na resistência de *Lycopersicon hirsutum* à traça-do-tomateiro. Ed. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2059-2064.a
- Leite G. L. D., Picanço M., Guedes R. N. C., Skowronski L., 1999. Effect of fertilization levels, age and canopy height of *Lycopersicon hirsutum* on the resistance to *Myzus persicae*. Entomologia Experimentalis et Applicata, Ed. Dordrecht, v. 91, n. 2, p. 267-273.b

- Leite G.L.D, Picanco M., Jham G.N., Cienc F.M., 2004. Intensity of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (*Lepidoptera: Gelechiidae*) and *Liriomyza* spp. (Diptera: *Agromyzidae*) attacks on *Lycopersicum esculentum* Mill. Leaves, Ed. agrotec, Lavras, v. 28, n. 1, p. 42-48
- Lepage H.S., Giannotti O., Orlando A., 1946. Proteção de culturas contra os gafanhotos por meio de extratos de *Melia azedarach*. O Biológico 12: 265-270.
- Lietti M.M.M., Botto E., Alzogaray R. A., 2005. Insecticide Resistance in Argentine Populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (*Lepidoptera: Gelechiidae*). Neotropical Entomology 34 (1):113-119.
- Lin S.Y.H., Trumble J.T., Kumamoto J., 1987. Activity of volatile compounds in glandular trichomes of *Lycopersicon* species against two insect herbivores. J. Chem. Ecol. 13 (4), 837–850.
- MADR, 2010. Culturas maraichères sous serres. Ministère de l'Agriculture et Développement Rural (S.D.S.). Série B, p.26.
- Marchiori C. H., Silva C. G., Lobo A. P., 2004. Parasitoids of *Tuta absoluta* (meyrick, 1917) (*Lepidoptera: Gelechiidae*) collected on tomato plants in lavras, state of minas gerais, Braz. J. Biol., 64 (3A): 551-552 p.
- Marchiori C.H., Silva C.G., Lobo A.P., 2003. Primeira ocorrência do parasitóide *Conurasp.* (*Hymenoptera: Chalcididae*) em pupas de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (*Lepidoptera: Gelechiidae*) em cultivar de tomate em Lavras, Minas Gerais, Brasil. Arquivos do Instituto Biológico, v.70, p.115-116.
- Marques I.M.R., Alves S.B., 1996. Efeito de *Bacillus thuringiensis* Berl. Var. *kurstaki* sobre *Scobipalpuloides absoluta* Meyer (*Lepidoptera: Gelechiidae*). An. Soc. Entomol 25 (1), 39–45.
- Maxwell F.G., Jennings P.R., 1991. Breeding plants resistant to insects. New York: John Wiley. 683p.
- Melo M., Campos A.D., 2000. Ocorrência de inimigos naturais da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (*Lepidoptera: Gelechiidae*) em Pelotas, Rio Grande do Sul. Agropecuária Clima Temperado, v.3, p.269-274.
- Mezquiriz N., 2001. Control de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*). Bol. Hort. UNLP 28: 4-8.
- Michereff Filho M., Vilela E. F., 2000. Traça-dotomateiro, *Tuta absoluta* (*Lepidoptera: Gelechiidae*), Pragas introduzidas. Holos Editora, São Paulo, pp. 81-84.
- Mihsfeldt L.H, Parra J.R.P, 1999. Biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) em dieta artificial. Scientia Agrícola, v.56, n.4.
- Miranda M.M.M., Picanço M.C., Zanuncio J.C., Guedes R.N.C., 1998. Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (*Lepidoptera: Gelechiidae*). Biocontrol Science and Technology, v.8, p.597-606.
- Miranda M.M.M., 1997. Inpacto do manejo integrado na predação e no parasitismo das pragas do tomateiro. Viçosa, Dissertação (Mestrado em Entomologia) Universidade Federal de Viçosa, 105p.
- Miranda, M. M. M., Picanço M. C., Zanuncio J. C., Bacci L., Silva E. M, 2005: Impact of integrated pest management on the population of leaf miners, fruit borers, and

- natural enemies in tomato. *Ciencia Rural*, janeiro-fevereiro, vol. 35, n01 Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Brasil pp. 204-208.
- Molla O., Monton H., Vanaclocha P., Beitia F., Urbaneja A., 2009. Predation by the mirids *Nesidiocoris tenuis* and *Macrolophus pygmaeus* on the tomato borer *Tuta absoluta*. IOBC/WPRS Bull49:209–214.
- Moore J.E., 1983. Control of tomato leafminer (*Scrobipalpula absoluta*) in Bolívia. Tropical Pest Management, London, v.29, n.3, p.231-238.
- Moser J.C., Smiley R.L., Otvos S., 1987. A new *Pyemotes* (Acari: *Pyemotidae*) reared from the douglas-fir cone moth. Int. J. Acarol. 13: 141-147.
- Naika S., De Jeude J. van L., De Goffau M., Hilmi M., Van Dam B., 2005. La culture de la tomate, production, transformation et commercialisation, Ed. PROTA, p.105.
- Nakano O, Paulo A. D., 1983.As traças do tomateiro. Agroquímica, v.20, n.4, p.8-12.
- Navarro M.A., 1986. Biological control of *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) by *Trichogramma* sp. in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). INRA. Paris. p.453-458.
- Nève G., Nguyen B., 2009. Biologie des populations, distribution des individus dans l'espace, TP distribution, Pdf 7p.
- Notz A. P., 1992. Distribution of eggs and larvae of *Scrobipalpula absoluta* in potato plants. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)* 18, 425–432.
- OEPP, 2008. Premier signalement de *Tuta absoluta* en Espagne, OEPP Service d'Information. Ravageurs et Maladies ed. OEPP, 25p.
- OEPP, 2009. Premier signalement de *Tuta absoluta* au Pays Bas, OEPP Service d'Information. Ravageurs et Maladies ed. OEPP, 5p.
- Oliveira C. R. F. d., Matos C. H. C., Hatano E., 2007. Occurrence of *Pyemotes* sp. on *Tuta absoluta* (Meyrick). Braz. arch. biol. technol., vol.50, n.6, pp. 929-932.
- Oliveira I. R., 1999. Fatores que afetam a intensidade do ataque de *Liriomyza trifolii* (Burgess) ao repolho. Ed Dissertação (Mestrado em Entomologia) -Universidade Federal de Viçosa, 43p.
- Oliver J.A.I., Bringas Y.M., 2000. Efecto en las poblaciones del predador *Metacanthus tenellus* (Heteroptera: *Berytidae*) por los insecticidas botánicos rotenona y neem en el cultivo de tomate en el Perú. Revista Colombiana de Entomología, v.26, p.89-97.
- Paula S.V., 1997. Incidência de pragas e reflexos na produção do tomateiro em função da adoção de nível de controle e de faixas circundantes. Viçosa, Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Viçosa, 90 p.
- Penteado S.R., 1999. Defensivos alternativos e naturais para uma agricultura saudável. Campinas, Cati, 79p.
- Perera S., Trujillo L., Santos B., 2008. La polilla del tomate (*Tuta absoluta*) Nueva plaga en el cultivo del tomate, Ed Agro Capildo, 2p.
- Picanço M., Guedes R., Leite G., Fontes P., Silva E., 1995. Incidência de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro sob diferentes sistemas de tutoramento e controle químico de pragas. Hortic. Bras.13: 180–183.

- Picanço M.C., Faleiron F.G., Pallini Filho A., Matioli A.L., 1997. Perdas na produtividade do tomateiro em sistemas alternativos de controle fitossanitário. *Horticultura Brasileira*, v.15, n.2, p.88-91.
- Pires L. M., Marques E. J., Wanderley-Teixeira V., Teixeira A.C., Alves L.C., Alves E.S.B., 2008. Ultrastructure of *Tuta absoluta* parasitized eggs and the reproductive potential of females after parasitism by *Metarhizium anisopliae*. *Micron*, 40: 255–261.
- Polovny D., 1994. On three neotropical species of *Gnorimoschemini* (*Lepidoptera: Gelechiidae*) mining Solanaceae. *Acta Universalis Agriculturae*, 23, 379-393.
- Prastissoli D., Parra J.R.P., Fernandes O.A., Oliveria R.C., Zago H.B., Pereira F.F., 2003. Oviposition pattern of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (*Lepidoptera: Gelechiidae*), on tomato under different population densities of adults in greenhouse. *Agro. Ciencia*, v.19, n.1, p.11-15.
- Ramade F., 1984. *Eléments d'écologie-Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- Ramel J.M., Oudard E., 2008. *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) *Eléments de reconnaissance*, 2p. pdf
- Rampelotti F.T., Ferreira A., Prando H.F., Grutzmacher A.D., Martins S. J.F., Tcacenco F.A., Mattos M.L.T., 2007. Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin sobre as fases do desenvolvimento de *Tibraca limbativentris* Stal (*Hemiptera: Pentatomidae*) em condicoes de laboratorio. *Arq. Inst. Biol.* 74(2), 141–148.
- Riquelme A. H., 1993. *Control integrado de plagas en tomate*. Ed., San Juan, 34 p.
- Riquelme V., Maria B., Botto N., Lafalce C. 2006. Evaluación de algunos insecticidas para el control de la «polilla del tomate», *Tuta absoluta* (*Lepidoptera: Gelechiidae*) y su efecto residual sobre el parasitoide *Trichogrammatoidea bactrae* (*Hymenoptera: Trichogrammatidae*), *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 65 (3-4): 57-65
- Rodríguez H., C., Vendramim J.D., 1998. Uso de índices nutricionales para medir el efecto insectistático de extractos de meliáceas sobre *Spodoptera frugiperda*. *Man. Integr. Plagas* 48: 11-18.
- Salazar E. R., Araya J. M., 1999. Respuesta de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick), a insecticidas en Arica. *Agric. Tec.* 61: 429-435.
- Salazar, E.R., Araya J.E., 1997. Detección de resistencia a insecticidas en la polilla del tomate. *Simiente* 67: 8-22.
- Samuels R.I., Coracini D.L.A., Santos C.A.M., Gava C.A.T., 2002. Infection of *Blissus antillus* (*Hemiptera: Lygaeidae*) eggs by the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Biol. Control* 23 (3), 269–273.
- Sánchez N. E., Pereyra P. C., Luna M. G., 2009. Spatial patterns of parasitism of the solitary parasitoid *Pseudapanteles dingus* (*Hymenoptera: Braconidae*) on *Tuta absoluta* (*Lepidoptera: Gelechiidae*). *Environ. Entomol.* 38:365–374.
- Schalk J.M., Stoner A.K., 1976. A bioassay differentiates resistance to the Colorado potato beetle on tomatoes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 101 (1), 74–76.
- Sequeira H. A., Guedes R. N., Picanço .M. C., 2000. Insecticides resistance in populations of *Tuta absoluta* (*Lepidoptera: Gelechiidae*). *Agric. And Forest Entomol.* 23: 431-434.

- Shankara N., Jeude J. V. L., Goffau M., Hilmi M., Damal B., 2005. La culture de la tomate production, transformation et commercialisation, Ed. PROTA, p.105.
- Siqueira H.A.A., Guedes R.N.C., Picanço M., Oliveira E.E., 2000. Cartap resistance and synergism in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Embrapa Soja, v. 1, p. 353.
- Souza J.C., Reis P.R., 1992. Traça-do-tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. Belo Horizonte: EPAMIG, (Bulletin Technique, 38), 20p.
- Souza J.C., Reis P.R., Gomes J.M., Nacif A.P., Salgado L.O., 1983. Traça-do-tomateiro, histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. Belo Horizonte, EPAMIG, 15p.
- Suinaga F. A., Picanço M., Jham G. N., Brommonschenkel E. S. H. Causas, 1999 Químicas de Resistência de *Lycopersicon peruvianum* (L.) a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae).An. Soc. Entomol. Brasil 28(2).
- Uchçôa-Fernandes M. A., Della Lucia T. M. C., Vilela E. F., 1995. Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 24:159–164.
- Urbaneja A., Monton H., Molla O., 2009. Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus caliginosus* and *Nesidiocoris tenuis*. J Appl Entomol 133:292–296.
- Urbaneja A., Vercher R., Navarro V., García Marí F., Porcuna J.L., 2007. La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. Phytoma-España no. 194, 16-23.
- Vargas H.C., 1970.Observaciones sobre la biologia y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae).Idesia, v.1, p.75-110.
- Vendramim J. D., Scampini P. J., 1997. Efeito do extrato aquoso de *Melia azedarach* sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em dois genótipos de milho. Rev. Agric. 72: 159-170.
- Vendramim J.D., 1997. Uso de plantas inseticidas no controle de pragas. In II Ciclo de Palestras sobre Agricultura Orgânica. Fundação Cargil, p.64-69.
- Ventura M., Vendramim J. D., 1996. Efeito de genótipos de *Lycopersicon* spp. contendo diferentes teores de aleloquímicos sobre *Phthorimae operculella* (Zell.). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.31, n.12, p.835-842.
- Villas Bôas G.L., França, F.H., 1996. Utilização do parasitóide *Trichogramma pretiosum* no controle da traça-do-tomateiro em cultivos protegidos de tomate. Horticultura Brasileira, Brasília, v.14, n.2, p.223-225.
- Walter G. H., 2003. Insect Pest Management and Ecological Research. Cambridge University Press, UK.