

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE - EL HARRACH - ALGER**

En vue de l'obtention du Diplôme de Magistère en Sciences Agronomiques

**Option : Ecologie des Communautés Biologiques**

***Biologie et écologie de la mineuse de  
la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)  
(Lepidoptera : Gelechiidae) dans la région  
de Boumerdes***

**PAR : IDREMOUCHE Samir**

**Directeur de mémoire** M. CHAKALI G. Maître de Conférences, ENSA El Harrach

Soutenu publiquement le **07 / 12 / 2011**

Jury Président M. SELLAMI M. Professeur, ENSA El Harrach Examinatrice Mme. KHALFI O. Maître de  
Conférences, ENSA El Harrach Examineur M. OUKIL S. Maître de Recherche, INRA Algérie



# Table des matières

Dédicace . . .	5
REMERCIEMENT . . .	6
LISTE DES ABREVIATIONS . . .	8
ص خ لم . . .	10
Résumé . . .	11
Abstract . . .	12
INTRODUCTION . . .	13
Partie bibliographique . . .	15
Chapitre I : Données sur la plante hôte, la tomate <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill . . .	15
1. Origine et historique . . .	15
2. Importance économique . . .	15
3. Position taxonomique . . .	17
4. Maladies et ravageurs . . .	18
Chapitre II : Données sur la mineuse de la tomate, <i>Tuta absoluta</i> Meyrick . . .	23
1. Présentation . . .	23
2. Systématique . . .	24
3. Origine et répartition géographique . . .	24
4. Plantes hôtes . . .	27
5. Morphologie et description . . .	27
6. Comportement biologique . . .	30
7. Symptômes et dégâts . . .	32
8. Les confusions possibles . . .	34
9. Moyens de lutte . . .	35
Partie expérimentale . . .	40
Chapitre III : Matériel et méthodes . . .	40
1. Présentation de la région d'étude . . .	40
2. Présentation des sites d'étude . . .	45
3. Matériel et méthodes . . .	48
4. Méthodes d'analyse statistique . . .	52
Chapitre IV : Résultats et discussions . . .	54
1. Chronologie des écophases de <i>Tuta absoluta</i> . . .	54
2. Niveaux d'infestation . . .	55
3. Dénombrement des folioles infestées . . .	57
4. Dénombrement des mines . . .	58
5. Dénombrement des oeufs . . .	62
6. Biométrie des œufs . . .	66
7. Dénombrement larvaire . . .	66
8. Mortalité larvaire . . .	67
9. Etude biométrique des stades larvaires de <i>Tuta absoluta</i> . . .	68
10. Dénombrement des chrysalides . . .	69

<b>11. Equation modèle de calcul des surfaces foliaires . .</b>	<b>70</b>
<b>12. Relation entre les surfaces foliaires et le nombre de mines par étage foliaire . .</b>	<b>72</b>
<b>13. Importance des captures d'adultes mâles et évaluation des niveaux de risques d'infestation par site . .</b>	<b>74</b>
<b>14. Comparaison des captures selon la variété plantée . .</b>	<b>77</b>
<b>15. Nombre de générations par site . .</b>	<b>89</b>
<b>Conclusion générale . .</b>	<b>93</b>
<b>Références bibliographiques . .</b>	<b>95</b>

---

## Dédicace

*Par la grâce de DIEU, le Tout Puissant et le Miséricordieux, est achevé ce modeste travail que je dédie à : La mémoire de ma regrettée grand-mère maternelle « M'mani », Pour la femme remarquable qu'elle fut durant toute sa vie, et qui m'a tant marqué par sa bonne foi, sa grande sagesse, sa bonté et sa générosité. Qu'elle repose en paix. Mes parents, Pour avoir toujours cru en moi et m'avoir permis d'arriver jusqu'ici, je ne les en remercierai jamais assez. **Ma femme,** Pour sa patience, et pour m'avoir supporté pendant les moments difficiles. **Mon adorable fils Mohamed Rédha,** Pour tout le bonheur qu'il me procure depuis sa naissance et pour ses sourires radieux dont il me gratifie chaque jour et qui me font oublier tous mes soucis. Mes frères et sœurs, Pour leur aide et leurs encouragements tout au long de mes études. Mon beau frère Hamid, Pour sa compréhension, sa complicité et son soutien inconditionnel. **Mes enseignants,** Pour tout le savoir qu'ils m'ont transmis avec passion, et pour cet amour de l'enseignement qu'ils ont fait naître en moi. **Mes camarades de promotion,** Pour tous les moments forts qu'on a vécus et partagés ensemble durant les années de post-graduation à l'ENSA (Ex-INA). **Mes amis et mes collègues de travail,** Pour leur soutien moral, leur complicité et la bonne ambiance de travail.*

## **REMERCIEMENT**

De prime abord, je tiens à témoigner toute ma reconnaissance à mon directeur de mémoire, le Docteur Chakali Gahdab, pour m'avoir proposé le thème de ce mémoire, accueilli dans son équipe et m'avoir appuyé et soutenu tout au long de la réalisation de ce travail. J'ai beaucoup apprécié sa rigueur scientifique, sa grande volonté et sa disponibilité, ainsi que ses innombrables conseils lors de la rédaction et la correction finale de ce document.

Je remercie aussi tous les membres de mon jury, le Professeur Sellami Mahdi, pour l'honneur qu'il me fait en présidant ce jury, le Docteur Khalfi Ouassila et le Docteur Oukil Salah pour le temps précieux consacré à l'examen de mon travail, leurs remarques objectives et leurs commentaires constructifs.

Je remercie également Mme Houassine née Mecellem Dalila, Messieurs Ghelem Mohamed, Belabbas Zoubir, Saharaoui Lounès pour leur précieuse aide technique et leur agréable compagnie, ainsi que Messieurs Djazouli Zahr Eddine et Aoun Mohamed El Fodhil de l'USD de Blida, et Mesdemoiselles Khellaf Nora et Selmane Fouzia pour leur aide documentaire.

Aussi, je tiens à remercier tous les exploitants agricoles de la région de Boumerdes qui m'ont reçu dans leurs exploitations et collaboré avec moi lors de la réalisation de ce travail, en l'occurrence Monsieur Sennad Mohamed, exploitant agricole à Corso, Monsieur Fodil Rabah, exploitant agricole à Si Mustapha, et enfin Monsieur Fodil Rezki, exploitant agricole à Zemmouri.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit de toutes les personnes, les organismes et établissements publics et privés qui m'ont apporté leur contribution logistique, technique et documentaire lors de la réalisation de ce travail à savoir :

- le Service des Inspections Vétérinaire et Phytosanitaire de la Direction des Services Agricoles de la wilaya de Boumerdes, en l'occurrence, Messieurs Azzoune Rabah, Hasnaoui Hakim, Mariche Samir et Madame Henneb Mina.
- L'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV) à travers les personnes de Monsieur Abed Omar, Inspecteur principal phytosanitaire au Service d'Entomologie de la Station Régionale de Protection des Végétaux de Draâ Ben Khedda, ainsi que Monsieur Boudiaf Smail de la Station Régionale de Protection des Végétaux d'Alger.
- Le Département de Biologie de l'Université M'Hamed Bouguera de Boumerdes, en l'occurrence, Mme Halouane Fatima Chef de Département ; Mme Mimoune responsable du « Laboratoire de Biologie et de Physiologie Animales » ; Mme Chahbar Nora et Mme Aichaoui Karima.
- Les techniciens de la Station Expérimentale ITCMI de Isser, en l'occurrence, Messieurs Limame Rabah et Allalou Yassine.
- Monsieur Ait Ouarab Kader, de la Sous Direction des Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
- Monsieur Chikh Rabah de la SARL BPI/ENH-DOUDAH de Boumerdes, ainsi que Monsieur Si-Smail Farid, gérant de la SARL « AGRİYARD », Intrants et Services Agricoles d'El Kerma, Boumerdes.
- Le personnel de la Direction de la Post-Graduation et de la Recherche (DPGR) de l'ENSA, en particulier Monsieur Kaidi Saïd.
- Melle Amrani Nassima, pour avoir mis à ma disposition son PC portable pour la rédaction et la finalisation de ce travail.

Enfin, et de peur d'avoir oublié des noms, je remercie toutes les personnes, qui, de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, m'ont aidé à réaliser ce modeste travail.

## LISTE DES ABREVIATIONS

- **CABI** :Centre for Agricultural Bioscience International
- **Cm** : Centimètre
- **DAS** : Domaine Agricole Socialiste
- **DPAT** : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire
- **DSA** : Direction des Services Agricoles
- **E** : Etage
- **EAC** : Exploitation Agricole Collective
- **EAI** : Exploitation Agricole Individuelle
- **ENSA** : Ecole Nationale Supérieure Agronomique
- **FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
- **FERA** : Agence pour la Recherche sur l'Alimentation et l'Environnement (FERA) au Royaume-Uni
- **Fig.** : Figure
- **Ha** : Hectare
- **H° moy.** : Humidité moyenne
- **ITCMI** :Institut Technique des cultures maraîchères et Industrielles
- **ITCMII** : Institut Technique des cultures maraîchères et Industrielles d'Isser
- **INA** : Institut National Agronomique
- **INRAA** : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie
- **INPV** : Institut National de Protection des Végétaux
- **m** : Mètre
- **MADR** : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
- **Max** : Maximum
- **Min** : Minimum
- **Moy.** : Moyenne
- **N** : Niveau
- **Nbre** : Nombre
- **NMC** : Nombre de Mâles Capturés
- **PH** : Potentiel hydrique
- **P.T.** : Production totale
- **P (mm)** : Pluviométrie en millimètres
- **PYV** : Virus Y de la pomme de terre
- **QI** : Quintal
- **Qx** : Quintaux
- **Qx/ha** : Quintaux à l'hectare
- **SAT** : Superficie agricole totale
- **SAU** : Superficie agricole utile



- **SIPVWB** : Service des Inspections Phytosanitaire et Vétérinaire de la wilaya de Boumerdes
- **ST** : Superficie totale
- **SRPV** : Station Régionale de Protection des Végétaux
- **T** : Tonne
- **T ° C** : Température en degrés Celsius
- **UMMTO** : Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
- **USDB** : Université Saâd Dahleb de Blida
- **USTHBB** : Université des Sciences et Technologies Houari Boumediene de Bab Ezzouar
- **OEPP** : Organisation Européenne et méditerranéenne pour la Protection des Plantes (EPPO en anglais)
- **TMV** : Virus de la mosaïque du Tabac
- **TYLCV** : Tomato Yellow Leaf Curl Virus
- **VCMV** : Cucumber Mosaic Virus, Virus de la mosaïque du concombre
- **%** : Pourcentage

## ص خ لم

### ملخص

**بيولوجيا وايكولوجيا حفارة أنفاق الطماطم *توتا أبسولوتا* (1917) ميريك ( ليبيدوبترا : جيليكيدي) في منطقة بومرداس**

تعد حفارة أنفاق الطماطم *توتا أبسولوتا* من أخطر الحشرات الضارة للطماطم. أُشير إليها لأول مرة في الجزائر منذ ربيع 2008. سمحت دراسة بيولوجيا وايكولوجيا هذه الحشرة في منطقة بومرداس بإبراز بعض خصائصها البيولوجية وسلوكياتها في الظروف السائدة داخل البيوت البلاستيكية. كما أن ملاحظة الحشرة خلال المراحل المختلفة لحلقة تطورها و القياسات البيومترية المنجزة عند كل مرحلة سمحت بتأكيد هويتها و معرفة بعض خصائصها المورفولوجية. أما دراسة ديناميكية أجيال حفارة أنفاق الطماطم فقد سمحت بالوقوف على مدى أهمية تعدادات هذه الحشرة الضارة المتزايدة تدريجيا منذ بداية الدورة النباتية للمحصول و من جهة أخرى باحتساب تسعة (09) أجيال في زموري. تماتية (08) أجيال في سي مصطفى و أربعة (04) أجيال في فورصور. يتم تطور الحشرة داخل البيوت البلاستيكية بطريقة إستراتيجية و بتزامن متالي مع نمو الطماطم.

**المفاتيح :** حفارة أنفاق الطماطم, *توتا أبسولوتا* , بيولوجيا , ايكولوجيا , ديناميكية الأجيال , بومرداس.

---

## Résumé

### **Biologie et écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) dans la région de Boumerdes**

La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* est considérée comme un des ravageurs les plus redoutables de la tomate. Elle a été signalée en Algérie au printemps 2008. L'étude de la biologie et de l'écologie de cette nouvelle espèce invasive dans la région de Boumerdes, réalisée sur trois cultures de tomate conduites sous abris-serres a permis de mettre en évidence certains aspects de la biologie, de l'écologie et du comportement de l'espèce dans les conditions de la serre. L'observation des différentes phases du cycle de développement de ce ravageur et les mesures biométriques des stades ovo-larvaires ont permis de caractériser ses écophases. L'étude de la dynamique des populations de ce ravageur a mis en évidence l'importance et la fluctuation de ses effectifs, en augmentation progressive depuis le début du cycle végétatif des cultures. Neuf (09) générations ont été décelées dans le site de Zemmouri, huit (08) à si Mustapha et quatre (04) à Corso. Sous abris-serres l'évolution de l'insecte s'effectue d'une manière stratégique en parfaite synchronisation avec la croissance de la tomate.

**Mots clefs:** Mineuse de la tomate, *Tuta absoluta*, biologie, écologie, dynamique des populations, Boumerdes.

## Abstract

### Biology and ecology of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in the region de Boumerdes

Biology and the ecology study of tomato leafminer *Tuta absoluta* in the Boumerdes area, allowed bringing to light some aspects of the biology and the behavior of this species in the greenhouses conditions. The observation of the devastating during the various phases of its cycle of development and the biometric measures realized at every stage allowed to confirm the identity of the devastating in question and the knowledge of its morphological and anatomical characteristics. Population dynamics study of *Tuta absoluta* in this region has, as for her allowed on one hand, to bring to light the importance of the staff of it devastating in progressive increase since the beginning of the vegetative cycle of the cultures, and on the other hand to count respectively nine generations in the site of Zemmouri, eight in Si-Mustapha and finally four in Corso. In the greenhouses the evolution of this pest occurs in strategic manner with the growth tomato.

**Key words** : Tomato leafminer, *Tuta absoluta*, biology, ecology, populations dynamic, Boumerdes.

---

# INTRODUCTION

La culture de la tomate sous abris et de plein champ subit depuis l'année 2008 des dégâts considérables à travers toutes les régions maraîchères d'Algérie, provoqués par l'introduction d'un nouveau ravageur, signalé pour la première fois dans la région d'Achaâcha, wilaya de Mostaganem où les agriculteurs avaient remarqué la présence sur les feuilles de tomates cultivées sous serres de galeries inhabituelles initialement confondues avec celles de la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1917).

Après identification du ravageur au laboratoire, il s'est avéré que ces galeries étaient plutôt dues à un micro lépidoptère phytophage *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae), appelé communément « mineuse de la tomate » inféodé aux plantes de la famille des Solanacées, préférentiellement la tomate et potentiellement le poivron, l'aubergine, la pomme de terre et quelques mauvaises herbes dont la morelle noire (Guenauoui, 2008 ; OEPP/EPPO, 2008c).

Cet insecte dont le mode d'introduction en Algérie reste, à ce jour, imprécis a causé de graves dégâts à l'ouest et au centre du pays, notamment dans les régions de Mostaganem, Tlemcen, Oran, Chlef, Ain Defla et Tipaza où des cultures de tomates plantées sur de grandes superficies ont été entièrement détruites avant de s'étendre vers les régions du centre et de Est du pays à savoir Blida, Alger, Boumerdes, Tizi-Ouzou, Bejaia, Jijel, Mila, Skikda, El Tarf et M'Sila. De même, il a pu atteindre des régions du sud comme Biskra et Ouargla, ce qui renseigne sur sa grande capacité de dispersion et de nuisance et son potentiel de pullulation (Guenauoui, 2008; INPV, 2008a et 2008b).

A ce jour, la gravité des dégâts occasionnés sur les cultures de tomate et le potentiel de dissémination de ce ravageur continuent de soulever l'inquiétude des producteurs de tomate dans tous les pays touchés par ce ravageur (Guenauoui, 2008), d'où la nécessité de mener des recherches qui aborderaient tous les aspects comportementaux et écologiques de ce bio-agresseur et les différents facteurs qui régissent son cycle de développement, qui reste à élucider.

Dans ce contexte, les investigations traitant de la biologie et de l'écologie de ce ravageur dans ses nouvelles aires de distribution, dont l'Algérie, demeurent très fragmentaires. Les premières études entreprises en Algérie sur ce ravageur sont l'œuvre de Guenaoui (2008), Berkani et Badaoui (2008) et Ghelamallah (2009), qui ont permis, d'abord, de signaler sa présence effective sur les cultures de tomate du littoral Ouest Algérien, de confirmer sa véritable identité, et de mettre l'accent sur son grand potentiel de reproduction et le risque éminent de son extension aux autres régions du pays et d'autre part, mettre en évidence certains aspects de sa biologie et de son écologie dans la région de Mostaganem.

Dès le début de l'année 2009, des travaux de recherche ont été entamés dans certaines universités de l'ouest, du centre et du sud du pays, notamment celles de Mostaganem, Mascara, Blida, Bab-Ezzouar, Boumerdes, Tizi-Ouzou, Biskra, Ouargla et à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach où divers aspects du cycle de développement du ravageur ont été traités sous différents axes.

Dans la région de Boumerdes, quatre études ont été déjà menées à ce jour sur ce ravageur, respectivement par Benabdellah et Boukassem (2009) dans la zone de Corso, Ouanes (2009) dans la zone de Legata, Fakheur et Sait (2010) dans la zone de Corso et enfin Selmane (2011) dans la zone de Boudouaou El Bahri.

L'étude s'inscrit dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie de lutte contre la mineuse de la tomate. Son premier objectif consiste à évaluer et comparer les degrés d'infestation sur plants selon les étages foliaires des plants (Bas, moyen et haut) dans une culture de tomate conduite sous abris serres sise à Zemmouri. Le second, et de déterminer les périodes de vol des adultes mâles du ravageur, sa dynamique par l'utilisation des pièges à phéromone sexuelle et enfin la détermination du nombre de générations par site et ce, dans les sites de Corso, de Si Mustapha et de Zemmouri. De même, les caractéristiques biologiques et écologiques de ce ravageur dans les conditions régnant sous serre seront traitées pour tirer des renseignements sur son comportement.

Ce travail est structuré comme suit,

Une introduction, dans laquelle un bref rappel de l'historique de l'apparition du ravageur est dressé suivi de la problématique posée par son introduction en Algérie.

Une première partie bibliographique de deux chapitres distincts dont le premier traite de la plante hôte et le second présente des données relatives au ravageur.

Une deuxième partie expérimentale, en deux chapitres également, consacrés respectivement à la présentation de la région d'étude, le matériel utilisé ainsi que la méthodologie adoptée pour le premier, et aux résultats obtenus, leur interprétation et leur discussion pour le deuxième.

La conclusion et les perspectives qui feront la synthèse de notre investigation sur cette nouvelle espèce invasive.

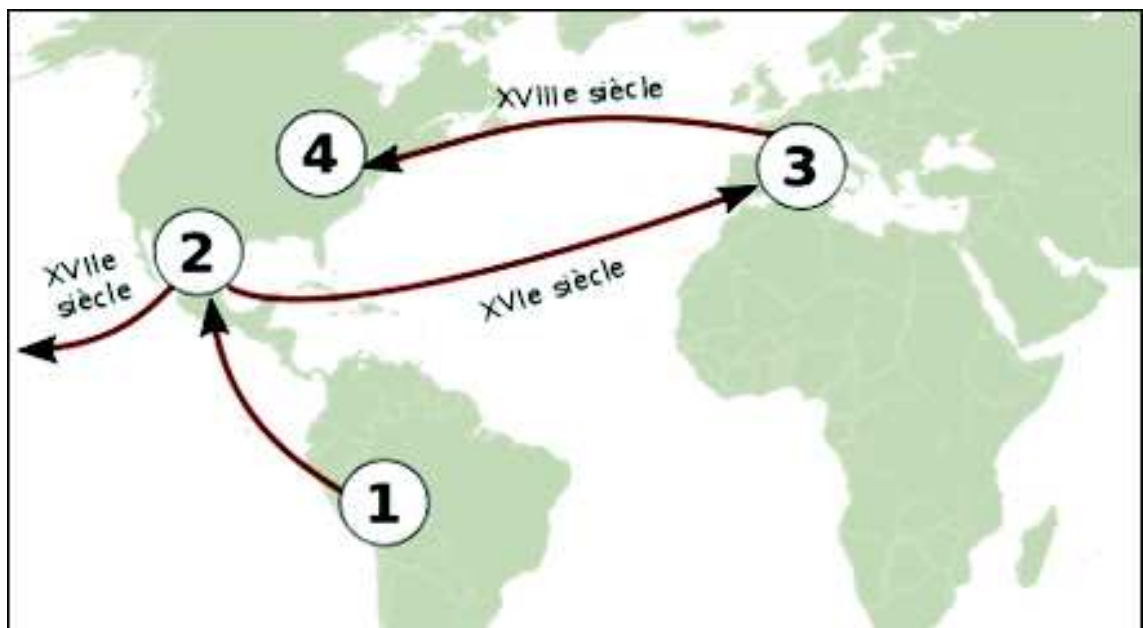
# Partie bibliographique

## Chapitre I : Données sur la plante hôte, la tomate *Lycopersicum esculentum* Mill

### 1. Origine et historique

La tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. est originaire d'Amérique du sud (Mexique, Pérou, Equateur, Bolivie etc.). Elle fut découverte la première fois par Mathiolus en 1554. Elle a été introduite en Europe au 16<sup>ème</sup> siècle par les espagnols et dans le reste du monde durant le 19<sup>ème</sup> siècle. En Algérie, elle fut cultivée près d'Oran au départ, puis elle s'est étendue aux autres régions d'Algérie étant donné les conditions du sol et le climat propice (Kolev, 1976).

Le genre *Lycopersicum* comprend neuf (09) espèces dont une seule espèce *L. esculentum* sous sa forme sauvage cerasiforme pourrait être directement à l'origine des variétés cultivées actuellement (Gallais et Bannerot, 1992) (Fig.1).



**Figure 1.** Diffusion de la tomate dans le monde (Gallais et Bannerot, 1992)

1. Pérou, centre de diversification,
2. Mexique : premier centre de domestication,
3. Europe : deuxième centre de domestication,
4. États-Unis : troisième centre de domestication.

### 2. Importance économique

## **2.1. Dans le monde**

La tomate est cultivée dans plus de 170 pays du monde et sous divers climats, y compris dans les régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri. C'est, par le volume de production, le premier légume au plan mondial (FAO, 2007).

Selon les statistiques de l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, la production mondiale de tomates s'élevait en 2007 à 126,2 millions de tonnes pour une surface de 4,63 millions d'hectares, soit un rendement moyen de 27,3 tonnes à l'hectare. Seize pays rassemblent à eux seuls 80% de la production mondiale (Tableau 1). La Chine est de loin le premier producteur mondial avec un peu plus du quart du total (33,6 millions de tonnes) (FAO, 2007).

**Tableau 1. Principaux pays producteurs de tomate dans le monde en 2007 (FAO, 2007)**

Pays	Surface cultivée (milliers d'hectares)	Rendement (tonnes par hectare)	Production (milliers de tonnes)
Chine	1 455	23,1	33 645
États-Unis	175	65,7	11 500
Turquie	270	36,7	9 920
Inde	479	17,9	8 586
Égypte	194	37,9	7 550
Italie	118	51,0	6 026
Iran	140	35,7	5 000
Espagne	56	65,0	3 615
Brésil	57	59,4	3 364
Mexique	130	22,3	2 900
Russie	158	15,1	2 393
Ukraine	80	19,0	1 520
Grèce	27	54,7	1 450
Ouzbékistan	57	23,2	1 327
Chili	20	65,1	1 270
Maroc	20	57,0	1 140

## **2.2. En Algérie**

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. Elle représente 51% de la production totale en produits maraîchers sur une superficie globale de primeurs évaluée à plus de 292 000 ha. Jusqu'à l'année 2008, une moyenne de 2967 hectares était consacrée annuellement à la culture de la tomate sous serre. Les rendements obtenus sous serre sont de 700 qx/ha en moyenne et varient entre 600Qx à 1200Qx/Ha, selon la maîtrise de l'itinéraire technique (MADR, 2008).

## **2.3. Dans la région d'étude**

La wilaya de Boumerdes dispose chaque année de 1300 ha de diverses cultures de tomate. La production annuelle de tomate selon les statistiques officielles de la saison agricole 2008-2009 a été estimée à 700 000 quintaux (DSA, 2009).

Durant l'année 2009, environs 81 hectares de tomate ont été plantés sous serre et 600 hectares en plein champ (Saison et arrière saison). Les mêmes superficies étaient prévues pour l'année 2010 (DSA, 2009).



---

### 3. Position taxonomique

---

La tomate est une plante herbacée annuelle à port buissonnant appartenant à la famille des Solanacées. Elle est classée selon des critères différents liés à l'aspect botanique, la composition génétique et le type de croissance (Gallais et Bannerot, 1992).

#### 3.1. Classification botanique

Selon Gaussen *et al.* (1982) la tomate, *Lycopersicum esculentum* Mill. appartient à la famille des Solanacées, sous-ordre des Solanales, ordre des Polemoniales faisant partie de la sous classe des Gamopétales, classe des Dicotylédones, sous embranchement des Angiospermes, embranchement des Spermaphytes.

#### 3.2. Classification génétique

La tomate cultivée *Lycopersicm esculentum* est une espèce diploïde avec  $2n = 24$  chromosomes, chez laquelle il existe de très nombreux mutants monogéniques dont certains sont très importants pour la sélection. C'est une plante autogame mais on peut avoir une proportion de fécondation croisée par la quelle la plante peut se comporter comme plante allogame (Gallais et Bannerot, 1992).

Selon le mode de fécondation, on distingue deux types de variétés de tomate:

##### 3.2.1. Variétés fixées

Elles se caractérisent par l'homozygotie, c'est-à-dire qu'elles conservent les caractères parentaux (Chaux et Fourry, 1994).

##### 3.2.2. Variétés hybrides

Elles se caractérisent par un effet hétérosis qui permet un cumul de gènes favorables, de résistance aux maladies, une meilleure nouaison, particulièrement en conditions défavorables (Chaux et Fourry, 1994).

#### 3.3. Classification variétale

La grande diversité des variétés de tomate est à l'origine de la dynamique de la formation des feuilles, des inflorescences et des bourgeons (Kolev, 1976).

##### 3.3.1. Variétés à croissance déterminée

Dans cette catégorie, on retrouve un bon nombre de variétés industrielles (destinées à la conserve) qui se caractérisent par une tige principale qui émet un nombre donné de bouquets floraux, mais l'absence d'une dominance apicale à l'extrémité limite la croissance de la tige qui s'arrête naturellement. Ces variétés ne nécessitent ni ébourgeonnage, ni tuteurage (Laumonnier, 1979).

##### 3.3.2. Variétés à croissance indéterminée

Ces variétés se caractérisent par la dominance apicale, la tige principale forme un bouquet à fleurs toutes les trois ou quatre feuilles. Il en résulte que la production des fruits est prolongée. On peut arrêter la croissance par un pincement du bourgeon terminal à la hauteur

souhaitée, généralement au 4<sup>ème</sup> ou 5<sup>ème</sup> bouquet. Ce groupe se caractérise par un rendement important s'étalant sur une longue période (Laumonnier, 1979).

### **3.4. Variétés de tomate cultivées en Algérie**

Les semences des différentes variétés de tomate commercialisées et cultivées en Algérie proviennent en majorité de l'importation. Ce sont des variétés hybrides connues pour leur haut potentiel génétique. Elles sont appréciées et choisies par les agriculteurs en raison de leur capacité de germination, leur pouvoir résistant aux maladies et aux aléas climatiques (froid) et leur rendement moyen à l'hectare (900 à 1200 Qx/Ha) (ITCMI, 1995<sub>b</sub>).

#### **3.4.1. Variétés hybrides à croissance déterminée**

Les principales variétés hybrides de tomates à croissance déterminée cultivées en Algérie sont : Tomaland, Top 48, Suzana, Super Red, Super Sahara et Zigana (ITCMI, 1995<sub>b</sub>).

#### **3.4.2. Variétés hybrides à croissance indéterminée**

Les principales variétés hybrides de tomates à croissance indéterminée cultivées en Algérie sont : Actana, Agora, Assila, Bond, Doucen, Nedjma, Tavira, Toufen et Zahra (ITCMI, 1995<sub>b</sub>).

## **4. Maladies et ravageurs**

---

Malgré l'utilisation de variétés hybrides, résistantes aux nématodes et aux maladies vasculaires (fusariose et verticilliose), les cultures de tomate peuvent être affectées par diverses attaques de ravageurs (insectes, acariens et nématodes) et de maladies cryptogamiques, bactériennes ou virales, par la concurrence de mauvaises herbes et par des accidents de végétation ou des agressions abiotiques, dont l'importance varie selon le type de culture et les conditions climatiques (Chibane, 1999).

Les ravageurs et les maladies de la tomate sont souvent communs à d'autres espèces de Solanacées cultivées, comme l'aubergine ou le tabac. Cette sensibilité est due à la particularité écologique de cette culture qui l'expose à diverses nuisances, notamment les maladies et les insectes déprédateurs dont les dégâts sont parfois très importants (Blancard, 1988 ; Blancard *et al.*, 1990 et Pyron, 2006).

### **4.1. Les maladies**

Blancard (1988), note que les maladies de la tomate se répartissent en deux principaux groupes ; les maladies non parasitaires (ou désordres physiologiques) et les maladies parasitaires causées par les bactéries, les champignons, les virus, et les ravageurs (insectes déprédateurs et autres).

#### **4.1.1. Les maladies non parasitaires**

Le tableau 2 regroupe les principales maladies non parasitaires ou désordres physiologiques de la tomate.

**Tableau 2. Principales maladies non parasitaires de la tomate (ITCMI, 1995<sub>b</sub>)**

Nom de la maladie	Symptômes et dégâts
Nécrose apicale	Sur fruit, on observe une tache brunâtre qui se nécrose par la suite et provoque le dessèchement pistalaire du fruit qui devient sujette aux attaques des champignons. Les 2 ou 3 premiers bouquets sont les plus touchés par cette anomalie.
Tomate creuse	Le fruit prend une forme triangulaire ou cordiforme. Les loges sont vides, présentant parfois peu de graines. La chair est moins épaisse.
Eclatement	Au cours du grossissement du fruit, on observe des gerçures au niveau du collet qui peuvent évoluer, si les conditions deviennent favorables, en éclatement circulaire ou radial.
Blotchy-ripening	Les fruits affectés présentent des plages verdâtres, irrégulières qui persistent même à maturité complète. Une coupe longitudinale du fruit, montre un brunissement de péricarpe avec des vaisseaux liquéfiés.

#### 4.1.2. Maladies parasitaires

Les principales maladies parasitaires de la tomate sont regroupées respectivement dans les tableaux 3, 4 et 5.

**Tableau 3. Maladies bactériennes(Blancard, 1988 ; Blancard *et al.*, 1990 ; Chibane, 1999 et Pyron, 2006)**

**Biologie et écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)  
(Lepidoptera :Gelechiidae) dans la région de Boumerdes**

Nom de la maladie	Agent causal	Symptômes et dégâts
Chancre bactérien	<i>Clavibacter michiganensis</i> ssp <i>michiganensis</i>	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 HR 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, d'où le nom de "oeil d'oiseau".
Moucheture de la tomate	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	Sur feuillage: Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune. Ces taches peuvent se joindre et forment une plage nécrotique brune-sombre. Les folioles se dessèchent et tombent. Si l'attaque est précoce, on assiste à une coulure importante des fleurs. Sur fruit, on observe des taches brunes nécrotiques.
Gale bactérienne	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>	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 liégeux.
Moelle noire	<i>Pseudomonas corrugata</i>	Les plantes atteintes présentent des taches sombres sur tige, pétioles et pédoncules. Une coupe longitudinale de la tige montre une moelle noire remplie de vacuoles. Les vaisseaux demeurent intacts, contrairement à ce qui se passe dans le cas d'une maladie vasculaire.
Flétrissement bactérien des Solanacées	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	Flétrissement de type <i>Verticillium</i> ou <i>Fusarium</i> , mais suivi très rapidement de la mort de la plante.

**Tableau 4. Maladies virales (Blancard, 1988 ; Blancard *et al.*, 1990 ; Chibane, 1999 et Pyron, 2006)**

Nom de la maladie	Agent causal/Vecteur	Symptômes et dégâts
Virose Tomato Yellow Leaf-Curl Virus (TYLCV)	Virus TYLCV (Tomato Yellow Leaf-Curl Virus) <i>Transmis par un aleurode Bemisia tabaci</i>	Ralentissement de la croissance Jaunissement des folioles Fruits petits et nombreux Enroulement des feuilles en forme de cuillère Rabougrissement des plants infectés.
Virus de la mosaïque du Tabac TMV	Virus TMV (Tobacco Mosaic Virus)	Apparition de plages vert clair et vert foncé sur les jeunes feuilles.
Virus de la mosaïque du Pépino	Virus Pep MV (Pepino Mosaic Virus)	Décolorations des feuilles et une stérilisation des inflorescences.
Maladie filiforme Virus de la mosaïque du concombre	Virus CMV (Cucumber Mosaic Virus) Transmis par des pucerons	Les feuilles sont réduites à des nervures
Virus Y de la pomme de terre	PYV	Nécroses sur feuilles avec dessèchement.
Stolbur Maladie à mycoplasmes	Transmis par des Cicadelles	Symptômes similaires aux chloroses. Prolifération des rameaux. Réduction du feuillage.

Tableau 5. Maladies cryptogamiques (Blancard, 1988 ; Blancard *et al.*, 1990 ; Chibane, 1999 et Pyron, 2006)

**Biologie et écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)  
(Lepidoptera :Gelechiidae) dans la région de Boumerdes**

Nom de la maladie	Agent causal	Symptômes et dégâts
Alternaria	<i>Alternaria solani</i>	Sur feuille: Apparition de taches arrondies noirâtres montrant des cercles concentriques. Des taches chancreuses peuvent se manifester sur tige. Sur fruit: la maladie s'attaque en premier lieu aux sépales qui se nécrosent, puis passe aux calices.
Oïdium	<i>Leveillula taurica</i>	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. Une malnutrition minérale accentue la maladie. La maladie ne se manifeste jamais sur fruit.
Mildiou	<i>Phytophthora infestans</i>	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 attaquées noircissent et la plante meurt en quelques jours.
Botrytis (ou pourriture grise)	<i>Botrytis cinerea</i>	Sur feuille et tige : Apparition des taches brunâtres accompagnées d'un duvet grisâtre. Ces taches peuvent évoluer en chancre sur tiges et pétioles. Sur fruit : on observe une pourriture molle grise. Chute des fleurs et fruits.
Fonte des semis	<i>Pythium spp, Rhizoctonia solani</i>	Manque à la levée et pourriture du collet.
Maladie des racines liégeuses ou « corky-root »	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	Apparition de très nombreuses lésions brunes dans les racines dont certaines évoluent en épaissement liégeux.
Phytophthora	<i>Phytophthora nicotiana</i>	En conditions méditerranéennes, mortalité des jeunes plants, en général, dans la quinzaine qui suit leur repiquage au champ.
Fusariose de la tomate	<i>Fusarium oxysporum Sp lycopersici et Fusarium oxysporum Sp radicis</i>	Jaunissement du feuillage à partir du bas de la plante qui se dessèche. Tissus ligneux colorés en brun-rouge.
Verticilliose	<i>Verticillium dahliae</i>	Sous serre : sous faible éclaircissement, flétrissement avec ramollissement des feuilles. En plein champ : on observe plutôt des jaunissement et nécroses internervaires conduisant au dessèchement progressif des feuilles de bas en haut de la plante.

#### 4.2. Les ravageurs

Les principaux ravageurs de la tomate sont consignés dans le tableau 6.

**Tableau 6. Principaux ravageurs de la tomate (ITCMI, 1995<sub>b</sub> et Pyron, 2006)**

Nom de la maladie	Agent causal	Symptômes et dégâts
Nématodes à galles	Meloidogyne incognita Meloidogyne arenaria	Apparition de galles sur les racines des plants attaqués. La tige rabougrit, les feuilles jaunissent, puis la plante dépérit.
Acariens	Tetranychus urticae Tetranychus cinnabarinus	La face inférieure des folioles devient brune à bronzée. Sur fruit, la peau devient suberifiée et présente des craquelures.
Noctuelles (Lepidoptera : Noctuidae) Terricoles, défoliatrices et des fruits	Agrostis segetum Chloridea armigera Helicoverpa armigera	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 attaqués.
Thrips	Thrips tabaci (thrips de l'oignon) Heliothrips haemorrhoidalis Thrips des serres	Sur feuille: les plages de cellules mortes apparaissent comme des taches claires formées de petits points blancs nacrés brunissent par la suite. Sur les jeunes feuilles les piqûres entraînent des malformations. Sur jeunes pousses : la salive toxique induit un raccourcissement des entre-nœuds. Sur fleurs: il se nourrit de graines de pollen, détruit les étamines et entraîne des coulures de pollen. Par vécation, ils transmettent le virus TSWV appelé maladie bronzée de la tomate.
Aleurodes	Bemisia tabaci Trialeurodes vaporariorum	Rabougrissement des apex et développement de fumagine sur le miellat produit par les larves, transmission des virus ToCV, TICV et TYLCV.
Cicadelles	Hialesther obsoletus	Transmission du stolbur, mycoplasmoses
Pucerons	Macrosiphum euphorbiae Myzus persicae	Enroulement des feuilles et développement de la fumagine et transmission de virus CMV et PVY.
Mineuses	Liriomyza bryoniae Liriomyza trifolii et Tuta absoluta	Les larves creusent dans le limbe des feuilles des galeries d'aspect blanchâtre, de forme ligneuse pour Liriomyza et en plage pour Tuta absoluta.

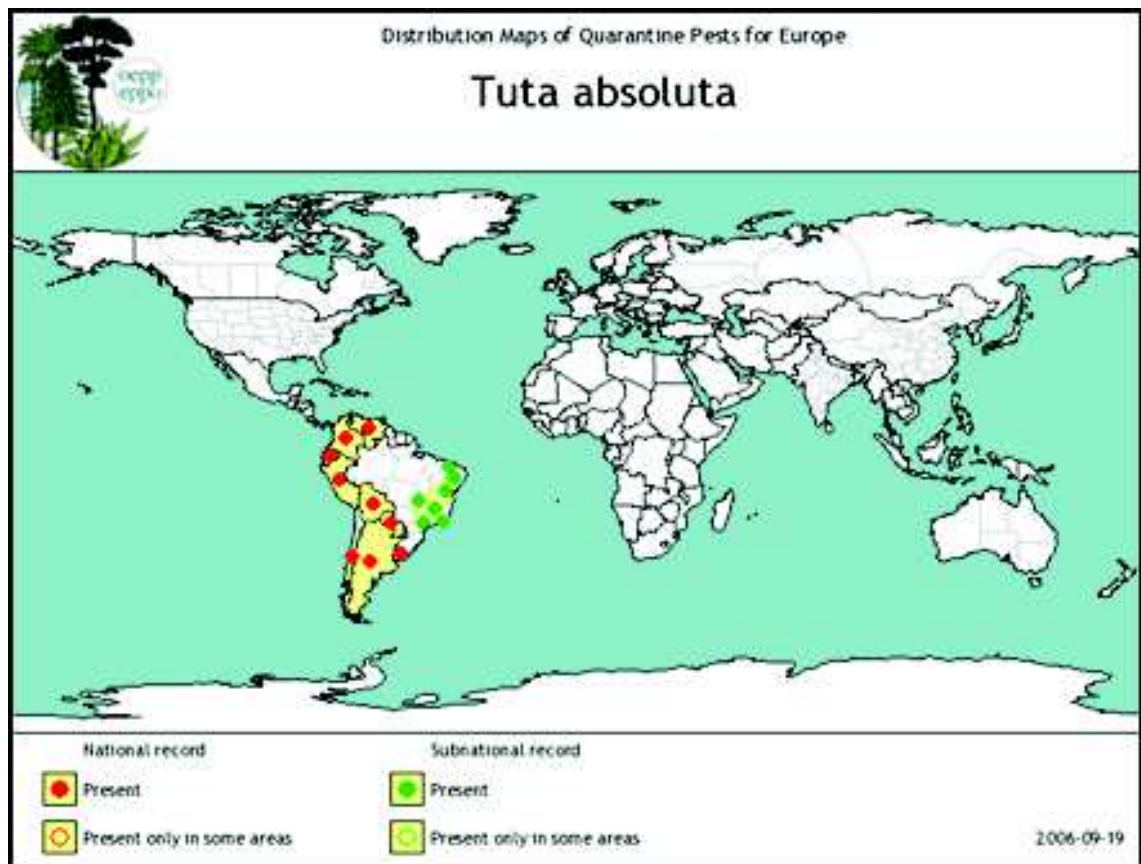
## Chapitre II : Données sur la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyrick

### 1. Présentation

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) est un ravageur de la tomate originaire d'Amérique du Sud où elle représente, depuis plusieurs décennies déjà, une



importante menace pour les cultures de la tomate (Siqueira *et al.*, 2000). La répartition du ravageur jusqu'à l'année 2006 est illustrée par la figure 2.



**Figure 2.** Répartition géographique de *Tuta absoluta* dans son aire d'origine l'Amérique du Sud (OEPP/EPPO, 2007)

## 2. Systématique

---

La mineuse de la tomate appartient au sous ordre des microlépidoptères, ordre des Lépidoptères et à la famille des Gelechiidae. Cette famille compte près de 5000 espèces dont certaines sont des espèces nuisibles de première importance comme la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller, la teigne de la betterave *Scrobipalpa ocellatella* Boyd ainsi que d'autres espèces vivant sur les arbres fruitiers, les cultures extensives et industrielles (Balachowsky, 1966).

L'espèce *Tuta absoluta* a connu plusieurs appellations et synonymes. Elle a été initialement décrite sous le nom de *Phthorimaea absoluta* (Meyrick, 1917), *Gnorimoschema absoluta* (Clarke, 1962), *Scrobipalpa absoluta* (Povolny, 1964) pour être classée plus tard dans le genre *Scrobipalpuloides* en 1987 bien que le nom exact à retenir soit *Tuta absoluta* (Povolny, 1994 in Guenaoui, 2008; OEPP/EPPO, 2005 et CABI, 2007). Actuellement, le nom de l'auteur le plus utilisé reste Meyrick (Guenaoui, 2008).

## 3. Origine et répartition géographique

---



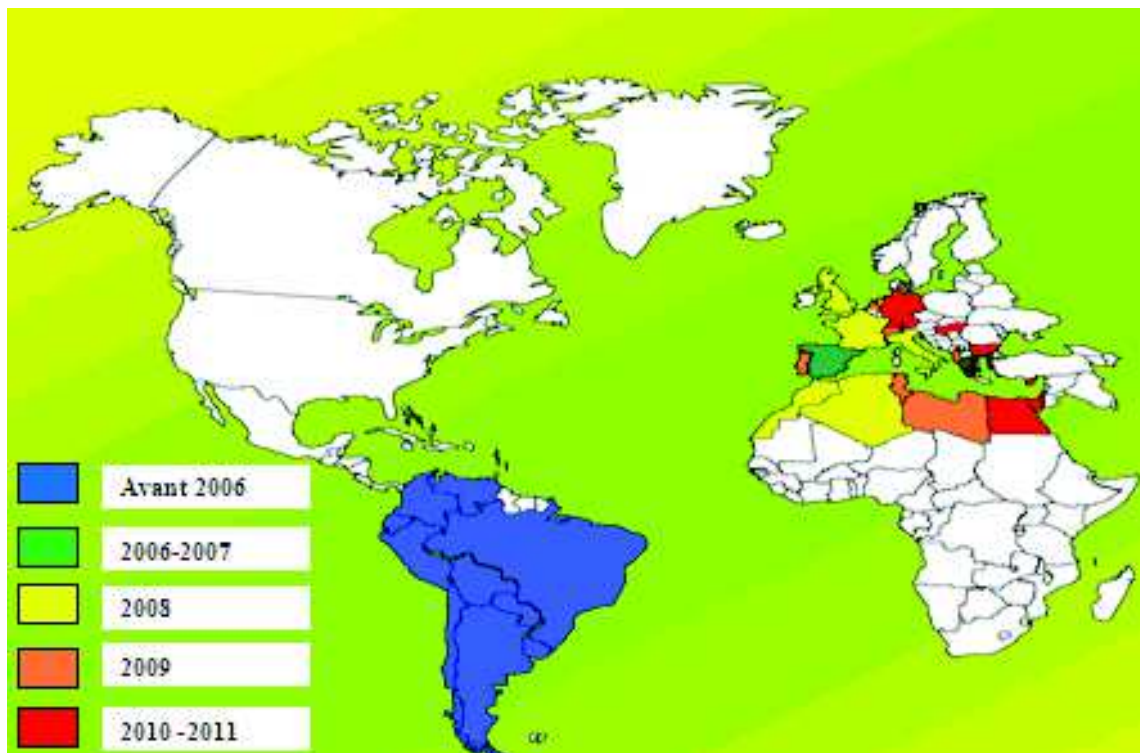
### 3.1. Origine

*Tuta absoluta* est un ravageur sud-américain même si son origine géographique exacte est incertaine et varie selon les auteurs (Siqueira *et al.*, 2000 ; Garcia et Espul, 1982 *in* Guenaoui, 2008). Décrit initialement au Pérou, *T. absoluta* s'est répandu dans toute l'Amérique du Sud : Chili (1935), Argentine (1964), Bolivie, Brésil (1980), Colombie, Paraguay, Pérou, Uruguay, Venezuela (Garcia et Espul, 1982 ; Suza et Reis, 1986 ; Picanco *et al.*, 1999 ; Siqueira *et al.*, 2000 ; Torres *et al.*, 2002 ; Leite *et al.*, 2003 ; Lietti, 2005).

### 3.2. Répartition géographique

#### 3.2.1. Dans le monde

En Europe, le premier signalement de *T. absoluta* remonte à fin 2006 lorsqu'il a été détecté dans la Province du Castellon (Valence) (OEPP/EPPO, 2008a). En 2007, de nombreux foyers d'infestation ont été signalés le long de la côte méditerranéenne espagnole dans les provinces de Valencia et de Murcia, en Catalogne et aux îles Baléares (Urbaneja *et al.*, 2007 ; OEPP/EPPO, 2008a). Il est ensuite signalé en Corse, en Provence-Alpes-Côte d'Azur, dans le Var et dans les Bouches-du-Rhône en France dès la Mi-octobre 2008 (OEPP/EPPO, 2009a). Dès le début 2009, de nouvelles introductions de ce ravageur ont été signalées dans de nombreux pays du bassin méditerranéen et d'Europe : Italie, Sicile, Malte, Turquie, Grèce, Albanie, Pays-Bas, Russie, Grande Bretagne, Suisse, Portugal, Bulgarie, Chypre, Allemagne, Kosovo et même dans certains pays du moyen orient, Bahreïn, Koweït, Israël, Syrie, Jordanie et Irak (OEPP/EPPO, 2009b, 2009c, 2009d, 2010a, 2010b et 2011). En Afrique du nord, ce ravageur est apparu d'abord au Maroc avant d'être signalé en Algérie (Berkani et Badaoui, 2008 ; Guenaoui, 2008, OEPP/EPPO, 2008b et 2008c), et s'étendre à la Tunisie et la Libye en 2009 et l'Egypte en 2010 (OEPP/EPPO, 2009c) (Fig.3).

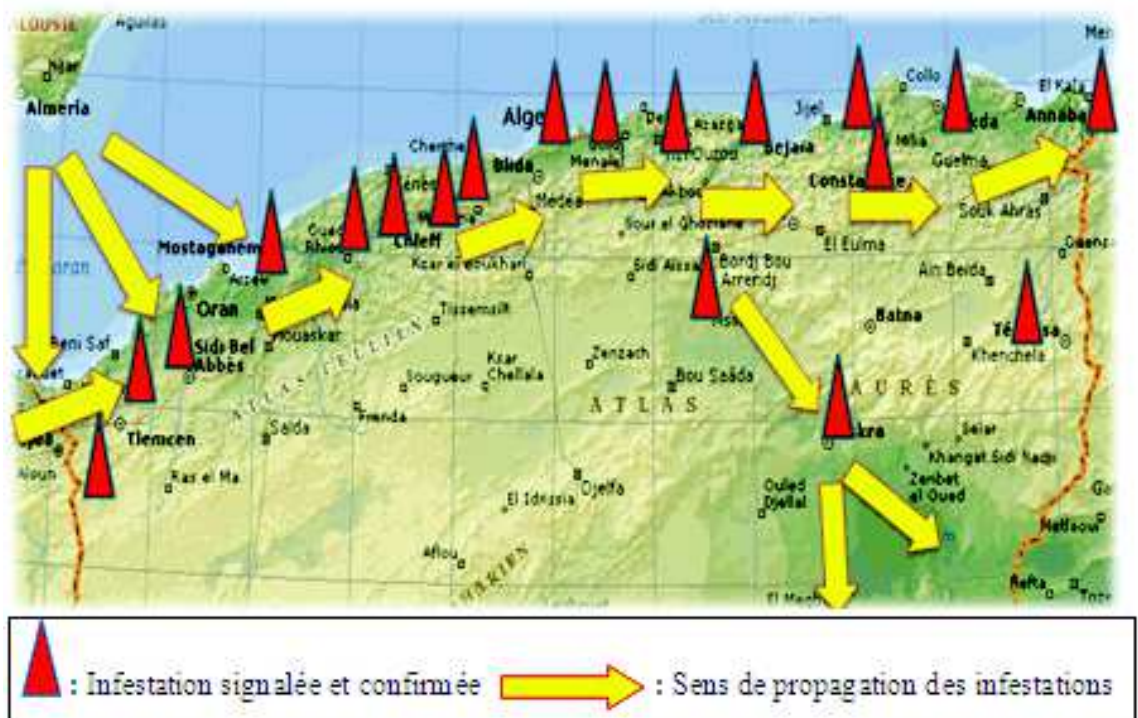


*Figure 3. Répartition géographique de la mineuse de la tomate Tuta absoluta en Europe et dans le monde depuis 2006 (Ramel, 2010 modifiée)*

### 3.2.2. En Algérie

Le premier signalement de *Tuta absoluta* en Algérie remonte au printemps 2008 dans le littoral de l'ouest par les agriculteurs de la commune d'Achaâcha dans la région de Mostaganem (Berkani et Badaoui, 2008 ; Guenaoui, 2008).

Sur la base des enquêtes effectuées par l'Institut National de la Protection des Végétaux, les stations régionales de protection des végétaux et les rapports établis depuis l'année 2008 par les services des inspections phytosanitaires, nous avons conçu une carte de distribution de la mineuse de la tomate dans l'Algérie du nord et dans quelques localités du sud (Fig. 4).



*Figure 4. Chorologie de la propagation de T. absoluta en Algérie depuis 2008 (Originale)*

### 3.2.3. Dans la région d'étude

Dans la région de Boumerdes, les premières infestations par la mineuse de la tomate ont été signalées à l'inspection phytosanitaire par les agriculteurs de la zone de Souanine et de Cap Djinet. Suite à ce premier signalement, une sortie sur terrain a été effectuée par les éléments de l'inspection phytosanitaire de Boumerdes à Zemmouri (EAC Belhidouche) et Cap Djinet (Centre frigorifique Douddah) pour constat de l'infestation et prélèvement de plants infestés pour examen au laboratoire d'entomologie de la station régionale de protection des végétaux (SRPV) de Draâ Ben Khedda qui a procédé à la confirmation du ravageur.

De nouveaux foyers d'infestation ont été signalés, par la suite, à Hamadi, Khemis El Khechna sur tomate industrielle, Corso (Domaine Guedouari) et Boudouaou El Bahri (EAC

N° 4, Ex-DAS Gourari) où l'infestation a été constatée également sur les cultures de pomme de terre. Après l'arrachage des cultures de tomate, en raison de leur très forte infestation, et afin de pouvoir continuer son cycle, la mineuse de la tomate s'est rabattue sur les cultures de pomme de terre d'arrière saison auxquelles, elle a causé des dégâts considérables sur le feuillage.

### 3.3. Voies d'introduction et modes de propagation

Les sources primaires des infestations par la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* restent indéterminées. Néanmoins, il semblerait que ce ravageur puisse se déplacer au vol sur plusieurs kilomètres, en se laissant porter par le vent et soit en mesure de survivre à de rigoureuses conditions. En effet, il a été trouvé en Espagne à des dizaines de kilomètres de toute culture de tomate et même en forêt. Cela suppose que cet insecte peut se propager par la végétation naturelle. Aux Pays Bas, les services de protection des végétaux ont trouvé ce Lépidoptère dans des sites d'emballage traitant des tomates en grappe venant d'Espagne (Van Deventer, 2009). Pour le cas de l'Algérie, il est difficile de donner avec certitude les voies d'introduction de *Tuta absoluta*. Cependant, la proximité du Maroc et des côtes espagnoles, les facteurs climatiques favorables, le trafic important de marchandises et les échanges commerciaux entre ces pays constituent autant de voies potentielles d'introduction de ce ravageur (Berkani et Badaoui, 2008).

## 4. Plantes hôtes

Selon Estay (2001), Urbanéja *et al.*, (2007), Guenaoui (2008), Ramel et Oudard (2008), la principale plante hôte de *Tuta absoluta* est la tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), mais *T. absoluta* peut également attaquer diverses autres solanacees cultivées telles que la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), le pepino (*S. muricatum* Aiton), l'aubergine (*S. melongena*) et le poivron (*Capsicum annuum*) ainsi que d'autres Solanaceae sauvages, adventices ou ornementales telles que : la tomate sauvage (*Lycopersicon hirsutum*), la datura stramoine (*Datura stramonium* L.), la datura féroce ou stramoine épineuse (*D. ferox* Linnaeus), le tabac glauque ou arborescent (*Nicotiana glauca* Graham), la morelle noire (*Solanum nigrum*) (Fig. 5), la morelle jaune (*Solanum elaeagnifolium*) et la morelle douce amère (*Solanum dulcamara*).



Figure 5. Symptômes sur feuilles de morelle noire *Solanum nigrum* (Originale, 2009)

## 5. Morphologie et description

*Tuta absoluta* est un Lépidoptère de la famille des Gelechiidae qui se caractérise par des individus de petite taille comprise entre 5 et 20mm. Les ailes antérieures, postérieures et le corps sont recouverts d'écaillés. Les ailes postérieures sont étroites et frangées (Balachowsky, 1966) (Fig. 6).



**Figure 6.** Aspect général d'un Gelechiidae type après Povolny, 1994 in Ramel et Oudard (2008)

### **5.1. L'œuf**

Les œufs sont de petite taille mesurant entre 0,36mm de long et 0,22mm de large. De forme ovale (cylindrique) et de couleur blanc-crème, ils sont déposés individuellement ou groupés préférentiellement sur la face inférieure des feuilles sur le tiers supérieur des plantes (pousses et jeunes feuilles déployées)(Fig. 7). L'incubation dure de 4 à 10 jours selon les conditions climatiques, notamment la température (Biurrun, 2008 ; Vieira, 2008).

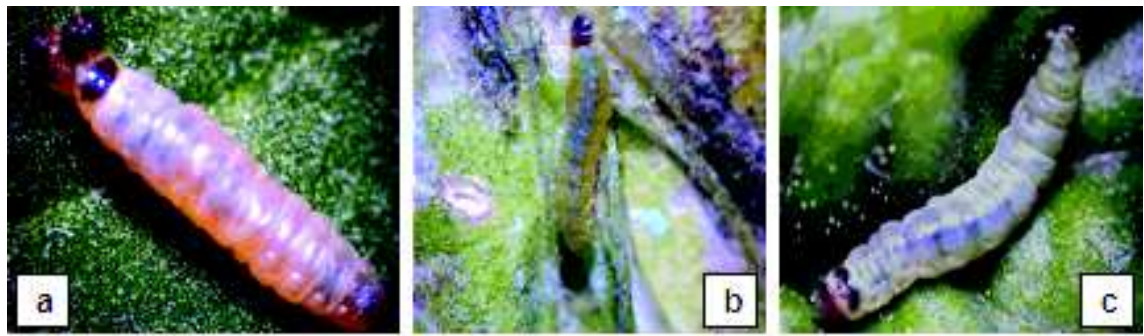


**Figure 7.** Œuf de *Tuta absoluta* (Originale, 2009)

### **5.2. La larve**

La larve initiale (L1) est de couleur beige clair avec une tête noire. Elle mesure à la naissance entre 0,6 et 0,8mm. Les larves L2 et L3 sont verdâtres puis elles virent à la couleur rose du second au quatrième stade. Le stade L3 mesure environ 4,5mm et le dernier stade (L4) environ 7,5mm, au maximum 8mm. Au dernier stade larvaire la face dorsale se colore en rouge carmin (Marcano, 2008 ; Vieira, 2008 et Ramel et Oudard, 2008) (Fig. 8).





(a). Larve de 1<sup>er</sup> stade, (b). Larve de 2<sup>ème</sup> stade, (c). Larve de 3<sup>ème</sup> stade

**Figure 8.** Larves de différents stades (Originale, 2009)

### 5.3. La chrysalide

La chrysalide, en forme de fuseau, mesure de 4 à 5 mm de long et 1,1 mm de diamètre. Elle est d'abord verdâtre, puis prend rapidement une couleur châtain foncé (Fig. 9). Le stade chrysalide dure de 8 à 20 jours selon la température (Marcano, 2008 ; Vieira, 2008).



**Figure 9.** Chrysalide de *Tuta absoluta*(Originale, 2009)

Au terme de son développement, la larve du quatrième stade entame la nymphose qui se déroule dans un cocon blanc et soyeux aux fils peu serrés que la larve peut installer dans plusieurs types d'endroits, notamment dans une feuille repliée, sous des débris à même le sol, juste sous la surface du sol, sur les fils qui servent à tuteurer les plants de tomates, ou rarement, dans les fruits (Fig. 10)(Vieira, 2008).



**Figure 10.** Chrysalide sous cocon tissé sur feuille (Originale, 2009)

#### 5.4. L'adulte

L'adulte de *Tuta absoluta* est un petit papillon qui ressemble à la mite des vêtements par la taille et la couleur. Il est de couleur gris argenté à brun avec des taches brunes sur les ailes et mesure de 6 à 8 mm de long et environ 10mm d'envergure. La tête porte des antennes filiformes faisant le 5/6 de la taille des ailes (Fig. 11). La femelle est légèrement plus grande de taille que le mâle (Guenouai, 2008 ; Ramel et Oudard, 2008).



**Figure 11.** Adulte de *Tuta absoluta* (Originale, 2009)

## 6. Comportement biologique

---

*Tuta absoluta* est une espèce multivoltine qui fait son cycle en moins d'un mois, selon les conditions climatiques. La durée des stades larvaires varie de 12 à 15 jours selon la température (Barrientos *et al.*, 1998 ; Marcano, 2008 ; Ramel et Oudard, 2008).

En présence de la nourriture en abondance, *Tuta absoluta* montre de grandes potentialités de reproduction. Elle peut avoir entre 10 à 12 générations par an et un cycle biologique complet qui dure de 28 à 46 jours (Bacci, 2006 ; Berkani et Badaoui, 2008 ; Vercher *et al.*, 2010).

Les adultes sont de mœurs nocturnes ou crépusculaires pour l'oviposition. Ils restent cachés durant les heures de la journée. La longévité des adultes varie selon la température, l'humidité relative, l'alimentation et le sexe. Ils vivent de sept à neuf jours à une température de 24-26 °C, et environ 23 jours à une température de 13°C (Vieira, 2008). Selon le sexe, elle varie entre 6 et 7 jours pour les mâles et 10 et 15 jours pour les femelles (Estay, 2000).

### 6.1. Accouplement

L'accouplement a lieu de 24 à 48 heures après l'émergence des adultes et la plupart des œufs sont pondus quelques jours seulement après (Fig. 12). Les adultes se cachent pendant le jour et se mettent à voltiger parfois dans tous les sens si l'on remue les feuilles situées près du sol. Le vol des adultes et la ponte des œufs commencent d'ordinaire à la tombée du jour et se poursuivent toute la nuit si la température est supérieure à 16°C (Urbaneja, 2009).



Figure 12. Accouplement d'adultes de *Tuta absoluta* (Montserrat Delgado, 2009)

### 6.2. Ponte

La femelle de *Tuta absoluta* peut pondre, isolément ou en petits tas de trois à sept, entre 40 à 240 œufs, pour la plupart sur les feuilles du sommet du plant, les jeunes tiges tendres) et les sépales des fruits immatures (Fig. 13). Les œufs sont pondus préférentiellement sur la face inférieure (Urbaneja, 2009).

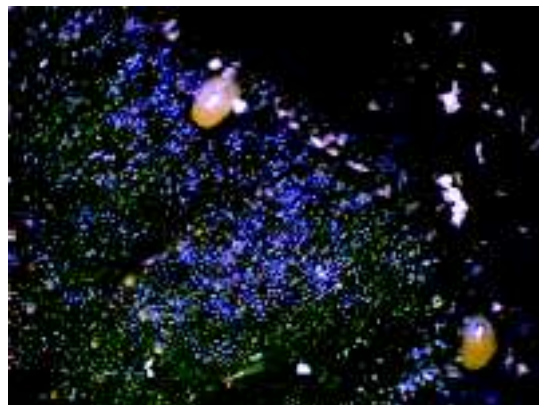


Figure 13. Ponte groupée sur la face inférieure des feuilles (Originale, 2009)

### 6.3. Cycle biologique

La synthèse des travaux réalisés sur la *Tuta absoluta* au Chili, en Argentine, au Brésil, en Espagne, au Maroc et en France (la Corse) nous permet de nous rendre compte qu'un certain nombre d'auteurs s'accordent à dire que le cycle biologique de *Tuta absoluta* est étroitement lié aux conditions climatiques, la température en particulier. Ainsi, il dure environ 76,3 jours à une température de 14 °C, 39,7 jours à 19,7 ° C et enfin de 23,8 jours à 27,1° C (Barrientos *et al.*, 1998 ; Urbaneja *et al.*, 2007 ; Berkani et Badaoui, 2008 ; Guenaoui, 2008 ; Vieira, 2008 et Marcano, 2008).

Quelques jours après l'accouplement, les femelles pondent leurs œufs soit sur les feuilles, les tiges ou les fruits. Après l'éclosion des œufs, les jeunes larves pénètrent dans les feuilles, les tiges ou les fruits quel que soit le stade phénologique de développement du plant de tomate. Les chenilles creusent des galeries dans lesquelles elles se développent. Une fois le développement larvaire achevé (quatre stades larvaires), elles se transforment en chrysalides soit dans les galeries, soit à la surface des plantes hôtes ou bien dans le sol où elles nymphosent jusqu'à leur émergence en nouveaux adultes formant ainsi une nouvelle génération (Barrientos *et al.*, 1998 ; Urbaneja *et al.*, 2007 ; Berkani et Badaoui, 2008 ; Guenaoui, 2008 ; Vieira, 2008 et Marcano, 2008).

## **7. Symptômes et dégâts**

---

*Tuta absoluta* est une « mineuse », les mineuses sont des chenilles de lépidoptères, d'hyménoptères ou des asticots de diptères phytophages qui creusent des galeries dans le limbe des feuilles entre les deux épidermes du limbe et qui prêtent souvent à des confusions entre les espèces.

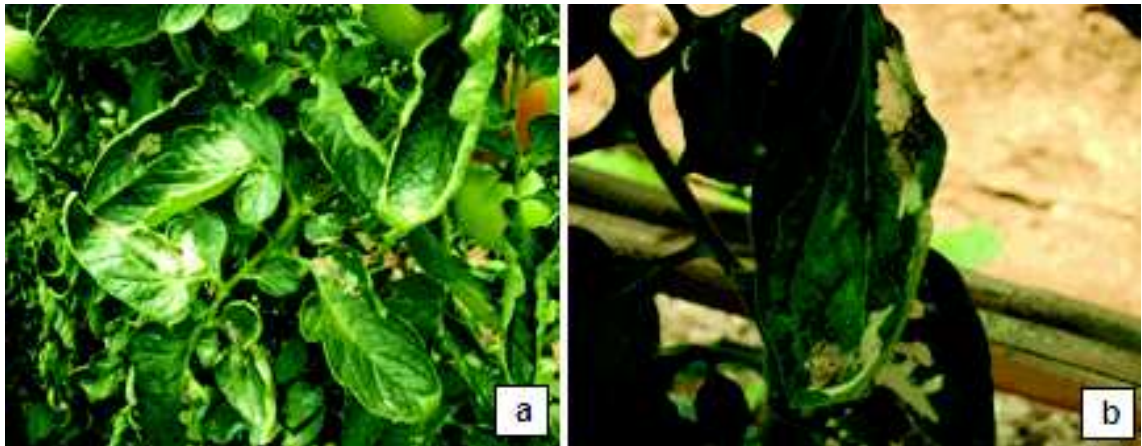
La mineuse de la tomate s'attaque aux feuilles, aux tiges et également aux fruits qu'ils soient verts ou mûrs. Les galeries d'aspect blanchâtre que ses chenilles creusent à l'intérieur des feuilles sont les lésions les plus communes. Les premiers dégâts de *Tuta absoluta* sont localisés préférentiellement sur les parties jeunes des plantes : apex, jeune fruit, fleur (Ramel et Oudard, 2008).

Sur tomate, après un premier stade baladeur, la larve peut pénétrer dans tous les organes, quel que soit le stade de développement de la plante.

### **7.1. Sur feuilles**

L'attaque se caractérise par la présence de plages décolorées nettement visibles. Les larves dévorent seulement le parenchyme en ne laissant subsister que l'épiderme de la feuille à sa surface extérieure. Elles dévorent chacune entre 2 à 3 cm<sup>2</sup> de parenchyme. Par la suite, les folioles attaquées se nécrosent entièrement (Caffarini, 1999 ; Ramel et Oudard, 2008)(Fig. 14).





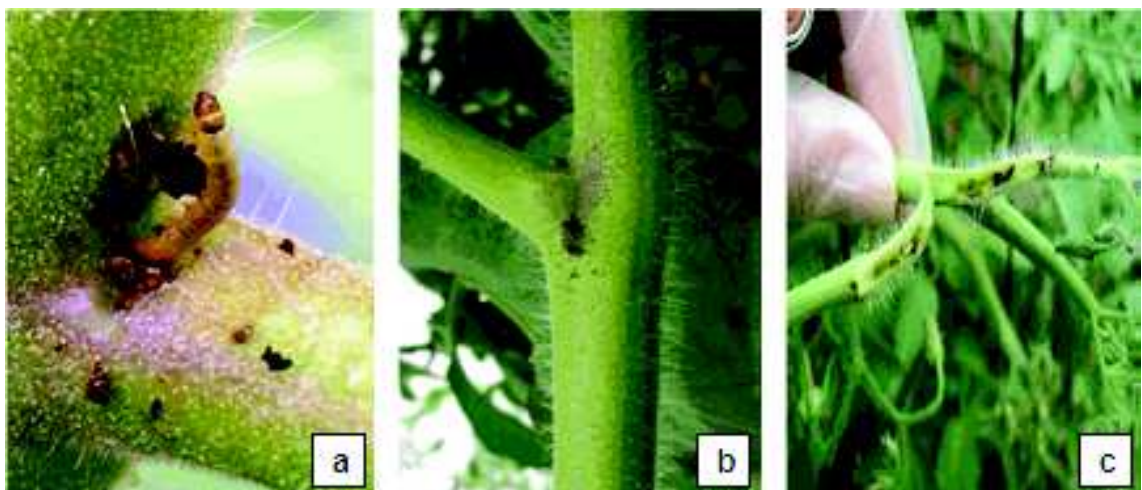
**Figure 14 (a et b).** Aspect et évolution des dégâts sur feuilles (Originales, 2009)

(a). Aspect des dégâts sur le feuillage d'un plant infesté

(b). Aspect d'une foliole infestée

## 7.2. Sur tiges ou pédoncules

La nutrition et l'activité de la larve perturbent le développement des plantes (Fig. 15) (Amazouz, 2008 ; Ramel et Oudard, 2008 et Monserrat Delgado, 2009).



**Figure 15 (a, b et c).** Aspect des dégâts sur tiges

(Amazouz, 2008 ; Biurrun, 2008 ; Monserrat Delgado, 2009)

## 7.3. Sur fruits

Les tomates présentent des nécroses sur le calice et des trous de sortie à la surface. Les fruits sont susceptibles d'être attaqués dès leur formation jusqu'à la maturité. Une larve peut provoquer des dégâts sur plusieurs fruits d'un même bouquet (Caffarini, 1999 ; Ramel et Oudard, 2008) (Fig. 16).

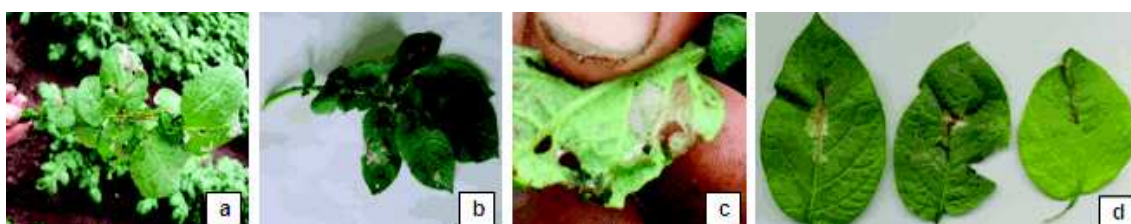


**Figure 16 (a, b et c).** Aspect et évolution des dégâts sur fruits (Originales, 2009)

- (a). Trous de pénétration sous calice,
- (b). Élargissement des trous de pénétration,
- (c). Nécrose des galeries avec la maturation du fruit

#### 7.4. Sur pomme de terre

Seules les parties aériennes sont attaquées. *Tuta absoluta* ne se développe pas sur les tubercules (Fig. 17) (Caffarini *et al.*, 1999 ; Notz, 1992 in Pereyra, 2002 ; Ramel et Oudard, 2008).



**Figure 17 (a, b, c et d).** Dégâts sur tiges et feuilles de pomme de terre (Originales, 2009)

## 8. Les confusions possibles

---

Selon Ramel et Oudard (2008), les symptômes causés par les larves de *Tuta absoluta* sur les plants de tomate peuvent être confondus avec ceux des espèces voisines d'intérêts agronomiques savoir :

### 8.1. *Liriomyza* sp

les galeries de *Liriomyza* ressemblent à celles de *Tuta absoluta*. Cependant, les galeries de *T. absoluta* forment des plages, tandis que celles de *Liriomyza* sont en forme de tunnel et s'évasent très progressivement (Fig. 18). Les déjections de *T. absoluta* sont dispersées dans la galerie alors que celles de *Liriomyza* forment un étroit filet à l'intérieur de la galerie. Enfin, les larves de *T. absoluta* sont de véritables chenilles dont on voit nettement la tête et les pattes, alors que celles de *Liriomyza* sont des asticots, sans tête distincte ni pattes.



**Figure 18.** Aspect des galeries de *Liriomyza bryoniae* (Originale, 2009)

### 8.2. La teigne de la pomme de terre

*Phthorimaea operculella* Zeller : est également présente sur les Solanacées. Ses larves ont une bande noire plus large et des pattes noires.

### 8.3. La mouche mineuse tropicale de la tomate

*Keiferia lycopersicella* Walsingham : est notamment présente aux Etats-Unis et en Italie. La confusion sexuelle s'est avérée efficace dans la lutte contre ces ravageurs sur les tomates cultivées sous serre.

### 8.4. La teigne du Guatemala

*Tecia* syn. *Scrobipalopsis solanivora* : est présente en Sardaigne (France) et également dans le sud de l'Europe.

## 9. Moyens de lutte

La lutte intégrée reste de loin le meilleur moyen de se prémunir contre la mineuse de la tomate. Elle consiste à conjuguer différentes stratégies de protection phytosanitaire, notamment, l'utilisation de tous les moyens, aussi bien culturels, biotechniques, biologiques, physiques que chimiques pour une meilleure optimisation de la lutte contre les maladies et ravageurs de la culture tout en réduisant les applications non justifiées de pesticides.

### 9.1. Lutte culturale (mesures prophylactiques)

Les mesures prophylactiques à prendre pour se prémunir contre une éventuelle infestation par la mineuse de la tomate doivent être prises au préalable dès la fin de la culture en place et avant l'entame de la nouvelle saison et la mise en terre de la nouvelle culture, ainsi qu'au niveau des pépinières de production de plants de tomate. Ces mesures consistent donc à :

- Évacuer les restes des plants de l'ancienne culture et les incinérer.
- Désinfecter les sols pour supprimer les chrysalides.
- Contrôler les plants avant leur acquisition auprès des pépinières.

- Appliquer un désherbage à l'intérieur et aux alentours des serres afin d'éliminer une grande partie de la population du ravageur.

## **9.2. Lutte physique**

L'isolation des serres revêt une importance primordiale dans la lutte contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*. Elle permet d'empêcher l'entrée des adultes de *Tuta* et autres insectes ravageurs. Ainsi, pour assurer une bonne étanchéité, il y a lieu de :

- Protéger les ouvertures des serres en installant de manière rationnelle des filets insectproof (maille minimale : 9\*6 fils/cm<sup>2</sup>) assurant à la serre son étanchéité et sa bonne aération (Fig. 19).
- Aménager un système de double porte pour que les serres soient mieux isolées.
- Appliquer un paillage intégral sur le sol de la serre pour réduire les sources d'infestation et d'infection plants.



**Figure 19.** Serre protégée par des filets insectproof et un sas à double porte pour empêcher l'introduction des adultes de *Tuta absoluta* (Arnó et Gabarra, 2011)

## **9.3. Lutte biotechnique**

La lutte biotechnique se base sur le piégeage massif des adultes mâles de *Tuta absoluta* l'aide des pièges à phéromones sexuelles, à glue, à eau et des pièges lumineux. L'objectif de cette méthode de lutte est de détecter la possible présence du ravageur, d'évaluer le risque potentiel pour la culture et enfin réduire considérablement les effectifs des adultes du ravageur et leurs chances d'accouplement. (Fig. 20).





**Figure 20 (a, b et c).** Différents types de pièges utilisés contre les adultes de *Tuta absoluta* (Urbaneja, 2009 ; Mahdi, 2011 et Belhadj, 2010)

- (a). Piège à phéromone de type Delta Trap avec plaque engluée,
- (b). Piège à phéromone avec bassine à eau,
- (c). Piège lumineux

En pratique, le piégeage de masse est une technique qui implique le placement d'un nombre plus élevé de pièges dans le domaine de récolte dans diverses positions stratégiques pour enlever une proportion suffisamment élevée d'adultes mâles de la population du ravageur. Il est employé couramment en même temps que d'autres mesures de contrôle pour réduire les dégâts causés par le ravageur à un niveau acceptable.

En effet, et pour plus d'efficacité, le piégeage de masse doit être complété par l'installation dans les serres des filets insect-proof au niveau des ouvertures principales et latérales, et l'adoption du système des doubles portes SAS.

En Algérie, l'opération de piégeage massif menée par l'Institut National de la Protection des Végétaux dès l'année 2009, dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie nationale de lutte contre la lutte contre *Tuta absoluta*, a donné des résultats prometteurs dans les zones touchées par l'infestation.

#### 9.4. Lutte chimique

Dans plusieurs pays d'Amérique du sud comme l'Argentine, le Brésil une résistance vis-à-vis de certains produits phytosanitaires a été développée par *Tuta absoluta*, notamment des insecticides à base d'abamectine, de deltaméthrine de cartap de methamidophos et de perméthrine (EPPO, 2005 ; Lietti *et al.*, 2005 et Siqueira *et al.*, 2000).

Ainsi, face à l'inefficacité de l'alternative chimique intensive, les agriculteurs ont recours à la lutte chimique raisonnée qui intervient avec des produits chimiques sélectifs et à des périodes de vulnérabilité du ravageur avec des doses qui permettent de réduire sensiblement les effectifs du ravageur et leur maintien à des seuils économiquement tolérables.

Jusqu'à 2008-2009, il n'y avait aucune matière active homologuée spécialement pour la lutte directe contre la mineuse de la tomate. Néanmoins, certains produits insecticides initialement destinés pour la lutte contre les chenilles défoliatrices et les noctuelles en Espagne, en France et en Italie ont été essayés contre la mineuse de la tomate et ont montré une certaine efficacité. Il s'agit entre autres du Spinosad, de l'Indoxacarbe, de l'Emamectine benzoate, du Métaflumizone et de la Rynaxypyr.

Depuis 2010, des essais sont menés en Europe pour tester différentes matières actives contre ce ravageur, et on peut s'attendre à de prochaines homologations.

Le tableau 7 regroupe les principales familles chimiques et matières actives utilisées actuellement dans la lutte chimique contre la mineuse de la tomate à travers le monde.

**Tableau 7. Familles chimiques et matières actives utilisées dans la lutte contre *Tuta absoluta***

Famille chimique	Matière active	Sources
Avermectine	Abamectine	Siquiera <i>et al.</i> (2000)
Organophosphorés	Acephate	Salazar <i>et al.</i> (2001)
	Malathion	Collavino et Giménez (2008) ; Piereira <i>et al.</i> (2008)
	Méthamidophos	Suinagaet <i>al.</i> (2004)
	Chlorpyrifos	
	Triazophos	Piereira <i>et al.</i> (2008)
	Dimethoate	
Organochlorés	Cartap	Lietti <i>et al.</i> (2005)
	Fenitrothion	Siquiera <i>et al.</i> (2000)
	Chlorofluazuron	Piereira <i>et al.</i> (2008)
	Chlorofénapyr	
Carbamates	Carbaryl	Piereira <i>et al.</i> (2008)
	Metomil	
Pyréthrinoides	Cyperméthrine	Suinagaet <i>al.</i> (2004)
	Deltaméthrine	Collavino et Giménez (2008)
	Fenvalerate	Silva (2008)
	Perméthrine	Lietti <i>et al.</i> (2005)
	Cyfluthrine	Piereira <i>et al.</i> (2008)
	Alphacyperméthrine	
	Fenpropathrin	
	Lambdacyhalothrine	
Chloronicotiniles	Imidaclopride	Collavino et Giménez (2008) ; Piereira <i>et al.</i> (2008)
Benzoylurées	Lufenuron	Collavino et Giménez (2008)
	Triflumuron	
Nereistoxin	Thiocylam	Lietti <i>et al.</i> (2005)
Néo-nicotinoides	Tiametoxam	Piereira <i>et al.</i> (2008)
Diacylhydrazine	Tebufenozide	Piereira <i>et al.</i> (2008)
	Méthoxyfénozide	
Bisacylhydrazines	Méthoxyfénozide	Piereira <i>et al.</i> (2008)
Oxadiazine	Indoxacarb	Piereira <i>et al.</i> (2008)

## 9.5. Lutte biologique

Les organismes vivants utilisés en lutte biologique sont appelés auxiliaires, antagonistes ou agents de lutte. Ils peuvent être des prédateurs (insectes, acariens et nématodes), des parasitoïdes, des pathogènes (virus, bactéries et champignons) ou des compétiteurs qui occupent la niche écologique plus vite que l'espèce nuisible à réguler, tout en maintenant un certain équilibre naturel (Doré *et al.*, 2006 ; Salvo et Valladares, 2007 ; Sforza *et al.*, 2008).

Sur le plan pratique, les prédateurs et parasitoïdes appartenant aux insectes constituent en général le groupe le plus important (80%) qui cause la mortalité larvaire de la mineuse

de la tomate *Tuta absoluta* (Miranda *et al.*, 1998; Urbaneja, 2009). Ils ont une fonction essentielle dans la régulation des populations de ce ravageur (Salvo et Valladares, 2007).

Plusieurs espèces d'insectes s'attaquant aux divers stades de *Tuta absoluta* sont signalées dans sa région d'origine (l'Amérique du sud) et dans le bassin méditerranéen. Ces espèces utiles appartiennent essentiellement aux ordres des Hyménoptères, des Hémiptères et des Hétéroptères (Tableau 8).

Tableau 8. Ennemis naturels de *Tuta absoluta* connus dans le monde

Classe	Ordres	Familles	Espèces
Insectes	Hymenoptera	Vespidae	<i>Vespa</i> sp *
		Eulophidae	<i>Dineulophus phtorimaeae</i> <i>Galeopsomy sp</i> <i>Retisymphiesis phtorimaeae</i> <i>Necremnus arynes</i> *
		Braconidae	<i>Apanteles gelechiidivoris</i> <i>Pseudopanteles dignus</i> * <i>Bracon sp</i> <i>Earinus sp</i>
		Chalcididae	<i>Conua</i> sp *
		Trichogrammatidae	<i>Trichogramma pretiosum</i> * <i>Trichogramma toidea bactrae</i> <i>Trichogramma nerudai</i> <i>Trichogramma achaeae</i>
		Bethylidae	<i>Goniozus nigrifemur</i> *
		Hemiptera	Miridae
	Nabidae		<i>Nabis pseudoferusibericus</i> ●
	Bertytidae		<i>Metacanthus tunellus</i> ●
	Lygacidae		<i>Georosis</i> sp ●
	Heteroptera	Pentatomidae	<i>Podisus nigrispinus</i> ●
		Anthocoridae	<i>Xylocoris</i> sp ●
	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i> ●
	Acariens	<i>Pyemotes tritici</i> (Acari : Pyemotidae)	
Entomopathogènes	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill.		
	<i>Metarhizium anisopliae</i>		
	<i>Bacillus thuringiensis</i>		

\* =Parasitoïde ● = Prédateur

# Partie expérimentale

## Chapitre III : Matériel et méthodes

### 1. Présentation de la région d'étude

L'étude a été réalisée dans la région de Boumerdes sur trois cultures de tomate plantées sous serres durant la saison 2008-2009 dans les zones de Corso, Si Mustapha et Zemmouri. Ces trois sites, de superficies variables, ont été choisis après plusieurs prospections réalisées au préalable sur des sites potentiels d'infestation par la mineuse de la tomate à travers toutes les principales zones de productions maraichères de Boumerdes.

#### 1.1. Situation et limites administratives

La région de Boumerdes est une zone côtière du centre du pays, qui s'étend sur une superficie de 1 456,16 Km<sup>2</sup> avec un profil littoral de 100 Km allant du cap de Boudouaou El Bahri à l'Ouest à la limite Est de la commune d'Afir. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par la wilaya d'Alger, au Sud-Ouest par celle de Blida, au Sud par celle de Bouira, et à l'Est par la wilaya de Tizi-Ouzou (Fig. 21).



Figure 21. Carte des limites administratives de la wilaya de Boumerdes (DPAT, 2008)

#### 1.2. Données climatiques



L'étude climatique de la zone d'étude revêt un caractère très important. Elle permet de cerner les facteurs favorables et les facteurs limitants pour le développement végétatif, et d'apprécier d'une façon générale l'impact du climat sur le maintien et le développement de la faune et de la flore de la région (Ramade, 1984). Il est connu que les êtres vivants ne peuvent se maintenir en vie que sur des limites bien précises de température, d'humidité et de pluviosité (Dajoz, 1985).

L'étude des principaux facteurs du climat de la région de Boumerdes a été réalisée à partir de l'exploitation des données climatiques enregistrées durant les années 2008 et 2009 recueillies auprès de la station météorologique de la de la ferme expérimentale de l'Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles (ITCMI) d'Isser ville (Boumerdes).

L'analyse devra donc cerner l'ensemble des facteurs favorables et limitants et permettre ainsi d'apprécier l'impact du climat sur le cycle végétatif de la culture de la tomate et sur le cycle de développement du ravageur en question.

### 1.2.1. La pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres. La répartition annuelle des précipitations, ou bien de leur rythme, sont plus importants que leur valeur volumique absolue (Ramade, 1984).

Les données pluviométriques enregistrées durant les années 2008 et 2009 sont regroupées dans le tableau 9.

**Tableau 9. Précipitations (mm) mensuelles enregistrées en 2008 et 2009 dans la station de la ferme expérimentale ITCMI d'Isser ville (ITCMII, 2009)**

Année	Mois												Total
	Jan.	Fév	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	
2008	17,4	5,6	94,8	40	59,3	0	0	0	30,40	9	142,8	89,8	489,1
2009	149,6	20	47,4	60,2	6	0	0	0	117,6	49,4	126	117,2	693,4

L'examen des données de la pluviométrie montre que la répartition des précipitations mensuelles enregistrées est irrégulière au cours des deux années. L'année 2009 reste plus pluvieuse. De l'année 2008 à 2009 les quantités annuelles sont passées de 489,1mm à 693,4 mm soit une augmentation de 29,5%.

### 1.2.2. La température

La température représente un facteur énergétique très important dans le contrôle de l'ensemble des activités, en conditionnant la répartition de la totalité des espèces et des êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1984).

Les valeurs des températures enregistrées durant les années 2008 et 2009 sont consignées dans le tableau 10.

**Tableau 10. Températures maximales (M), minimales (m) et moyennes mensuelles des années 2008 et 2009 enregistrées dans la station de la ferme expérimentale ITCMI d'Isser ville (ITCMII, 2009)**

**Biologie et écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)  
(Lepidoptera :Gelechiidae) dans la région de Boumerdes**

Année	Température C	Mois											
		Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
2008	M	17,74	18,14	16,42	18,9	21,48	29,40	31,97	35,94	28,30	26,03	24,83	18,13
	m	4,29	3,79	8,13	10,8	14,00	19,37	22,19	24,74	20,40	18,55	14,87	8,58
	(M+m)/2	11,02	10,97	12,28	14,85	17,74	24,39	27,08	30,34	24,35	22,29	19,85	13,36
2009	M	15,74	19,07	16,29	19,6	23	29,97	33,87	36,52	29,9	28,32	25,33	20,48
	m	5,87	4,82	6,84	7,6	13,97	18,67	23,52	24,42	18,13	13,97	11,6	7,39
	(M+m)/2	10,81	11,95	11,57	13,60	18,49	24,32	28,70	30,47	24,02	21,15	18,47	13,94

D'après le tableau 12, on constate que pour l'année 2008, le mois le plus chaud est Aout (30,34 °C), et le mois le plus froid est Février (10,97 °C). Pour l'année 2009, par contre, le mois le plus chaud est Août (30,47° C) alors que le mois de janvier a été le plus froid avec (10,81° C).

### 1.2.3. L'humidité relative

L'humidité relative n'est pas moins un facteur écologique fondamental. Elle est indispensable pour la vie des animaux terrestres et des végétaux (Faurrie et *al.*, 1980). Selon Dreux (1974), elle est définie comme étant la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air. Elle dépend de plusieurs facteurs climatiques comme la pluviométrie et le vent.

Les valeurs des humidités relatives maximales (M), minimales (m) et moyennes mensuelles enregistrées durant les années 2008 et 2009 sont regroupées dans le tableau 11.

**Tableau 11. Humidités relatives maximales (M), minimales (m) et moyennes mensuelles enregistrées durant l'année 2009 dans la station de la ferme expérimentale ITCMI d'Isser ville (ITCMII, 2009)**

2008														
Humidité %	Mois												Total	Moyenn
	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.		
H. max.	96,77	96,75	96,55	97,03	94,55	93,27	90,48	90,13	92,63	89,03	94,67	93,55	1125,4	193,78
H. min.	57,23	67,46	53,55	45,80	50,71	34,57	33,23	46,00	57,10	41,45	48,50	57,55	593,15	49,43
H. moy.	77,00	82,11	75,05	71,42	72,63	63,92	61,86	68,07	74,87	65,24	71,59	75,55	859,31	71,61
2009														
Humidité %	Mois												Total	Moyenn
	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.		
H. max.	97	96,39	97,06	97,4	94,19	91,63	89,81	91,45	87,6	91,26	67,67	81	1082,46	90,21
H. min.	65,16	71,5	64,16	53,67	49,13	35,9	36,61	45,58	44,6	42,1	44,13	37,13	589,67	49,14
H. moy.	81,08	83,95	80,61	75,54	71,66	63,77	63,21	68,52	66,1	66,68	55,9	59,07	836,09	69,67

Relativement, les valeurs de l'humidité moyenne mensuelle des deux années sont comparables, avec des valeurs de l'ordre de 70%.

### 1.2.4. Le vent

Selon Ramade (1984), le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant.

La région de Boumerdes connaît tout au long de l'année des vents d'intensités et de directions variables. Les vents dominants sont ceux de l'Ouest et du Nord-Ouest et soufflent en prédominance de novembre à avril. Le sirocco, vent chaud et sec qui souffle du sud vers

le nord, se manifeste en général à partir du mois de mai et peut se poursuivre jusqu'au mois de Septembre. Il souffle en moyenne 18 jours par an.

### 1.3. Synthèse climatique

Elle est réalisée sur la base du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson et du climagramme pluviométrique d'Emberger. Elle permet de caractériser le climat de la région d'étude afin de comprendre et d'évaluer son influence et pouvoir ainsi interpréter les résultats du terrain.

#### 1.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région (Dajoz, 1982). Il met en évidence les régimes thermiques et pluviométriques des stations considérées (Faurie *et al.*, 2003).

Dajoz (1985) considère que la sécheresse s'établit lorsque pour un mois donné le total des précipitations exprimées en millimètres est inférieur au double des températures exprimées en degré Celsius ( $P < 2T$ ).

Les diagrammes ombrothermiques réalisés d'après les données climatiques de la pluviométrie et de la température enregistrées durant l'année 2009 au niveau de la station de la ferme expérimentale des Isser font ressortir une période sèche d'environ cinq (05) mois s'étalant de la mi-avril à la mi-septembre (Fig. 22).

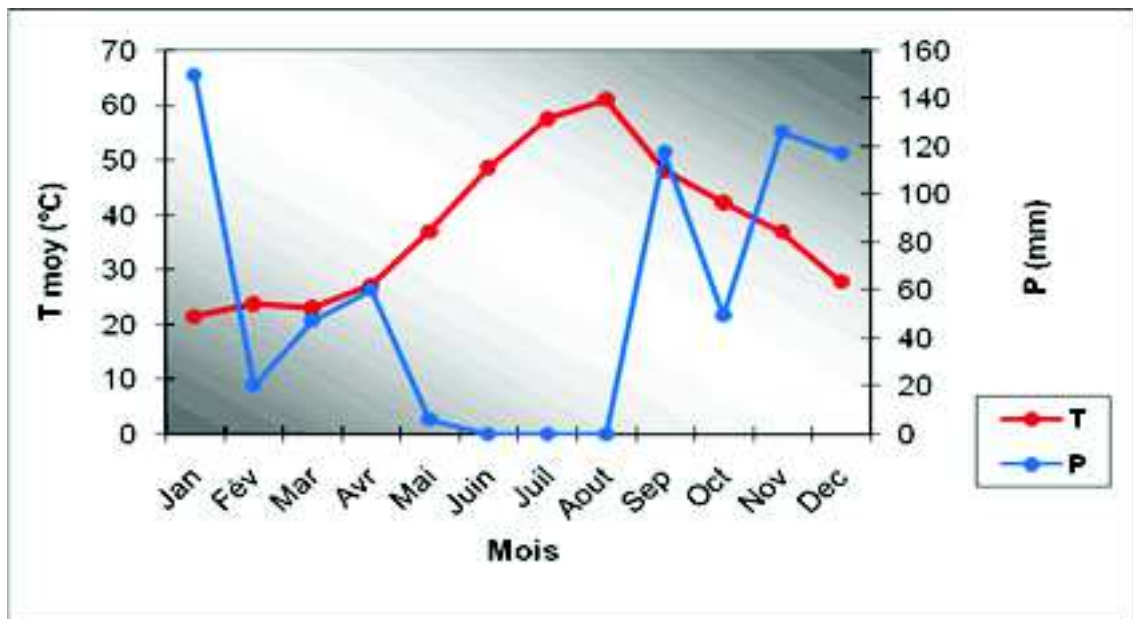


Figure 22. Diagramme ombrothermique de la région d'étude pour l'année 2009

#### 1.3.2. Quotient pluviométrique $Q_2$ et Climagramme pluviométrique d'Emberger

Pour déterminer l'étage bioclimatique d'une station donnée, on utilise le quotient pluviométrique  $Q_2$  défini par Emberger (1952) et qui prend en considération les facteurs climatiques principaux à savoir : la pluviosité moyenne annuelle  $P$  (mm) au numérateur et l'amplitude thermique  $M-m$  (°C) au dénominateur.

Ce quotient permet de distinguer les différentes nuances du climat méditerranéen. Il est calculé selon la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{P}{(M+m)/2 \times (M-m)} \times 1000$$

**P** : pluviosité moyenne annuelle en (mm).

**M** : moyenne des maxima des températures du mois le plus chaud en degrés Kelvin.

**m** : moyenne des minima des températures du mois le plus froid en degrés Kelvin.

De ce fait, le quotient  $Q_2$  traduit la résultante utile pour la végétation. Il est d'application judicieuse car il renseigne en fait sur la sécheresse d'une région donnée.

Cet indice fut simplifié par Stewart (1969) pour le Maroc et l'Algérie par la formule suivante :  **$Q_2 = 3.43 \times P / (M-m)$**

Le calcul du  $Q_2$  pour l'année 2009 avec : **P = 693,4 mm ; M = 36,52 ° C et m = 4,82°** nous donne une valeur égale à **75,02**.

La projection sur le climagramme d'Emberger de la valeur du  $Q_2$  obtenue montre que le climat de la région de Boumerdes est de type méditerranéen situé dans l'étage bioclimatique subhumide, caractérisé par un hiver tempéré (Fig. 23).

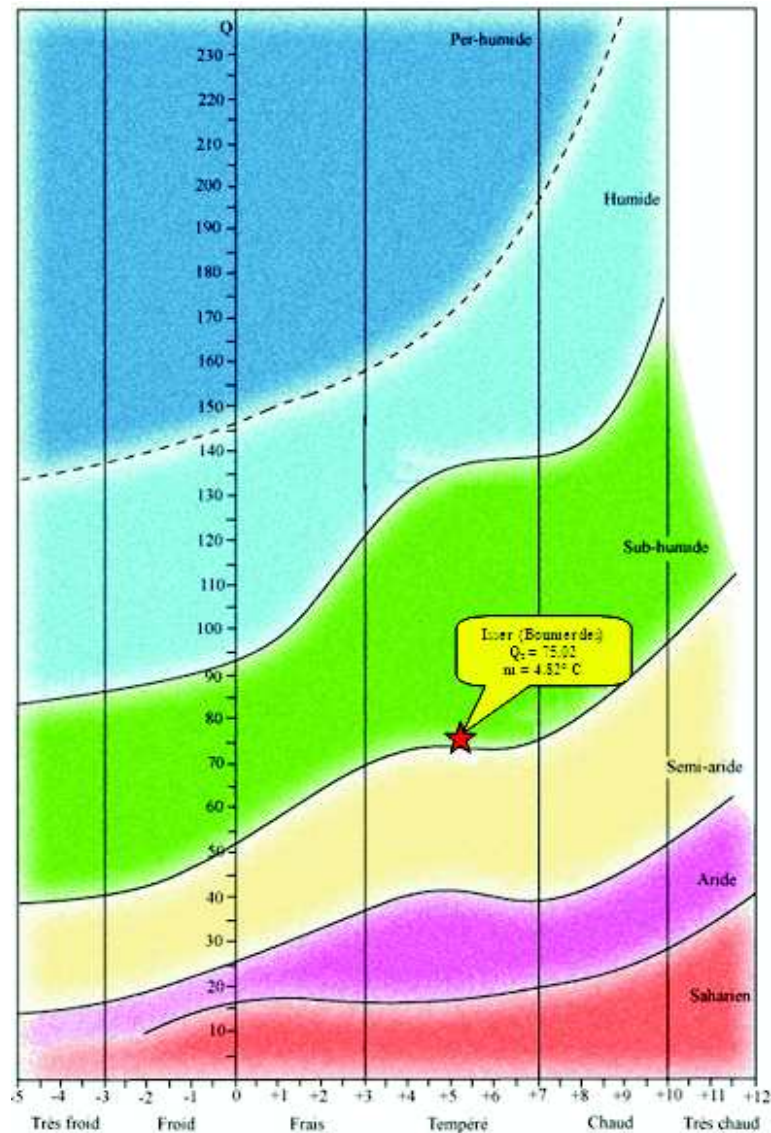


Figure 23. Localisation de la zone d'étude sur le Climagramme d'Emberger

## 2. Présentation des sites d'étude

### 2.1. Choix des sites

Parmi tous les sites infestés visités et recensés à travers la région de Boumerdes, trois sites de superficies variables ont été retenus pour la réalisation de notre investigation :

1. Zemmouri (90 serres plantées en tomate) (Fig. 24).
2. Si Mustapha (37 serres plantées en tomate) (Fig. 25),
3. Corso (11 serres, dont 9 plantées en tomate) (Fig. 26)





Figure 24. Photo satellitaire du site de Zemmouri à la fin de la saison (Google, 2010)



Figure 25. Photo satellitaire du site de Si Mustapha (Google, 2009)



Figure 26. Photo satellitaire du site de Corso (Google, 2010)

## 2.2. Organisation du site de Zemmouri

Dans le site de Zemmouri, la culture de tomate a été réalisée dans 90 abris serre dont :

- 61 serres de 50 m de long et 8 m de large couvrant une superficie de 400 m<sup>2</sup> chacune.
- 29 serres de 64 m de long et 8 m de large couvrant une superficie de 512 m<sup>2</sup> chacune.

Les 90 abris serres sont répartis en cinq (05) rangées et couvrent une superficie totale de 39.248 m<sup>2</sup> soit environs quatre (04) hectares.

## 2.3. Mise en place de la culture

### 2.3.1. Variétés de tomate utilisées.

Les variétés de tomate utilisées pour cette culture sont issues de semences hybrides F<sub>1</sub>, destinées à être cultivées sous abris serres et en plein champ. Elles sont connues pour être des variétés semi précoces à croissance indéterminée et présentant une bonne vigueur et une résistance aux maladies. Les variétés plantées dans chacun des trois sites d'études sont consignées dans le tableau 12.

Tableau 12. Variétés plantées dans les trois sites d'étude

Sites	Zemmouri	Si Mustapha	Corso
Variétés plantées	Doucen, Agora	Doucen, Agora, Actana et Zahra.	Doucen, Agora, Actana
Nombre total de serres	90	37	9

Le semis a été réalisé vers la mi-novembre dans la pépinière installée sur les lieux mêmes de l'exploitation. Le repiquage des plantules issues de ces semis a été réalisé à la mi-décembre 2008.

### **2.3.2. Disposition des plants**

Lors du repiquage des plants sous serre l'organisation suivante a été adoptée à savoir :

- La distance de plantation entre les plants est de 35 cm, soit 143 plants par rangée.
- Le nombre de rangées par abris serre est de 7, espacés d'un mètre (Fig. 27).
- Le nombre total de plants par abris serre est de 1001.



*Figure 27. Disposition des plants sous serre (Originale, 2009)*

### **2.3.3. Suivi et historique de la culture**

Pour assurer une bonne conduite de la culture, un certain nombre d'opérations culturales ont été réalisées à différentes périodes du cycle de la culture à savoir :

- Le palissage des plants de tomate.
- L'élimination des mauvaises herbes par un désherbage manuel.
- L'élimination des vieilles feuilles basales (Effeillage).
- Application de traitements préventifs contre les insectes ravageurs (Mospilan, Drusban) et les maladies cryptogamiques (Occidor).
- Application de traitements curatifs contre les ravageurs (Mospilan, Lanate) et les maladies cryptogamiques (Antracole, Euparene).
- La fertilisation minérale par la pulvérisation d'un fertilisant foliaire (Protifer).
- L'irrigation des plants par le système de goutte à goutte.

## **3. Matériel et méthodes**

---

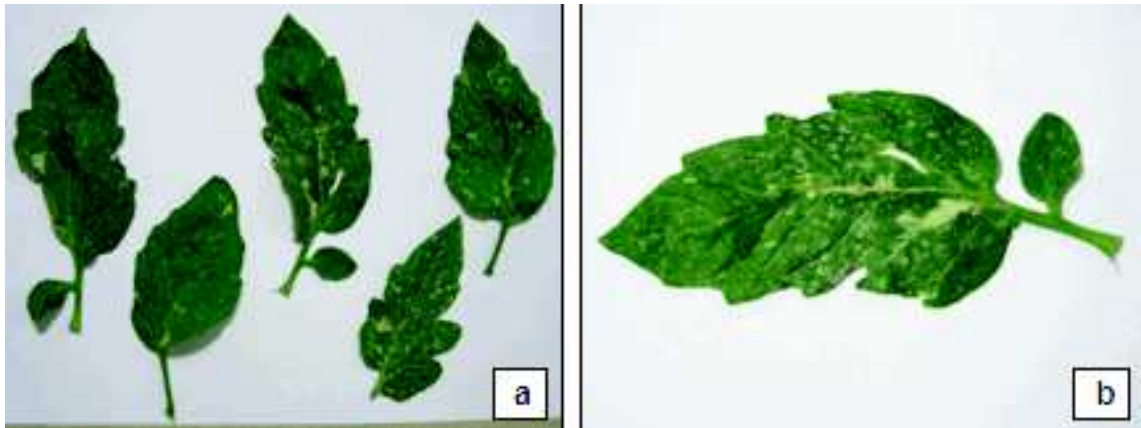
### **3.1. Matériel**



### 3.1.1. Sur le terrain

Le matériel utilisé consiste en :

- Un échantillon hebdomadaire de 90 folioles de plant de tomate de la variété Doucen récoltées selon un plan systématique dans une serre représentative, située au centre du site de Zemmouri (Fig. 28).



**Figure 28 (a et b).** Échantillon defolioles de tomate de la variété Doucen récolté à Zemmouri (Originales, 2009)

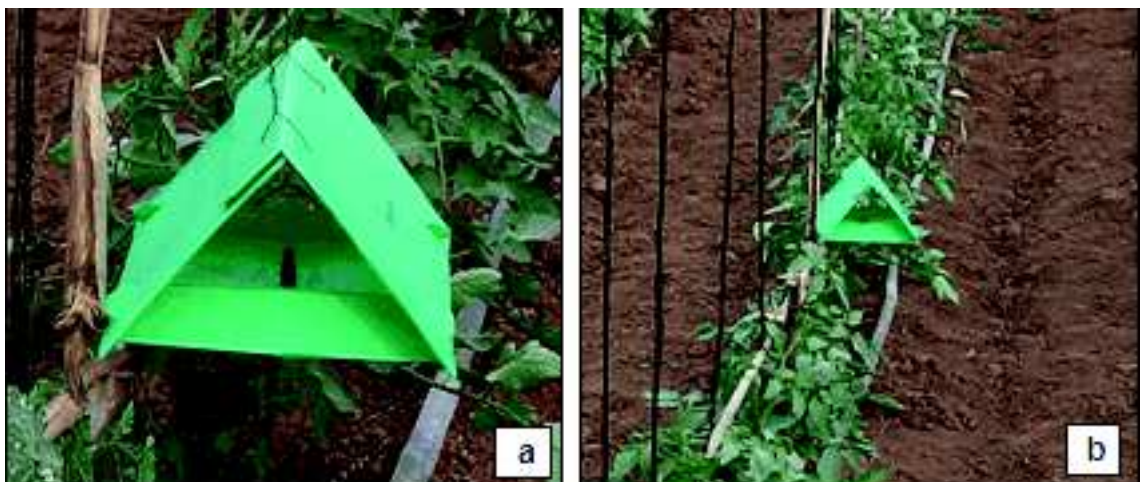
(a). Aspects de quelques folioles de l'échantillon (b). Aspect d'une foliole infestée

- Des pièges à phéromones de type AA Delta Trap munis sur leur face basale d'une plaque engluée sur laquelle est déposée une capsule (diffuseur) contenant une phéromone sexuelle de synthèse spécifique pour le piégeage des adultes mâles de la mineuse de la tomate (Fig. 29).

Ces pièges sont installés à raison d'un piège par serre de  $400\text{m}^2$ , au milieu de la serre, bien en évidence, en hauteur, au dessus des plants de la culture et ce, selon la norme établie par Montserrat Delgado (2009) qui précise que :

- Pour une parcelle de superficie  $< 3500\text{m}^2 \Rightarrow 1$  piège
- Pour une parcelle de superficie  $> 3500\text{m}^2 \Rightarrow 2$  piège/ha

Les pièges sont élevés en hauteur au fur et à mesure de la croissance des plants de tomate.



**Figure 29 (a et b).** Positionnement du piège à phéromone (Originales, 2009)

(a). Positionnement par rapport au plant

(b). Positionnement dans la serre

### 3.1.2. Au laboratoire

Une loupe binoculaire a été utilisée pour l'examen des folioles et le dénombrement des mines, qu'elles soient occupées ou vides, des œufs, des larves de tous les stades et éventuellement des chrysalides.

Des aiguilles entomologiques pour l'extraction des larves.

Une règle graduée pour la mesure des dimensions de folioles.

Un stéréoscope à camera intégrée pour les mensurations et les prises de photos.

Une balance de précision pour la pesée des folioles.

## 3.2. Méthodologie adoptée

### 3.2.1. Sur terrain

#### 3.2.1.1. Niveau moyen d'infestation larvaire sur plant du site

Dans une serre, représentative située au centre de la parcelle, 90 folioles sont prélevées chaque semaine sur 30 plants différents, et ce pendant 22 semaines (Du 02/02/2009 au 02/07/2009) à raison de trois folioles par plant et à trois niveaux de hauteur; soit, deux aux extrémités et une au milieu du plant. Le suivi des infestations larvaires sur plant, a concerné uniquement le site de Zemmouri vu l'étendue de sa surface.

#### 3.2.1.2. Dénombrement des captures d'adultes mâles par les pièges à phéromones

Le dénombrement des captures s'est fait au niveau des trois sites et ce afin d'évaluer dans un premier temps le niveau de risque d'infestation selon les captures encouru par les cultures de chaque site et vérifier l'éventuelle existence d'une influence des variétés utilisées sur le niveau de risque d'infestation de ces cultures selon les captures.

Dans un deuxième temps, et sur la base des courbes des captures d'adultes mâles enregistrées, on détermine le nombre les générations de *Tuta absoluta* dans chacun des trois sites. Les périodes de dénombrement des captures dans les trois sites sont consignées dans le tableau 13.

Tableau 13. Périodes des dénombrements des captures par site

Sites	Périodes	Total semaines
Corso	Du 08/02/2009 au 01/07/2009	21
Si Mustapha	Du 09/02/2009 au 02/07/2009	21
Zemmouri	Du 09/02/2009 au 02/07/2009	21

- Pour pouvoir suivre l'évolution des populations des adultes du ravageur, le dénombrement des mâles capturés est effectué une fois par semaine.
- Les individus capturés sont comptabilisés et retirés pour éviter d'être recomptés au prochain relevé.

- La plaque engluée est remplacée dès qu'elle est trop chargée ou qu'elle commence à perdre de l'adhérence.
- Les capsules à phéromones sont remplacées au bout de 4 à 6 semaines.

Le niveau de risque d'infestation selon les captures est évalué selon les normes proposées par Montserrat Delgado (2009) reportées dans le tableau 14.

**Tableau 14. Normes d'évaluation des niveaux de risque selon les captures (Montserrat Delgado, 2009)**

Niveaux de risque selon les captures	
Pas de risque d'attaque	0 captures par semaine
Risque faible d'attaque	Moins de 10 captures dans le mois ou moins de 03 captures dans la semaine.
Risque modéré d'attaque	03 à 30 captures par semaine
Risque élevé d'attaque	Plus de 30 captures par semaine

### 3.2.2. Au laboratoire

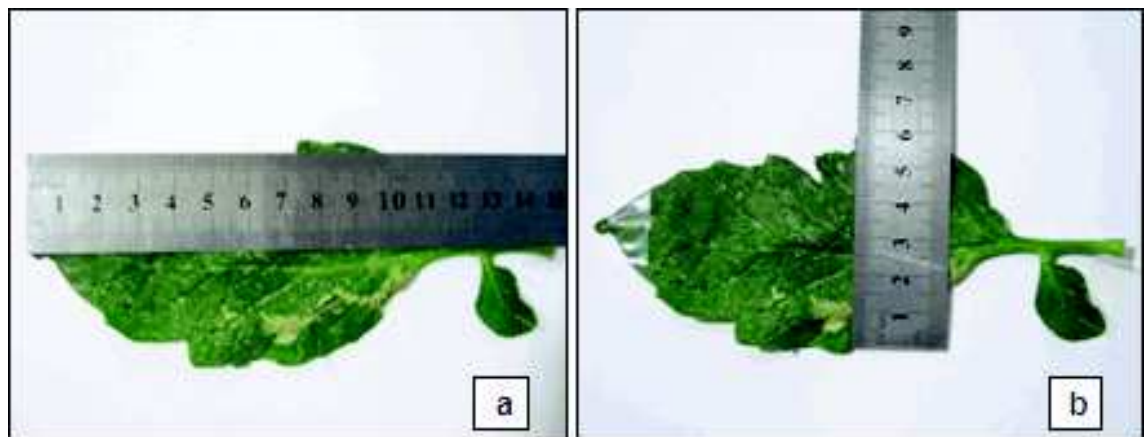
#### 3.2.2.1. Examen des folioles

Dans un premier volet, nous évaluons l'infestation globale de l'échantillon au cours du temps. Les folioles prélevées sur le terrain sont examinées minutieusement à l'œil nu et à la loupe binoculaire et ce, afin d'en déterminer le nombre de feuilles infestées, de mines pleines ou vides, de larves de tout stade vivantes et mortes afin d'évaluer le taux de mortalité larvaire, d'œufs sur chacune des deux faces foliaires et enfin le nombre de chrysalides. Ce niveau d'infestation est calculé selon les normes proposées par Montserrat Delgado (2009) reportées dans le tableau 15.

**Tableau 15. Normes d'évaluation des niveaux d'infestation sur plant (Montserrat Delgado, 2009)**

Niveaux d'infestations	
Niveau 00	Aucun symptôme, aucune larve trouvée.
Niveau 01	5% des plants affectés (avec 1 larve en vie).
Niveau 02	5% à 25% des plants atteints.
Niveau 03	25% à 50% des plants atteints.
Niveau 04	Plus de 50% des plants atteintes, avec une larve vivante.
Niveau 05	Plus de 50% des plants atteintes, avec plus d'une larve vivante.

Dans un second volet, on effectue les mensurations en longueur et en largeur de chaque foliole afin d'en calculer la surface foliaire réelle dans le but de tirer des renseignements sur les densités d'attaque sur feuilles du ravageur (Fig. 30).



**Figure 30 (a et b).** Mesures des dimensions des folioles (Originales, 2009)

- (a). Niveau de mesure de la longueur
- (b). Niveau de mesure de la largeur

### 3.2.2.2. Calcul des surfaces foliaires

Sur la base des valeurs des mensurations des longueurs et des largeurs des folioles échantillonnées, nous procédons au calcul des surfaces foliaires théoriques. Celles-ci sont obtenues par le produit de la longueur par la largeur maximale de la foliole.

### 3.2.2.3. Equation modèle

A l'aide des données de ces deux variables, surface théorique et surface réelle, nous recherchons le modèle de la droite de régression la plus significative et ce afin d'en tirer des renseignements complémentaires sur l'intensité de l'infestation et son rapport avec les surfaces foliaires. Afin d'établir l'équation modèle de calcul des surfaces foliaires réelles des folioles de tomate sur la base des surfaces foliaires théoriques, un certain nombre de paramètres ont été pris en considération à savoir la longueur, la largeur et le poids des folioles.

### 3.2.2.4. Mesure de la biométrie des écophases de développement

Les lots de larves tous stades confondus et les œufs retrouvés sur les folioles examinées au laboratoire sous loupe binoculaire sont mesurés à l'aide d'un stéréoscope et ce afin de déterminer leurs caractéristiques biométriques. Les mesures biométriques effectuées ont concerné les longueurs des larves, les largeurs de leurs capsules céphaliques ainsi que les longueurs et les largeurs des œufs.

## 4. Méthodes d'analyse statistique

---

Pour une meilleure exploitation des données réunies et (obtenues), différentes analyses statistiques sont jugées indispensables et intéressantes dans une grande partie des cas pris en considération. Pour cela des analyses fréquentielles, des régressions linéaires, des analyses croisées et des comparaisons des moyennes par l'analyse de la variance (Anova) se sont avérées nécessaires.

### 4.1. Analyse descriptive

---

La statistique descriptive a essentiellement pour but de présenter les données observées sous une forme telle qu'on puisse facilement les interpréter. 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 le 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 ce volet d'analyse statistique, plusieurs calculs sont effectués : les moyennes, les écarts-types et les coefficients de variation. Ceux-ci sont réalisés à l'aide du logiciel Excel.

#### **4.2. Régression linéaire et corrélation**

L'analyse linéaire de la régression et corrélation, appelée aussi régression linéaire, est l'une des méthodes statistiques les plus utilisées dans les sciences appliquées et dans les sciences humaines. Son objectif est double : il consiste tout d'abord à décrire les relations entre une variable privilégiée, appelée variable expliquée (ou dépendante), et plusieurs variables jouant un même rôle par rapport à la première, appelées variables explicatives (ou indépendantes). Elle permet aussi d'effectuer des prévisions de la variable expliquée en fonction des variables explicatives. L'analyse des régressions et des corrélations nous permet de déduire des équations de calcul des surfaces et d'établir la relation entre la surface et l'effectif des œufs dénombrés.

Le coefficient de détermination  $R^2$  calculé, représentant la mesure de la proportion de la variable explicative par la variable à expliquer, évalue le degré d'association entre les deux variables et permet de juger la qualité de l'ajustement des points par la droite de régression.

En plus de  $R^2$ , les probabilités sont calculées pour chaque cas pour évaluer les degrés de signification. L'étude des régressions est réalisée à l'aide du logiciel Excel.

#### **4.3. Distribution fréquentielle**

L'analyse fréquentielle est la méthode pratique de la description d'une population ou d'en procéder avant tout à une distribution de fréquences. Les données sont classées, puis regroupées dans un nombre restreint de classes. En statistiques on postule souvent que les valeurs des données sont calculées à partir d'une population ayant une distribution normale. Cette analyse a concerné la distribution des classes de surfaces et des volumes des pontes. Le logiciel utilisé est Statistica 6.2.

#### **4.4. Analyse de la variance (ANOVA)**

Le but de cette analyse est de tester les différences significatives entre les moyennes. Des analyses à un facteur ont été effectuées pour tester des facteurs contrôlés ayant des modalités sur les moyennes d'une variable quantitative. Cette analyse a été effectuée à l'aide du logiciel Statistica 6.2.

#### **4.5. Analyse croisée**

Le tracé type de l'analyse proposée entre deux variables, place une boîte de 50% de variation de la population autour d'un point central, représentant la médiane ainsi que des étendues de variation de 50% en haut et en bas de la boîte.

L'analyse croisée découle de l'analyse canonique. Les F observés et les probabilités de signification sont déterminés pour chaque combinaison de variables étudiées qui sont



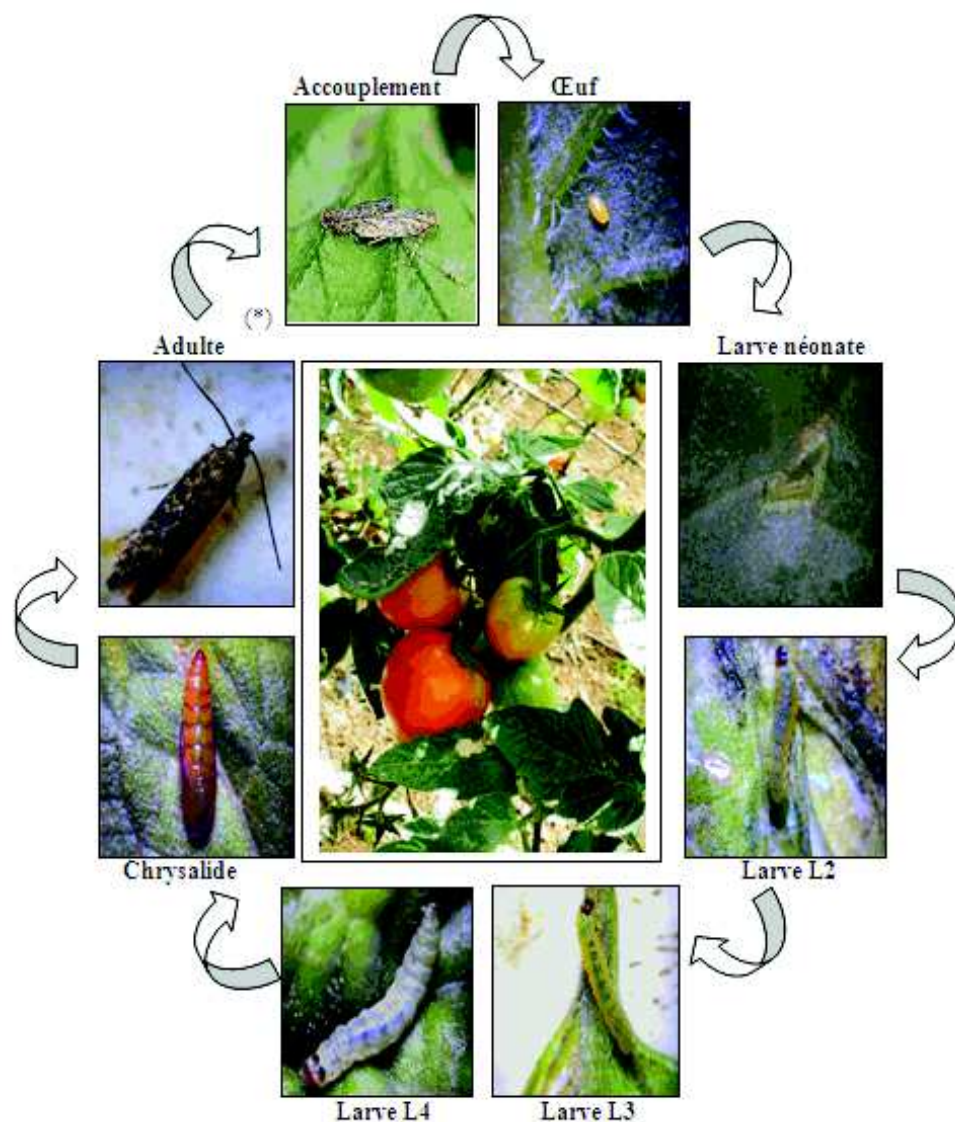
les variables liées aux pontes en relation avec la plante hôte. Cette analyse a été effectuée au moyen du logiciel Statistica 6.2.

## Chapitre IV : Résultats et discussions

### 1. Chronologie des écophases de *Tuta absoluta*

---

Sur la base des observations faites sur le terrain et au laboratoire, nous avons synthétisé les différentes phases d'évolution du ravageur (Fig. 31).



**Figure 31.** Cycle biologique de *Tuta absoluta* (originale, 2009)

(\*) : Photo empruntée à Urbaneja (2009)

---

La mineuse de la tomate, *T. absoluta* est une espèce polyvoltine. On compte en général, 10 à 12 générations par an (Bacci, 2006 et Vercher *et al.*, 2010). Après émergence, les adultes s'accouplent et les femelles pondent préférentiellement sur la face inférieure des feuilles ou au niveau des jeunes tiges tendres et des sépales des fruits immatures. Après une période d'incubation de l'ordre de 3 à 5 jours, en fonction des conditions climatiques (température en particulier), les œufs éclosent. Les jeunes larves, après une courte période d'errance, pénètrent sous la cuticule des feuilles creusant des galeries. Au cours de leur développement, les larves se nourrissent du mésophile des feuilles, évoluent sous l'épiderme et passent d'un stade à l'autre en prenant du volume et en changeant de coloration. Durant leur développement, les chenilles peuvent quitter leur galerie pour s'attaquer à une autre feuille. A la fin de leur évolution, les larves du 4<sup>ème</sup> stade entrent en nymphose dans les feuilles ou dans le sol. En fonction des conditions environnementales, la nouvelle génération émerge et le cycle reprend.

## 2. Niveaux d'infestation

---

L'étude des taux moyens d'infestation et des niveaux d'infestation larvaire sur tomate par la mineuse donne des informations fiables sur les risques potentiels d'infestation et de pertes de production encourus par la culture dans le site prospecté à Zemmouri. Les deux paramètres sont calculés respectivement sur la base des nombres de folioles infestées ainsi que sur les nombres de larves dénombrées dans les folioles. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 16.

Tableau 16 . Niveaux d'infestations hebdomadaires dans le site de Zemmouri

**Biologie et écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)  
(Lepidoptera :Gelechiidae) dans la région de Boumerdes**

Semaine	Date du prélèvement	Nombre de folioles infestées	Taux d'infestation (%)	Nombre de larves	Niveaux d'infestation
S1	02/02/2009	33	36,67	11	Niveau 3
S2	09/02/2009	38	42,22	2	Niveau 3
S3	17/02/2009	49	54,44	3	Niveau 5
S4	23/02/2009	53	58,89	1	Niveau 4
S5	01/03/2009	49	54,44	2	Niveau 5
S6	08/03/2009	33	36,67	1	Niveau 3
S7	16/03/2009	38	42,22	1	Niveau 3
S8	23/03/2009	52	57,78	11	Niveau 5
S9	30/03/2009	47	52,22	9	Niveau 5
S10	07/04/2009	44	48,89	10	Niveau 3
S11	13/04/2009	37	41,11	15	Niveau 3
S12	21/04/2009	41	45,56	8	Niveau 3
S13	27/04/2009	40	44,44	18	Niveau 3
S14	05/05/2009	50	55,56	12	Niveau 5
S15	11/05/2009	37	41,11	16	Niveau 3
S16	18/05/2009	42	46,67	13	Niveau 3
S17	26/05/2009	53	58,89	12	Niveau 5
S18	04/06/2009	50	55,56	18	Niveau 5
S19	11/06/2009	52	57,78	13	Niveau 5
S20	18/06/2009	48	53,33	24	Niveau 5
S21	25/06/2009	53	58,89	19	Niveau 5
S22	02/07/2009	58	64,44	17	Niveau 5

Sur la base des données recueillies durant les vingt deux semaines, les infestations larvaires sur la tomate par *T. absoluta* à Zemmouri ont connu plusieurs fluctuations temporelles. Les taux d'infestation hebdomadaires varient de 36,67 à 64,44 % (Fig. 32). Le nombre de larves dénombrées sur les folioles prélevées varie de 1 à 24 larves, ce qui s'est traduit par des niveaux d'infestation variables d'une semaine à l'autre, fluctuant entre les niveaux 3 à 5.



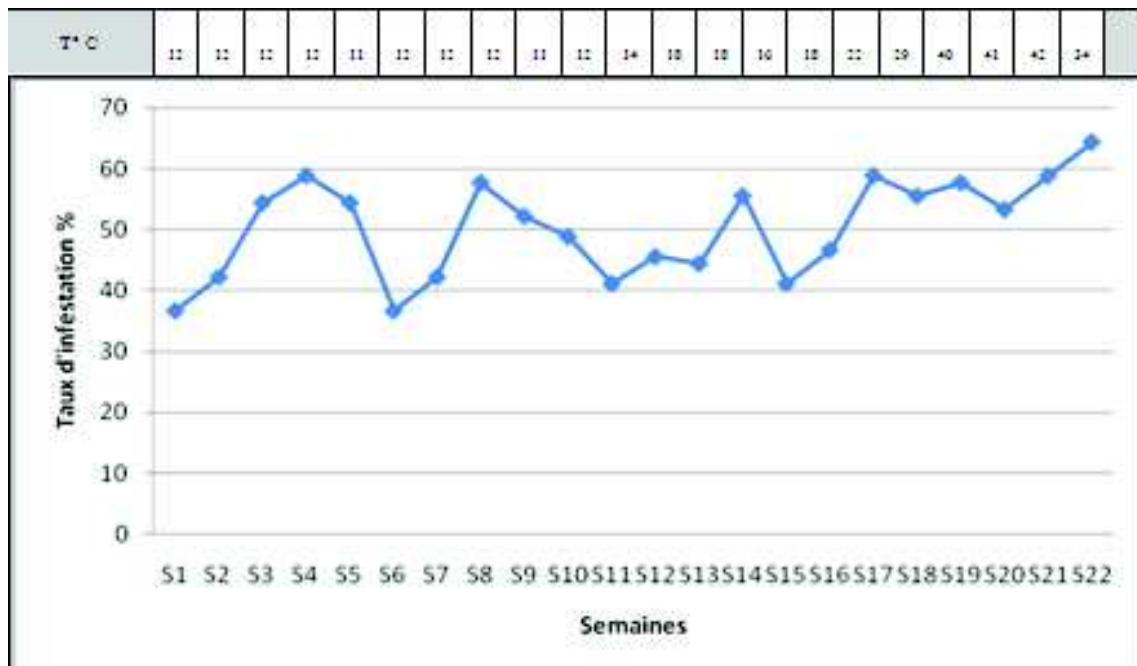


Figure 32. Evolution temporelle du taux d'infestation sur plants

Malgré toutes les mesures prophylactiques prises par les agriculteurs depuis le début de la culture (travail du sol, désherbage manuel et effeuillage) et les traitements phytosanitaires appliqués régulièrement, les niveaux d'infestation sur plants ont continué à augmenter jusqu'à la fin du cycle végétatif de la culture. Leite *et al.* (2004) signalent que les infestations sont toujours plus importantes en fin de croissance des plants (fin du cycle végétatif) qu'au début de la croissance des plants.

### 3. Dénombrement des folioles infestées

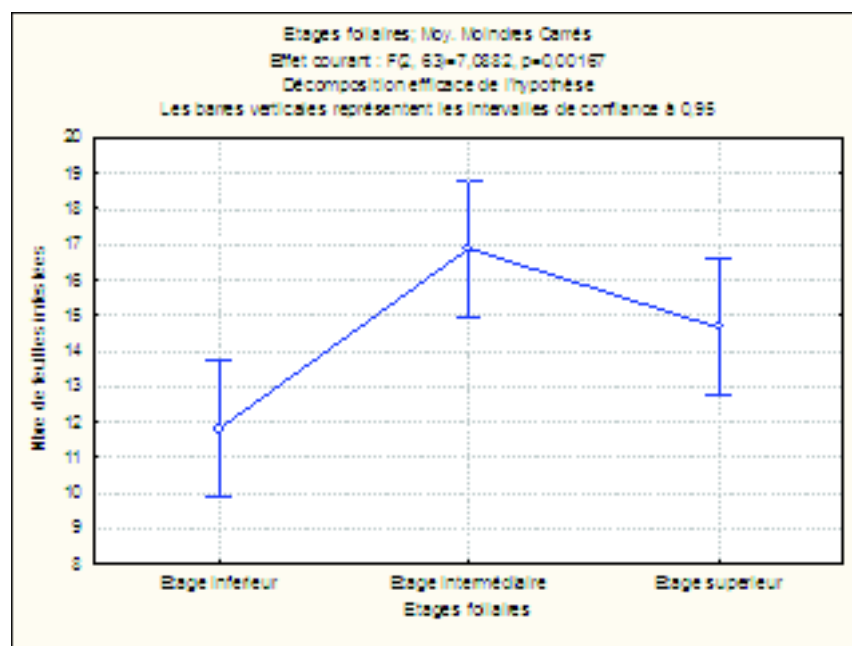
Les résultats de l'analyse descriptive des infestations par niveau foliaire sont synthétisés dans le tableau 17.

Tableau 17. Analyse des infestations par niveau foliaire

	Etages		
	Inférieur	intermédiaire	supérieur
Effectifs des folioles examinées	660	660	660
Nombre des folioles infestées	259	371	322
Taux d'infestation (%)	39,24	56,21	48,79
Nombre moyen des folioles infestées par semaine	11,77	16,86	14,64

L'examen des folioles prélevées a mis en évidence des taux d'infestation respectifs de 39,24 %, de 56,21 et de 48,79% aux trois niveaux. L'étage foliaire intermédiaire reste le plus recherché par *T. absoluta*. Au cours de son évolution, les larves ont tendance à migrer vers l'étage intermédiaire qui pourra rentrer dans la stratégie d'occupation de l'espace.

En statistique, très souvent le calcul des moyennes engendre une perte d'informations. Pour remédier à cette contrainte, nous avons procédé à des comparaisons des moyennes qui sont regroupées dans la figure 33.



**Figure 33.** Comparaison des moyennes des infestations hebdomadaires par étage foliaire

L'analyse de la variance (ANOVA) confirme que l'étage foliaire intermédiaire est plus peuplé par les larves de *T. absoluta* que les deux autres étages considérés. La probabilité calculée montre des différences hautement significatives entre les trois étages ( $p = 0,001$ ).

Les infestations par la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* évoluent en synchronisation avec le développement du plant. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Leite *et al.*, (2003) qui ont montré que l'étage foliaire intermédiaire est plus infesté que les deux autres étages foliaires ; supérieur et inférieur.

## 4. Dénombrement des mines

### 4.1. Analyse descriptive

Les résultats de l'analyse descriptive des nombres de mines dans chaque niveau foliaire sont synthétisés dans le tableau 18.

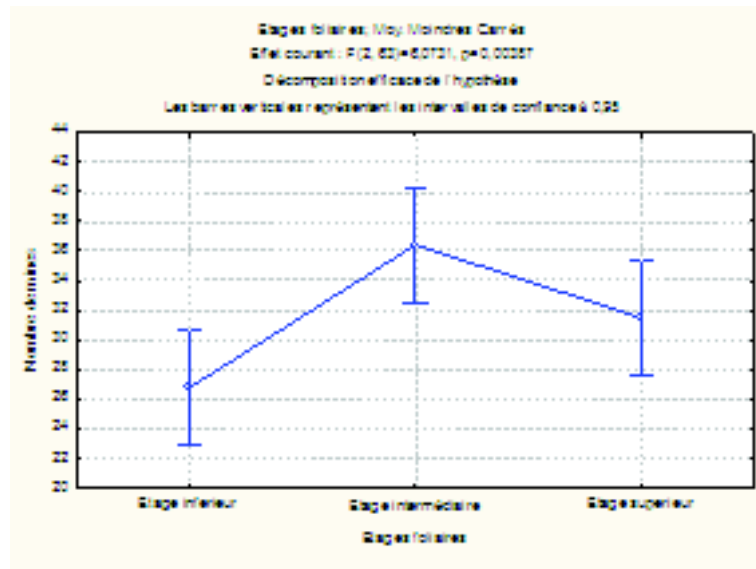
Tableau 18. Nombre de mines par étage foliaire

	Etage		
	Inférieur	intermédiaire	supérieur
Effectif global de folioles prélevées et examinés	660	660	660
Nombre des folioles infestées	259	371	322
Nombre de mines par étage foliaire	589	801	693
Nombre moyen de mines/ foliole infestée	2,27	2,16	2,15

La présence des mines sur les folioles est le signe effectif de l'infestation des plants, et leur importance nous renseigne sur l'intensité des attaques. Sur le matériel biologique examiné, des effectifs respectifs de 589, de 801 et de 693 mines ont été comptabilisés sur les trois étages foliaires considérés. Les nombres moyens de mines calculés par semaine

et par étage foliaire sont de 27, de 36 et de 32 mines respectivement pour les étages ; inférieur, intermédiaire et supérieur. Le nombre moyen de mines par foliole infestée est de l'ordre de 2.

L'analyse de la variance appliquée sur le nombre moyen de mines par foliole selon les étages foliaires (Fig. 34) met en évidence une différence hautement significatives ( $p = 0,003$ ). Ces résultats de répartition des mines concordent avec ceux obtenus par Leite *et al.* (2003).



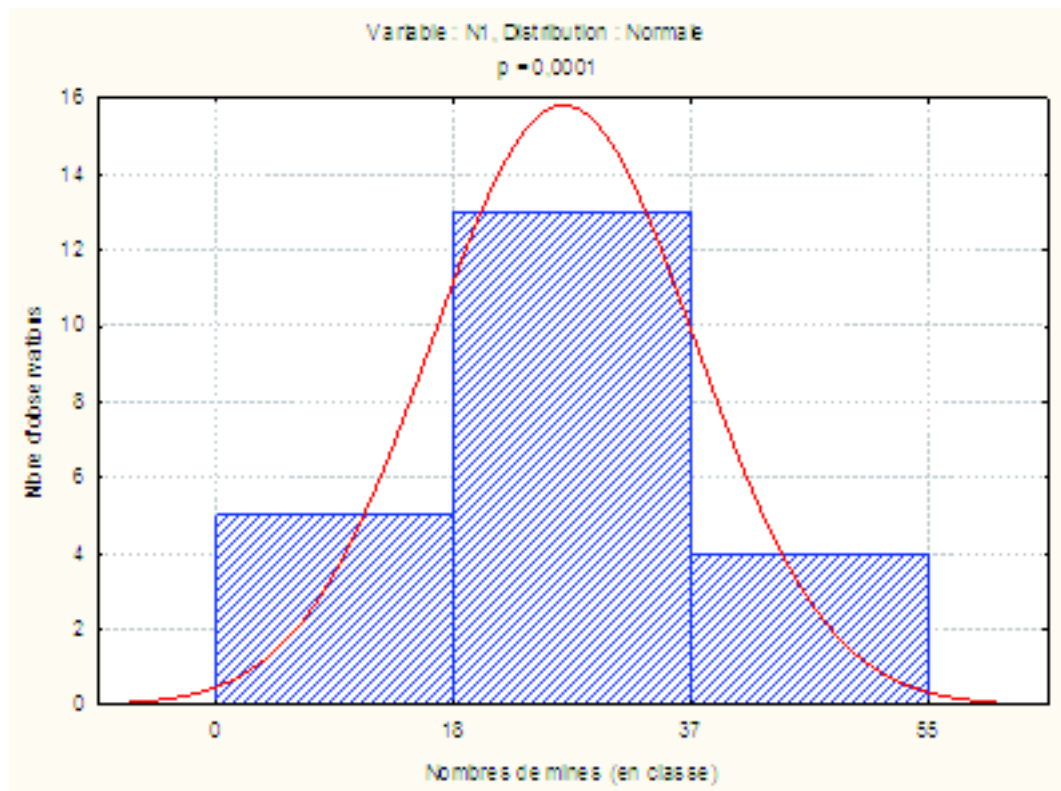
**Figure 34.** Comparaison des nombres de mines par étage foliaire

Oliveira (1999) note que lorsque les feuilles deviennent âgées ou sénescentes, les larves de *T. absoluta* ont tendance à migrer vers l'étage intermédiaire et creuser de nouvelles mines. Les larves accentuent ainsi les dégâts sur les feuilles de l'étage en question. En raison de leur mode de vie, les larves peuvent quitter leur galerie après chaque stade pour aller en creuser une autre, sur la même feuille ou sur une nouvelle feuille avoisinante. Ainsi, la densité des mines sur une même feuille n'est pas en adéquation avec l'effectif des larves qui y vivent.

## 4.2. Analyse fréquentielle

### 4.2.1. Cas de l'étage foliaire inférieur

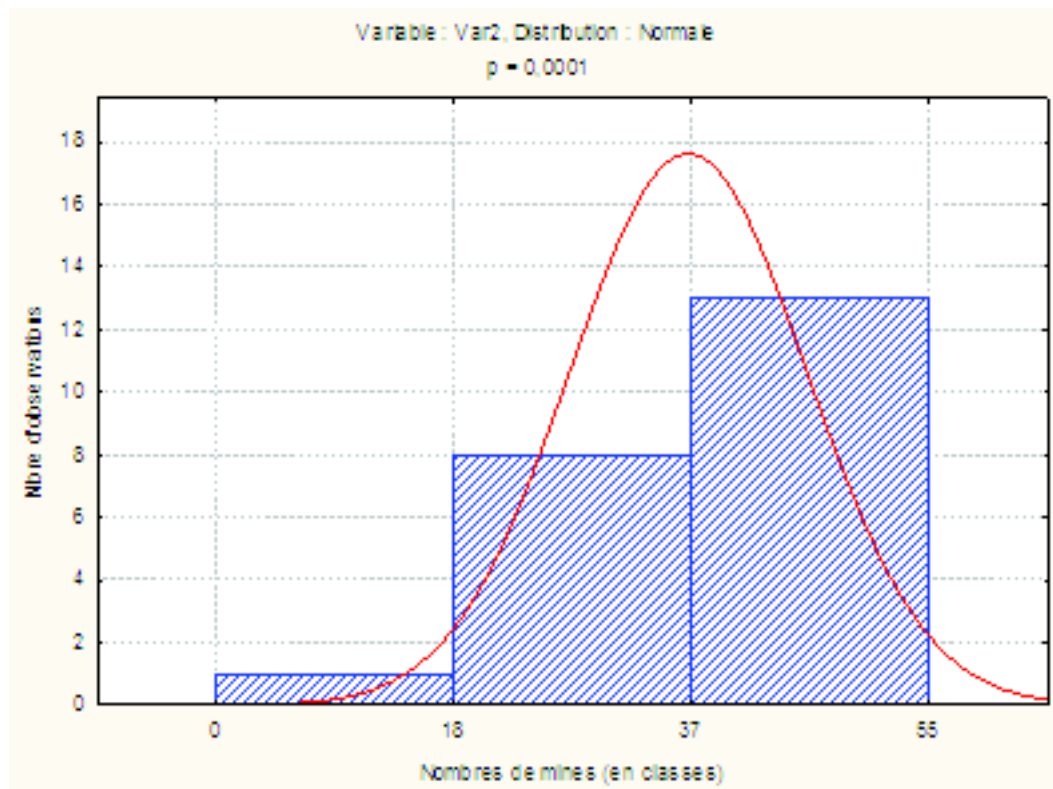
Les résultats de l'analyse fréquentielle des nombres de mines observées dans l'étage foliaire inférieur s'ajustent à une loi normale. Les nombres de mines se répartissent en trois classes avec une probabilité très hautement significative ( $p = 0,0001$ ). Avec 13 cas, la seconde classe regroupant 18 à 37 mines est la plus représentative suivie de la classe (0 à 18 mines) avec 5 cas. La troisième classe regroupe 4 cas, représentant les observations comprises entre 37 à 55 mines (Fig. 35).



**Figure 35.** Analyse fréquentielle des infestations hebdomadaires dans l'étage foliaire inférieur

#### 4.2.2. Cas de l'étage foliaire intermédiaire

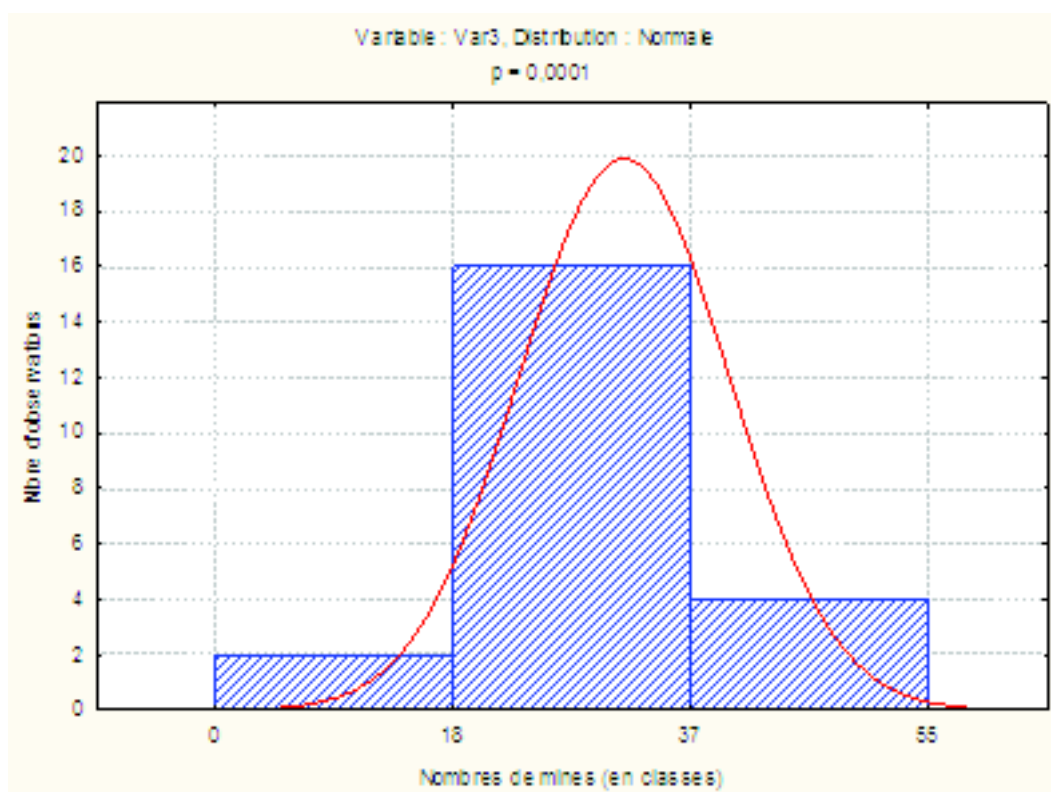
Dans la partie intermédiaire du plant, le nombre de mines se répartit d'une manière unimodale dissymétrique à droite en trois classes de mines avec une probabilité très hautement significative ( $p = 0,0001$ ). La classe formée par les observations portant entre 37 et 55 mines est la plus représentative avec 13 cas, suivie de la classe portant entre 18 et 37 mines avec 8 cas et la classe formée par les observations inférieures à 18 mines qui compte 1 seul cas (Fig. 36).



**Figure 36.** Analyse fréquentielle des infestations hebdomadaires dans l'étage foliaire intermédiaire

#### 4.2.3. Cas de l'étage foliaire supérieur

Les nombres de mines se répartissent selon trois classes avec une probabilité très hautement significative ( $p = 0,0001$ ). La seconde classe, regroupant 16 cas compris entre 18 et 37 mines, suivie de la classe formée par les observations portant entre 37 à 55 mines (4 cas). La première classe (2 cas) rassemble les observations inférieures à 18 mines (Fig. 37).



**Figure 37.** Analyse fréquentielle des infestations hebdomadaires dans l'étage foliaire supérieur

## 5. Dénombrement des oeufs

Durant la période d'échantillonnage étalée sur 22 semaines, nous avons dénombré un total de 192 œufs dont 28 œufs sur l'étage basal, 54 œufs sur l'étage intermédiaire et 110 sur l'étage apical. Au vu de la durée de la période d'étude (5 mois et demi) et l'importance du nombre de folioles examinées (1980), ces nombres sont relativement faibles. Néanmoins, il est important de souligner que ce faible nombre d'œufs dénombrés s'explique par la courte durée de l'embryogénèse qui est de l'ordre de trois à cinq jours selon les conditions climatiques, particulièrement la température. Ceci est confirmé par Coelho *et Franca* (1987) et Haji *et al.* (1988). Les résultats des dénombrements hebdomadaires des œufs sur les folioles examinées sont regroupées dans le tableau 19.

**Tableau 19.** Statistique descriptive du nombre d'œufs quantifiés par semaine

	Etage 1		Etage 2		Etage 3	
	FI	FS	FI	FS	FI	FS
Nombre de folioles prélevées	660	660	660	660	660	660
Effectif total d'œufs	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>40</b>	<b>14</b>	<b>99</b>	<b>11</b>
Moyenne/Semaine	1	0,27	1,82	0,64	4,5	0,5
Ecart-type	1,15	0,46	1,92	1,00	4,99	0,86

**FI** : Face inférieure ; **FS** : Face supérieure



Dans chaque niveau, et selon la face foliaire considérée (inférieure ou supérieure), les œufs dénombrés se répartissent comme suit :

- Etage foliaire basal: 22 œufs sur la face inférieure contre 6 sur la face supérieure.
- Etage foliaire intermédiaire: 40 œufs sur la face inférieure contre 14 sur la face supérieure.
- Etage foliaire apical: 99 œufs sur la face inférieure contre 11 sur la face supérieure.

Au vu de ces résultats, on constate que, d'une part, les femelles de la mineuse de la tomate *T. absoluta* pondent préférentiellement sur les feuilles de l'étage apical que sur les feuilles des étages intermédiaire et basal, et que d'autre part, elles pondent davantage sur les faces inférieures que sur les faces supérieures des feuilles. Ainsi, la distribution verticale des pontes, nous renseigne sur l'existence d'une stratégie de ponte adoptée par les femelles de *T. absoluta*, qui se traduit par le choix du site de ponte. Ces résultats rejoignent ceux de Torres *et al.* (2001) qui soulignent que la mineuse de la tomate pond ses œufs préférentiellement sur les faces inférieures des feuilles.

Afin de tirer des renseignements sur la relation entre la répartition des pontes entre les niveaux foliaires et les faces foliaires, nous avons eu recours à une ANOVA factorielle (Tableau 20).

**Tableau 20. Tests univariés de significativité pour le nombre d'œufs**

	SC	Degré de	MC	F	P
Ord. origine	279,2727	1	279,2727	52,54133	0,0001***
Niveau	79,8182	2	39,9091	7,50835	0,00083***
Face	128,0303	1	128,0303	24,08715	0,0001***
Niveau*Face	69,1515	2	34,5758	6,50495	0,002**
Erreur	669,7273	126	5,3153		

Sur la base des probabilités calculées, il ressort que la différence est très hautement significatives simultanément pour le niveau foliaire et la face foliaire et reste hautement significative pour l'interaction des deux variables. Ceci confirme que les femelles pondueuses marquent une stratégie dans l'émission des œufs selon un sens vertical en relation avec l'âge des feuilles et vraisemblablement avec leur valeur nutritive. A ce sujet, Silva *et al.*, 1998 ; Leite *et al.*, 1999 et Oliveira, 1999, notent que la position des feuilles sur les étages foliaires des plants influence les pontes de *T. absoluta* qui a une préférence pour les feuilles jeunes de l'étage apical, plus tendres et présentant une plus grande valeur nutritionnelle. Une investigation sur la composition biochimique des feuilles pourrait expliquer le choix des sites de pontes par les femelles de *T. absoluta*.

Les analyses de la variance appliquées respectivement aux nombres d'œufs pondus par étage foliaire (Fig. 38), selon les faces foliaires (Fig. 39) et comparativement selon les étages foliaires et les faces foliaires et inversement selon les faces foliaires et les étages foliaires (Fig. 40 et 41) montrent des différences très hautement significatives ( $p = 0,0008$  et  $p = 0,0001$ ) pour les deux premiers paramètres, et hautement significatives ( $p = 0,002$ ) entre les paramètres considérés.

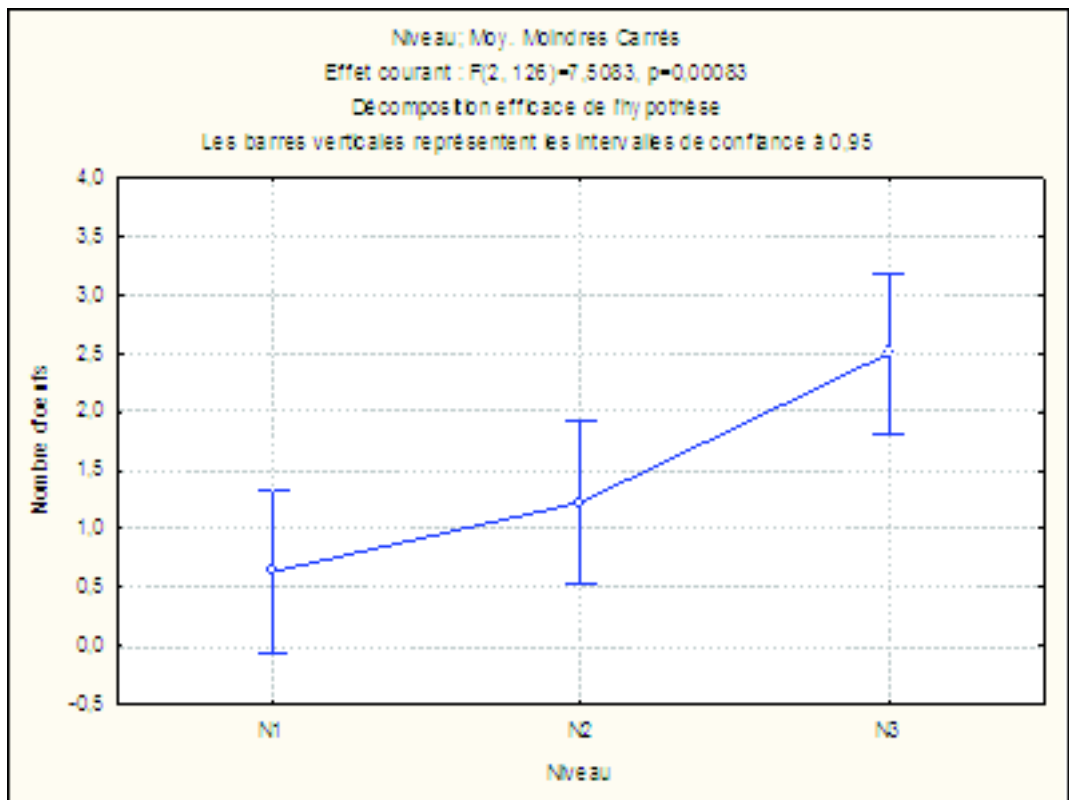


Figure 38. Comparaison du nombre moyen d'œufs selon les étages foliaires

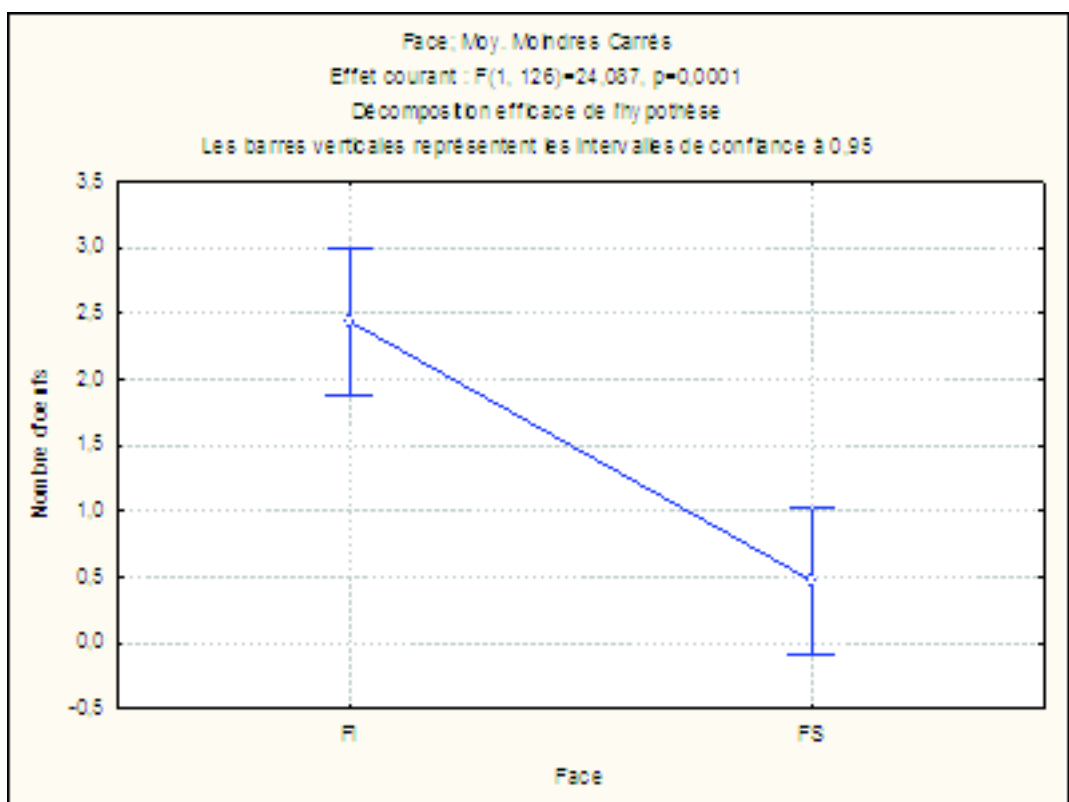


Figure 39. Comparaison du nombre moyen d'œufs selon les faces foliaires

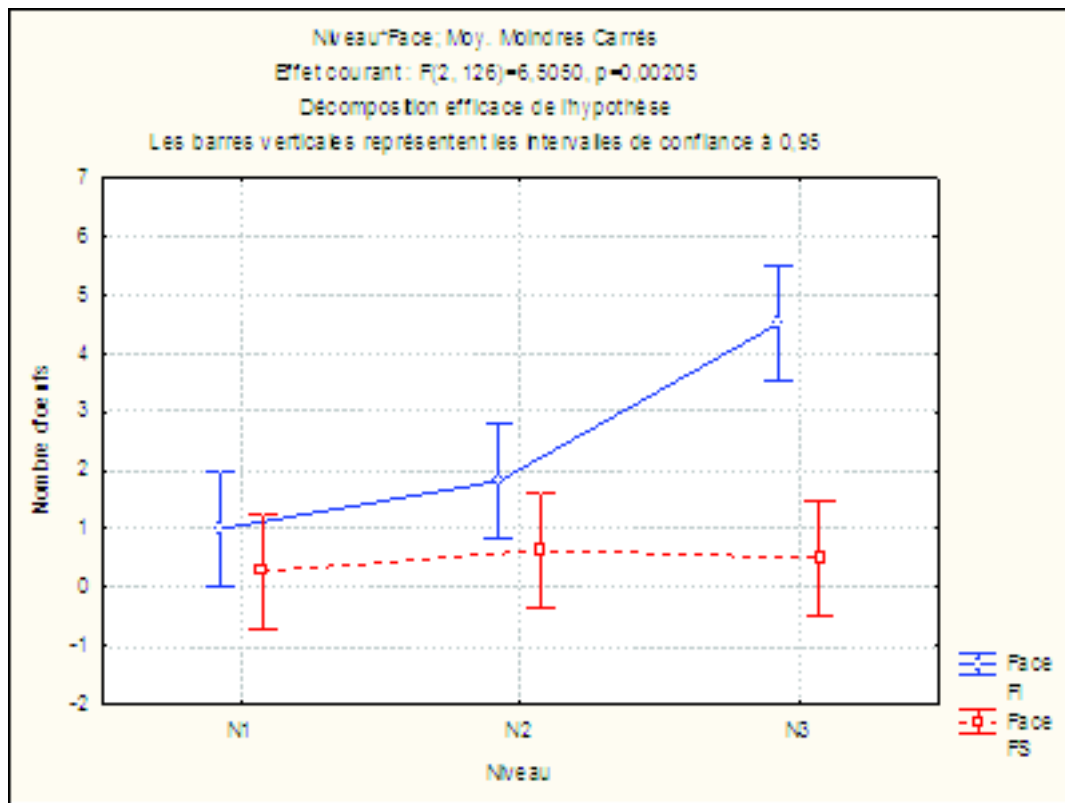
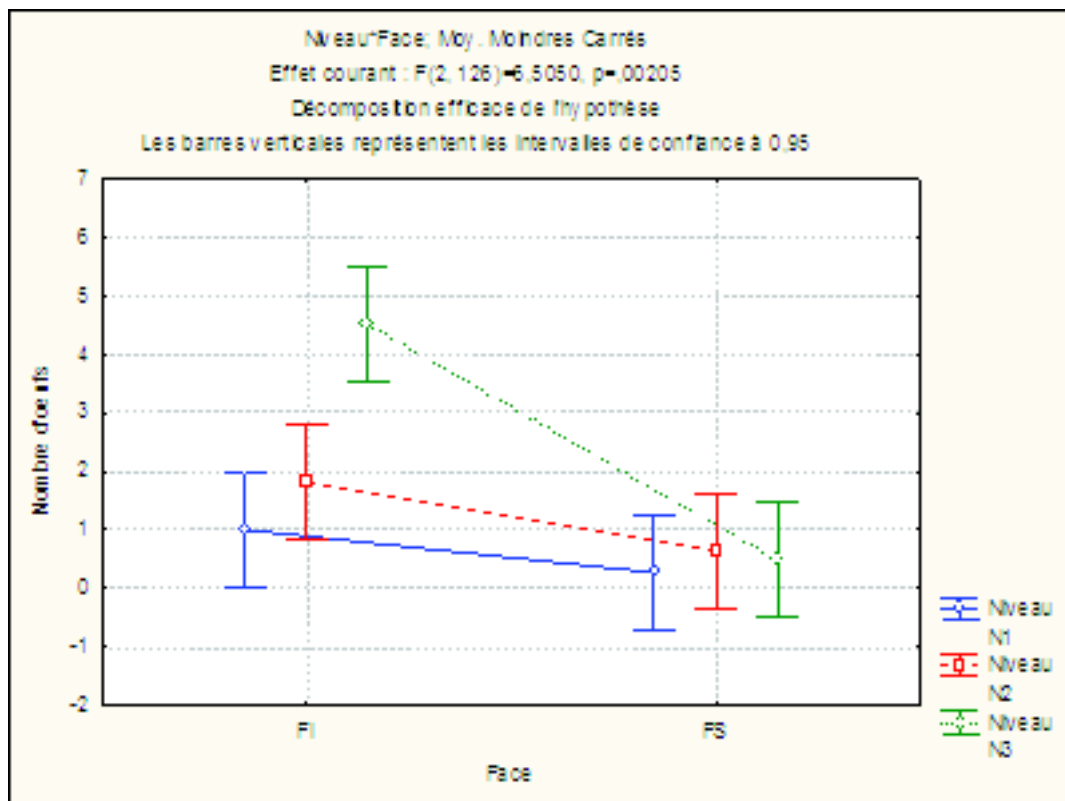


Figure 40. Comparaison simultanée du nombre moyen d'œufs selon les faces foliaires



**Figure 41.** Comparaison simultanée des nombres moyens d'œufs selon les étages foliaires et les faces foliaires

## 6. Biométrie des œufs

Les mesures des longueurs et des largeurs d'un échantillon de 125 œufs prélevés sur les folioles échantillonnées sont consignés dans le tableau 21.

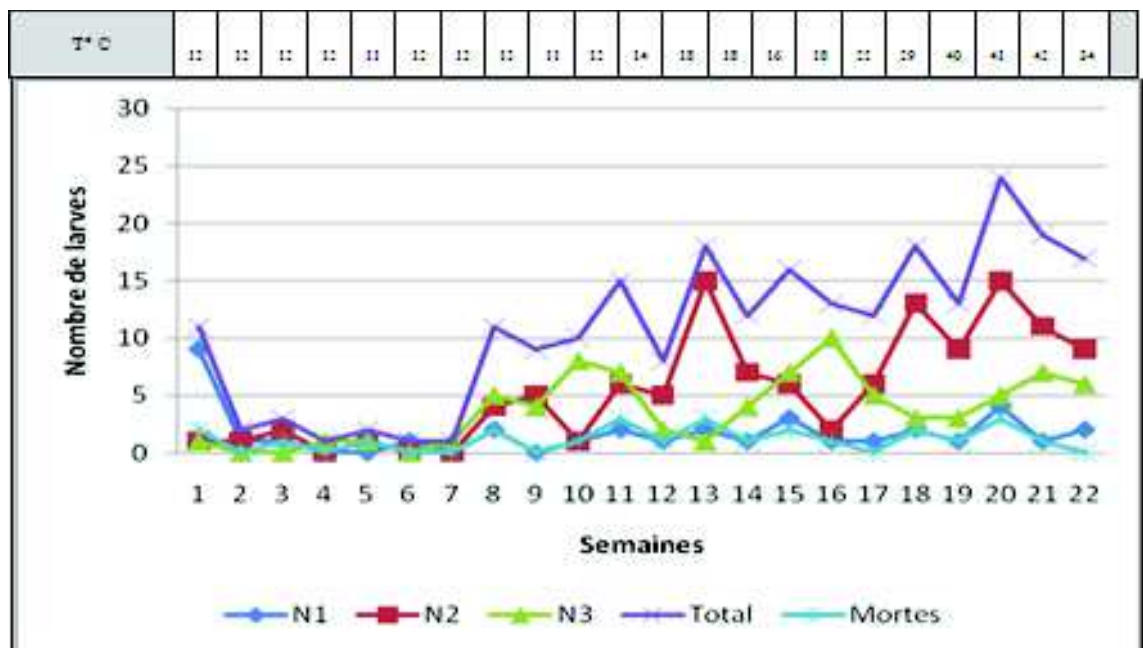
Tableau 21. Analyse descriptive des mensurations des œufs

	Longueur (mm)	Largeur (mm)
Effectif des œufs	125	125
Total des mesures	45,25	28,7
Moyenne	0,36	0,23
Ecart Type	0,03	0,02
Valeurs extrêmes	0,3 - 0,42	0,18 - 0,29

Les œufs observés sont de forme ovale et mesurent en moyenne 0,36mm  $\pm$ 0,03 de longueur et 0,23mm  $\pm$ 0,02 de largeur avec des valeurs extrêmes comprises entre 0,3 - 0,42mm pour la longueur et 0,18 - 0,29mm pour la largeur. Ces mensurations rejoignent celles de Vieira (2008) à savoir 0,35mm de longueur et 0,22 mm de largeur.

## 7. Dénombrement larvaire

Parallèlement au dénombrement des mines pleines ou vides décelées sur les folioles, un dénombrement des larves enfuies dans ses mêmes mines et celles se trouvant sur les surfaces des folioles a été effectué. Les résultats de ce dénombrement sont représentés dans la figure 42.



**Figure 42.** Evolution temporelle du nombre de larves de tous stades par étage foliaire

Les effectifs des larves de tous stades dénombrées par semaine sur chaque étage foliaire sont synthétisés dans le tableau 22 ci-dessous.

Tableau 22. Analyse descriptive des nombres de larves par étage foliaire

	Etage inférieur	Etage intermédiaire	Etage supérieur	Total
<b>Effectif global de feuilles</b>	660	660	660	1980
<b>Nombre de larves</b>	28	127	81	236
<b>Moyennes/ Semaine</b>	1,27	5,77	3,7	10,73
<b>Ecart-types</b>	0,98	4,8	3	6,748
<b>Coefficients de variation</b>	77,4	83,2	80	62,91

La comparaison des moyennes du dénombrement des larves sur les folioles prélevées par étage foliaire a mis en évidence une différence très hautement significative entre les trois étages foliaires ( $p = 0,0001$ ) (Fig. 43). Les stades larvaires se concentrent d'avantage au niveau de l'étage intermédiaire des plants. De même, cet aspect semble rentrer dans la stratégie de l'évolution de l'insecte dont les larves migrent vers l'étage intermédiaire lorsque les feuilles deviennent âgées ou sénescentes tel que rapporté par Oliveira (1999).

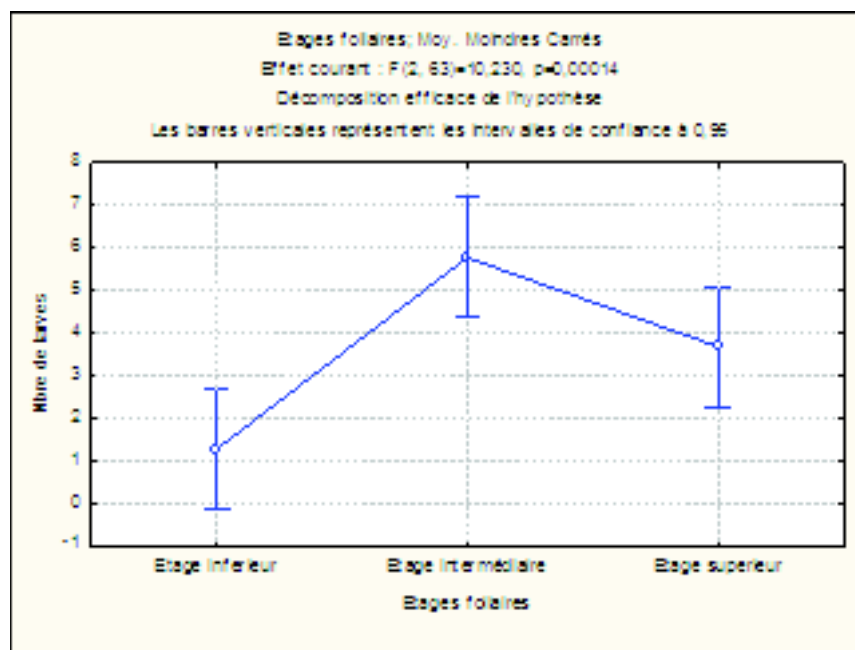


Figure 43. Comparaison des nombres moyens de larves par étage foliaire (Anova)

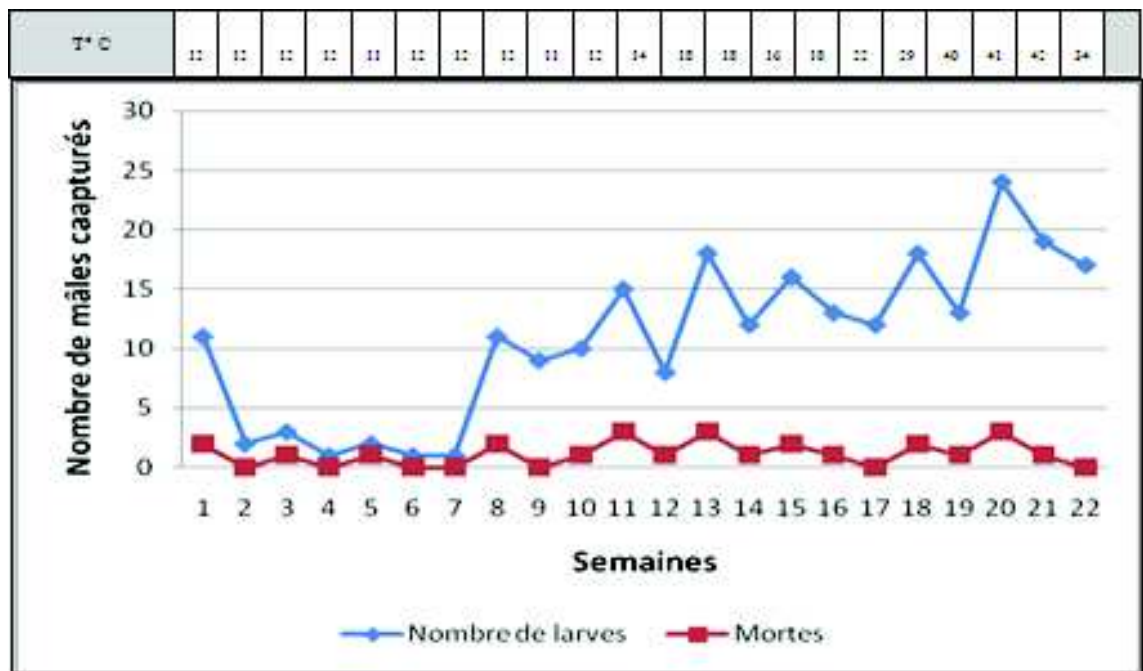
## 8. Mortalité larvaire

L'examen des larves dénombrées sur les folioles échantillonnées nous a permis également de constater l'existence d'une mortalité touchant les différents stades larvaires de ce ravageur. Cette mortalité peut être naturelle, liée aux facteurs climatiques, au parasitisme et aux prédateurs ou due aux traitements chimiques appliqués par les agriculteurs.

En général, la mortalité et le parasitisme des larves touchent plus particulièrement les larves des premiers stades en phase d'errance (L1 et L2) plus vulnérables et, à un degré moindre, les larves du stade L4 après leur sortie des mines pour nymphoser dans le sol.

Selon Cornell *et al.* (1995), les chenilles néonates et celles du quatrième stade sont les plus exposées aux facteurs de la mortalité d'origine naturelle et ceux dus aux traitements insecticides puisqu'elles se retrouvent à l'extérieur de l'épiderme foliaire.

Durant notre expérimentation dans le site de Zemouri, nous avons remarqué que la mortalité affecte tous les stades larvaires de l'insecte et varie d'une semaine à l'autre. Sur un total de 236 larves dénombrées, 25 d'entre elles étaient des larves mortes, soit une mortalité moyenne de 10,59% avec des taux hebdomadaires variables allant de 0% à 60% (Fig. 44).



**Figure 44.** Evolution temporelle de la mortalité larvaire

Cette faible mortalité larvaire constatée peut être imputée, en grande partie, à la faible efficacité des insecticides utilisés par les agriculteurs pour lutter contre ce ravageur, et probablement, à la faiblesse des effectifs des parasites larvaires existants éventuellement sur cette culture pour le reste.

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

Afin de mieux caractériser les différents stades larvaires du ravageur et mettre en évidence leurs effectifs selon les caractéristiques biométriques des larves mesurées, nous avons procédé à une analyse fréquentielle des longueurs des larves et des largeurs des capsules céphaliques des différents stades de développement observés.

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

L'analyse fréquentielle met en évidence les classes de longueurs des larves en relation avec les stades larvaires de *T. absoluta*. Les valeurs des classes des longueurs et de largeurs des capsules céphaliques sont obtenues avec une probabilité très hautement significative ( $p = 0,0001$ ). Les résultats de cette analyse sont synthétisés dans le tableau 23.



Tableau 23. Biométrie des stades larvaires

Stades larvaires	Classes de longueurs des larves	Classes de largeurs des capsules céphaliques	Effectifs observés	% observé
L1	0,73 – 2,71	0,15 – 0,32	31	18,67
L2	2,74 – 5,40	0,33 – 0,55	107	64,46
L3	5,41 – 7,17	0,56 – 0,75	26	15,66
L4	7,20 – 7,62	> 0,75	3	1,81
Probabilité	P = 0,0001***			

La lecture du tableau 23 nous permet de relever l'existence de quatre classes distinctes de longueurs des larves avec, en parallèle, quatre classes de largeurs des capsules céphaliques correspondantes. Ces quatre classes se définissent comme suit :

- La première classe regroupe les larves du premier stade dont les tailles sont comprises entre 0,73 et 2,71 mm avec un nombre d'observations de 31, soit 18,67 % de l'effectif total et des capsules céphaliques dont la largeur varie entre 0,15 - 0,32 mm.
- La deuxième classe comprend les larves ayant des longueurs variant de 2,74 à 5,40 mm. Cette classe présente le nombre d'observations le plus important avec 106 cas, soit 64,46 % de l'effectif total et des capsules céphaliques dont la largeur est comprise entre 0,33 - 0,55 mm.
- La troisième classe est constituée des larves ayant une taille comprise entre 5,41 à 7,17 mm, avec 26 cas, soit 15,66 % de l'effectif total et des capsules céphaliques d'une largeur variant entre 0,56 - 0,75 mm.
- La quatrième classe comprend les larves dont la longueur varie entre 7,20 et 7,62 mm avec un nombre d'observations égale à 3 cas, soit 1,8 % de l'effectif total et des capsules céphaliques dont la largeur est supérieure à 0,75 mm.

Ces résultats concordent avec ceux déjà obtenus par Vargas (1970), Haji *et al.* (1988), Ferreira et Angos (1997) et Giustolin *et al.* (1997). Les auteurs précités, notent que l'augmentation des températures réduit la durée des stades larvaires mais sans pour autant influencer sur le nombre de stades larvaires qui reste le même dans toutes les situations étudiées. D'autre part, les résultats des mesures des largeurs des capsules céphaliques relevés sont statistiquement plus significatifs que ceux obtenus par Giustolin *et al.* (1997), à savoir, une largeur de la capsule céphalique comprise entre 0,14 à 0,20 mm premier stade, 0,21 et 0,29 mm pour le second stade, 0,33 à 0,47 mm pour le troisième et enfin 0,49 et 0,71 mm pour le quatrième stade.

## 10. Dénombrement des chrysalides

L'examen sous loupe binoculaire des lots de folioles récoltées a mis en évidence un faible nombre de chrysalides enfouies dans des cocons tissés sur les feuilles ou enroulées dans les vieilles feuilles. Ces chrysalides ont été observées entre la 13<sup>ème</sup> et la 21<sup>ème</sup> semaine, soit durant la période printanière jusqu'au début de l'été, qui coïncide avec la fin du cycle végétatif de la culture de tomate (Fig. 45).

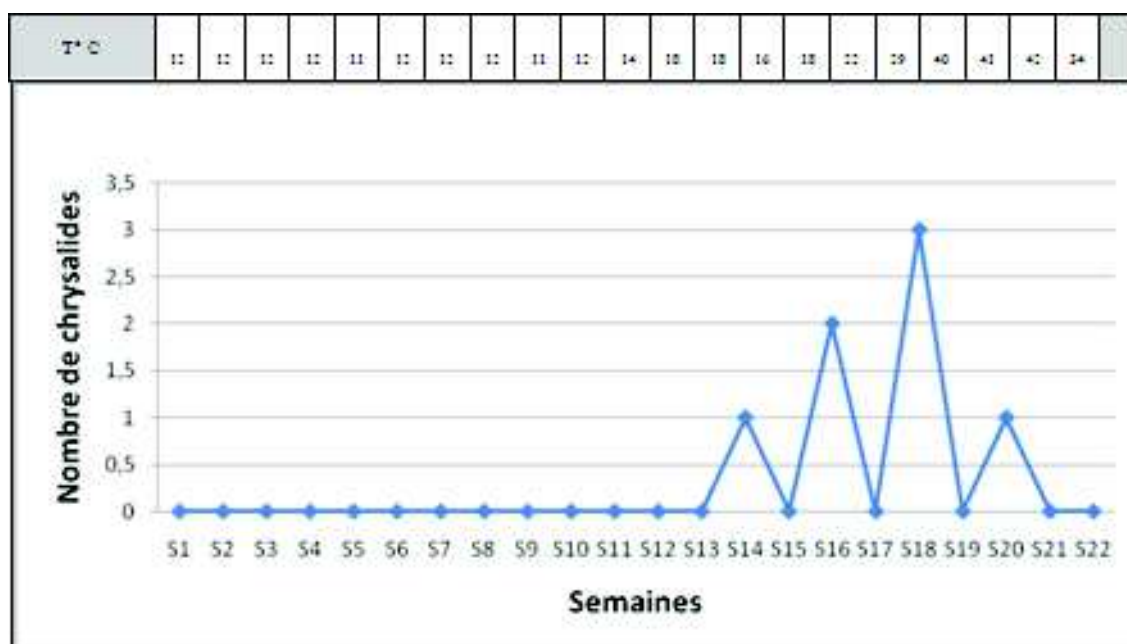


Figure 45. Evolution temporelle du nombre de chrysalides

Le très faible nombre de chrysalides récoltées sur les folioles échantillonnées peut s'expliquer par le faible taux de nymphoses des larves du quatrième stade qui se déroule sur les feuilles. En général, la nymphose s'effectue dans le sol. Barrientos *et al.* (1998) et Pereyra (2006), confirment que chez la mineuse de la tomate la nymphose a lieu majoritairement dans le sol.

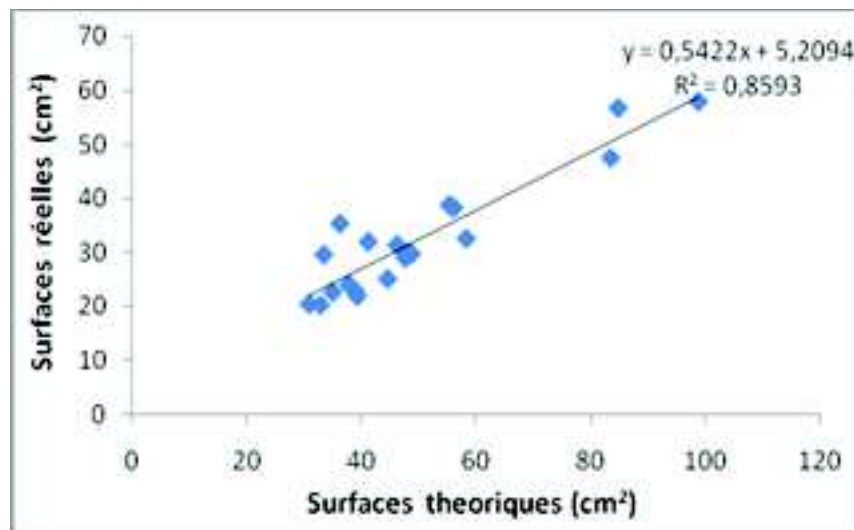
## 11. Equation modèle de calcul des surfaces foliaires

Les données des paramètres biométriques considérés pour la recherche de l'équation modèle de calcul des surfaces foliaires sont regroupées dans le tableau 24.

Tableau 24. Paramètres biométriques des folioles pour la recherche de l'équation modèle

Semaine	Longueur moyenne cm <sup>2</sup>	Largeur moyenne cm <sup>2</sup>	Poids gr	Surface foliaire théorique moyenne cm <sup>2</sup>	Surface foliaire réelle moyenne cm <sup>2</sup>
1	8,4	5,3	0,0626	44,52	25,04
2	8,7	6,7	0,0813	58,29	32,52
3	8,7	5,6	0,0742	48,72	29,68
4	7,8	6,1	0,0723	47,58	28,92
5	7,6	4,6	0,0564	34,96	22,56
6	9,2	6,1	0,0956	56,12	38,24
7	10,3	9,6	0,1448	98,88	57,92
8	8,3	5,6	0,0384	46,48	15,36
9	6,7	4,6	0,0509	30,82	20,36
10	7,4	5,3	0,0546	39,22	21,84
11	8,1	4,8	0,0571	38,88	22,84
12	10,5	6,3	0,0705	66,15	28,2
13	7,7	4,7	0,0882	36,19	35,28
14	7,9	7	0,0968	55,3	38,72
15	8,4	4,9	0,0799	41,16	31,96
16	7,1	4,7	0,0738	33,37	29,52
17	8,9	5,4	0,0745	48,06	29,8
18	8,1	5,7	0,0783	46,17	31,32
19	11,6	7,2	0,1187	83,52	47,48
20	7,4	5,1	0,0599	37,74	23,96
21	8,2	4	0,0505	32,8	20,2
22	10,1	8,4	0,1418	84,84	56,72

Sur la base des calculs des surfaces foliaires théoriques et réelles des folioles, nous avons établi la courbe linéaire qui lie les deux variables considérées (Fig. 46)



**Figure 46.** Equation modèle de calcul des surfaces foliaires réelles

L'équation modèle de calcul des surfaces foliaires réelles des folioles est :

$$Sr = 0,5422Sth + 5,2094$$

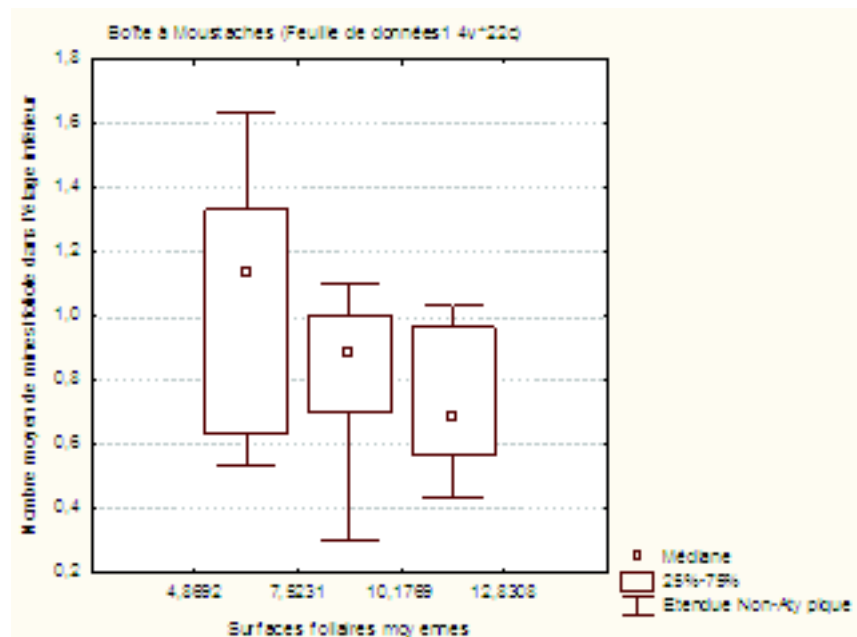
Coefficient de détermination ;  $R^2 = 0,8593$

## 12. Relation entre les surfaces foliaires et le nombre de mines par étage foliaire

---

Afin de vérifier l'éventuelle existence d'une relation entre les surfaces foliaires et les nombres moyens de mines dans les feuilles des étages foliaires considérés, une analyse croisée a été réalisée (figures 47 à 49).

### 12.1. Etage foliaire inférieur



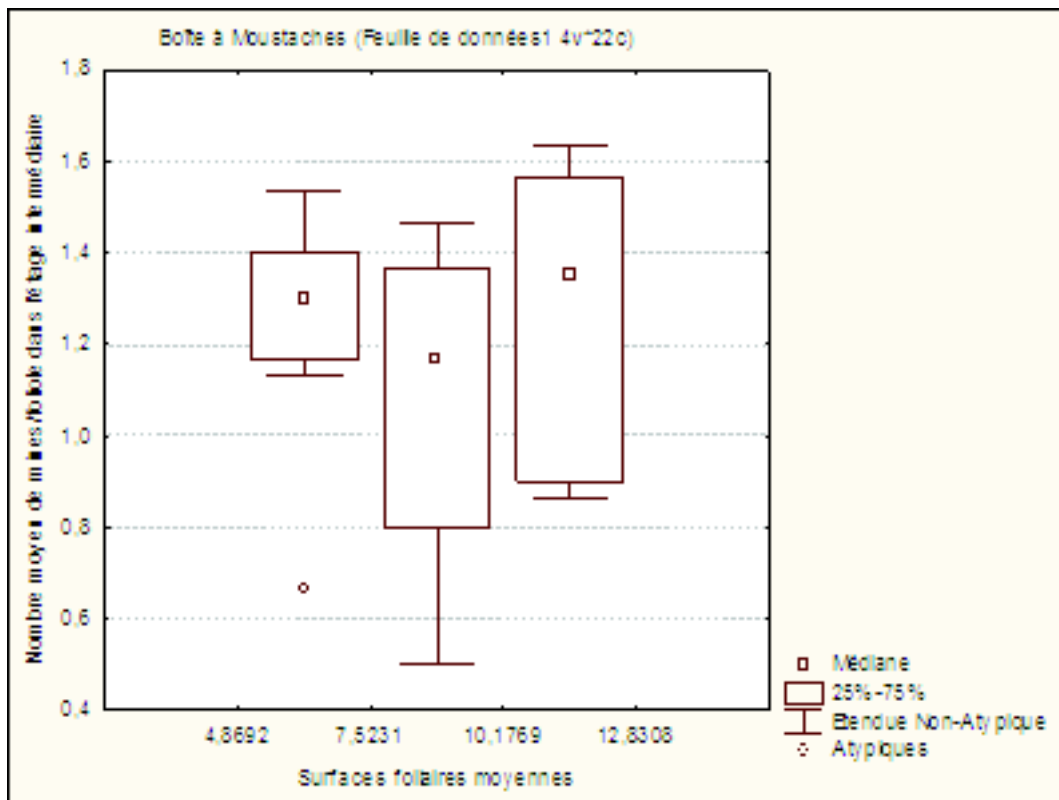
**Figure 47.** Analyse croisée entre les surfaces foliaires et le nombre de mines

Dans l'étage foliaire inférieur, on dénombre trois classes de surfaces foliaires moyennes.

- Une première classe, regroupant les folioles ayant une surface foliaire comprise entre 4,87 à 7,52, avec une valeur médiane de l'ordre de 1,2 mine dont 50 % entre 0,6 à 1,3 mines.
- Une deuxième la classe des surfaces foliaire comprise entre 7,52 à 10,18 avec une valeur médiane de 0,9 mine dont 50 % entre 0,7 à 1,0 mines.
- Une troisième classe constituée des folioles ayant des surfaces foliaires comprises entre 10,18 à 12,83 avec une valeur médiane est de 0,7 mine dont 50 % entre 0,6 à 1,0 mines.

Nous retenons que dans l'étage foliaire inférieur le nombre moyen de mines est inversement proportionnel à la surface foliaire.

### 12.2. Etage foliaire intermédiaire



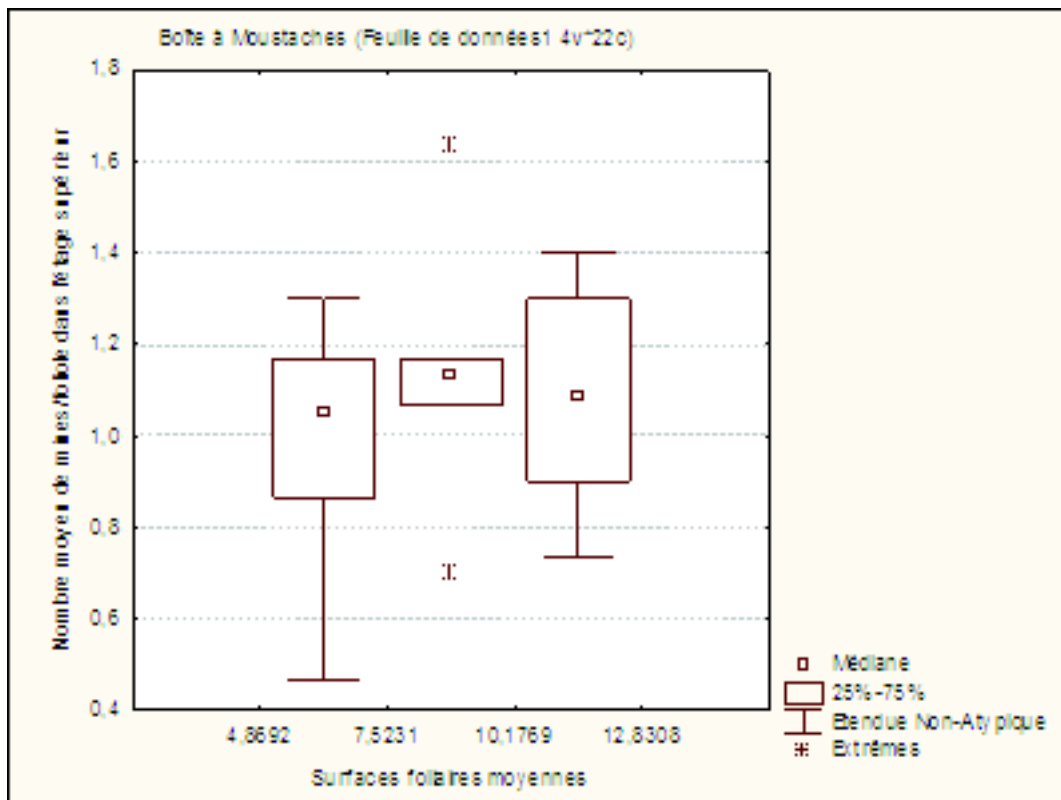
**Figure 48.** Analyse croisée entre les surfaces foliaires et le nombre de mines dans l'étage foliaire intermédiaire

Dans l'étage foliaire intermédiaire, on dénombre également trois classes de surfaces foliaires moyennes dont :

- La première regroupe les folioles ayant une surface foliaire moyenne comprise entre 4,87 à 7,52 avec une valeur médiane de 1,3 mine, dont 50 % entre 1,1 à 1,4.
- La seconde regroupe les folioles ayant une surface foliaire moyenne comprise entre 7,52 à 10,18 avec une valeur médiane de 1,1 mine, dont 50% entre 0,8 à 1,3.
- La troisième regroupe les folioles ayant une surface foliaire moyenne comprise entre 10,18 à 12,83 avec une valeur médiane de 1,3 mine dont 50% entre 0,9 à 1.

Dans l'étage foliaire intermédiaire, le nombre moyen de mines par surface foliaire varie selon l'hétérogénéité du feuillage.

### 12.3. Etage foliaire supérieur



**Figure 49.** Analyse croisée entre les surfaces foliaires et le nombre de mines dans l'étage foliaire supérieur

Dans l'étage foliaire supérieur, les trois classes de surfaces foliaires moyennes se définissent comme suit :

- La première classe 4,87 à 7,52 avec une valeur médiane de 1,1 mine dont 50 % entre 0,9 à 1,2.
- La seconde classe 7,52 à 10,18 avec une valeur médiane de 1,15 mine dont 50% entre 1,1 à 1,2.
- La troisième classe 10,18 à 12,83 avec une valeur médiane de 1,1 mine dont 50% entre 0,9 à 1,3.

Dans la figure 49, on constate que le nombre de mines observées dans l'étage foliaire supérieur, reste stationnaire et ne diminue pas considérablement avec l'augmentation des surfaces foliaires moyennes. Il est sensiblement comparable dans les trois classes de surfaces foliaires obtenues.

Ces résultats corroborent avec celui d'Oliveira (1999), sur la préférence des larves pour les jeunes feuilles, par conséquent, de petites tailles, plus tendres et ayant une meilleure composition nutritionnelle.

### 13. Importance des captures d'adultes mâles et évaluation des niveaux de risques d'infestation par site

Les résultats des dénombrements hebdomadaires des captures d'adultes mâles par les pièges à phéromones dans les trois sites prospectés sont synthétisés dans les tableaux 25 à 27. Il est important de rappeler que d'après Monserrat Delgado (2009), les risques



d'infestation commencent à se faire ressentir à partir d'un niveau de 30 captures par piège et par semaine.

### 13.1. Cas du site de Zemmouri

Tableau 25. Niveaux de risque d'infestation selon les captures dans le site de Zemmouri

Semaine	Période	Nombre moyen de mâles capturés/Piège/Semaine	Niveau de risque
S1	Du 07/02 au 13/02/2009	52	Risque élevé d'attaque
S2	Du 14/02 au 20/02/2009	67	//
S3	Du 21/02 au 27/02/2009	55	//
S4	Du 28/02 au 06/03/2009	39	//
S5	Du 07/03 au 13/03/2009	130	//
S6	Du 14/03 au 20/03/2009	47	//
S7	Du 21/03 au 27/03/2009	65	//
S8	Du 28/03 au 03/04/2009	154	//
S9	Du 04/04 au 10/04/2009	141	//
S10	Du 11/04 au 17/04/2009	205	//
S11	Du 18/04 au 24/04/2009	107	//
S12	Du 25/04 au 01/05/2009	161	//
S13	Du 02/05 au 08/05/2009	129	//
S14	Du 09/05 au 25/05/2009	139	//
S15	Du 16/05 au 22/05/2009	794	//
S16	Du 23/05 au 29/05/2009	305	//
S17	Du 30/05 au 05/06/2009	397	//
S18	Du 06/06 au 12/06/2009	133	//
S19	Du 13/06 au 19/06/2009	200	//
S20	Du 20/06 au 26/06/2009	131	//
S21	Du 27/06 au 03/07/2009	166	//

**N.M.C.** : nombre de mâles capturés

Au vu des résultats consignés dans le tableau 25, la culture de tomate plantée dans le site de Zemmouri a montré dès le début de l'opération de piégeage un risque élevé d'infestation selon les captures et ce, jusqu'à la fin de son cycle de développement. Ce risque élevé d'attaque, est traduit par les nombres relativement élevés de mâles capturés chaque semaine.

### 13.2. Cas du site de Si Mustapha

Tableau 26. Niveaux de risque d'infestation selon les captures dans le site de Si Mustapha

**Biologie et écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)  
(Lepidoptera :Gelechiidae) dans la région de Boumerdes**

Semaine	Période	Nombre moyen de mâles capturés/piège/semaine	Niveau de risque
S1	Du 07/02 au 13/02/2009	41	Risque élevé d'attaque
S2	Du 14/02 au 20/02/2009	17	Risque modéré d'attaque
S3	Du 21/02 au 27/02/2009	31	Risque élevé d'attaque
S4	Du 28/02 au 06/03/2009	33	//
S5	Du 07/03 au 13/03/2009	11	Risque modéré d'attaque
S6	Du 14/03 au 20/03/2009	15	//
S7	Du 21/03 au 27/03/2009	18	//
S8	Du 28/03 au 03/04/2009	35	Risque élevé d'attaque
S9	Du 04/04 au 10/04/2009	26	Risque modéré d'attaque
S10	Du 11/04 au 17/04/2009	73	Risque élevé d'attaque
S11	Du 18/04 au 24/04/2009	70	//
S12	Du 25/04 au 01/05/2009	87	//
S13	Du 02/05 au 08/05/2009	66	//
S14	Du 09/05 au 25/05/2009	106	//
S15	Du 16/05 au 22/05/2009	145	//
S16	Du 23/05 au 29/05/2009	374	//
S17	Du 30/05 au 05/06/2009	254	//
S18	Du 06/06 au 12/06/2009	305	//
S19	Du 13/06 au 19/06/2009	211	//
S20	Du 20/06 au 26/06/2009	203	//
S21	Du 27/06 au 03/07/2009	338	//

**N.M.C.** : nombre de mâles capturés

D'après les captures portés sur le tableau 26, la culture de tomate plantée dans le site de Si Mustapha montre un risque d'infestation variable entre le niveau élevé et modéré et ce depuis le début jusqu'à la dixième semaine, à partir de laquelle, ce risque est resté élevé jusqu'à la fin du cycle de développement de la culture. Ce risque élevé d'attaque, s'est traduit par des nombres relativement élevés de mâles capturés périodiquement.

### 13.3. Cas du site de Corso

**Tableau 27. Niveaux de risque d'infestation selon les captures dans le site de Corso**

Semaine	Période	Nombre moyen de mâles capturés/piège/semaine	Risque
S1	Du 07/02 au 13/02/2009	3	Risque modéré d'attaque
S2	Du 14/02 au 20/02/2009	4	//
S3	Du 21/02 au 27/02/2009	8	//
S4	Du 28/02 au 06/03/2009	11	//
S5	Du 07/03 au 13/03/2009	11	//
S6	Du 14/03 au 20/03/2009	12	//
S7	Du 21/03 au 27/03/2009	31	Risque élevé d'attaque
S8	Du 28/03 au 03/04/2009	41	//
S9	Du 04/04 au 10/04/2009	29	Risque modéré d'attaque
S10	Du 11/04 au 17/04/2009	41	Risque élevé d'attaque
S11	Du 18/04 au 24/04/2009	51	//
S12	Du 25/04 au 01/05/2009	86	//
S13	Du 02/05 au 08/05/2009	118	//
S14	Du 09/05 au 25/05/2009	251	//
S15	Du 16/05 au 22/05/2009	154	//
S16	Du 23/05 au 29/05/2009	157	//
S17	Du 30/05 au 05/06/2009	501	//
S18	Du 06/06 au 12/06/2009	244	//
S19	Du 13/06 au 19/06/2009	308	//
S20	Du 20/06 au 26/06/2009	518	//
S21	Du 27/06 au 03/07/2009	427	//

**N.M.C.** : nombre de mâles capturés

A la lecture des résultats consignés dans le tableau 27, il ressort que la culture de tomate plantée dans le site de Corso a montré un risque d'infestation selon les captures variable entre le niveau modéré et élevé. Le risque est resté modéré jusqu'à la 6<sup>ème</sup> semaine avant de s'accroître vers un niveau élevé dès la 7<sup>ème</sup> semaine avec, toutefois, une nouvelle régression vers le niveau modéré lors de la 9<sup>ème</sup> semaine pour se stabiliser enfin à un niveau élevé jusqu'à la fin du cycle de développement de la culture. Tout comme pour les deux sites précédents, ce risque élevé d'attaque, s'est traduit par des captures hebdomadaires d'adultes mâles relativement élevées.

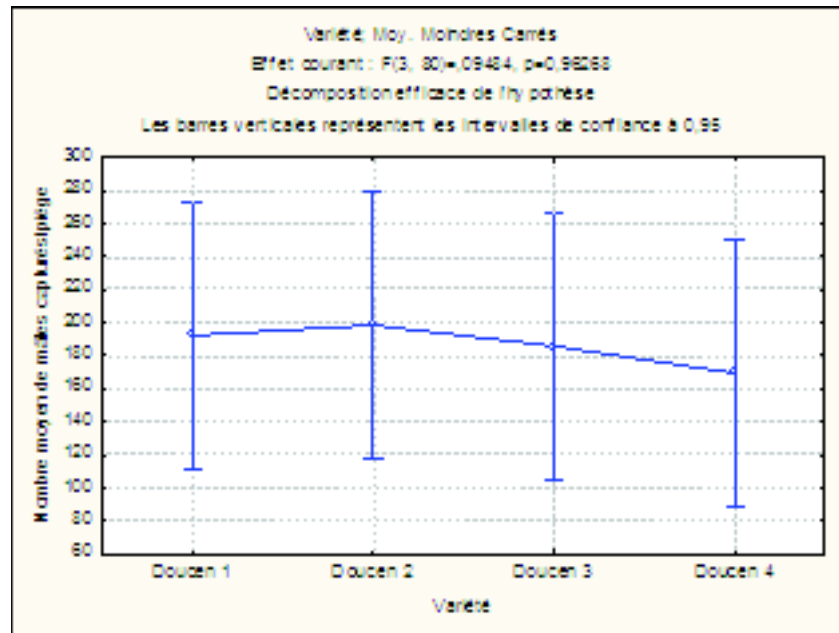
## 14. Comparaison des captures selon la variété plantée

Dans le but de vérifier l'éventuelle influence de la variété plantée sur l'importance des captures dénombrées dans chaque serre et dans chacun des trois sites explorés, des analyses de la variance ont été réalisées, à titre comparatif, sur les résultats des captures enregistrées dans toutes les serres plantées avec chacune des variétés utilisées, et comparativement, sur les résultats des captures obtenus simultanément dans les serres plantées avec des variétés différentes.

### 14.1. Cas du site de Zemmouri

#### 14.1.1. Entre les serres plantées avec la variété Doucen

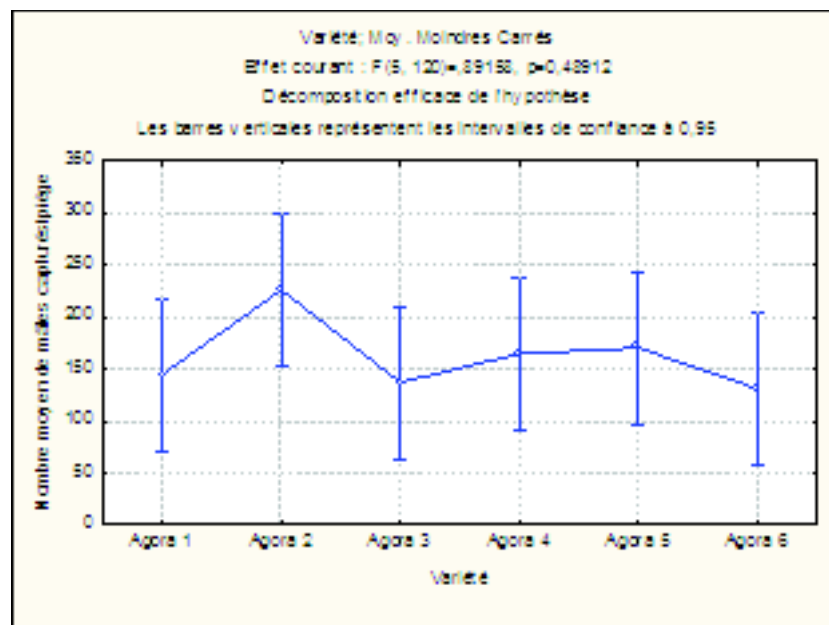
L'analyse de la variance appliquée aux nombres de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Doucen (Fig. 50) ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,962$ ).



**Figure 50.** Comparaison des nombres de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Doucen dans le site de Zemmouri

#### 14.1.2. Entre les serres plantées avec la variété Agora

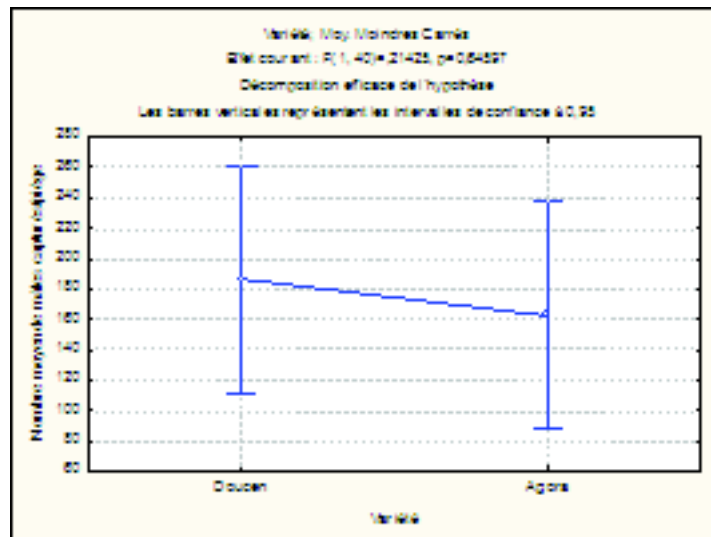
L'analyse comparative des captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Agora (Fig. 51) ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,489$ ).



**Figure 51.** Comparaison entre les nombre de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Agora dans le site de Zemmouri

### 14.1.3. Entre les serres plantées avec la variété Doucen et celles plantées avec la variété Agora

L'analyse comparative entre les captures dénombrées dans les serres plantées respectivement avec les variétés Doucen et Agora (Fig. 52) ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,645$ ).

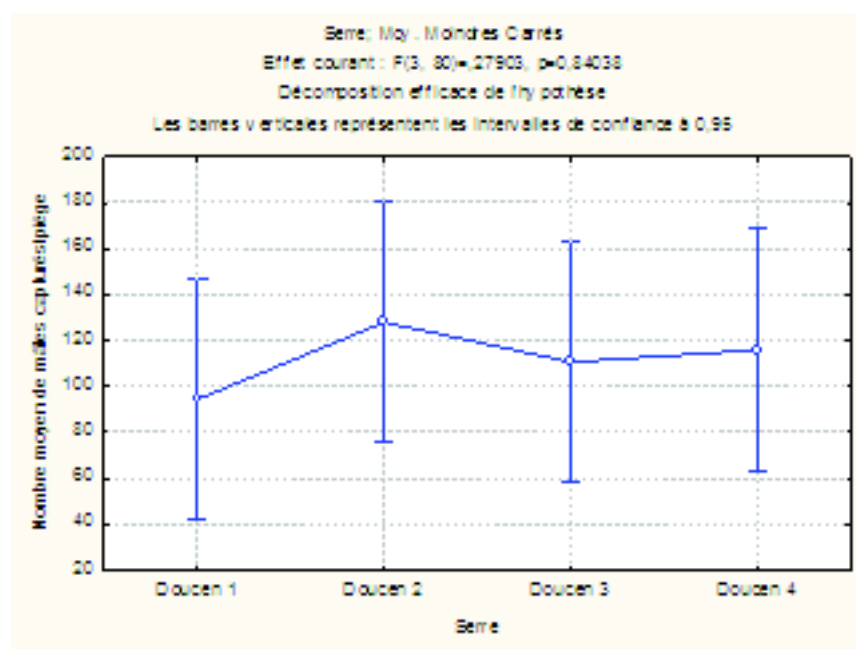


*Figure 52. Comparaison entre les nombre de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Doucen et les serres plantées avec la variété Agora dans le site de Zemmouri*

## 14.2. Cas du site de Si Mustapha

### 14.2.1. Entre les serres plantées avec la variété Doucen

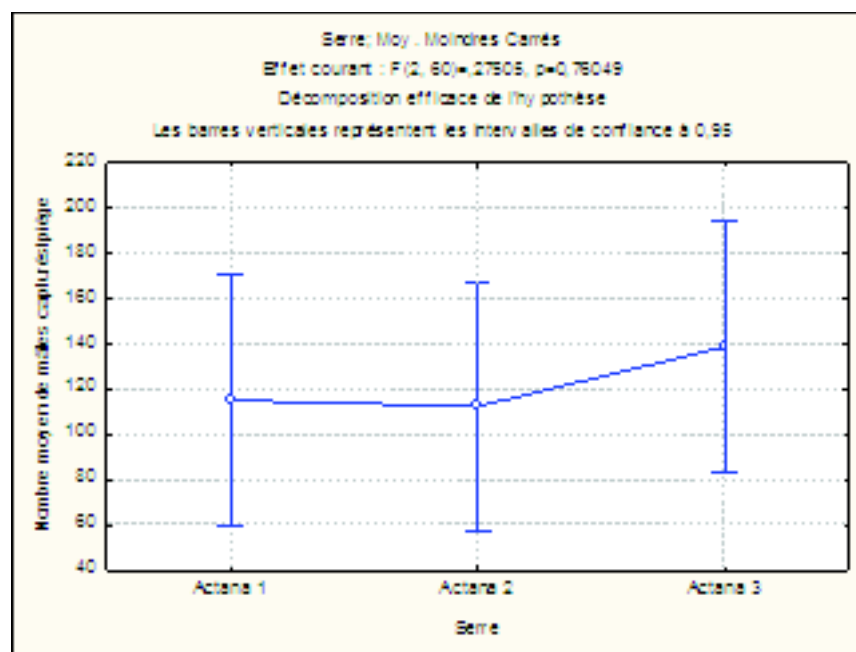
L'analyse de la variance appliquée aux de captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Doucen (Fig. 53) ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,840$ ).



**Figure 53.** Comparaison des nombres de mâles capturés dans chaque serre plantée avec la variété Doucen

#### 14.2.2. Entre les serres plantées avec la variété Actana

L'analyse de la variance appliquée aux de captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Actana (Fig. 54) ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,760$ ).

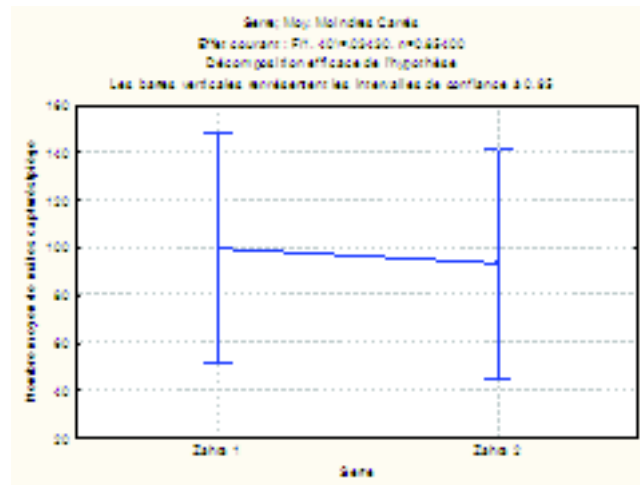


**Figure 54.** Comparaison des nombre d'adultes mâles capturés dans chaque serre plantée avec la variété Actana

#### 14.2.3. Entre les serres plantées avec la variété Zahra



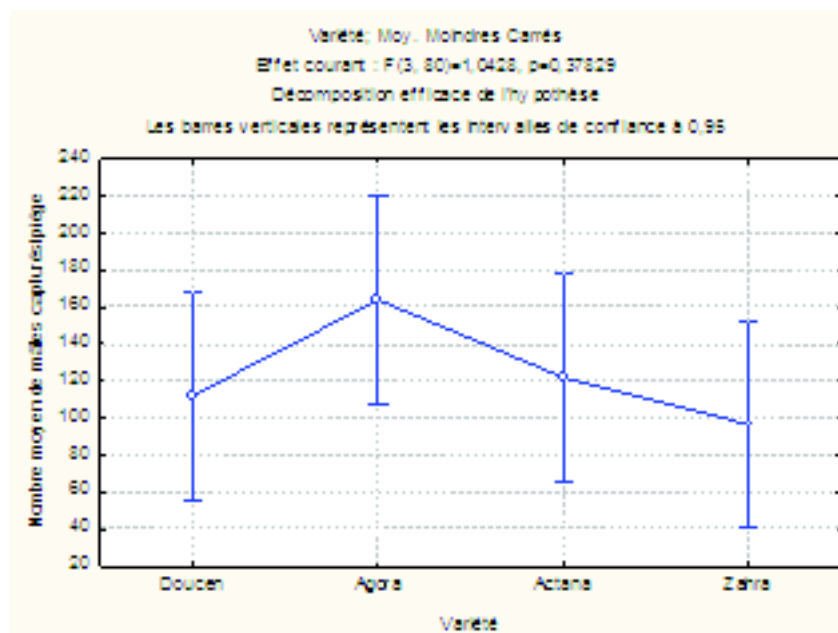
L'analyse de la variance appliquée aux de captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Zahra (Fig. 55) ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,854$ )



**Figure 55.** Comparaison des nombres de mâles capturés dans chaque serre plantée avec la variété Zahra

#### 14.2.4. Entre les serres plantées avec les quatre variétés

L'analyse comparative entre les captures dénombrées dans les serres plantées respectivement avec les variétés Doucen, Agora, Actana et Zahra (Fig. 56) ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,378$ ).

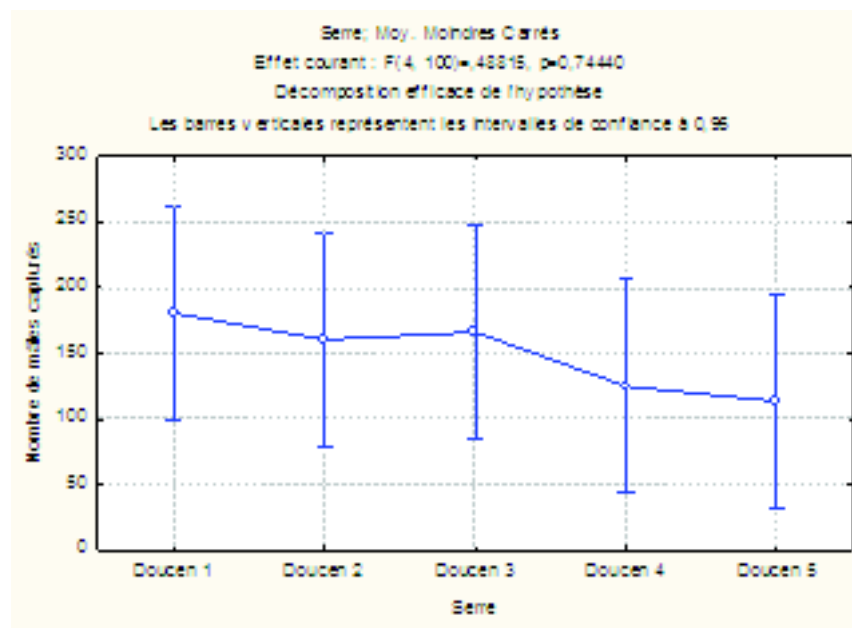


**Figure 56.** Comparaison entre le nombre de mâles capturés dans chaque serre plantée avec les variétés Doucen, Agora, Actana et Zahra.

### 14.3. Cas du site de Corso

#### 14.3.1. Entre les serres plantées avec la variété Doucen

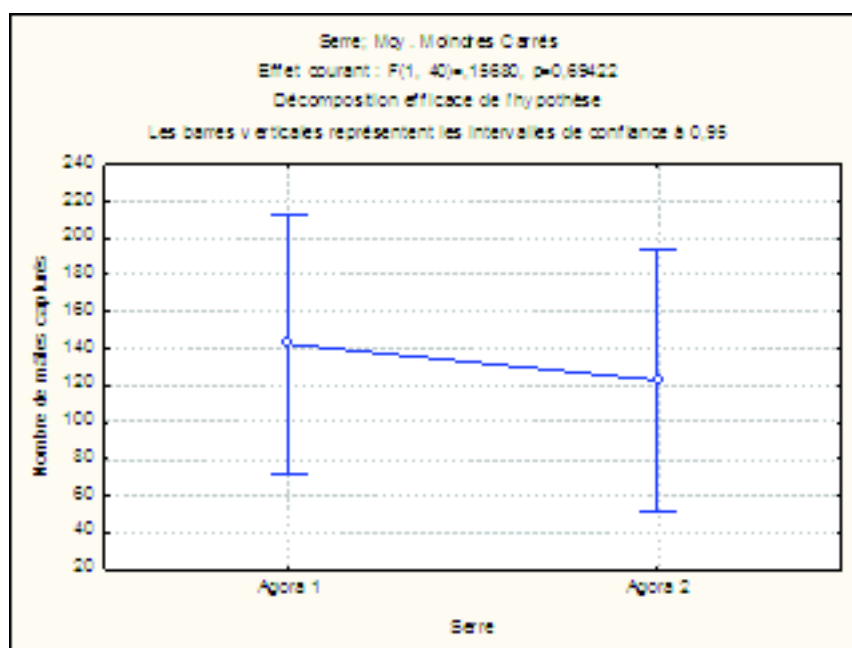
L'analyse des captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Doucen (Fig. 57) ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,744$ ).



*Figure 57. Comparaison des nombres de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Doucen*

#### 14.3.2. Entre les serres plantées avec la variété Agora

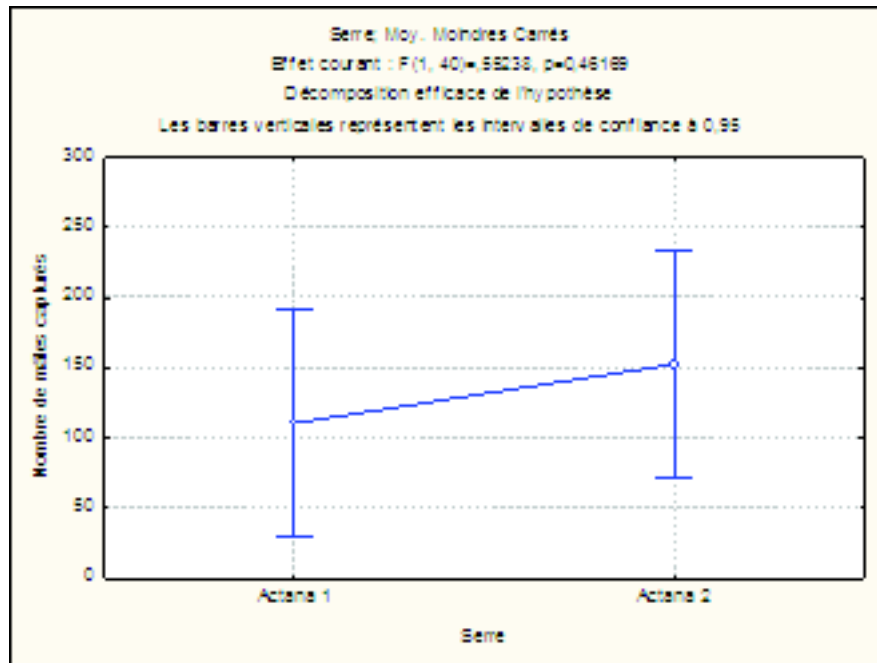
L'analyse des captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Agora ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,694$ ) (Fig. 58).



*Figure 58. Comparaison des nombres de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Agora*

### 14.3.3. Entre les serres plantées avec la variété Actana

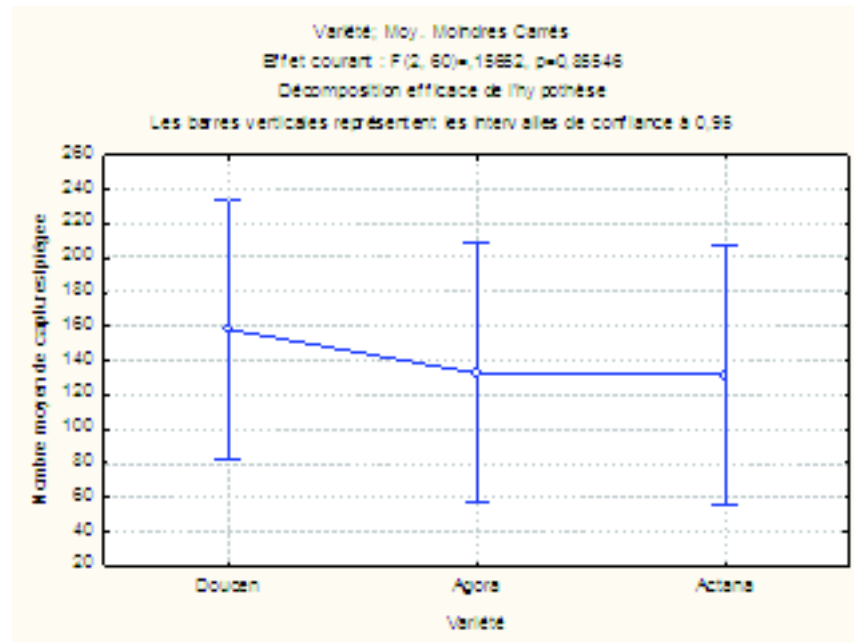
L'analyse des captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Actana ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,461$ ) (Fig. 59).



*Figure 59. Comparaison des nombres de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Actana*

### 14.3.4. Entre les serres plantées avec les trois variétés

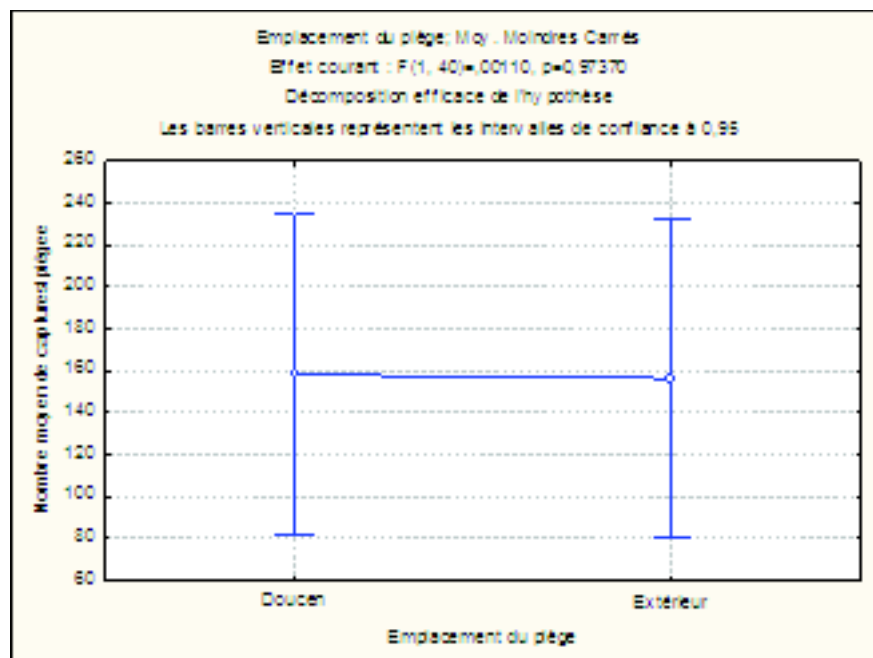
L'analyse comparative des captures dénombrées dans les serres plantées respectivement avec les variétés Doucen, Agora et Actana ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,855$ ) (Fig. 60).



**Figure 60.** Comparaison entre les nombres de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Doucen, Agora et Actana

#### 14.3.5. Entre la serre plantée avec la variété Doucen et le piège extérieur

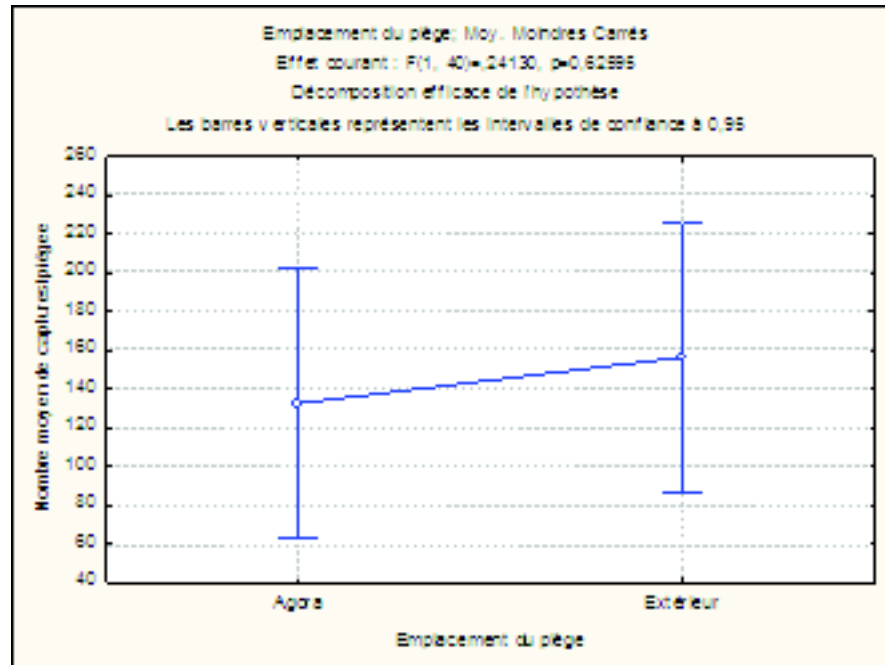
L'analyse comparative des captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Doucen, et celles du piège extérieur ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,973$ ) (Fig. 61).



**Figure 61.** Comparaison entre les nombres de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Doucen et le piège extérieur

#### 14.3.6. Entre les serres plantées avec la variété Agora et le piège extérieur

L'analyse comparative des captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Agora, et celle du piège extérieur (Fig. 62) ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,625$ ).



*Figure 62. Comparaison entre les nombres de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Agora et le piège extérieur*

#### 14.3.7. Comparaison des captures obtenues dans la serre plantée avec la variété Actana et celles du piège extérieur

L'analyse comparative des captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Actana, et celle du piège extérieur (Fig. 63) ne montre pas de différences significatives ( $p = 0,632$ ).

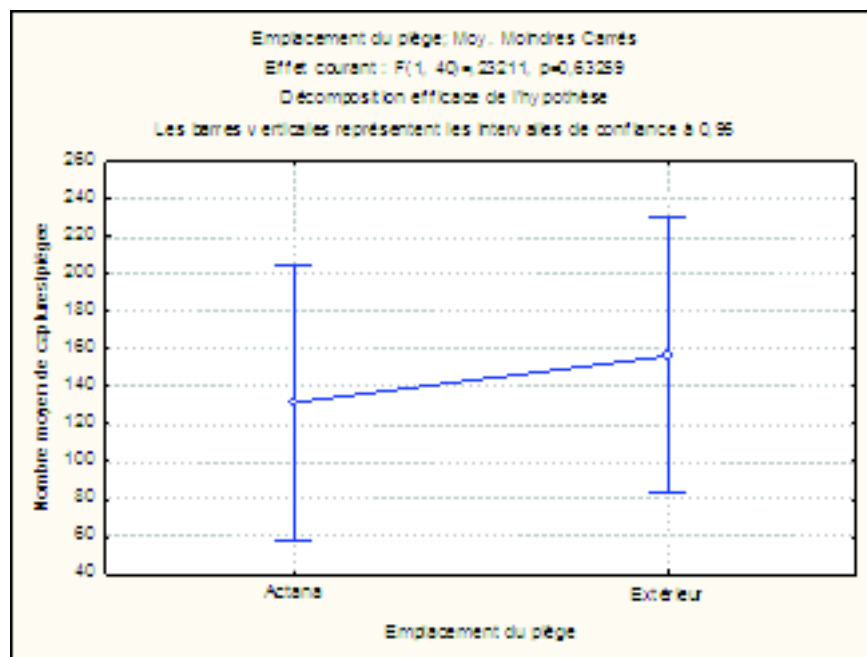


Figure 63. Comparaison entre les nombres de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Actana et le piège extérieur

#### 14.4. Comparaison entre les captures sur chaque variété dans les trois sites

##### 14.4.1. Comparaison entre les captures sur la variété Doucen

L'analyse comparative entre les captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Doucen ne montre pas de différences significatives entre les trois sites.

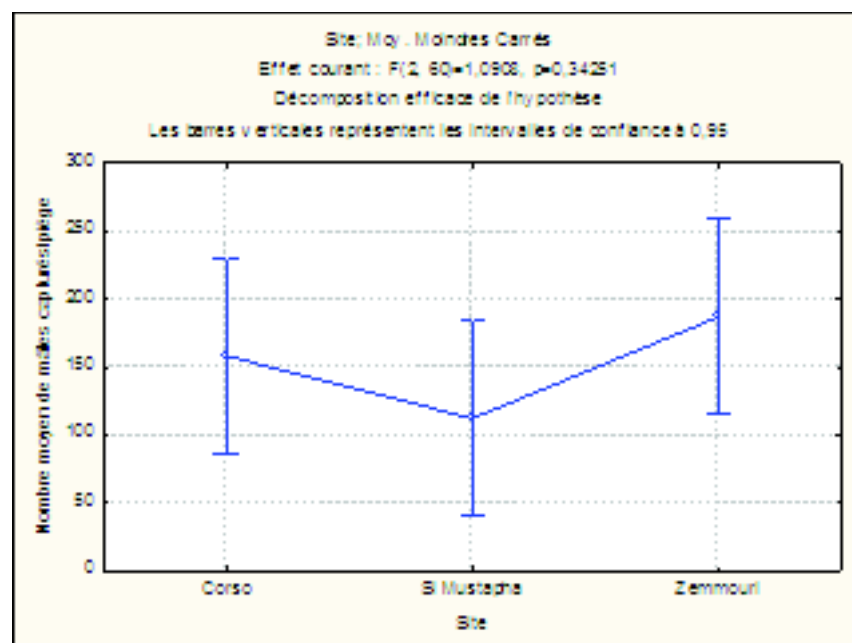
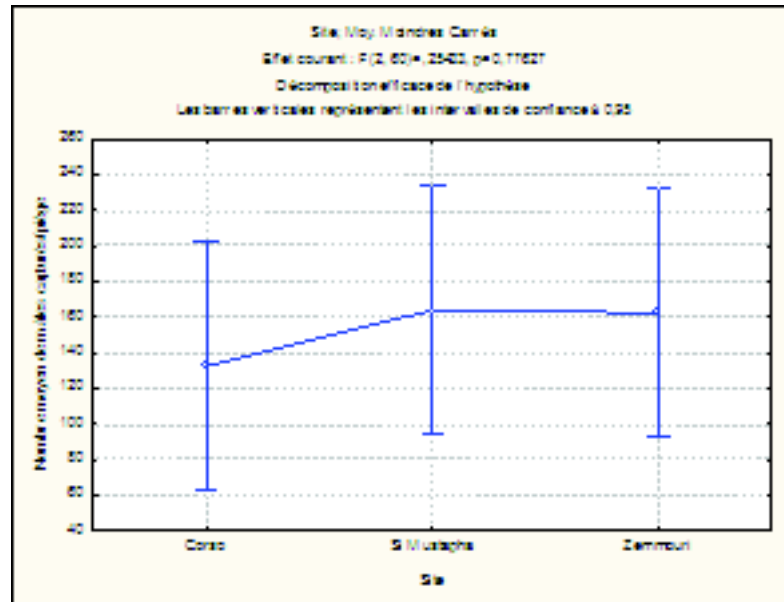


Figure 64. Comparaison entre les nombre de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Doucen dans chacun des trois sites Corso, Si Mustapha et Zemmouri



#### 14.4.2. Comparaison des captures sur la variété Agora

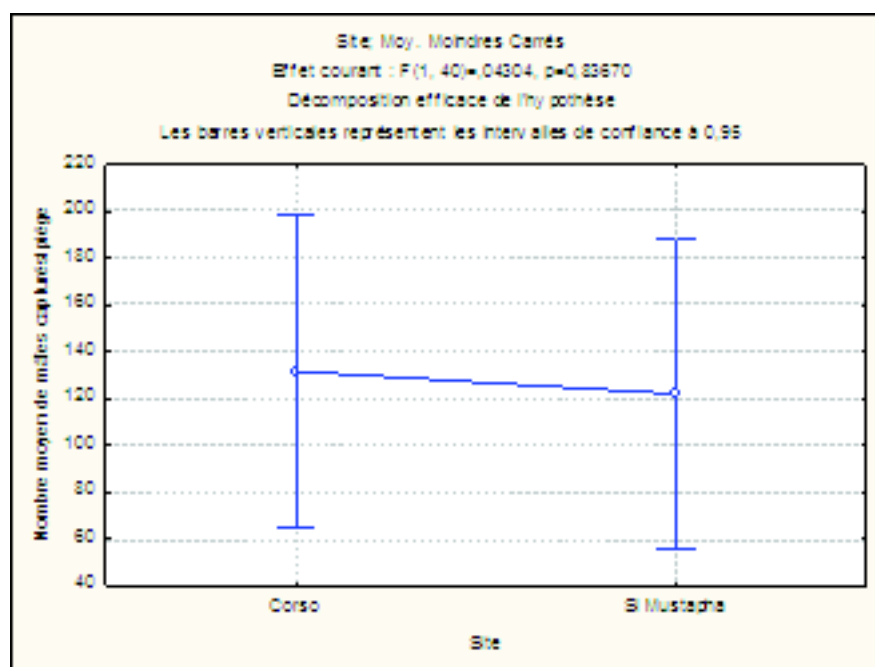
L'analyse comparative entre les captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Agora (Fig. 65) ne montre pas de différences significatives entre les trois sites ( $p = 0,776$ ).



**Figure 65.** Comparaison entre le nombre de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété Agora dans chacun des trois sites Corso, Si Mustapha et Zemmouri

#### 14.4.3. Comparaison des captures sur la variété Actana

L'analyse comparative entre les captures dénombrées dans les serres plantées avec la variété Actana ne montre pas de différences significatives entre les trois sites ( $p = 0,836$ ) (Fig. 66).



**Figure 66.** Comparaison entre le nombre de mâles capturés dans les serres plantées avec la variété *Actana* dans chacun des trois sites Corso, Si Mustapha et Zemouri

Sur la base des résultats des différentes analyses des variances appliquées pour les nombres obtenus pour chaque variété, dans chacun des trois sites explorés et comparativement entre les trois sites, il ressort que les captures des mâles entre les variétés considérées ne montrent pas de différences significatives entre elles. Autrement dit, elles n'influencent pas les captures d'adultes mâles enregistrés dans ces sites. De même, le piège extérieur capture autant de mâles adultes que les pièges installés à l'intérieur des serres.

Ces résultats rejoignent en premier lieu ceux obtenus auparavant par Picanco *et al.*, 1995 qui ont montré que la comparaison des taux d'infestation et des nombres de mines par feuille de trois variétés de tomates (Santa Clara, Moneymaker et TOM-601) ne diffèrent pas significativement entre eux. Oliveira *et al.* (2008) ont montré que les dommages provoqués par *T. absoluta* sur des variétés différentes (génotypes) ne diffèrent pas de manière significative. D'après Oliveira *et al.* (2008), il semble qu'il n'existe pas de variété de tomate cultivée résistante à *T. absoluta*. Ceci pourrait être lié à la variabilité génétique réduite résultant de la domestication de la tomate qui a eu pour conséquence, la perte progressive des gènes responsables de la production des substances allélochimiques impliquées dans la défense des solanacées.

Néanmoins, les recherches effectuées sur des variétés sauvages de tomates dont *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* Mull. ont permis d'identifier certaines sources de résistance aux ravageurs notamment les substances allélochimiques tridecanone 2 - (2-TD) et Undecanone 2 - (2-UD) dans les exsudats produits par les trichomes glandulaires des feuilles. Ces substances sont toxiques pour *T. absoluta* (Giustolin et Vendramim, 1994, Ventura et Vendramim, 1996). Ainsi, ces espèces sauvages de tomate se montrent prometteuses comme source de résistance et peuvent constituer une alternative pour lutter contre *T. absoluta* par l'utilisation de variétés résistantes.

## 15. Nombre de générations par site

Pour la détermination du nombre de générations potentielles de *T. absoluta* dans chaque site, une lecture des courbes des fluctuations temporelles des captures d'adultes mâles réalisées à cet effet pour chacun des trois sites est faite. Les pics observés sur ces courbes sont assimilés à des générations distinctes formées par le cumul des émergences des adultes. Ainsi et sur une période de 22 semaines soit cinq mois et demi, correspondent à la durée moyenne du cycle de développement d'une culture de tomate sous serre, nous avons dénombré respectivement au niveau des trois sites d'étude :

### 15.1. Cas du site de Zemmouri

Pour ce site, la courbe des fluctuations hebdomadaires des captures met en évidence neuf (09) pics correspondent à 9 générations chevauchantes et de tailles variables qui se développent à des températures et des humidités relatives variables et dont la première apparaît dès la deuxième semaine suivie, à intervalle régulier, par d'autres générations de plus en plus importantes à l'image de la 15<sup>ème</sup> et de la 17<sup>ème</sup> génération (Fig.67).

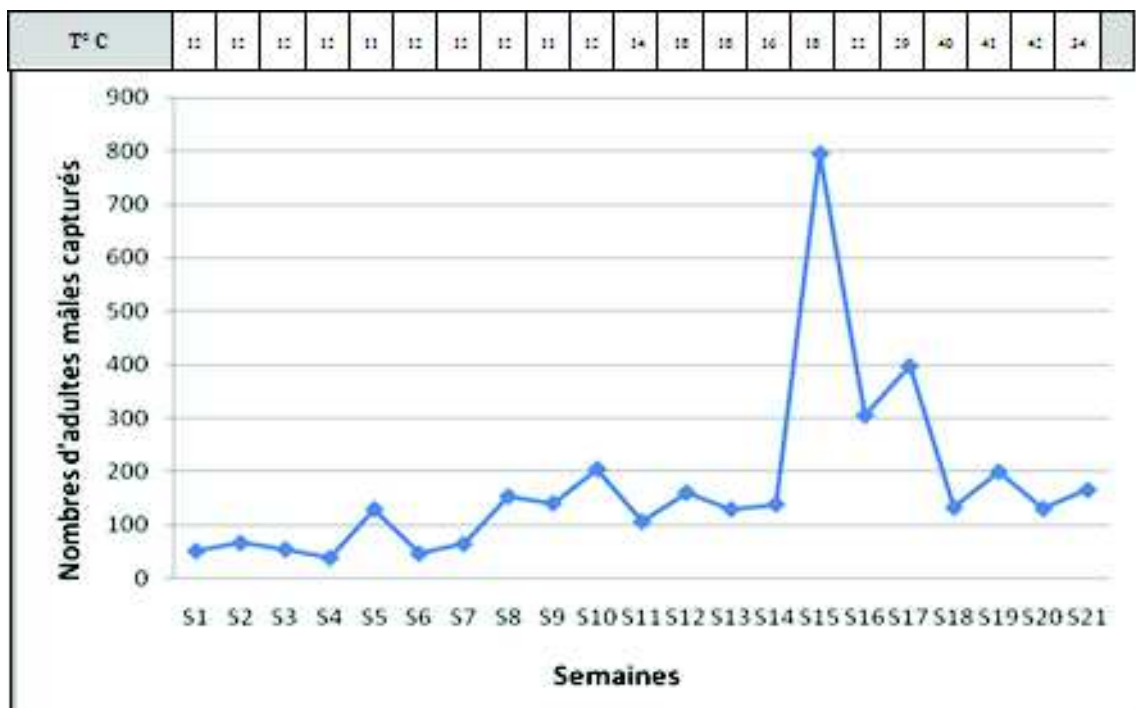
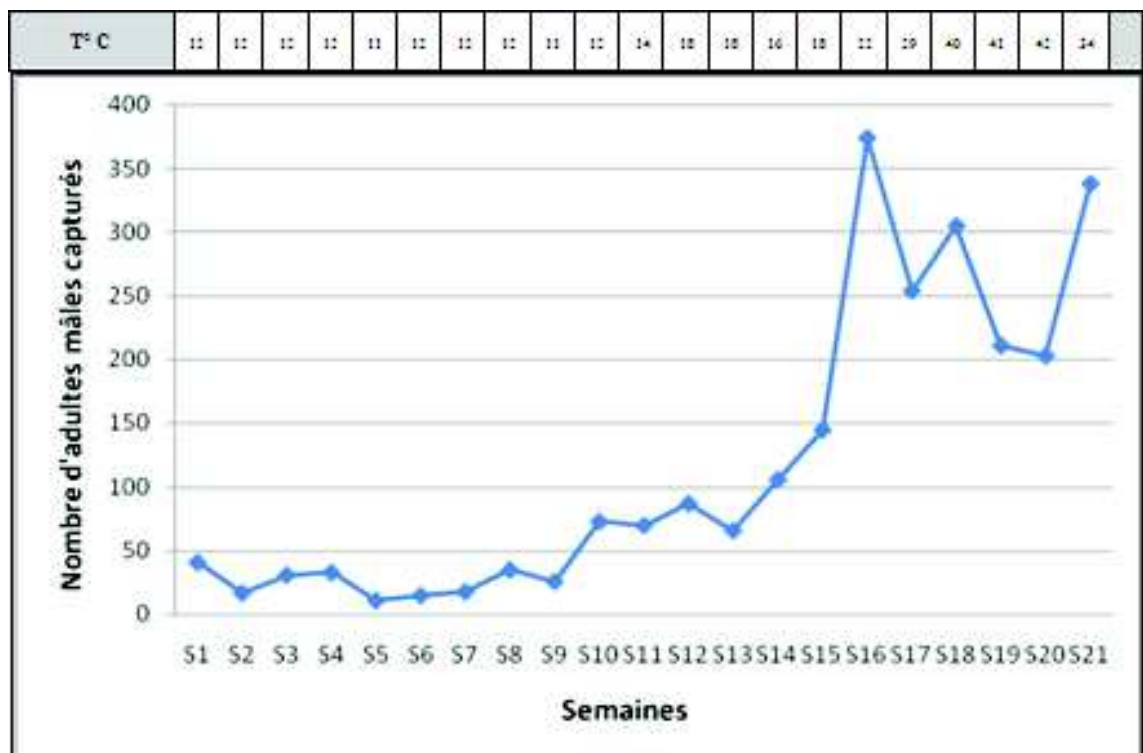


Figure 67. Fluctuations temporelles des captures de mâles dans le site de Zemmouri

### 15.2. Cas du site de Si Mustapha

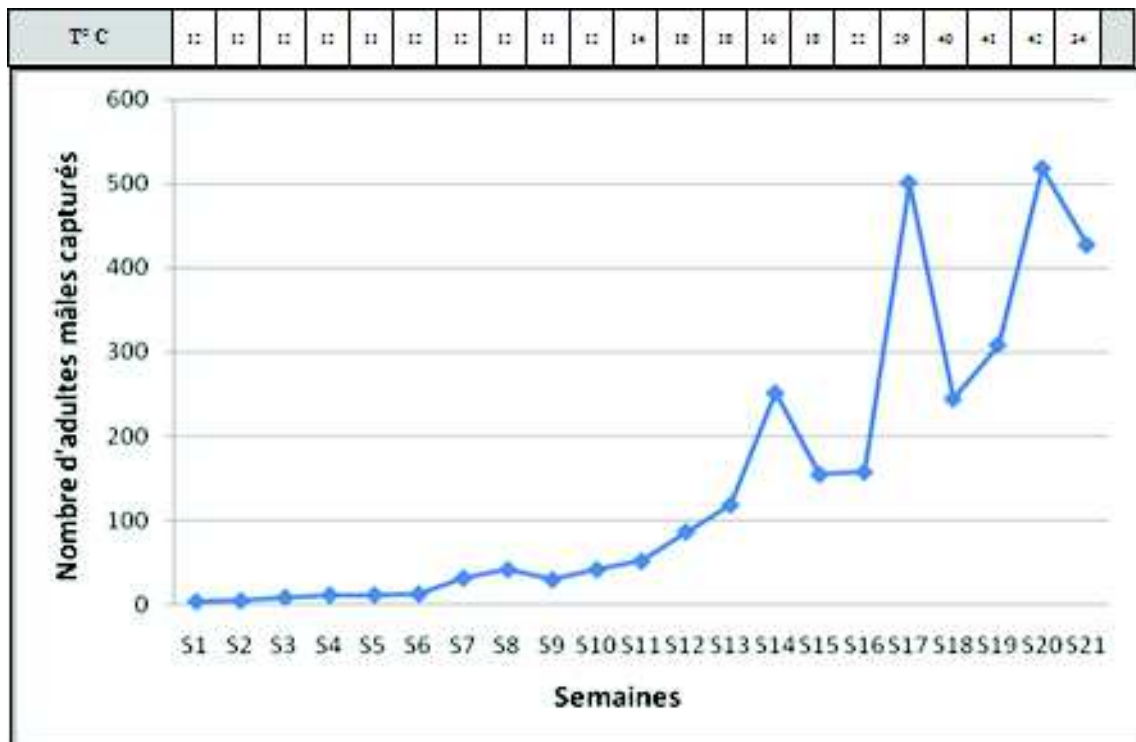
Pour le site de Si Mustapha, la lecture du graphe de la figure 68 révèle l'existence de 8 générations chevauchantes dont la première est apparue dès la 1<sup>ère</sup> semaine suivie par sept autres générations, à raison d'une génération chaque deux à quatre semaines. Les tailles des générations vont en augmentant avec les températures et sont plus importantes vers la fin du cycle de la culture (S16, S18 et S21).



*Figure 68. Fluctuations temporelles des captures de mâles dans le site de Si Mustapha*

### 15.3. Cas du site de Corso

La courbe des fluctuations hebdomadaires des captures dans ce site (Fig. 69) met en évidence quatre (04) pics correspondent à 4 générations chevauchantes de tailles variables, en augmentation progressive avec le temps et les variations des températures.



**Figure 69.** Fluctuations temporelles des captures de mâles dans le site de Corso

Contrairement aux deux premiers sites, on relève dans ce site l'apparition tardive de la première génération, qui n'émerge qu'après huit semaines du début des piégeages (S8) alors que la deuxième génération arrive six semaines après (S14), et successivement après trois semaines (S17) et (S20) pour les deux générations restantes.

Nos résultats sont comparables à ceux des travaux de Bacci (2006) et Vercher *et al.* (2010) qui notent que la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* peut avoir entre 10 à 12 générations par an. Aussi, et par rapport aux résultats des travaux déjà effectués sur la mineuse dans la région de Boumerdes, nos résultats sont très comparables notamment à ceux de :

- Benabdellah et Boukassem (2009), dans leur étude réalisée sur deux serres de tomate plantées respectivement avec les variétés hybrides Agora et Doucen dans la région de Corso et qui ont dénombré respectivement deux générations sur la variété Agora et trois générations sur la variété Doucen et ce, durant une période d'étude de trois mois (du début Février à début Mai), soit en moyenne une génération par mois.
- Ouanes (2009), dans son travail réalisé dans la région de Zemmouri sur une culture de tomate plantée avec la variété hybride Zahra et qui a permis de dénombrer six générations et ce durant une période d'étude de quatre mois (de fin Janvier à début Juin).
- Fakheur et Sait (2010), dans leurs étude réalisée dans la région de Corso sur une culture de tomate plantée avec les variétés hybrides Master et Actana et qui ont dénombré respectivement quatre générations sur la variété Master et trois générations sur la variété Actana et ce durant une période d'étude de deux mois et demi (de Mi Mars à début Juin).
- Et enfin Selmane (2011), dans son travail réalisé dans la région de Boudouaou El Bahri sur une culture de tomate plantée avec la variété hybride Tavira a dénombré

trois générations et ce durant une période d'étude de cinq mois et demi (du début Février à mi juillet).



---

# Conclusion générale

La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* est considérée comme l'un des principaux ravageurs de la tomate en Amérique du Sud, où les dégâts peuvent dépasser les 80%. Apparue depuis 2006 dans les pays du bassin Méditerranéen (Espagne), elle fut signalée pour la première en Algérie au printemps 2008 où elle continue, à ce jour, ses dégâts sur les cultures de tomate sous abris et de plein champ.

L'étude de la biologie et de l'écologie de ce ravageur dans la région de Boumerdes, réalisée sur trois cultures de tomate conduites sous abris-serres, a permis de mettre en évidence certains aspects de la biologie, de l'écologie et du comportement de l'espèce.

L'observation des stades de développement du ravageur, à travers les dénombrements effectués et la biométrie des œufs et des larves, a permis de caractériser les différentes écophases.

L'étude des niveaux d'infestation a montré que le développement larvaire de *Tuta absoluta* sur plants à Zemmouri a connu plusieurs fluctuations temporelles. Les taux d'infestation hebdomadaires varient de 36,67 à 64,44 %. Le nombre de larves dénombrées sur les folioles prélevées varie de 1 à 24 larves, ce qui s'est traduit par des niveaux d'infestation variables d'une semaine à l'autre, fluctuant entre les niveaux 3 à 5.

Le dénombrement des folioles infestées par étage foliaire a mis en évidence des taux d'infestation respectifs de 39,24 %, de 56,21 et de 48,79% aux trois niveaux. Les larves de *Tuta absoluta* se concentrent d'avantage à l'étage foliaire intermédiaire, traduisant une stratégie de répartition de la population.

Le dénombrement des mines a révélé que les nombres moyens de mines calculés par semaine et par étage foliaire sont de 27, de 36 et de 32 respectivement pour l'étage inférieur, intermédiaire et supérieur. Le nombre moyen de mines par foliole infestée est de l'ordre de 2.

Durant la période d'échantillonnage étalée sur 22 semaines, un total de 192 œufs ont été dénombrés, dont 28 œufs occupent l'étage basal, 54 œufs l'étage intermédiaire et 110 œufs l'étage apical. Les femelles de *Tuta absoluta* pondent préférentiellement et d'avantage sur les faces inférieures que sur les faces supérieures des feuilles. Ainsi, la distribution verticale des pontes, nous renseigne sur l'existence d'une stratégie de ponte adoptée par les femelles de *Tuta absoluta*, qui se traduit par le choix du site de ponte.

L'examen de la population larvaire dénombrée sur les folioles échantillonnées nous a permis également de constater l'existence d'une faible mortalité (10,59%) malgré les traitements effectués. La biométrie larvaire a permis de confirmer l'existence de quatre stades distincts.

L'étude de la dynamique des populations de la mineuse a, quant à elle, permis d'une part, de mettre en évidence l'importance de ses effectifs en croissance progressive depuis le début du cycle végétatif des plants et d'autre part de dénombrer respectivement neuf générations dans le site de Zemmouri, huit à Si Mustapha et enfin quatre à Corso.

La comparaison des populations de *Tuta absoluta* enregistrées sur les variétés cultivées dans les trois sites explorés ne montrent pas d'influence de la variété sur l'importance des captures d'adultes mâles dénombrées dans ces sites. La mineuse de la tomate semble être

indifférente à la variété des cultures de tomates attaquées. De même, le piège extérieur capture autant d'adultes mâles que les pièges installés à l'intérieur des serres. Ceci témoigne de l'efficacité de la phéromone utilisée.

Ainsi, la mineuse de la tomate étant un ravageur nouveau en Algérie, et les dégâts qu'elle occasionne sur le feuillage et les fruits sont certes très spectaculaires, et aussi graves qu'ils soient, ils ne doivent cependant pas, nous amener à la considérer comme une fatalité, car il ne faut pas aussi oublier les dégâts et pertes dus aux autres ravageurs déjà existant dans notre pays, tels que la mineuse des agrumes, la cératite, le pou de Californie, les acariens et autres ravageurs émergents.

Pour conclure, nous dirons que les méthodes et les moyens adoptés jusque-là dans la lutte contre la mineuse de la tomate depuis son introduction en Algérie n'ont pas été très concluants. Ainsi, et afin de remédier à la situation générée par l'apparition de ce nouveau ravageur, les chercheurs des différentes institutions (universités et instituts de recherche) et les producteurs de tomate doivent, dans un avenir proche, conjuguer leurs efforts et renforcer d'avantage leur collaboration dans le but de résoudre ce problème par la recherche appliquée sur le terrain d'une solution écologique basée sur l'inventaire et la valorisation des auxiliaires et ennemis naturels de l'espèce potentiellement existant en Algérie. Aussi, des lâchers contrôlés de chalcidiens parasites sont à préconiser dans les régions maraichères à fortes infestations comme alternative aux traitements chimiques non respectueux de l'environnement, dangereux pour la santé humaine et qui, malheureusement, n'ont jusque-là pas donné les résultats escomptés, en raison, vraisemblablement, de la résistance développée par cette espèce vis-à-vis de ces produits.

---

# Références bibliographiques

- Amazouz S., 2008.** Gestion en lutte intégrée de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Koppert Biological Systems Maroc, Pdf, 18p.
- Arnó J. et Gabarra R., 2011.** Lutte contre *Tuta absoluta*, un nouveauravageur qui envahit l'Europe. ENDURE, Formation en Lutte Intégrée - No. 5, Edition IRTA, Cabriels, Espagne, 8p.
- Bacci L., 2006.** Les facteurs déterminants de l'attaque de *Tuta absoluta* sur tomate. Thèse de Doctorat en Science. Université Fédérale de Viçosa, Minas Gerais, Brésil. 133p.
- Badaoui M.I., 2004 .** Etude de certains caractères biologiques, morphologiques, systématiques et biochimiques de *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera : Gelechiidae) de différentes régions d'Algérie. Thèse de Magistère. Université de Mostaganem. 66p.
- Badaoui M.I. et Berkani A., 2009.** Identification de deux bio-agresseurs : *Tuta absoluta* Meyrick et *Phthorimaea operculella* Zeller par la technique d'extraction des génitalia. Annales Colloque international sur « La gestion des risques phytosanitaires », Marrakech, Maroc, 9-11 novembre 2009. 169-174.
- Bagnouls F. et Gaussen H., 1953.** Saison sèche et index xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse, 88 : 193-239.
- Bagnouls F. et Gaussen H., 1957.** Climats biologiques et leurs classifications. Annales de géographie : 193-220.
- Balakowsky A.S., 1966.** Entomologie appliquée à l'agriculture. T2 : Les lépidoptères. Ed. Masson et Cie., Paris 564p.
- Barrientos Z.H., Apablaza H.J., Norero S.A. & Estay P.P., 1998.** Threshold temperature and thermal constant for development of the South American tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae). *Cienciae Investigacion Agraria* 25:133-137.
- Belhadj S., 2010.** Contribution au suivi de la dynamique de population de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) dans une culture de la tomate hors sol et la lutte intégrée contre ce ravageur. Mém. d'Ing. Génie Biologique, Fac., Scie., U.M.B. Boumerdes, 83p.
- Benabdellah S. et Boukassem M., 2009.** Etude de l'arthropodofaune de deux variétés de tomate. Fluctuation temporelle des vols de *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae) dans la Mitidja orientale en zone littorale (wilaya de Boumerdes). Mémoire d'Ingénieur, USTHB, Bab Ezzouar, 46p.
- Berkani A. et Badaoui M., 2008.** Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae). Edition INRA Algérie. 16p.
- Biurrun R., 2008.** *Tuta absoluta*. La polilla del tomate, Navara Agraria, Julio-Agosto 2008, pp16-18.

- Blancard D., 1988.** Maladies de la tomate, observer, identifier, lutter, INRA éditions, Paris, 232p.
- Blancard D., Messian C.M., Rouxel F. & Lafon R., 1990.** Maladies des plantes maraichères. Ed. INRA, 3<sup>ème</sup> édition, Paris, 552p.
- Bogorni, P.C., Da Silva R.A. & Carvalho G.S., 2003.** Leaf mesophyll consumption by *Tuta absoluta* (Meyrick, 1971) (Lepidoptera: Gelechiidae) in three cultivars of *Lycopersicon esculentum* Mill. Ciência Rural, Santa Maria, v.33, n.1, jan-fev, p.7-11.
- Botto E.N., Lanter A.A., 1999.** Control biologico de plagas hortícolas en ambientes protegidos. Revista de la Sociedad Entomologica Argentina, v. 58, p58-64.
- Cabello T., Gallego J.R., Fernandez-Maldonado F.J., Solter A., Beltran D., Parra A. & Vila E., 2009a.** The damselfly bug *Nabis pseudoferus* (Hem.: Nabidae) as a new biological control agent of the South American Tomato Pinkworm, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae), in tomato crops of Spain. *Blog científico-técnico sobre la Tuta absoluta*, 171-173.
- Cabello T., Gallego J.R., Vila E., Solter A., Pino M., Camero A., Hernandez-Suarez E. & Polaszeka A., 2009b.** Biological control of the South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae), with releases of *Trichogramma achaeae* (Hym.: Trichogrammatidae) on tomato greenhouse of Spain. *Blog científico-técnico sobre la Tuta absoluta*, 114-117.
- CABI, 2007.** Autres noms scientifiques de *Tuta absoluta* Meyrick. In <http://www.cabicompendium.org/Names/ids/CPC/Full/SCPPAB.HTM> .
- Caffarini P.M., Folcia A.M. & Pérez Panzardi S.R., 1999.** Incidence of low levels of foliar damage caused by *Tuta absoluta* (Meyrick) on tomato. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 25: 75-78.
- Chaux C. et Fourry C., 1994.** Production légumières, tome 3 : légumineuses potagères, légumes fruits, Ed. Tec & Doc - Lavoisier, Paris, 563p.
- Chibane A., 1999.** Fiche Technique : Tomate sous serre, Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA N° 57, juin 1999, Edition MADRPM/DERD (Maroc), 4p.
- Chouibani M., 2008.** La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lep. Gelechiidae), Communication, Colloque AMPP, Agadir, 15 Novembre 2008.Pdf,14p.
- 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 22: 129-135.
- Colomo M. V., Berta D.C. & Chocobar M.J. 2002.** El complejo de himenopteros parasitoides que atacan a la "polilla del tomate" *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) en la Argentina. Acta Zool. Lilloana 46: 81-92.
- 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.
- Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. 7<sup>e</sup> Edition Dunod, Paris, 553p.
- Dagnelie P., 2007.** Statistique théorique et appliquée : Statistique descriptive et bases de l'inférence statistique. Tome 1. Bruxelles, De Boeck et Larcier, 511 p.

- De Oliveira A.C.R., Veloso V.D.R.S., Barros R.G., Fernandes P.M., and De Souza E.R.B., 2008.** Capture *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) with light trap in tomato crop. *Pesquisa Agropecuária Tropical* v. 38, n. 3, p. 153-157, jul./set. 2008.
- Desneux N., Wajnberg E., Wyckhuys K.A.G., Burgio G., Arpaia S. , 2010.** Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science* 83: 197-215.
- Doré C. et Varoquaux F., 2006.** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées, éditions INRA, collection Savoir-faire, Paris, p. 691.
- DPAT, 2008.** Monographie de la wilaya de Boumerdes, année 2007. Service des Etudes Economiques, du Traitement de l'Information Economique et Sociale et de la Gestion, Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire de la wilaya de Boumerdes, Mars 2008, 134p.
- Dreux P., 1974** - Précis d'écologie, Ed. Presses Universitaires de France, 231p.
- Ecole C.C., Picanço M. C., Guedes R.N. & Brommonschenkel S.H., 2001.** Effect of cropping season and possible compounds involved in the resistance of *Lycopersicon hirsutum t. typicum* to *Tuta absoluta*(Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *J. Appl. Entomol.* 125: 193-200.
- Emberger J., 1952.** Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. St. Geol. Zool., Fac. Sci. Montpellier, Ser. Ot., 7: 3-47.*
- Emberger J., 1971.** Travaux de botanique et d'écologie. Ed. Masson et Cie., Paris, 250p.
- Fakheur S., et Sait M., 2010.** Contribution à l'étude de la bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur deux variétés de tomate (Master et Actana) dans deux serres situées dans la wilaya de Boumerdes. Mémoire d'Ingénieur en Biologie, Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques, UMMTO, 85p.
- Faria C.A., Torres J.B. & Farias A.M.I., 2000.** Functional response of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs: Effect of host age. *An. Soc. Entomol. Brasil* 29 (1): 85-93.
- Faria C.A., Torres J.B., Fernandes A.M.V., & Farias A.M.I., 2008.** Parasitism of *Tuta absoluta* in tomato plants by *Trichogramma pretiosum* Riley in reponse to host density and plant structures. *Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.6, 1504-1509.*
- Faurie C., Ferrá C. et Medori P., 1980.** Ecologie. Ed. Baillièrre, Paris, 168p.
- Ferrara F.A.A., 2001.** Evaluation of the synthétic major component of the sex phéromone of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptéra, Gelechiidae). *Colegio Technico Agricola de fonso. Bastos Borges, Universidade Federal Fluminense, Bom Jesus of chérical Ecology.* 27 (5) : 907-917.
- 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.*



- Fernandez S., et Montagne A., 1990.** Biologia del minador del tomate *Scobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae). Bol. Entomol. Venez. 5: 89-99.
- Filho M.M., Vilela E.F., Attygalle A.B. Meinwald J. Svatos A. & Jham G.N., 2000.** Field trapping of tomato moth, *Tuta absoluta* with pheromone traps. Journal of Chemical Ecology, Vol. 26, N°4.
- FREDON-Corse, 2008 a** . La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). Fiche technique, Pdf 3p.
- FREDON -Corse , 2008 b** . *Tuta absoluta* (Meyrick) la mineuse de la tomate. 3p.
- FREDON-Corse , 2009.** Mesures de lutte contre *Tuta absoluta*. FREDON-Corse. 06/07/2009. Pdf, 4p.
- Gallais A. et Bannerot H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées: Objectifs et critères de sélection, INRA éditions, p. 382.
- Garcia, M.F. & Espul J.C. 1982.** Bioecologia de la polilla del tomate (*Scorbipalpula absoluta*) en Mendoza, Republica Argentina. Rev. Invest. Agropecuarias INTA (Argentina) XVII: 135-146.
- Germain J.F., Lacordaire A.I., Cocquempot C., Ramel J.M. et Oudard E. 2009.** Un nouveau ravageur de la tomate en France : *Tuta absoluta* (Meyrick). *PHM-Revue Horticole* 512 : 37-41.
- Ghelamallah A., 2009.** Contribution à l'étude bio-écologique de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrik (1917).Mémoire de Magistère en Agronomie, Université de Mostaganem, 71p.
- Giustolin T.A., and Vendramim J.D., 1994.** Efeito de duas espécies de tomateiro na biologia de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick). Anais da Sociedade Entomologica 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 instares larvais de *Tuta absoluta* (Meyrick) em dois genótipos de *Lycopersicum spp.* e duas temperaturas, congresso brasileiro de entomologia, 16, Salvador, 1997. Salvador: SEB, p.326.
- Guenauoui Y., 2008.** Nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Phytoma La défense des végétaux N° 617 Juillet-Aout 2008, 18-19.
- 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, p.7-14.
- Imenes S.D.L., Fernandes M.A.U., Campos T.B., & Takematsu A.P., 1990.** Aspectos biológicos e comportamentais da traça do tomateiro *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917), (Lepidoptera-Gelechiidae). Arquivos do Instituto Biologico, 57 (1/2): 63-68.
- INPV , 2008 a** . Lutte contre la mineuse de la tomate : Stratégie et moyens. Ed. INPV Alger, Pdf, 16p.
- INPV , 2008 b** . Nouveau déprédateur de la tomate : Etat des lieux et programme d'action. Ed. INPV Alger, Pdf, 11p.



- INPV, 2008 c** . *Tuta absoluta* , nouveau ravageur qui menace la culture de tomate. INFO PHYTO, Numéro spécial. INPV Décembre 2008. 4p.
- ITCMI, 1995 a** . Guide de production de plants pour culture sous serres. Institut technique des cultures maraîchères et industrielles (ITCMI), 20p.
- ITCMI, 1995 b** . Guide pratique : la culture de la tomate sous serre. Institut technique des cultures maraîchères et industrielles (ITCMI), 20p.
- ITCMI, 2001**. Guide pratique : Production de plants de tomate industrielle. Institut technique des cultures maraîchères et industrielles (ITCMI), Algérie, 10p.
- ITCMI, 2010**. Principaux désordres physiologiques, maladies et ravageurs présents en Algérie. Tomates, Edition ITCMI, Algérie, 64p.
- ITCMII, 2009**. Données météorologiques année 2008. Ferme expérimentale ITCMI Isser Ville, Boumerdes. 12p.
- Kolev N., 1976**. Les cultures maraîchères en Algérie. Tome I: Legumes fruits. Edition FAO, 107p.
- Laumonier R., 1979** - Cultures légumières et maraichères. Edition Baillere et fils, Paris, Tom II : 276 p.
- Leite G.L.D., Picanco M. 1999**. Efecto de los niveles de fertilizacion en la intensidad de ataque de *Tuta absoluta* en *Lycopersicum hirsutum* y *L.esculentum* Man. Integr. Plagas 53: 72-76.
- Leite G.L.D., Picanço M., Azevedo A.A., & Gonring A.H.R., 1999**. Efeito de tricomas, aleloquímicos e nutrientes na Resistencia de *Lycopersicon hirsutum* a traça do tomateiro. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.34, n.11, 2059-2064.
- Leite G.L.D.; Picanco M.; Della Lucia T.M.C. & Moreira M.D., 1999**. Role of canopy height in the resistance of *Lycopersicon hirsutum f. glabratum* to *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae). Journal of applied entomology. Vol. 123, n<sup>o</sup>8, 459-463.
- Leite G.L.D., Picanço M., Guedes & Zanuncio J.C., 2001**. Role of plante age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum f. glabratum* to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Scientia Horticulturae 89 (2001), 103-113.
- Leite G.L.D., Picanço M., Jham G.N. & Ecole C.C., 2002**. Effect of leaf characteristics, natural enemies and climatic conditions on the intensities of *Myzus persicae* and *Frankliella schulzei* attacks on *Lycopersicon esculentum*. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.69, n.4, 71-82.
- Leite G.L.D., Picanço M., Jham G.N. & Marquini F., 2004**. Intensity of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) attacks on *Lycopersicum esculentum* Mill. Leaves. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 28, n. 1, 42-48, jan./fev., 2004.
- Lietti 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.
- Lourdi Y., 2009**. Contribution à l'étude écobioologique de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur une culture de tomate sous abris serre de la ferme pilote El Affroun. Mém. Ing. Fac. Agro.-Vété. U.S.D. Blida, 63p.

- Mahdi K., 2011.** Quelques aspects de la bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) et essai de lutte dans l'Algérois. Thèse de Magistère en Sciences Agronomiques. ENSA El-Harrach, Alger, 322p.
- Marcano R., 2008.** Minador pequeno de la hoja del tomate ; palomilla pequena, Minador del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick), 1917. plagas Agrícolas de Venezuela.
- Marchiori, C.H., Silva, C.G. & Lobo A.P., 2004.** Parasitoids of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) collected on tomato plants in Larvas, state of Minas Gerais, Brazil. Brazilian Journal of Biology. V. 64, n° 3a Sao Carlos ago. 2004.
- Miranda M.M.M., Picanço M.C., Zanuncio J.C., Bacci L. & Da Silva E.M., 2005.** Impact of integrated pest management on the population of leafminers, fruit borers and natural enemies in tomato. Ciência Rural, Santa Maria, v.35, n.1, p.204-208.
- Miranda M.M.M., Picanço M., Zanuncio J.C. & Guedes R.N., 1998.** Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Biocontrol Science and Technology (1998) 8, 597-606.
- Monserat-Delgado A., 2007.** *Tuta absoluta*, la polilla del tomate. Jornada Técnica y comercial. Almería, 18p.
- Monserat-Delgado, A., 2009.** La polilla del tomate "*Tuta absoluta*" en la region de Murcia : Bases para su control. Técnica 34, Consejería de Agricultura y Agua, Región de Murcia, España. 112p.
- Moore J.E., 1983.** Control of tomato leafminer (*Scrobipalpula absoluta*) in Bolívia. Tropical Pest Management, London, v.29, n.3, p.231-238.
- Notz AP., 1992.** Distribution d'œufs et de larves de *Scrobipalpula absoluta* dans les plants de pomme de terre. Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay) 18 : 425-432.
- OEPP/EPPO, 2004.** Modifications des listes A1 et A2, In: Service d'Information. Bulletin N° 09, Paris, 2004-09-01, 2004/129, p3.
- OEPP/EPPO, 2005.** *Tuta absoluta*, fiches informatives sur les organismes de quarantaine. Bulletin N° 35, 434-435.
- OEPP/EPPO, 2007.** Distribution maps of quarantine pests for Europe: *Tuta absoluta*. In [Http://www.eppo.org/quarantine/insects/Tuta\\_absoluta/DSGNORAB\\_Map.htm:1-2](http://www.eppo.org/quarantine/insects/Tuta_absoluta/DSGNORAB_Map.htm:1-2) .
- OEPP/EPPO, 2008 a** . Premier signalement de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera; Gelechiidae) en Espagne. In: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N° 01 Paris, 2008-01-01. P2.
- OEPP/EPPO, 2008 b** . Premier signalement de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera; Gelechiidae) au Maroc. In: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N° 07 Paris, 2008-07-01. P2.
- OEPP/EPPO, 2008 c** . Premier signalement de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera; Gelechiidae) en Algérie. In: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N° 09 Paris, 2008-09-01. P2.

- OEPP/EPPO, 2009 a** . Premier signalement de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera; Gelechiidae) en France. *In*: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N° 1. Paris, 2009-01-01. pp2-3,
- OEPP/EPPO, 2009 b** . Premier signalement de *Tuta absoluta* en Italie. *In*: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N° 2 Paris, 2009-02-01. P4.
- OEPP/EPPO, 2009 c** . Premier signalement de *Tuta absoluta* en Tunisie. *In*: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N°3 Paris, 2009-03-01. P2.
- OEPP/EPPO, 2009 d** . Premier signalement de *Tuta absoluta* au Royaume-Uni. *In*: Service d'Information, Ravageurs et maladies. Bulletin N°8 Paris, 2009-08-01. P2.
- OEPP/EPPO, 2009 e** . Premier signalement de *Tuta absoluta* en Albanie, au Portugalet dans les régions de Puglia et Veneto, Italie. *In*: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N°9 Paris, 2009-09-01. p2-3.
- OEPP/EPPO, 2010 a** . Premier signalement de *Tuta absoluta* en Bulgarie, Chypre, Allemagne et dans la région du Piemonte, Italie. *In*: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N° 1 Paris, 2010-01-01. p2-3.
- OEPP/EPPO, 2010 b** . Premier signalement de *Tuta absoluta* en Turquie. *In*: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N° 11 Paris, 2010-11-01. p5-6.
- OEPP/EPPO, 2011**. Premier signalement de *Tuta absoluta* en Grèce, en Lituanie, en Iraq et dans la région de Trentino-Alto Adige (Italie) et au Royaume-Uni. *In*: Service d'Information, Ravageurs & maladies. Bulletin N° 11 Paris, 2011-04-01. p3-5.
- Oliveira C.R.F., Matos C.H.C. & Hatano E., 2007**. Occurrence of *Pyemotes* sp. On *Tuta absoluta* (Meyrick). Brazilian archives of biology and technology. Vol. 50 n.6: 929-932.
- Oliveira F.A., Da Silva D.J.H., Leite G.L.D., Jham G.N., & Picanco M., 2008**. Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Sci. Hortic.* (2008). 6p.
- Ouanes H., 2009**. Contribution à l'étude de la bio-écologie de la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) dans une serre située dans la wilaya de Boumerdes. Mémoire d'Ingénieur en Biologie, Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques, UMMTO, 56p.
- Pereyra, P.C. 2002**. Evidencia de la competencia intraespecifica en estadios larvales tempranos de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ecología Austral* 12: 143-148.
- Pereyra P.C. & Sanchez N.E., 2006**. Effect of two Solanaceous plants on developmental and population parameters of the Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 35(5): 671-676.
- Picango 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., 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.
- Pires L.M., Edmilson J. Marques, Valeria Wanderley-Teixeira, Alvaro A.C. Teixeira, Luis C. Alves, E. Sergio B. Alves, 2008.** Ultrastructure of *Tuta absoluta* parasitized eggs and the reproductive potential of females after parasitism by *Metarhizium anisopliae*. *Micron* (2008), 7p.
- Polovny D., 1975.** On three neotropical species of *Gnorimoschemini* (Lepidoptera: Gelechiidae) mining Solanaceae. *Acta Universalis Agriculturae* (23) : 379-393.
- Pyron J.Y., 2006.** Références productions légumières, Edition Lavoisier (synthèse agricole), Paris, 613p.
- Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Mc Graw-Hill, Paris, 379p.
- Ramel J.M. et Oudard E., 2008.** *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), Eléments de reconnaissance. Fiche technique, L.N.P.V. et S.R.P.V. Avignon, Décembre 2008, Pdf, 2p.
- Razuri V. & VARGAS E., 1975.** Biología e comportamiento de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) en tomatara. *Rev. Peru. Entomol.* 18:84–89.
- Riba G. et Silvy C., 1989** - Combattre les ravageurs des cultures - Enjeux et perspectives. INRA Editions, 230 p.
- Salvo A. and Valladares G.R., 2007.** Leafminer parasitoids and pest management. *Cien. Inv. Agr.* 34(3): 167-185.
- Sánchez N.E., Pereyra P.C., & Luna M.G., 2009.** Spatial patterns of parasitism of the solitary parasitoid *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae) on *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Environmental Entomology* 38(2): 365-374.
- Selmane F., 2011.** Etude bioécologique de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae). Mémoire d'Ingénieur Sciences Agronomiques, ENSA El Harrach, Alger, 56p.
- Sforza R., Silvy C. & Riba G. 2008.** Lutte biologique. In : *La Science au présent 2008. Une année d'actualité scientifique et technique.* Encyclopædia Universalis France, 201-213.
- Siqueira H.A.A., Guedes R.N.C. & Picanco M.C., 2000.** Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology*, Volume 2, N° 2, 147-153.
- Siqueira H.A.A., Guedes R.N.C. & Picanco M.C., 2000.** Cartap resistance and synergism in populations of *Tuta absoluta* (Lep., gelechiidae). *Journal of applied entomology*. Vol. 124, n° 5-6, 233-238.
- Souza J.C. et Reis P.R., 1986.** Contrôle de traça do tomateiro em Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras.* 21 : 343-354.
- Suinaga F.A.; Picanco M.; Jham G.N. & Brommonschenkel S.H., 1999.** Causas químicas de resistencia de *Lycopersicum peruvianum* (L.) a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 28:313–321.

- Stewart P., 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. Bull. Soc. Hist. Nat., Afr. Nord, Alger, (59): 23-36.
- Torres J.B., Faria C.A., Evangelista W.S. & Pratissoli D., 2001.** Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. Int. J. Pest Manag. 47: 173-178.
- Torres J.B., Evangelista Jr W.S., Barras R. and Guedes R.N.C., 2002.** Dispersion of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) nymphs preying on tomato leafminer : effect of predator release time, density and satiation level. J. Appl. Entomol. 126: 326-332.
- Urbaneja A., Vercher R., Navarro V., Garcia Mari F. & Porcuna JL., 2007.** La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. Phytoma-España no. 194, 16-23.
- Urbaneja A., Monton H., & Molla O., 2009 .** Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. Journal of Applied Entomology. Vol. 133, n°4, 292-296.
- Van Deventer P., 2009.** Leaf miner threatens tomato growing in Europe. Fruit & Veg. Tech. 9.2 2009, P10-12.
- Vargas H.C., 1970.** Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (*Lepidoptera, Gelechiidae*). Idesia, v.1, p.75-110.
- Vercher R., Calabuig A. & Felipe C., 2010.** Ecología, muestreo y umbrales de *Tuta absoluta*, Phytoma España, 217:23-26.
- Vieira M.M., 2008.** Mineira do tomateiro (*Tuta absoluta*). Uma nova ameaca a producao de tomate. V Seminario Internacional do Tomate de Industria, Mora, 23 de Fevereiro de 2008. 5p.