

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL-HARRACH**  
Thèse en vue de l'obtention du diplôme de magister en science agronomiques  
Option : Entomologie appliquée à la protection des végétaux

# *Contribution à la lutte intégrée contre *Tuta absoluta* sur tomate en plein champ*

Présentée par

**Mlle Sihem ZIRI**

**Directeur de thèse** : Mme MOUHOUCHE F. Professeur à l'ENSA El-Harrach

Soutenue le : 17/03/2011

Devant le jury : **Président** : Mme DOUMANDJI-MITICHE B. Professeur à l'ENSA El Harrach.  
Examineurs : Mme BENMESSAOUD-BOUKHALFA H. Professeur à l'ENSA El Harrach. M.  
DOUMANDJI S. Professeur à l'ENSA El Harrach.



# Table des matières

REMERCIEMENTS . .	5
Résumé . .	6
Summary . .	7
كصالخ . .	8
Liste des abréviations . .	9
Introduction . .	10
Partie I :Etude bibliographique . .	11
Chapitre I : Présentation de la région d'étude . .	11
I.1.Situation géographique . .	11
I.2.Caractéristiques climatiques . .	11
Chapitre II : Généralités sur le matériel végétal . .	16
II.1.Historique . .	16
II.2.La production de la tomate . .	16
II.3.Position systématique de la tomate <i>Lycopersicum esculentum</i> MILL. . .	17
II.4. Description botanique du plant de la tomate . .	18
II.5. exigences de la culture de tomate . .	19
II.6. Problèmes phytosanitaires de la tomate . .	20
Chapitre III : Généralités sur la mineuse de tomate <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917) . .	24
III.1.Origine et répartition géographique . .	24
III.2.systématique . .	25
III.3. Biologie de <i>Tuta absoluta</i> . .	25
III.4.Plantes hôtes . .	27
III.5.Dégâts . .	28
III.6. stratégie de lutte . .	29
Chapitre IV : Présentation des insecticides utilisés . .	30
IV.1. Les insecticides utilisés en culture de tomate d'arrière saison de plein champ . .	30
IV.2. Les formulations utilisées sur culture de tomate de saison de plein champ . .	35
Partie II :Matériels et méthodes . .	41
Chapitre I :Matériels . .	41
I.1. Matériel végétal . .	41
I.2. Matériel animal . .	41
I.3. Les insecticides utilisés . .	42
I.4. Le matériel de traitement . .	42
I.5.Les pièges . .	43
Chapitre II : Méthodes . .	46
II.1. Choix de l'emplacement de la pépinière . .	46
II.2. Préparation de la tourbe ou terreau . .	46
II.3. Le suivi dans la pépinière . .	47
II.4. Mise en place des essais . .	48

<b>II.5.Le travail du sol et désherbage de la parcelle expérimentale . .</b>	<b>50</b>
<b>II.6. Les traitements chimiques . .</b>	<b>51</b>
<b>II.7.Analyse statistique des résultats . .</b>	<b>52</b>
<b>Partie III :Résultats et discussion . .</b>	<b>53</b>
<b>Chapitre I : Evolution des populations d’adultes males capturés par le système de piégeage . .</b>	<b>53</b>
<b>I.1. Essai mené sur la culture de tomate d’arrière saison en 2009 . .</b>	<b>53</b>
<b>I.2. Essai mené sur la culture de tomate de saison en 2010 . .</b>	<b>54</b>
<b>I.3.Dynamique des populations . .</b>	<b>55</b>
<b>Chapitre II : Efficacité des produits insecticides . .</b>	<b>61</b>
<b>II.1.Résultats de la lutte chimique . .</b>	<b>62</b>
<b>Chapitre III : Estimation des dégâts et des pertes . .</b>	<b>75</b>
<b>III.1. Taux d’infestation de Tuta absoluta sur culture de tomate . .</b>	<b>75</b>
<b>III.2. La culture de tomate de saison en 2010 . .</b>	<b>76</b>
<b>III.3. Estimation de pertes en fruits de tomate . .</b>	<b>77</b>
<b>Chapitre IV :La faune associée à la culture de tomate . .</b>	<b>79</b>
<b>IV.1. La richesse faunistique . .</b>	<b>79</b>
<b>Conclusion . .</b>	<b>85</b>
<b>Références bibliographiques . .</b>	<b>88</b>

## REMERCIEMENTS

Le grand merci est à dieu qui ma donné la force, la patience et la volonté pour mettre à terme ce modeste travail qui n'aurait pas pu être achevé sans la bonne orientation et l'encouragement de ma directrice de thèse M<sup>me</sup> MOUHOUCHE Fazia professeur au sein de l'ENSA d'El Harrach que je tien vivement à remercier pour ses précieux conseils et encouragements.

J'exprime ma profonde gratitude à M<sup>me</sup> DOUMANDJI-MITICHE B. Professeur à l'ENSA El Harrach d'avoir accepté la présidence du jury de cette thèse.

A M<sup>me</sup> BENMESSAOUD-BOUKHALFA H. Professeur à l'ENSA El Harrach, qu'elle veuille accepter mes sincères remerciements pour avoir bien voulu juger ce travail.

J'exprime également ma reconnaissance à M.DOUMANDJI S. Professeur à l'ENSA El Harrach pour son aide et son orientation et d'avoir accepté de participer à ce jury.

Je remercie également M.BERKANI A. Professeur à Mostaganem d'avoir accepté de participer à ce jury.

Et je tien à remercier M.Madiou Hamid maitre de conférences à l'université de Mouloud Mammeri de tizi ousou pour son aide et son orientation.

Je voudrais vers la fin remercier chaleureusement toutes les personnes de l'institut technique de Staoueli qui m'ont permis de faire cette thèse, qui ont participé à ma formation, m'ont aidé et soutenu.

## Résumé

En Algérie, au cours de ces trois dernières années, la culture de tomate sous serre et de plein champ ont subi des dégâts suite à l'introduction d'un nouveau ravageur *Tuta absoluta*. Deux essais sont effectués dans le but de contribuer à l'élaboration d'une lutte intégrée par la combinaison de l'utilisation des pièges à phéromone et de la lutte chimique. Cette dernière a porté sur l'étude de l'efficacité de huit formulations d'insecticides à l'égard de ce ravageur sur la tomate de saison et d'arrière saison cultivée en plein champ dans la région de Staoueli. Les résultats obtenus montrent que malgré les conditions climatiques favorables au développement de *Tuta absoluta* (température variant entre 17,2 – 28,4°C et une humidité oscillant entre 51,1 et 67,7%) que le Proclaime WP 5% (Emamectin benzoate) enregistre le plus faible taux d'infestation avec 12,20% sur la culture d'arrière saison soit 7 fois moins important que celle enregistrée chez le témoin. Alors que sur la culture de saison c'est le Voliam flexi 300 SC composé par l'association Chlorantraniliprole et Thiametoxam qui enregistre le taux d'infestation le plus faible avec 13,88% soit 3 fois moins que le témoin. En ce qui concerne l'étude de la faune associée 589 espèces réparties en 8 classes, 25 ordres et 69 familles sur la culture de tomate sont répertoriés, parmi ces espèces on a pu identifier des taxons qui peuvent être d'éventuels parasites potentiels de *Tuta absoluta*.

Mots clés : *Tuta absoluta*, lutte intégrée, tomate, mineuse de tomate, phytosanitaire.

## Summary

In Algeria, during these three last years, the culture of tomato under greenhouse and full field underwent damage following the introduction of a new pest *Tuta absoluta*. Two tests are carried out with an aim of contributing to the development of a fight integrated by the combination of the use of the traps into pheromone and the chemical fight. The latter related to the study of the effectiveness of eight formulations of insecticides with regard to this pest on tomato of season and back season cultivated in full field in the area of Staoueli. The results obtained show that in spite of the climatic conditions favorable to the development of *Tuta absoluta* (temperature varying between 17,2 - 28.4°C and a moisture oscillating between 51,1 and 67,7%) that Proclaime WP 5% (Emamectin benzoate) records more the low level of infestation with 12,20% on the culture of back season is 7 times less important than that recorded at the witness. Whereas on the culture of season it is Voliam flexi 300 SC composed by association Chlorantraniliprole and Thiametoxam which records the lowest rate of the infestation with 13.88% is 3 times less than the witness. With regard to the study of associated fauna 589 species left again in 8 classes, 25 orders and 69 families on the tomato culture are indexed, among these species one could identify tax which can be possible potential parasites of *Tuta absoluta*.

Key words: *Tuta absoluta*, fight integrated, tomato, liefminer of tomato, plant health.

## تصاليخ

في الجزائر، خلال السنوات الثلاث الماضية ، لحقت أضرار زراعة الطماطم في إطار الأفيئة والحقل التالي إدخال *absoluta* نونا أفات جديدة. يتم تنفيذ تجربتين في أجل المساهمة في تطوير الإدارة المتكاملة للأفات على طريق الجمع بين استخدام الفخاخ فرمون والمكافحة الكيميائية هذا الأخير ركز على دراسة فعالية ثمانية تركيبات المبيدات الحشرية ضد هذه الآفة على الطماطم (البندورة) في الموسم وخارج موسم زراعة في الحقول المفتوحة في منطقة Staoueli. وأظهرت النتائج أنه على الرغم من الظروف المناخية مواتية لوضع *absoluta* نونا (درجة الحرارة تتراوح ما بين 17،2 حدي 28،4 درجة مئوية ورطوبة تتراوح بين 51،1 و 67،7 ٪) من 5 ٪ الفسفور نادوا (بنزوات emamectin) وأدنى معدل الإصابة مع 12،20 ٪ من محصول الموسم الماضي و 7 مرات أقل من التي سجلت في السيطرة عليها. في حين أن ثقافة هذا الموسم مرنة 300 Voliam الشوري نألف الجمعيات و Chlorantraniliprole thiametoxam أن يسجل معدل الإصابة مع 13،88 ٪ وهي ادنى 3 مرات أقل من عنصر التحكم. وفيما يتعلق دراسة الحيوانات المرتبطة بها 589 نوعا مقسمة إلى 8 فئات، وأوامر 25 و 69 أسرة على محصول الطماطم ضمن قائمة هذه الأنواع قادرة على تحديد الأنواع التي قد تكون من أي شوتين محتمل من نونا *absoluta*.

كلمات البحث : نونا *absoluta*، المكافحة المتكاملة للأفات، الأدبوسية الطماطم ، ومصنع الطماطم

## Liste des abréviations

- INPV : Institut National de la Protection des Végétaux.
- ITCMI : Institut National des Cultures Maraichères et Industrielles
- SAU : superficie agricole utile.
- ha : hectare.
- m : mètre.
- m<sup>3</sup>/ha : mètre cube par hectare.
- °C : degré Celsius.
- Maxi : Maximale.
- Mini : Minimale.
- Moy : Moyenne.
- NJP : Nombre de Jours de Pluie.
- NE : Nord Est.
- T : Température.
- P : Précipitation.
- mm : millimètre.
- OEPP : Organisation Européenne des Produits Phytosanitaires.
- Tab : Tableau.
- SE : Solution Emulsion.
- WP : Water poudre.
- CC : Centimètre Cube.
- EC : Emulsion Concentrée.
- Fig : Figure.
- Nbr : Nombre.
- HR : Humidité Relative.

# Introduction

Après la pomme de terre, la tomate est le légume le plus consommé au monde. Elle est cultivée sous presque toutes les latitudes, sur une superficie d'environ 3 millions d'hectares, ce qui représente près du tiers des surfaces mondiales consacrées aux légumes (Brault, 2005). C'est aujourd'hui le légume d'intérêt commercial le plus important, représentant 24 % de la production légumière totale de l'Europe en 2007, avec 15,3 millions de tonnes produites.

La filière de la tomate est en plein expansion en Algérie, à la faveur des nombreux programmes mis en place par le ministère de l'agriculture et du développement rural, de nouvelles techniques de production sont introduites ces dernières années permettant plus de rendement à l'hectare, en plus de l'organisation de cette filière pour mieux prendre en charge les préoccupations des agriculteurs. Pour permettre un meilleur développement de cette filière le ministère de l'agriculture a procédé à la mise en place d'une veille phytosanitaire pour prévenir les attaques des parasites responsables de maladies d'origine bactérienne et virale et des ravageurs particulièrement le *Tuta absoluta* (Amarni, 2010).

Depuis un demi siècle, la protection des cultures contre les organismes nuisibles accorde une importance croissante au concept de lutte, cette évolution est due à la nécessité de renouveler les stratégies de défense contre les insectes nuisibles en respectant un environnement sain et répondant aux lois du marché et aux besoins de la société (Benmimoun, 2007).

*Tuta absoluta* (Meyrick), est un ravageur redoutable sur la famille des Solanacées. Cette mineuse est responsable de nombreux dégâts sur tomate et occasionne des pertes considérable à la valeur économique du fruit en diminuant de manière importante la rentabilité de la culture.

En Juillet 2009, le prix de la tomate a atteint 80DA qui d'habitude ne dépasse pas les 30DA, ce nouveau ravageur (*T. absoluta*) introduit récemment en Algérie a occasionné des dégâts sur les cultures de tomates ce qui a diminué sensiblement l'offre et par conséquent une hausse inhabituelle des prix. L'INPV avait averti que la culture de tomate risquait d'être sérieusement compromise, les cultures sous serre et de plein champ subissaient des attaques foudroyante de la mineuse de tomate et pour sauver la campagne 2008/2009, l'INPV a prévu l'importation de 56500 insecte utile pour un montant de 1.4 milliard de dinars (Anonyme, 2009)

Vu sa nouvelle introduction dans la région méditerranéenne, et particulièrement en 2008 en Algérie, le *Tuta absoluta* est un insecte ravageur mal connu par les agronomes et les agriculteurs de ces régions. Cependant, les travaux réalisés s'intéressent plus particulièrement à la biologie et à lutte intégrée contre cette mineuse et limiter au maximum les dégâts occasionnés sur les cultures de tomate.

Un bilan des connaissances actuelles et des généralités sur la biologie de *Tuta absoluta* ainsi que celle de la tomate est tout d'abord exposé, pour une meilleure compréhension de l'objectif de cette étude qui contribue à mettre en œuvre une stratégie d'une lutte intégrée sur culture de tomate de plein champ.

# Partie I :Etude bibliographique

## Chapitre I : Présentation de la région d'étude

Dans un biotope donné la distribution des êtres vivants dépend de plusieurs facteurs géographiques et bioclimatiques. Selon Dajoz (1985), pour bien comprendre cette distribution, il est nécessaire d'étudier le milieu avec toutes ses composantes.

### I.1.Situation géographique

---

L'étude a été effectuée au sein de l'institut technique des cultures maraîchères de Staoueli (I.T.C.M.I.). Spécialisé dans les techniques de production des cultures de primeur sous serre plastique et plein champ.

La région de Staoueli se situe sur le sahel algérois à 25 km à l'ouest d'Alger-Centre, à une altitude de 22m et une latitude nord de 36° à 45°. Elle est limitée au Nord par une cité résidentielle, au Sud par le cimetière chrétien, à l'Est par une salle omnisport et à l'Ouest par route de l'hôtel Sheraton ; L'institut technique de Staoueli, s'étend sur une superficie agricole de 31ha. La SAU occupe 14ha dont 3ha représentent 5 prototypes d'infrastructure de serres. Sa ressource hydrique composée de 9 puits d'un débit de 12 à 15m<sup>3</sup>/h et 4 bassins d'un volume de 22 à 60m<sup>3</sup>.

### I.2.Caractéristiques climatiques

---

Le climat, en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (Aidoud, 1989).

Les facteurs abiotiques fixent le cadre des contraintes à l'intérieur duquel la distribution qualitative et quantitative de divers paramètres tels que la température, l'humidité, la composition des sols, contrôle la présence des espèces et la structure des communautés végétales et animales. Le climat par l'action de ses composantes, agit directement ou indirectement sur la vie des êtres vivants, il règle non seulement leur activité et leur cycle de vie, mais aussi leur répartition dans l'espace et dans le temps. Cela exige l'étude des principaux facteurs climatiques et leur influence sur la dynamique des populations.

Les insectes sont la forme de vie animale la plus diversifiée des écosystèmes terrestres. La plupart d'entre eux sont inoffensifs et font partie intégrante des écosystèmes naturels. Comme les insectes sont ectothermes, les rythmes des principaux processus physiologiques de leur cycle de vie sont déterminés par les conditions environnementales, notamment la température et les précipitations. Il est devenu naturel de considérer qu'un résumé du climat doit présenter au moins les précipitations et les températures à travers des moyennes (Joel, 2001).

La température de l'air et les précipitations sont les deux paramètres atmosphériques les plus fréquemment mesurés. Les données climatiques sont relevées ou enregistrées

journallement dans les postes répartis sur le territoire. Ces données récoltées permettent de situer un poste donné dans son contexte régional.

Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude sont obtenues à partir des données météorologiques enregistrées au sein de la station de l'I.T.C.M.I.

Tous les agents impliqués dans la protection des cultures, cherchent à s'aider des données climatiques pour comprendre et expliquer les phénomènes étudiés (Hmimina, 2008).

### 1.2.1. la température

Il est important de préciser que la température mesurée en météorologie est la température de l'air sous abri, à une hauteur voisine de 1,5 mètre. Il ne s'agit donc pas de la température physiologique ressentie qui dépend du vent, du rayonnement solaire et de l'humidité (Leroy, 2002).

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métabolique et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivant dans la biosphère (Ramade, 2003), elle dépend de la nébulosité, de la latitude, de l'exposition, de la présence d'une grande masse d'eau, des courants marins, du sol et des formations végétales en place (Faurie, 1980) ainsi que l'altitude de la zone étudiée.

La température a une influence directe sur l'activité ainsi que sur le taux de développement des insectes. Elle influe sur le taux de croissance des insectes et leur développement ainsi que sur l'intensité de divers processus physiologiques et comportementaux tels que la vitesse de déplacement, le taux instantané de ponte.

Les températures plus élevées accélèrent le développement des insectes, les températures basses inférieures à 10°C ralentissent la croissance et le développement des plantes, entraînant un raccourcissement des entre-nœuds et la formation d'un feuillage abondant au détriment de la production. Elles peuvent aussi entraîner des ramifications des bouquets, difficultés de nouaison et formation des fleurs fasciées. Les températures élevées favorisent la croissance de la plante au détriment de l'inflorescence qui peut avorter. La persistance d'un temps chaud et sec résulte en un allongement anormal du pistil, rendant ainsi une autopollinisation difficile (Boivin et Sauphanor, 2005). La température de l'air influe profondément sur la physiologie des organismes. It is therefore critical to know the rate of change of air temperature

**Tableau 1 : les températures moyennes mensuelles en °C enregistrées en 2009 au niveau de la station I.T.C.M.I.**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Max	15,9	16,6	19,2	20	26,4	29,3	33	31,1	28,7	25,2	19,3	19,3
Mini	10	9,2	10,4	12	17	20	23,7	23,4	21,3	17,4	11,7	12,1
Moy	12,9	12,9	14,8	16	21,7	24,7	28,4	27,3	25	21,3	15,5	13,4

D'après le tableau 1, pour l'année 2009 les mois les plus froids sont janvier et février avec une température moyenne de 12,9°C et le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une température moyenne de 28,4°C.

**Tableau 2 : les températures moyennes mensuelles en °C enregistrées en 2010 au niveau de la station I.T.C.M.I.**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Max	16,5	17,8	18,7	20,5	22,7	27	32,1	31,6	29,5	24,3	19,1	16,8
Mini	11,2	11,9	12,5	14	15,5	19	22,3	21,7	20,8	17	13,5	10,4
Moy	13,8	14,8	15,6	17,2	19,1	22	27,2	26,6	25,1	20,6	16,3	13,6

Les moyennes thermiques consignées dans le Tableau 2, montrent que les mois les plus froids sont décembre et janvier respectivement avec des températures moyennes mensuelles de 13,6°C et 13,8°C. Les mois les plus chaude de cette année sont juillet avec une température moyenne mensuelle de 27,2 suivi par le mois d'aout avec une moyenne de 26,6°C.

Une légère hausse de températures moyenne mensuelle enregistrée pour les mois les plus froids par rapport à ceux de l'année précédente qui est de 0,7°C à 0,9°C et une baisse de la température moyenne mensuelle pour les mois les plus chauds de 1,2°C par rapport à ceux enregistrées en de 2009.

### I.2.2. La pluviométrie

Avec la température, les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat (Faurie, 1980).

**Tableau 3: les précipitations moyennes mensuelles en mm et nombre de jour de pluie enregistrés au cours de l'année 2009 dans la station I.T.C.M.I. de Staoueli.**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Moy	59,6	10,8	48	70,7	24,6	17	00	00	64,8	42,1	135,4	154
NJP	15	7	7	13	3	6	00	00	9	8	10	12

D'après le Tableau (3), il y'a une irrégularité des précipitations durant les mois de l'année 2009, le mois le plus pluvieux est décembre avec 154 mm de pluie et les moins pluvieux sont Juillet et Août où s'annulent complètement les précipitations. Le total annuel des précipitations est estimé à 627 mm.

**Tableau 4 : les précipitations moyennes mensuelles en mm et nombre de jour de pluie enregistrés au cours de l'année 2010 dans la station I.T.C.M.I. de Staoueli.**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Moy	71,2	16,5	39,4	60,1	27,2	21,5	8,6	4	57,7	56	118,9	191,2
NJP	15	7	10	12	8	7	5	2	10	9	11	17

D'après le Tableau (4), les précipitations montrent une irrégularité au cours des mois de l'année 2010, le mois le plus pluvieux est décembre avec 191,2 mm de pluie et les moins pluvieux sont Juillet et Août respectivement avec une moyenne de 8,6 mm et 4 mm. Le total annuel des précipitations est estimé à 672,3 mm.

Les précipitations au cours de l'année 2010 s'avèrent légèrement plus importantes que celles de l'année précédente avec une différence de 45,2 mm.

### I.2.3. L'humidité relative de l'air

L'humidité présente une importance moindre par rapport à la température et la pluviométrie car elle dépend de ces deux paramètres climatiques en plus de nombre de jours de pluie le vent et la topographie du terrain. Une humidité relative de 75% est jugée optimale. Elle

permet d'avoir des légumes de bons calibres, avec moins de gerçures et sans défaut de coloration. Une humidité relative très élevée couplée à une température élevée, entraîne une végétation luxuriante avec un allongement des entre-nœuds. Elle favorise aussi le développement des maladies, notamment le botrytis et le mildiou (Mazollier, 2001).

**Tableau 5 : les taux d'humidité relative moyenne mensuelle en (%) de la station de l'I.T.C.M.I. de Staoueli pour l'année 2009.**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Moy	75,1	67,9	68,5	69,6	59,3	51	52	56,9	64	67,7	69,1	62,3

Pour l'année 2009 durant laquelle nous avons effectué le premier essai, les mois les plus humides sont les mois de janvier avec 75,1%, novembre avec 69,1% et le mois de mars avec 68,5%. Le mois le plus humide au cours de l'essai est le mois d'octobre avec 67,7%.

**Tableau 6 : les taux d'humidité relative moyenne mensuelle en (%) de la station de l'I.T.C.M.I. de Staoueli pour l'année 2010.**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Moy	66,5	69,9	58,5	51,6	59,3	53,9	51,1	52,9	62,5	61,7	70,7	77,1

Le mois le plus humide de l'année 2010 est le mois de décembre avec 77,1% suivi du mois de novembre avec 70,7 % et le mois de février avec 69,9 %.

### **1.2.4.Le vent**

La vitesse, la force et la direction du vent ont une grande influence sur les êtres vivants et leurs dynamiques et évolution dans le temps et dans l'espace.

Le vent le plus dominant pour les deux périodes d'essais est le NE pour un nombre de fois égale à 223 pour l'année 2009 et de 207 pour l'année 2010.

### **1.2.5.Diagramme ombrothermique de GAUSSEN**

Le diagramme ombrothermique de GausSEN permet de calculer la durée de la saison sèche. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle qui sont portées sur des axes où l'échelle de la pluviosité double l'échelle de la température.

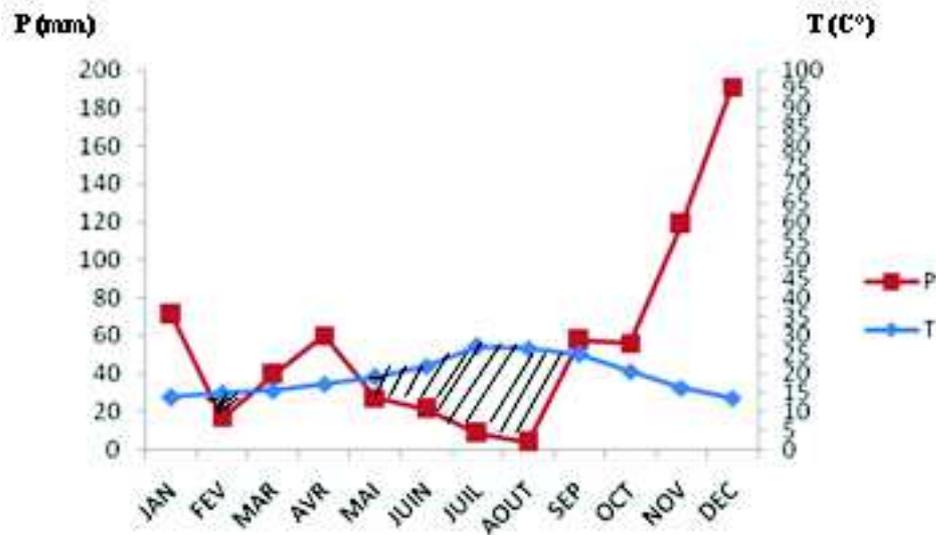
Le diagramme ombrothermique est une présentation du climat d'un point de vue naturaliste (Joel, 2002). Il exprime le régime pluviométrique et thermique moyen d'une station; Il donne une assez bonne idée de la durée et de l'intensité de la sécheresse estivale qui caractérise le climat méditerranéen.

**Tableau 7 : Les températures moyennes mensuelles en °C ainsi que les précipitations moyennes mensuelles en mm enregistrées au cours de l'année 2009 à la station I.T.C.M.I. de Staoueli.**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T	12,9	12,9	14,8	16	21,7	24,7	28,4	27,3	25	21,3	15,5	13,4
P	59,6	10,8	48	70,7	24,6	17	0	0	64,8	42,1	135,4	154

L'année de 2009 présente deux mois successifs sans aucune précipitation (P= 0 pour le mois de Juillet et mois d'Aout) qui coïncident avec des températures moyennes dépassant

25C° (Tab.7). Le diagramme ombrothermique de Gausсен permet de délimiter la période sèche au cours de l'année ainsi que la durée sur laquelle elle s'étale.



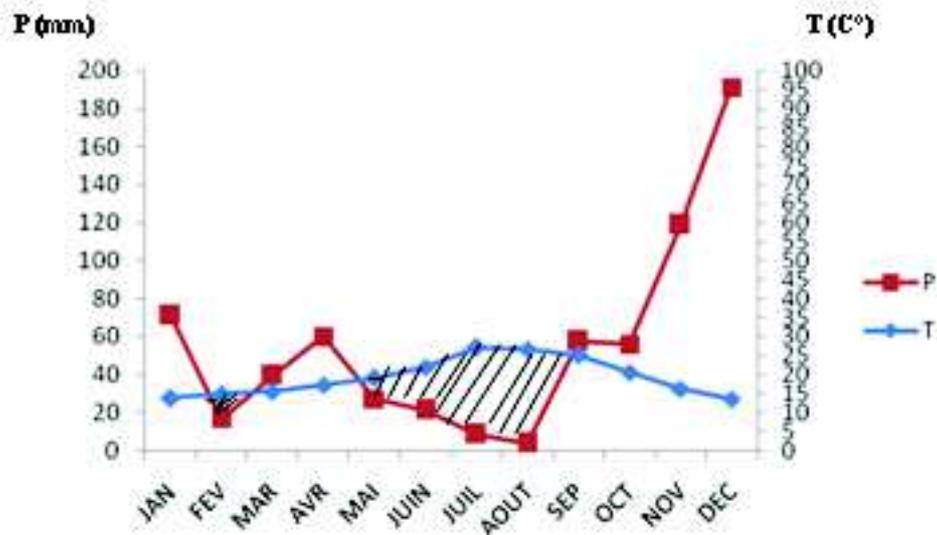
**Figure 1** : le diagramme ombrothermique de GAUSSEN établi pour l'année 2009.

D'après le diagramme ombrothermique de Gausсен pour l'année 2009, cette année présente deux périodes sèches, la première s'étend sur le mois de Février et la deuxième sur une durée de quatre mois (début de la première semaine de Mai et début de la première semaine du mois de Septembre), le repiquage de la culture de l'arrière saison a été effectué le 25 Juillet en pleine période sèche qui se suit par une période humide s'étalant sur plus d'un mois.

**Tableau 8** : Les températures moyennes mensuelles en °C ainsi que les précipitations moyennes mensuelles en mm enregistrées au cours de l'année 2010 à la station I.T.C.M.I. de Staoueli.

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T	13,8	14,8	15,6	17,2	19,1	22	27,2	26,6	25,1	20,6	16,3	13,6
P	71,2	16,5	39,4	60,1	27,2	21,5	8,6	4	57,7	56	118,9	191,2

D'après le tableau 8, pendant toute l'année 2010 pour chaque mois, il existe une période pluvieuse. Le mois de juillet est le plus chaud avec une moyenne de 27,2°C présente une quantité de précipitation de 4mm ce qui le qualifie d'un mois biologiquement humide.



**Figure 2 :** le diagramme ombrothermique de GAUSSEN établi pour l'année 2010.

L'année 2010 présente aussi deux périodes sèches, la première dure près d'un mois (toujours le mois de Février) et la deuxième sur quatre mois de la mi-mai jusqu'à la mi-septembre.

La culture de tomate de saison de plein champ coïncide avec la période humide de l'année de 2010.

## Chapitre II : Généralités sur le matériel végétal

### II.1.Historique

Longtemps appelée « pomme d'amour » ou « pomme d'or », le nom de « tomate » n'a été accepté par l'Académie française qu'en 1835. Le nom scientifique (*Solanum Lycopersicum*) signifie littéralement « pêche de loup », et fait référence au caractère toxique attribué initialement à ce fruit. A ce sujet, en Angleterre, puis aux Etats-Unis durant tout le XIXe siècle, de nombreuses personnes interdisaient la consommation de la tomate à cause des risques qu'elle pouvait occasionner sur la santé. Parmi les noms communs utilisés pour désigner la tomate citons les noms suivants: tomate (Espagnol, Français), tomat (Indonésien), faan ke'e (Chinois), tomati (Afrique de l'Ouest), tomatl (Nahuatl, langue indigène du Mexique), jitomate (espagnol mexicain), pomodoro (Italien), Nyanya (Swahili) (Naika, 2005).

### II.2.La production de la tomate

#### II.2.1.Au niveau mondial

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) est devenue un des légumes les plus importants du monde. En 2001, la production mondiale de tomates était d'environ 105 millions de tonnes de fruits frais sur une superficie évaluée à 3,9 millions d'hectares. Comme c'est une

culture à cycle assez court qui donne un haut rendement, elle a de bonnes perspectives économiques et la superficie cultivée s'agrandit de jour en jour. (Naika, 2005).

En 2008, la tomate est cultivée dans 170 pays. Sa culture a représenté plus de 5 millions d'hectares. Avec plus de 129 millions de tonnes, la tomate est le premier légume produit dans le monde. On distingue la tomate pour la consommation en frais et celle pour la transformation (concentré, jus, ketchup, tomate pelée, tomate concassée, pâte, poudre, etc.). La Chine est le premier producteur mondial avec 39 millions de tonnes, dont près de 20 % sont destinés à l'industrie (Anonyme, 2010).

Les échanges de tomates représentent plus de 17% du commerce mondial de fruits et légumes frais. En effet, environ 4 millions de tonnes de tomates sont respectivement importées et exportées dans le monde chaque année (Desmas, 2005).

### II.2.2.En Algérie

La consommation des légumes frais a beaucoup augmenté en Algérie à la suite de l'essor démographique et à la relative amélioration des niveaux de vie.

La production de tomate en Algérie a atteint près de 6.5 millions de quintaux en 2009, les statistiques de l'année 2009 établies par le ministère de l'agriculture font état d'une superficie globale de tomate maraîchère cultivée de 21 320 ha, dont 18 620 ha pour la tomate maraîchère plein champ et seulement 2 699 ha pour la tomate maraîchère sous serre, le totale de production est de 6 459 904 quintaux, dont 4 460 371 quintaux pour la tomate maraîchère plein champ et 1 999 533 quintaux pour la production de tomate sous serre. Soulignons que les wilayas potentielles pour la production de tomate sont Annaba, Skikda, El teref et Guelma.

La superficie totale cultivée en tomate industrielle est de 11 699.25 hectares, la production atteint 3 823 129 quintaux pour un rendement de 327.1 quintaux à l'hectare pour l'année 2009.

Pour l'année 2010, la tomate maraîchère dite fraîche est cultivée sur l'ensemble du territoire nationale en vivrière, en plein champ sur près de 20 000 ha et de 2 700 ha de tomate cultivée sous serres. Elle a fourni près de 450 000 tonnes qui ont engrangé près de 13 milliards de dinars. Quand à la tomate industrielle, bien que la culture ne soit développée que dans dix-sept wilayas (Skikda, Annaba, El Taraf, Guelma, Jijel, Batna, Souk Ahras, Bejaïa, Boumerdès, Chlef, Alger, Blida, Aïn Defla, Tipaza, Mostaganem, Mascara et Sidi Bel-Abbès) et couvrant une superficie de 12 000 hectares, elle a généré quatre milliards de dinars tout en réquisitionnant plus de 40 000 emplois dont 10 000 sont induits avec la culture de tomate fraîche (Anonyme, 2010).

## II.3.Position systématique de la tomate *Lycopersicum esculentum* MILL.

---

La tomate est scientifiquement nommée *Lycopersicum esculentum* ; Lycopersicum est un composite greco-latin de « pêches de loup » et le nom de l'espèce esculentum signifie comestible en latin.

- Règne [Plantae](#)
  - Classe [Magnoliopsida](#)
  - Sous-classe [Asteridae](#)
  - Ordre [Solanales](#)
-

- Famille Solanaceae
- Genre Solanum
- Espèce Solanum lycopersicum MILL
- Nom : *Lycopersicon esculentum*
- (FAO, 2007, IPNI, 2005) in (Toussaint et Baudoin, 2010)

## II.4. Description botanique du plant de la tomate

---

La tomate est une plante annuelle buissonnante, poilue aux tiges plutôt grimpante. Elle est aromatique lorsqu'on la froisse. Cette plante potagère herbacée voit sa taille varier de 40cm à plus de 5 mètre selon les variétés et le mode de culture (Toussaint et Baudoin, 2010).

Du point de vue botanique, ce légume est un fruit (une baie). Ses fleurs sont généralement disposées en grappes de 4 à 8, mais ces variétés à petits fruits peuvent avoir de 30 à 50 fleurs par grappe. La pollinisation des fleurs est généralement effectuée par le vent. Le fruit renferme 2 à 18 loges (compartiments). La tomate demande environ 115 jours du semis à la récolte du premier fruit (Naika, 2005).

Le système racinaire : il est très ramifié à tendance fasciculée. Puissant, il est très actif sur les 30 à 40 premiers centimètres. En sol profond, des racines peuvent être retrouvées jusqu'à un mètre (Toussaint et Baudoin, 2010).

Tige : Le port de croissance varie entre érigé et prostré. La tige pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m. La tige est pleine, fortement poilue et glandulaire.

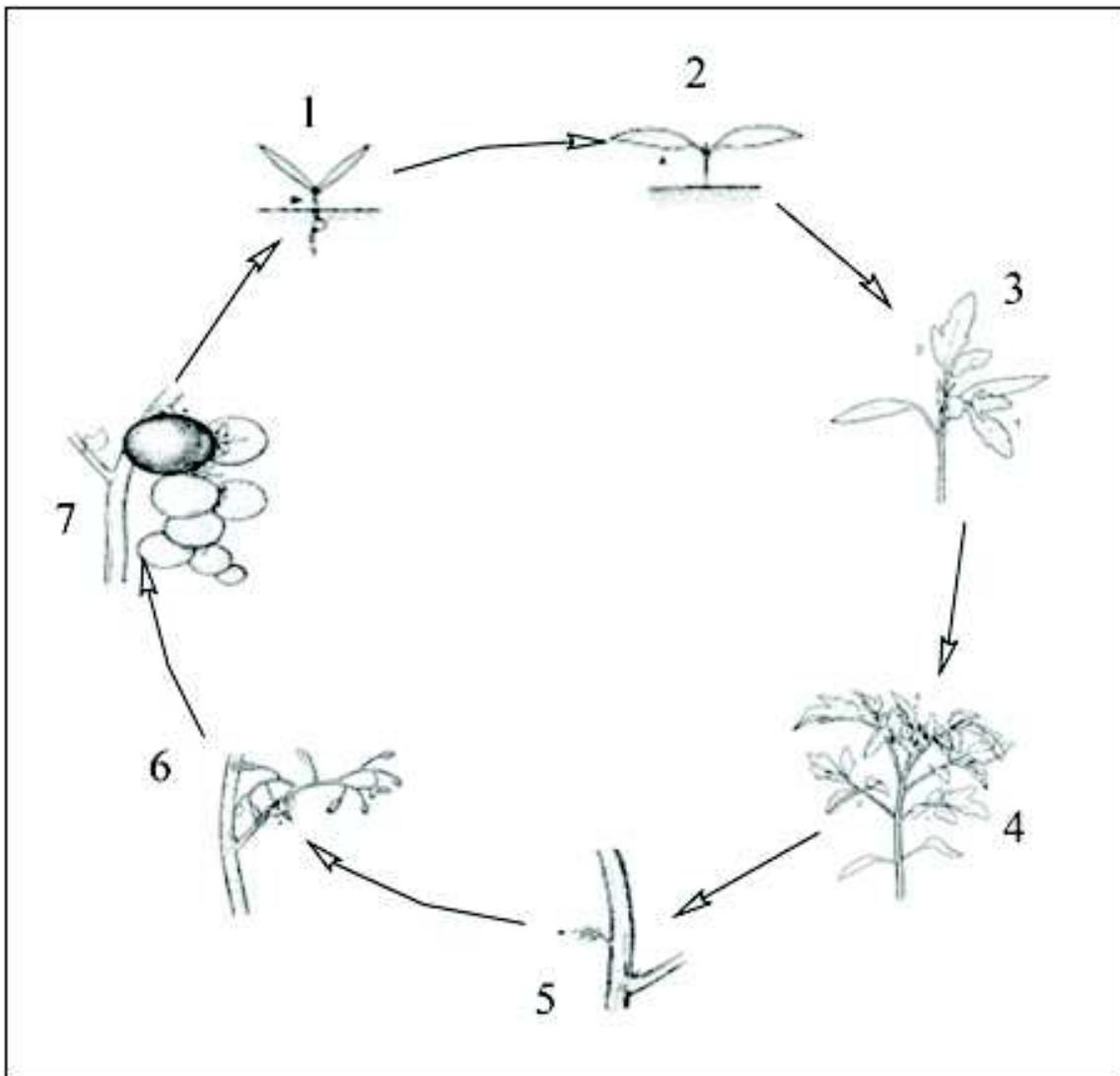
Feuillage : les feuilles disposées en spirale, 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large. Les folioles sont ovales à oblongues, couvertes de poils glandulaires. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm (REY, 2005).

Fleurs: la fleur bisexuée et régulière mesure entre 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées aux - ou entre les feuilles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En général il y a 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm, qui sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres. Il y a 6 étamines et les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. C'est une plante autogame, la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs (Naika, 2005).

Fruit : Baie charnue, de forme globulaire ou aplatie a un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés (REY, 2005).

Les graines : sont enveloppées d'un mucilage, qui renferme à maturité un embryon et un albumen. Elles sont aplaties, petites, de forme plus ou moins lenticulaire, grisâtres ou beiges et velues. Ces graines ont une longévité de quatre à cinq ans. Un gramme de graines comprend de 300 à 400 graines (Toussaint et Baudoin, 2010).

### II.4.1. Stades phénologique de la tomate



**Figure 3** : schéma du cycle phénologique de la tomate (original)

**Légende** : 1 et 2. Plantule avec cotylédon, 3 : Plantule avec 2 vraies feuilles, 4: Plant de 6 vraies feuilles, 5: début bouton floraux, 6: Grappe de fleurs, 7 : Grappe de fruit vert portant des graines.

## II.5. exigences de la culture de tomate

### II.5.1. La température et la lumière

La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. La tomate est une plante de saison chaude. Le zéro de germination est de 12°C. L'optimum de la croissance des racines est de 15 à 18°C en phase de grossissement des fruits, l'optimum de la température ambiante est de 25°C le jour et de 15°C la nuit (Elattir *et al*, 2003).

La plante de tomate s'est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide. La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus des plantes seront endommagés. Selon le tableau 9, la tomate réagit aux variations de température qui ont lieu pendant le cycle de croissance (Naika, 2005).

Phases	Température (° C)		
	Min.	Intervalle optimale	Max.
Germination des graines	11	16-29	34
Croissance des semis	18	21-24	32
Mise à fruits	18	20-24	30
Développement de la couleur rouge	10	20-24	30

**Tableau 9:** Températures requises pour les différentes phases de développement d'un pied de tomate (Naika, 2005).

### II.5.2. L'eau et l'humidité.

L'alimentation hydrique est un facteur important du rendement et de qualité, entre autres du calibre. La tomate est gourmande en eau. Une alimentation en eau irrégulière entraîne une irrégularité du point de vue de l'alimentation en calcium et entraîne donc la nécrose apicale. Les besoins hydriques sont surtout importants à partir de la floraison du deuxième bouquet (Toussaint et Baudoin, 2010).

### II.5.3. Le sol

Les préférences en type de sol sont très larges. Le sol doit être bien aéré et drainant. L'asphyxie racinaire, même temporaire, est préjudiciable à la culture. La teneur en matière organique du sol doit être assez élevée (2-3%) pour obtenir de bons rendements (Elattir *et al*, 2003).

La tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau et une bonne aération. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées. La couche superficielle du terrain doit être perméable. Une profondeur de sol de 15 à 20 cm est favorable à la bonne croissance d'une culture saine. La tomate est une culture modérément tolérante à une grande variation de pH. Un pH de 6.5 à 7.0 est préféré bien que les plantes de tomate fassent bien dans les sols plus acides avec un apport nutritif en proportions équilibrées. Le rendement varie peu avec la variation du pH. Cependant, sur des sols à pH basique (pH>7), certains micro-éléments restent peu disponibles à la plante (Fe, Mn, Zn, Cu). La carence la plus fréquente est celle de fer, elle apparaît en général à un stade avancé de la culture (Ravisé *et al*, 2000).

## II.6. Problèmes phytosanitaires de la tomate

---

La prévention des maladies et des ravageurs est extrêmement importante pour la culture de la tomate. Selon Haut (2008), les principaux facteurs limitant la production de la tomate en plein champ sont l'alimentation hydrique, minérale, les maladies et les ravageurs.

---

## II.6.1. Agents responsables de maladies

### II.6.1.1. Mildiou de la tomate

L'agent causal est le *Phytophthora infestans*. Se propage facilement dans un environnement froid et humide. Les dégâts peuvent être importants lors d'une épidémie fulgurante mal contrôlée (Blancard, 2009). Il s'attaque à tous les organes aériens de la tomate, caractérisé par le développement de taches d'abord humides sur les folioles qui confèrent localement aux tissus touchés une teinte vert pâle à vert brun. On lutte par l'élimination des déchets de récolte ainsi que les organes et les plants malades ; l'application d'une rotation, d'une irrigation localisée et d'une aération de la culture (Anonyme, 2001).

### II.6.1.2. Cladosporiose

L'agent causal est *Fulvia fulva* ; provoque des taches jaunes angulaires sur face supérieure de la feuille avec duvet brun violacé à la face inférieure. La lutte se fait par une bonne aération de la culture et l'effeuillage de la base des plants (Trottin *et al*, 1995).

### II.6.1.3. Oïdium

Due à *Leveillula taurica* 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 ; on remède avec le soufre (Ryckmans, 2008).

### II.6.1.4. Pourriture des fruits

Divers agents sont responsables tel que *Colletotrichum coccodes*, *Phytophthora sp.*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria alternata*, *A. tenuis*. Selon Vernenghi et Ravise (1985), cette maladie provoque une pourriture molle du collet et se caractérise par la formation des lésions zonées sur fruits de base, anthracnose des fruits, à maturité du fruit et apparition de taches déprimées avec centre noir l'affaissement des assises parenchymateuses, la chute puis la fanaison du plant. On lutte par désinfection du sol par la vapeur ou par solarisation.

### II.6.1.5. Pourriture grise

Selon Trottin *et al* (1995), cette maladie est produite par *Botrytis cinerea*. Caractérisée par l'apparition de taches brunâtres accompagnées d'un duvet grisâtre sur feuillage et tiges. Pourriture molle grise sur fruits et chute de fleurs et fruits ; à température assez basse, développement d'un feutrage gris sur feuilles, plaies de taille ou organes étiolés. La lutte se fait par l'élimination des déchets de récolte ; aération de la culture ; préférer l'irrigation localisée ; limiter la fertilisation azotée. Traiter au silicate de soude.

### II.6.1.6. Fusariose de la tomate

Provoquée par *Fusarium oxysporum f. sp. F. lycopersici* et *F. oxysporum f. sp. radices lycopersici*. Cette maladie est caractérisée par un jaunissement du feuillage à partir du bas de la plante qui se dessèche ; tissus ligneux colorés en brun rouge. Les mesures de lutte se font par l'utilisation des variétés résistantes et la désinfection des terreaux par la vapeur (Declert, 1990).

### **II.6.1.7. Chancre bactérien de la tomate**

L'agent causal est *Clavibacter michiganensis*. Elle se caractérise par un flétrissement unilatéral de la feuille sans jaunissement, le plus souvent à partir du sommet de la plante ; suivi d'un dessèchement total. Sur fruits se forment des taches blanchâtres dont le centre brunit et s'entoure d'un halot jaune clair. La lutte se fait par l'utilisation des semences saines ; d'une fertilisation azotée modérée, des produits à base de cuivre ; l'élimination des déchets de récolte; l'évitement des excès d'humidité par une irrigation localisée.

### **II.6.1.8. Maladies virales**

#### **II.6.1.8.1. Viroses de la tomate.**

Le TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus), est un dangereux virus pour les

plantes de la famille des solanées et plus particulièrement les cultures de tomates, il est exclusivement transmis par *Bemisia Tabaci*. Sur tomate, le TYLCV provoque un jaunissement et/ou un enroulement des feuilles. Infectée, le développement de la plante est bloqué et la plante ne produit plus de fruits. Les mesures de lutte se font on utilisant des variétés résistantes (Barbier *et al*, 2010).

### **II.6.2. Principaux ravageurs de la tomate**

Nous désignons par ravageurs des cultures, tous les organismes animaux qui menacent la qualité et le rendement des cultures. Il peut s'agir des vertébrés, tels que les oiseaux, les rats et les souris, mais ce sont généralement des espèces animales invertébrées telles que les nématodes, les escargots, les acariens et les insectes.

#### **II.6.2.1. Les Nématodes**

Les nématodes sont des vers de très petite taille et qui vivent dans le sol en se nourrissant sur les racines de plantes. Ils peuvent survivre dans le sol tant que celui-ci reste humide. La lutte contre les nématodes se fait par l'utilisation des nématicides ou l'application des mesures de lutte intégrée suivantes :

- La rotation de la culture de tomates avec d'autres cultures telles que des céréales, des choux, des oignons, des arachides, du manioc, du sésame ;
- L'élimination des mauvaises herbes et les restes de plantes
- Les labours répétés permettent une remonté des nématodes vers la surface ainsi ils sont exposés au soleil à des températures élevées qui les tueront (Naika *et al*, 2005).

#### **II.6.2.2. Les Arthropodes**

La tomate est sensible à un large éventail d'arthropodes nuisibles. Tous les insectes qui piquent et qui sucent, tels que les mouches blanches, les thrips et les pucerons, ne provoquent des dommages mécaniques que lorsqu'ils surviennent en grands nombres, mais les virus qu'ils peuvent transmettre provoquent des dommages bien plus importants. Ces insectes peuvent survenir de l'extérieur du champ cultivé, et l'un d'entre eux pourra causer la contamination de la totalité de la culture. Les principaux ravageurs de tomate en Algérie sont les suivants :

##### **II.6.2.2.1. Les acariens**

Les acariens ne sont pas des insectes, mais des sortes d'araignées de petite taille, presque invisibles à l'œil nu. En agriculture, certains sont connus sous le nom d'araignées rouges ou jaunes. Ils causent surtout des dégâts aux feuilles, provoquant des décolorations. Une attaque sévère provoque la chute des feuilles (Bijlmakers et Verhoek, 1995). Parmi les acariens qui se trouvent sur tomate en Algérie, le *Tetranychus cinnabarinus*. La lutte chimique se fait par l'avertimec qui agit par ingestion et par contact.

#### **II.6.2.2.2.La mouche blanche**

Un aleurode ou mouche blanche est un insecte ravageur mesurant de 1 à 2 mm de long à l'âge adulte. Polyphage, il se nourrit en piquant et en suçant la plante hôte sur laquelle il se trouve. Bemisia occasionne des dégâts directs qui fragilisent les plantes. Il est porteur de nombreux virus dont le plus dangereux est le TYLCV. Les mesures de protection est de favoriser la présence des prédateurs naturels de la mouche blanche tel que *Macrolophus*, *Encarsia formosa* ; l'utilisation de variétés résistantes ; la lutte chimique contre l'aleurode B. tabaci est indispensable surtout en pépinière. En plein champ, elle doit se concentrer sur les premières semaines de plantation en utilisant la Deltaméthrine, la Pymétozine et l'Acétamipride (Barbier *et al*, 2010).

#### **II.6.2.2.3.Les pucerons**

Les pucerons sont des insectes mous, allongés, avec une longueur d'environ 2,5 mm. Des dommages directs sont produits lorsqu'ils apparaissent en grands nombres sur la culture, où ils préfèrent les feuilles et les tiges les plus tendres. En outre des dommages directs qu'ils peuvent provoquer, les pucerons transmettent également différents virus. Un certain nombre de mesures permettent d'éviter ou retarder les infestations, et de maîtriser les populations : rotation des cultures, destruction des résidus de culture, raisonnement de la fertilisation, aménagement des abords de parcelles en faveur des auxiliaires, pour la lutte chimique, employer les spécialités autorisées à base de roténone (Legrand, 2010).

#### **II.6.2.2.4.Les thrips**

Les thrips sont des insectes très petits, ils ne mesurent que 0,5 à 2 mm de long, l'espèce la plus connue sur tomate est *Frankliniella occidentalis*. Ils se retrouvent le plus souvent à l'abri des pesticides, pour lesquels ils développent rapidement de la résistance. Ils se cachent partout : dans les tissus foliaires (œufs), au cœur des fleurs et des jeunes bourgeons (larves et adultes) et jusque dans le sol (pupes). Ils sont vecteurs des virus TSWV et INSV (Bégin, 2000). La lutte se par des lâchés de la punaise prédatrice *Orius sp*.

#### **II.6.2.2.5. Mouche mineuse**

Les mineuses *Liriomyza trifolii*, *L. strigata*, *L. huidobrensis* occasionnent des galeries dans le limbe des feuilles, sur fruits et tiges de la plante de tomate. . Les symptômes de la présence de ce ravageur sont les traces des piqûres d'alimentation apparaissent comme des taches blanches de diamètre compris entre 0,13 et 0,15 mm. Les piqûres de ponte sont plus petites (0,05 mm) et plus uniformément circulaires. En ce qui concerne la protection biologique intégrée : Des lâchers de *Dacnusa sp. Diglyphus isaea* sont effectués soit dès les 1ers symptômes (points blancs de piqûres au bord des feuilles), soit lorsque la larve s'apprête à sortir de la galerie. Entre les deux, la larve est protégée par la feuille. Si des attaques ont eu lieu l'année précédente, il ne faut pas hésiter à effectuer le 1er lâcher dès la plantation (Verolet, 2001).

#### II.6.2.2.6. Les Noctuelles

Les Lépidoptères ravageurs des cultures constituent une préoccupation importante pour les agriculteurs. En effet, cette famille d'insectes, communément appelée papillons, comporte un grand nombre de ravageurs touchant gravement de nombreuses cultures principalement les noctuelles, dont 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. Parmi les noctuelles on trouve *Mamestra oleracea*, *Chloridea armigera*, *Heliothis armigera* qui endommagent les fruits et détruisent les jeunes plantes. Les mesures de lutte peuvent être effectuées par l'utilisation de *Bacillus thuringiensis* ; Protection biologique intégrée par lâchers de *Trichogramma brassicae* (Verolet, 2001).

Parmi les lépidoptères ravageurs de tomate, *Tuta absoluta* qui s'y introduite récemment en Algérie (2008), occasionne des pertes considérables sur la production allant des fois jusqu'à 100%. Cette mineuse fera l'objet du chapitre suivant (Anonyme, 2009).

La mineuse de la tomate est un nouveau ravageur qui est apparue pour la première fois en Algérie en Mai 2008, cet insecte a causé des pertes énormes sur la culture de tomate.

## Chapitre III : Généralités sur la mineuse de tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)

L'Organisation nationale de la protection des végétaux d'Algérie a informé le Secrétariat de l'OEPP du premier signalement de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae – Liste A1 de l'OEPP) sur son territoire en 2008 (OEPP, 2008).

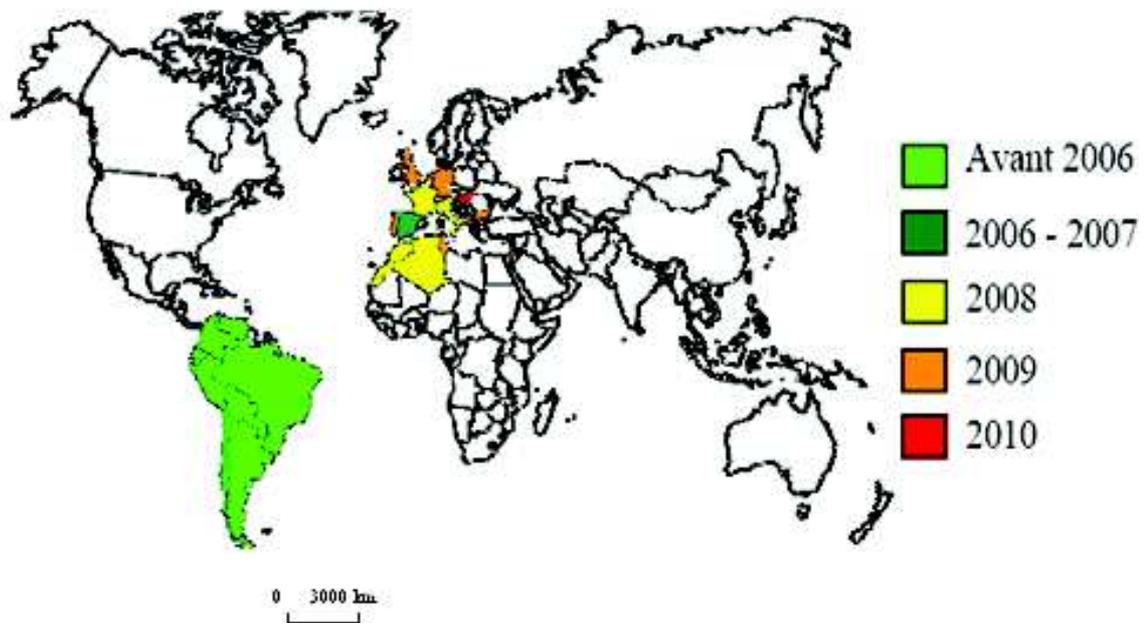
En Algérie, *T. absoluta* a été trouvé sur des cultures de tomate sous abris dans la zone côtière ouest, centre et une partie de la côte est. Aucune inspection menée auparavant dans ces zones n'avait détecté le ravageur; on peut donc supposer que *T. absoluta* est d'introduction récente en Algérie. L'identité du ravageur a été confirmée par le laboratoire d'entomologie de l'ONPV sur la base de la morphologie (génitalia mâle). Les parcelles infectées ont été placées en quarantaine. Il est interdit d'introduire du matériel de plantation de tomate à partir des zones infestées et d'utiliser du matériel de plantation dont l'état phytosanitaire est inconnu. Les plants de tomate et les feuilles fortement affectés sont détruits par incinération. Les agriculteurs sont autorisés à utiliser la lutte chimique contre *T. absoluta* (OEPP, 2008).

### III.1. Origine et répartition géographique

---

*Tuta absoluta* est un microlépidoptère, originaire de l'Amérique latine. Il est observé en Europe pour la première fois en 2006 dans la province de Castellón (Espagne). En 2007 et surtout 2008, plusieurs foyers sont signalés sur le pourtour méditerranéen (Ramel, 2010).

Nommée en 1917 *Phthorimaea absoluta* par Edward Meyrick, maître d'école et lépidoptériste amateur britannique, l'espèce a appartenu successivement aux genres *Gnorimoschema* (en 1962), *Scrobipalpula* (en 1964) et *Scrobipalpuloides* (en 1987). Inscrit depuis 2004 sur la liste (A1) de quarantaine de l'Organisation européenne de protection des plantes (Anonyme, 2005) et (Fraval, 2009)



**Figure 4:** Origine et répartition géographique de la *Tuta absoluta*

Source L.N.P.V station d'entomologie, France 2010

*Tuta absoluta* présente un potentiel destructif élevé et peut attaquer les espèces hôtes à tous les stades de développement (Marchiori *et al*, 2004). Le *Tuta absoluta* est un microlépidoptère appartenant aux Gelechiidae qui constituent une importante famille de près de 5000 espèces réparties dans le monde. Les papillons sont de petites tailles de 10 à 20 mm de log, de couleurs ternes et sont munis de franges sur les ailes antérieures et postérieures.

Les Gelechiidae comprennent des espèces nuisibles de première importance économique au niveau mondial. On trouve principalement La teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella*, la teigne de la betterave *Scrobipalpa ocellatella*, L'Alucite des céréales *Sitotroga cerealella* et la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*, qui fait l'objet de notre étude.

### III.2.systématique

- Classe : Insecta
- Ordre :Lepidoptera
- Famille : Gelechiidae
- Espèce : *Tuta absoluta* (Meyrick 1917)

### III.3. Biologie de *Tuta absoluta*

C'est un insecte de grandes potentialités de reproduction, lorsque la nourriture est disponible. Possède 10 à 12 générations par an et un cycle biologique complet en espace de 29 à 38 jours selon les conditions ambiantes (Berkani, 2008).

Le cycle évolutif de la mineuse de la tomate « *Tuta absoluta* » comporte quatre états évolutifs (œuf, larve, puppe, adulte).

### III.3.1. L'œuf :

Est ovale-cylindrique, habituellement étendu du côté inférieur de la feuille, sur les bourgeons et le fruit vert, de couleur crème à jaune, mesure environ 0.4 millimètre de long et 0.2 mm de diamètre (Harizanova, Stoeva et Mohamedova, 2009). Selon Margarida (2008) in Berkani (2008) Les œufs sont pondus isolement ou en petits tas, l'incubation dure de 4 à 10 jours suivant la température (Tab.10).



**Figure 5 :** les œufs de *Tuta absoluta* sur feuille de tomate (Michel, 2010)

**Tableau 10:** Durée de développement (en jours) de *Tuta absoluta* de l'œuf à l'émergence de l'adulte (source : Lacordaire et Feuvrier, 2010)

Température	14°C	20°C°	27°C°
Œufs	14,1	7,8	5,13
Larve	38,1	19,8	12,2
Pupe	24,2	12,1	6,5
Total œuf à adulte	76,4	39,7	23,8

### III.3.2. La larve :

Est de couleur beige clair à crème au début de son développement (premier stade) et ensuite devient verte ou rosâtre du second au quatrième stade avec la tête d'une couleur brun foncé à noire. La durée des stades larvaires varie de 12 à 15 jours selon la température (Marcano, 2008 in Berkani, 2008). La larve en sortant de l'œuf se met aussitôt à chercher de la nourriture, se faufile dans le limbe et dévore les tissus situés entre les deux épidermes de la feuille créant ainsi des galeries caractéristiques.

- Après éclosion la larve du premier stade mesure de 1 à 3 mm
- Le deuxième stade est de 3 à 4 mm
- Le troisième stade larvaire est de 5 à 6 mm
- Le dernier stade larvaire est de 6 à 8 mm



**Figure 6:** Larve du premier et du quatrième stade agrandissement G. 10×10 (original)

### III.3.3. La chrysalide :

La nymphose se déroule dans un cocon aux fils peu serrés que la larve peut installer dans plusieurs types d'endroit, notamment sous des débris à même le sol, sur les feuilles et rarement dans les fruits. La pupe, en forme de fuseau, est brune-verdâtre au début de son développement, arrivé à son terme, devient couleur marron, la métamorphose dure de 9 à 11 jours (Margarida, 2008 in Berkani, 2008). Ce stade dure de 8 à 20 jours selon la température.

### III.3.4. L'adulte :

Le papillon est de 1 cm d'envergure, gris argenté avec des taches noires sur les ailes antérieures. Actif au crépuscule (en vue de l'accouplement), il se cache le jour entre les feuilles (Fraval, 2009).



Figure 7: couple adulte *Tuta absoluta* (Original).

## III.4.Plantes hôtes

---

Il est évident que dans la nature, les insectes phytophages ne pondent pas leurs œufs de façon aléatoire sur toutes les plantes qu'ils rencontrent dans l'habitat. Certaines femelles Lépidoptères sont effectivement capables de détecter à distance les arômes émanant des plantes-hôtes et utilisent ces stimuli pour choisir celles qui semblent les plus convenables pour la ponte (McNeil et Delisle, 1993).

L'hôte préféré est la tomate, mais *T. absoluta* attaque également d'autres solanées sauvages ou cultivées (Fraval, 2009). Toutes les parties aériennes de la plante hôte peuvent être touchées. *Tuta absoluta* attaque également *Solanum melongena* (aubergine), *Solanum tuberosum* (pomme de terre), *Nicotina tabacum* (tabac) et *Capsicum annum* (poivron). Certaines mauvaises herbes de la famille des solanacées comme la morelle de la Caroline *Solanum carolinense* L, *Datura stramonium* et *Datura ferox* peuvent servir d'hôtes secondaires.



**Figure 8:** Herbe sauvage de *Solanum nigrum* de la famille des Solanacées (Michel, 2010).



**Figure 9:** Herbe sauvage de *Datura stramonium* de la famille des Solanacées (Michel, 2010).

### III.5.Dégâts

---

*Tuta absoluta* est le principal ravageur de la tomate *Lycopersicum esculentum* en Afrique du nord après son introduction au Maroc en 2007. Ce microlépidoptère est une espèce multivoltine qui se nourrit des feuilles, tige, bourgeons, fleurs, fruits. Les dommages sont produits quand les larves s'alimentent en créant des mines d'extension mésophylliennes (s'alimentent du mésophylle) sans endommager l'épiderme de feuille de ce fait, affectent la capacité photosynthétique de ces dernières et par conséquent réduisent le rendement.



**Figure 10:** Degats provoqués par *Tuta absoluta* e sur culture de tomate de plein champ (Original).

- a. Culture de tomate d'arrière saison en 2009.
- b. Culture de tomate de la saison en 2010.

## III.6. stratégie de lutte

### III.6.1.Mesures prophylactiques

Selon Michel (2010), elles renferment toutes les pratiques qui contribueraient à réduire le taux d'infestation au démarrage de la culture ainsi que la prolifération de l'insecte au cours de la culture. Elles consistent en:

- Labour profond précoce pour détruire les chrysalides et créer un vide sanitaire;
- Gestion des déchets de fin de cycle (incinération ou enterrement);
- Surveillance de la parcelle par l'installation des pièges à raison de 4 pièges par hectare avant chaque plantation.

### III.6.2.Pratiques culturales et piégeage de masse en cours de production

Désherbage des parcelles et de leurs abords avec l'incinération des mauvaises herbes ou leur enfouissement profond dans le sol, et l'installation des pièges à phéromone (piège Delta et piège à eau) dans la pépinière et en plein culture de tomate, l'emplacement des pièges se fait à une raison de 4 à 5 piges pour le suivi des populations (piège Delta) et de 20 à 25 pièges pour culture de tomate sous serre et de 40 à 50 pièges pour la culture de tomate de plein champ concernant le piège à eau (Amazouz, 2010).

### III.6.3.Lutte biologique

La lutte biologique consiste à utiliser des organismes vivants pour contrôler des espèces introduites devenues envahissantes dans les écosystèmes naturels ou devenues des « ravageurs des cultures » dans les agrosystèmes, afin d'en réduire les impacts écologiques et/ou les dommages économiques (Meyer, 2003).

Plusieurs travaux ont été effectués pour la mise en place d'une lutte biologique intégrée contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* dans les pays d'origine de cet insecte. L'aspect le plus important de la lutte biologique est la sélection d'agents de lutte biologique qui sont hautement spécifiques à l'espèce-cible afin qu'ils ne s'attaquent pas à d'autres espèces.

Cette lutte consiste à la réalisation des lâchers de prédateur ou parasitoïde de *Tuta absoluta* dans la culture de tomate. Parmi les ennemis naturels de ce ravageur, *Nesidiocoris tenuis*, *Macrolophus caliginosus* qui sont des punaises, le *Trichogramma sp.* et *Bracon sp.* (Bernardo, 2009).

### III.6.4. La lutte chimique

Le niveau de risque évalué par les captures journalières des adultes et par l'infestation permet de raisonner la lutte chimique contre ce ravageur (Michel, 2010)

## Chapitre IV : Présentation des insecticides utilisés

Les fiches techniques ont été réalisées selon Mazariego et al (2002), Anonyme (2006), Al-Sayeda (2007), Farrag et Shalby (2007), Tremblay (2008), Knodel *et al* (2010). IV.1. Les insecticides utilisés en culture de tomate d'arrière saison

### IV.1. Les insecticides utilisés en culture de tomate d'arrière saison de plein champ

---

#### IV.1.1. la Cyromazine

**Nom systématique:** cyclopropyl-1,3,5-triazine-2,4,6-triamine

**Famille chimique :** Triazines

**Matière active :** Cyromazine

**Formule chimique brute :** C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>N<sub>6</sub>

**Formule chimique développée :**



Propriétés physiques et chimiques

Poids moléculaire : 166.2

Aspect : poudre beige

pH : 7-9 à 1 % et 20°C

Point de fusion : non approprié  
Inflammabilité : faible  
Densité : 1,35 g/cm<sup>3</sup> à 20 °C  
Solubilité : soluble dans l'eau, Cyromazine : 13.6g/l à 20°C  
Viscosité, dynamique : 53,9 mPa.s à 20 °C  
19,8 mPa.s à 40 °C  
Tension de surface : 71,3 mN/m à 20 °C  
Formulations et titre: WP75%  
Mode de pénétration: ingestion (Systémique), Translaminaire,  
Mode d'action : régulateur de croissance  
Utilisations et doses : 0.4kg/ha *Tuta absoluta*, 300g/ha mouche mineuse des cultures maraichères  
Délai avant récolte : 7 Jours  
Toxicité :  
DL50 Orale/rat: 5000mg/kg  
DL50 Cutané/rat: > 2000mg/kg  
CL50 Inhalation/rat: > 2000mg/m<sup>3</sup>  
Irritation/ peau (lapin) : légèrement irritant  
Irritation/ œil (lapin) : légèrement irritant  
Effet sur l'environnement : Possible sans danger, mais ne pas déverser dans des eaux de surface ou dans les égouts.  
Resistance : -  
Résidus : -  
Effet sur l'environnement : -

#### IV.1.2. Emamectin benzoate

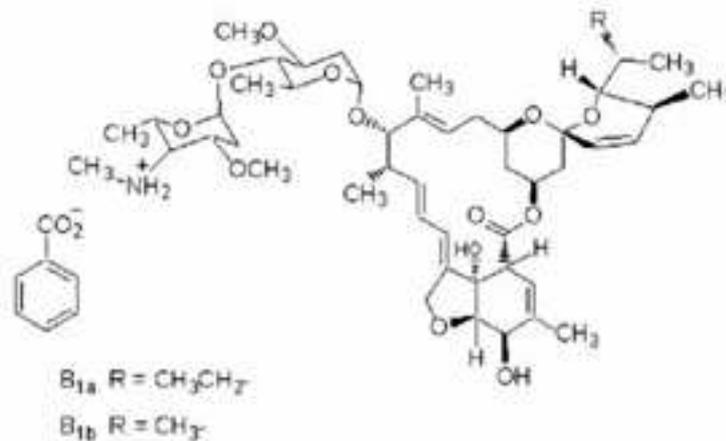
**Nom systématique:** Avermectin B1, 4"-deoxy-4"-(methylamino)-,(4"R)-, benzoate (salt)

**Famille chimique:** Nicotinoides

**Matière active:** Emamectin benzoate

**Formule brute de l' Emamectin benzoate :** C<sub>49</sub>H<sub>75</sub>NO<sub>13</sub>

**Formule développée de l'Emamectin benzoate:**



Propriétés physicochimiques :

Aspect: granulée blanc

pH :4-8 (w 1% de dilution w / dans l'eau déminéralisée)

Boiling Point:Point d'ébullition: Nne s'applique pas

Melting Point:Point de fusion :nNot on disponible

Specific Gravity/Density:Densité : 0,60 g/cm<sup>3</sup>

OdorOdeur: Not detenon déterminé

Conditions to AvoidConditions à éviter : Heat and ligChaleur et la lumière.

Formulations et titre: Proclaime 05 SG

Mode d'action : antagoniste d'un neuromédiateur (synapses Gaba) et d'un récepteur (Glutamate H) à la surface musculaire entraînant une décontraction irréversible.

Mode de pénétration : ingestion

Délai avant récolte:7 Jours

Toxicité :

DL50 Orale/lapin: 1516mg/kg

DL50 Cutané/rat: > 2000mg/kg

CL50 Inhalation/rat: > 6.28 m/l- 4h

Utilisation et dose : 250g/ha pour le contrôle des lépidoptères.

Rémanence: longue

Résidus : —

Resistance: pas de résistance avec tous les groupes de lépidoptères

Effet sur l'environnement : —

#### IV.1.3. Lufenuron

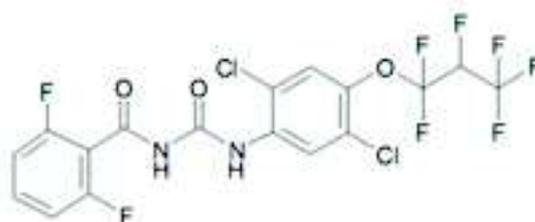
**Nom systématique:** N-[[[2,5-dichloro-4-(1,1,2,3,3,3-hexafluoro-propoxy)-phenyl]amino]carbonyl]-2,6-difluoro- benzamide

**Famille chimique :** benzoyl urées

**Matière active :** Lufenuron

**Formulation brute :**  $C_{17}H_8Cl_2F_8N_2O_3$

**Formulation développée :**



Propriétés physicochimiques:

Poids moléculaire: 511.2 g/mol

Point de fusion : 168.7 à 169.4°C

Point d'ébullition : 242°C

Solubilité : dans l'eau, 48 µg/l à 25°C

Formulation et titre: 50 EC

Délai de récolte : 7 jours

Mode de pénétration : translaminaire

Mode d'action : régulateur de croissance des insectes.

Toxicité :

DL50 Orale/rat mg/kg : > 2000

DL50 Cutané/rat mg/kg : > 2000

CL50 Inhalation/rat mg/m<sup>3</sup> : > 2350

Utilisations et doses : 40ml/ha, 50g/l sur tomate pour mineuses, 2l/ha sur cultures de légumes pour Thrips, 100ml/hl sur pommier pour les œufs de Psylles,

Rémanence : moyenne

Résidus : —

Effet sur l'environnement : —

#### IV.1.4. Association thiametoxam et lambda-cyhalothrin

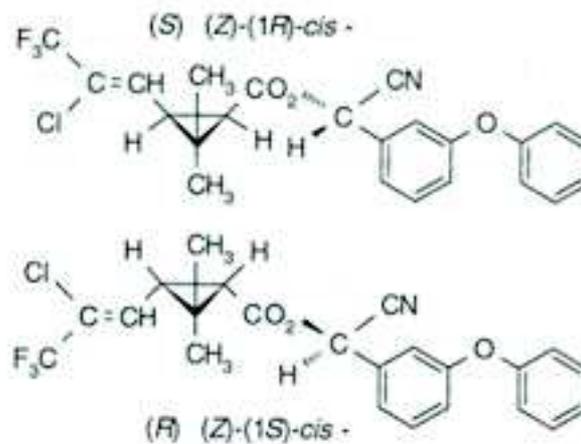
**Nom systématique de Thiametoxam :** 3-[(2-chloro-5-thiazolyl)méthyl]tétrahydro-5-méthyl-N-nitro-4H-1,3,5-oxadiazin-4 imine.

**Nom systématique de lambda-cyhalothrin :** alpha-cyano-3-phenoxybenzyl 3-(2-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enyl)-2,2-diméthylcyclopropane carboxylate, a 1:1 mixture of the (Z)-(1R,3R),S-ester and the (Z)-(1S,3S),R-ester

**Famille chimique :** Pyréthriinoïdes et Neonicotinoïdes de synthèse

**Formule brute de Lambda-cyhalothrin :**  $C_{23}H_{19}ClF_3NO_3$

**Formule développée de Lambda-cyhalothrin :**



Formule brute de Thiametoxam: C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>ClN<sub>5</sub>O<sub>3</sub>S

Formule développée de Thiametoxam :



Formulation et titre : 247 SC

Propriétés physicochimiques :

Aspect : liquide beige clair

Point d'inflammation : > 102°C

Densité : 1.118 g/ml à 20°C

pH : 6 à 7 à 20°C

Solubilité : dans l'eau, le Lambda-Cyhalothrin est de 0.004 mg/l, le Thiametoxam est de 4.1 g/l à 25°C. Dans les solvants organiques pour le Thiametoxam : acétone est de 48 g / l, ethyle acétate est de 7.0 g / l, dichloromethane est de 110 g / l

Mode de pénétration : ingestion translaminaire

Mode d'action : inhibiteur de croissance

Toxicité :

DL50 Orale/rat: 310.2 mg/kg

DL50 Cutané/rat: > 2000 mg/kg

CL50 Inhalation/rat: > 2.15 mg/l (4 h)

Irritation/ peau (lapin) : non irritant

Utilisation et dose : agit sur les noctuelles de la tomate et les mineuses avec une dose de 10cc/hl

Rémanence : longue

Résidus : —

Resistance : —

Effet sur l'environnement : Très toxique pour les organismes aquatiques

Toxicité aiguë pour des poissons LC 50 : 96 h (arc-en-ciel de truite) est de 0.00024 ppm.

Toxicité pour des invertébrés LC50/EC50 : 48 h est de 0.00036 ppm.

Toxicité pour les oiseaux LC50/EC50 : 8 jours est >3948 ppm.

Toxicité pour des abeilles LC50/EC50 : 0.038 ug/abe

## IV.2. Les formulations utilisées sur culture de tomate de saison de plein champ

### IV.2.1. Association chlorantraniliprole et thiametoxam

Nom systématique de Chlorantraniliprole:

3-Bromo-N-[4-chloro-2-méthyl-6-[(méthylamino)carbonyl]phényl]-1-(3-chloro-2-pyridinyl)-1H-pyrazole-5carboxamide.

Nom systématique de Thiametoxam :

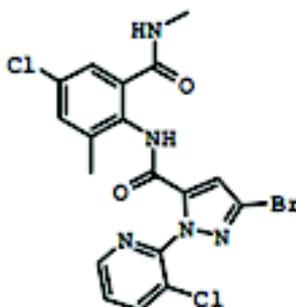
4H-1, 3,5-Oxadiazin-4-imine,3-[(2-chloro-5-thiazolyl) méthyl]tetrahydro-5-méthyl-N-nitro-amine

Famille chimique : anthranilamides (Neonicotinoides) + Bisamides.

Matière active : Chlorantraniliprole + Thiametoxam.

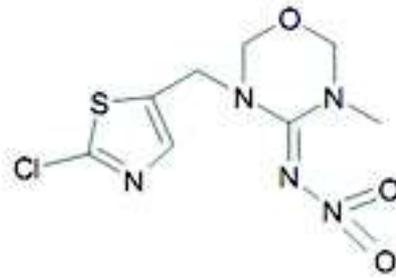
Formule chimique brute de Chlorantraniliprole :  $C_{18}H_{14}N_5O_2BrCl_2$

Formule chimique développée de Chlorantraniliprole :



Formule chimique brute de Thiametoxam :  $C_8H_{10}ClN_5O_3S$

Formule chimique développée de Thiametoxam :



**Propriétés physicochimiques :**

Aspect: Beige to brown granules Beige à brun

Odeur: faible; inhabituelle

Densité : 0.47 à 0.57g/cm<sup>3</sup>

Solubilité: dans l'eau, Chlorantraniliprole est de 1.023mg/l à 20°C, Thiametoxam est de 4.1g/l à 25°C

Point d'ébullition : ne s'applique pas

Point de fusion: non disponible

pH: 8.8 - 9.3 (1% in deionized H<sub>2</sub>O; 68-77°F (20 - 25°C), 8,8 à 9,3 (1% dans H<sub>2</sub>O d'ionisée; 68-77 ° F (20 - 25 ° C))

Formulation et titre: Voliam flexi 300sc

Mode de pénétration : ingestion systémique, contact

Mode d'action : se fixe aux récepteurs à ryanodine, agissant par épuisement des réserves de calcium intracellulaire dans les fibres musculaires et causant la contraction incontrôlée des muscles, entraînant ainsi la paralysie puis la mort de l'insecte

Toxicité :Notes to PhysiciaFire and Explosion During a fire, irritating and possibly toxic gases may be generated by thermal decomposition or combustion. In Case of Fire, toxic gases may be generated by thermal decomposition or combustion.

DL50 orale/rat : > 5000 mg/kg

DL50 Cutané/rat : > 5000 mg/kg

CL50 Inhalation/rat: > 4.16 mg/l air - 4 h

Irritation/ peau (lapin) : légèrement irritant

Irritation/ œil (lapin) : légèrement irritant

Utilisations et dose: 300ml/ha sur tomate pour Tuta absoluta

Délai avant récolte : 7 Jours

Rémanence : Longue

Résidus : 0.01 mg/kg

Resistance :-

Effet sur l'environnement : Chlorantraniliprole n'est pas aisément biodégradable, Thiametoxam est non persistant dans le sol ; dans l'eau ; Mobilité modérée dans le sol ; Flotteurs dans l'eau.

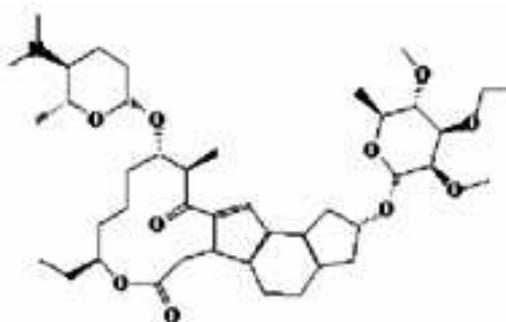
### IV.2.2. Spinetoram

**Nom systématique:** le Spinetoram est un mélange de 3'-O-ethyl-5,6-dihydro Spinosyn J et de 3'-O-ethyl Spinosyn L) -L-mannopyranoside.

**Famille chimique :** Spinosynes

**Formule chimique brute :** C<sub>42</sub>H<sub>69</sub>NO<sub>10</sub>

**Formule chimique développée :**



Propriétés physicochimiques :

Aspect : Solide grisâtre

Point d'éclair : 200 ° F (> 93 ° C)

Apparence : Liquide blanc

Densité : 1,025 g / ml

pH : 5-9

Solubilité : Soluble en méthanol, acétone, acétate éthylique

Mode de pénétration : translaminare

Mode d'action : action au niveau des récepteurs nicotiques

Toxicité :

DL50 Orale/rat : > 5000 mg/kg

DL50 Cutané/rat : > 5000 mg/kg

CL50 Inhalation/rat : > 5.50 mg/l

Irritation/ peau (lapin) : légèrement irritant

Formulations et titre : SC 120g/l

Utilisations et dose : appliqué pour Larves de Lépidoptères, diptères, et coléoptères qui s'alimentent de feuilles. 50ml/ha pour *Tuta absoluta*.

Rémanence : longue

Résidus : —

Resistance : —

Effet sur l'environnement : le Spinetoram est toxique pour les invertébrés aquatiques tels que *Daphnia magna* (puce d'eau), *Chironomus riparius* (midge)

### IV.2.3. Association Lambda-cyhalothrin et Chlorantraniliprole

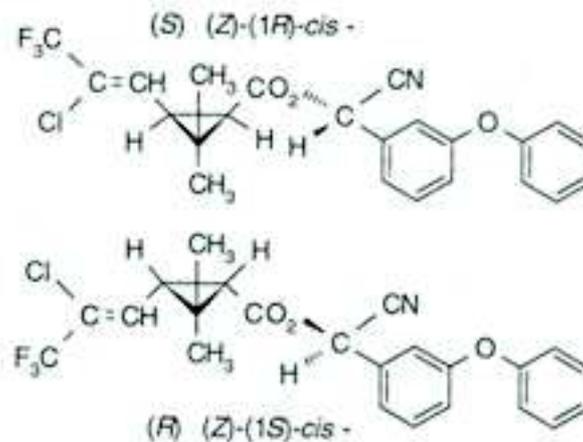
**Nom systématique de Lambda-cyhalothrin:** [1 $\alpha$ (S\*),3 $\alpha$ (Z)] - ( $\pm$ ) - cyano (3phenoxyphenyl) methyl 3 - (2-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propenyl) -2,2 dimethylcyclopropanecarboxylate

**Nom systématique du Chlorantraniliprole :** 3-Bromo-N-2-methyl-6(methylcarbomoyl)phenyl]-1-(3-chloro-2-pyridine-2-yl)-1H-pyrazole-5-carboximide

**Famille chimique :** Bisamides + Pyréthrinoïdes

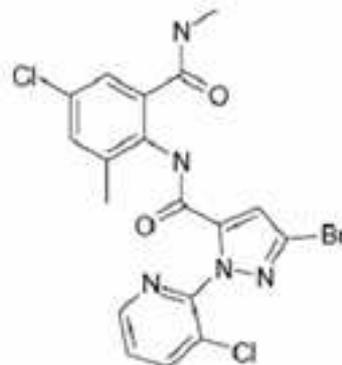
**Formule brute de Lambda-cyhalothrine :** C<sub>23</sub>H<sub>19</sub>ClF<sub>3</sub>NO<sub>3</sub>

**Formule développée de Lambda-cyhalothrine :**



Formule brute de Chlorantraniliprole : C<sub>18</sub>H<sub>14</sub>BrCl<sub>2</sub>N<sub>5</sub>O<sub>2</sub>

Formule développée de Chlorantraniliprole :



Formulation et titre : ampligo150 ZC

Propriétés physicochimiques :

Couleur : Beige

Odeur : Aromatique

pH : 6

Oxydation : ne s'oxyde pas

Densité : 1.08 g/cm<sup>3</sup>

Toxicité : oral: LD<sub>50</sub> =550 mg/kg (rat), contact : LD<sub>50</sub> >5000 mg/kg (rat).

Lambda-cyhalothrin: la neuro-toxicité sur mammifères est réversible.

Utilisations et doses: 30 ml/ha sur légumes pour *Tuta absoluta*

0.3 – 0.4l/ha pour Carpocapse

Rémanence : moyenne

Résidus : —

Resistance : —

Effet sur l'environnement : —

#### IV.2.4 Association abamectine et chlorantraniliprole

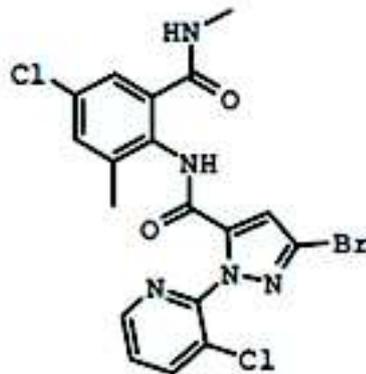
**Nom systématique de l'Abamectine:** un mélange d'ivermectine qui contient : avermectine B1 a de 80% : (5-O-diméthyle avermectine A1 a) et 20% avermectine B1 b : (5-O-diméthyle-25-of-(1-méthylepropyl)-25-(1-méthylethyl) avermectine A1 a)]

**Nom systématique de Chlorantraniliprole :** 3-Bromo-N-[4-chloro-2-méthyl-6-[(méthylamino)carbonyl]phényl]-1-(3-chloro-2-pyridinyl)-1H-pyrazole-5-carboxamide.

**Famille chimique :** anthranilamides ou Neonicotinoides et avermectines

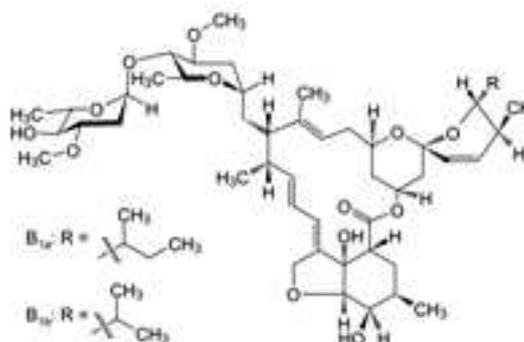
**Formule chimique brute de Chlorantraniliprole :**  $C_{18}H_{14}N_5O_2BrCl_2$

**Formule chimique développée de Chlorantraniliprole :**



Formule chimique brute de l'Abamectine :  $C_{48}H_{72}O_{14}$

Formule chimique développée de l'Abamectine :



Propriétés physicochimiques

- Forme : liquide
- Couleur : jaune clair à brun
- pH : 4 - 8 à 1 % et 20°C
- Point/intervalle d'ébullition : > 90 °C à 101,325 kPa
- Point d'éclair : >= 100 °C
- Propriétés comburantes : non oxydant
- Densité : 1,045 g/cm<sup>3</sup> (20 °C)
- Solubilité : soluble dans l'eau, Chlorantraniliprole est de 1,023 mg/l (20 °C), Abamectine est de 0,007 – 0,01 mg/l (20 °C)
- Mode de pénétration : contact, ingestion et Inhalation
- Mode d'action : le chlorantraniliprole agit par activation des récepteurs Ryanodine, tandis que l'abamectine agit par activation des canaux chloridriques.
- Utilisation et doses : 0.3 – 0.45 l/ha sur tomate pour *Tuta absoluta*, il aussi insecticide acaride et nematicide il appartient a la famille des avermectines
- Formulation et titre : Voliam targo 063 SC (Chlorantraniliprole 45g/l et Abamectine 18g/l)
- Délai avant récolte : 7 Jours
- Toxicité :
- DL50 Orale/rat : 550 mg/kg
- DL50 Cutané/rat : > 2000 mg/kg
- CL50 Inhalation/rat : > 3,394 mg/l
- Irritation/ peau (lapin) : légèrement irritant
- Rémanence : longue
- Effet sur l'environnement : dangereux pour les poissons et les abeilles

# Partie II :Matériels et méthodes

## Chapitre I :Matériels

Ce travail contribue à mettre en évidence une stratégie de lutte intégrée basée sur l'utilisation de produits insecticides et l'installation de pièges à phéromone afin d'étudier l'efficacité de cette protection combinée par la mise en place de deux essais. Au cours de cette étude nous avons pu estimer la faune associée à la tomate dans le but de trouver des ennemis potentiels de *Tuta absoluta*

- Premier essai

Cet essai a pour objectif de vérifier l'efficacité de quatre insecticides sur *Tuta absoluta* sur une culture de tomate d'arrière saison en 2009. Ces produits sont déjà homologués en Algérie sur les diptères et les Lépidoptères des cultures maraichères.

- Deuxième essai

Ce deuxième essai a étudié l'efficacité de quatre formulations insecticides à l'égard de *Tuta absoluta* sur une culture de tomate de saison l'année 2010 en vue de leur homologation en Algérie,

Le suivi de l'état sanitaire de la culture a nécessité une surveillance et une observation des plants dès le stade pépinière, ce qui permet la mise en place d'une stratégie de lutte appropriée. Cette surveillance s'est poursuivie pendant toute la culture.

Il est très important de détecter les premiers symptômes dans les plantations. La mise en place de pièges à phéromones a été effectué dès le repiquage de la culture.

### I.1. Matériel végétal

---

#### I.1.1. Tomate utilisée en culture d'arrière saison de 2009

Pour la culture de tomate d'arrière saison de 2009, nous avons utilisé une semence d'une variété hybride Basma (Goldfild, Hollandaise) produite par Syngenta, et fournie par ITCMI. Elle est d'une croissance indéterminée et buissonnante.

#### I.1.2. Tomate utilisée en culture de saison en 2010.

Pour la culture de tomate de saison cultivée en 2010, nous avons utilisé la semence de la tomate industrielle, fournie par la station horticole de l'ENSA d'El Harrach au sein de laquelle nous avons effectué la pépinière, c'est une tomate à croissance déterminée atteignant 1 m de long à port buissonnant et à feuillage dense.

### I.2. Matériel animal

---

Les traitements insecticides sont réalisés sur une population de *Tuta absoluta* naturellement présente dans les deux parcelles expérimentales de tomate.

Le suivi et les observations sont faits sur tous les états de développement du ravageur à l'exception de l'état nymphal.

### I.3. Les insecticides utilisés

---

Les insecticides utilisés dans les deux essais sont présentés sous forme de fiches techniques dans le Chap IV.

Les insecticides et les doses utilisés sur la culture de tomate d'arrière saison et de saison figent dans les tableaux (Tab. 11 et Tab. 12).

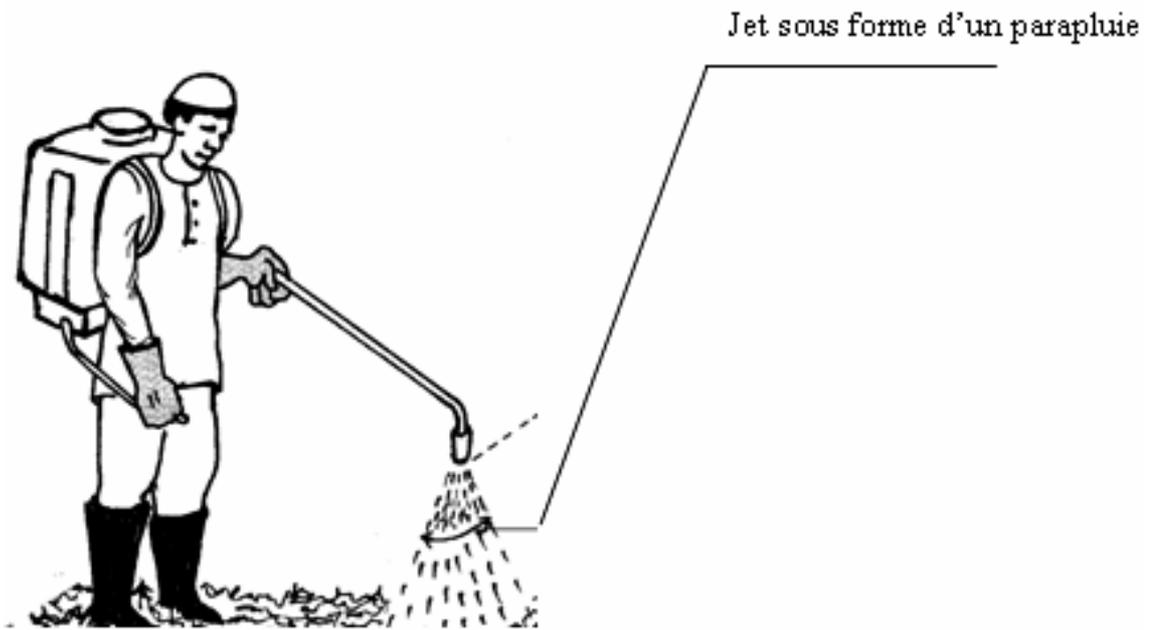
Tableau 11: Les produits insecticides utilisés sur tomate d'arrière saison au cours de l'année 2009

Famille chimique	Matière active	Formulation et titre	Dose homologuée	Dose utilisée
Triazines	Cyromazine	Trigard WP 75%	0,4kg/ha 0,4 g/l	0,144g/l
Pyréthroïdes de synthèse + néonicotinoïdes	10,6% Lambda-cyhalorine et 14,1 % Thiamethoxam	Engeo 247 SC	10cc/hl	0,1ml/l
Benzoyl urées	Lufénuron 50 g/l	Match EC 50	40cc/hl	0,4ml/l
Nicotinoïdes	Emamectin benzoate 5%	Proclaime WP 5%	250g/ha	0,36g/l

### I.4. Le matériel de traitement

---

Pour l'application des traitements phytosanitaires, nous avons utilisé un pulvérisateur simple à dos opérant avec un levier. La capacité de son réservoir est de 10 litres, il est muni d'une pompe manuelle, d'un compresseur, d'un tuyau et d'une lance de pulvérisation avec valve de rétention et une buse à jet conique (fig.11).



**Figure 11:** schéma du Pulvérisateur utilisé pour l'application des traitements

Le matériel de pulvérisation doit être utilisé avec précaution et de manière juste pour assurer les résultats de traitement (fg. 11).

## I.5. Les pièges

### I.5.1. Les pièges à phéromone

Le piégeage massif avait deux objectifs d'une part pour estimer le risque potentiel de la mineuse et d'autre part participer à la lutte contre *Tuta absoluta* en diminuant l'effectif des adultes. Ce piégeage à l'aide des pièges à phéromone est un moyen de lutte complémentaire qui a pour effet la réduction importante de la population des mâles de *T. absoluta* et par conséquent des accouplements.

La finalité majeure des recherches liées à la lutte intégrée réside dans l'élaboration de systèmes de prédiction qui ont pour but d'évaluer le niveau prévisible du problème phytosanitaire, permettant au planteur d'initier, de manière raisonnée, une stratégie de contrôle (Johnson, 1987 in Nandris *et al*, 1997).

Nous avons procédé à l'implantation de pièges à phéromone fournis par l'INPV d'El Harrach) pour la capture de *Tuta absoluta*.

#### I.5.1.1. Le Trap Delta :

Est un piège de forme triangulaire, possédant un fond englué dont on dépose la capsule à phéromone et un crochet pour pouvoir l'attacher (fig. 12). Selon De Prof (2007), il est constitué d'un tunnel de section triangulaire en carton plastifié imperméable protégeant des intempéries un petit panneau quadrillé couvert de glu et pourvu d'une capsule de phéromone sexuelle.



**Figure 12:** Photo du piège Delta après utilisation dans la culture de tomate doté d'une capsule à phéromone pour le *Tuta absoluta* (Original).

Nous avons utilisé le piège Delta pour faire une estimation de population de *Tuta absoluta* au cours de des deux essais. Le recensement des adultes mâles piégés est réalisé de façon hebdomadaire, La plaque engluée relevée est identifiée sur le terrain et le comptage est effectué visuellement

#### **1.5.1.2. Les pièges à eau :**

Ces appareils de capture sont des récipients transparents, opaques ou colorés, remplis d'eau contenant une petite quantité de détergent, jouant le rôle de mouillant, et d'antibiotique.

Leur simplicité même en fait des appareils d'un prix de revient très bas. Ces récipients sont placés aussi près que possible de la végétation, soit au sol en herbe rase, soit sur des plateaux fixés à des piquets ou directement aux branches s'il s'agit de piéger dans une frondaison (Le Berre et Roth, 1969).

L'utilisation des pièges à eau s'est avérée très fructueuse pour l'étude des populations d'insectes en milieu herbacé tempéré (Duviard et Roth, 1973).

Nous avons reparti les pièges de façon homogène de manière à couvrir toute la parcelle. Les pièges ont été installés aux deux extrémités et au centre de la culture. Selon Amazouz (2010), pour une culture de plein champ, le nombre de pièges à eau à utiliser est de 40 à 50 piège/ha et un seul piège Delta suffit si la superficie de la parcelle est inférieure à 3500 m<sup>2</sup>.

L'emplacement des pièges est à 1.50 m du sol pour le piège Delta, le piège à eau est déposé à la base de la culture de tomate. Nous comptons le nombre de papillons mâles de *Tuta absoluta* capturés pour chaque semaine en éliminant ceux capturés dans les pièges Delta. Les capsules de phéromone pour *T. absoluta* sont renouvelées toutes les 4 semaines.

#### **1.5.2. Pots Barbers**

Pièges barber sont constitués de récipients jusqu'au bord supérieur de façon à créer un puits dans lequel les insectes marcheurs vont choir (Meriguet et Zagatti, 2001)

Nous avons placé 10 pots Barber en zig zag dans la parcelle expérimentale pour pouvoir estimer la faune associée à la tomate

Les récipients cylindriques remplis d'eau au 1 /3, sont implantés dans la terre à ras le sol pour piéger les insectes marcheurs, un détergent est ajouté à l'eau pour mieux tenir les animaux piégés. Ces derniers seront triés et déterminés au laboratoire afin de les classés suivant leurs appartenance systématique ou taxons (fig. 13).

Pour installer le piège, il suffit de creuser un trou avec une pelle à jardinage et de placer le contenant dans le trou. On remet ensuite de la terre autour en aménageant sommairement le sol. Il faut que le contenant soit bien enfoncé jusqu'au niveau du sol (fig.13.). Si le bord dépasse, même un peu, les insectes vont contourner le piège plutôt que s'y jeter (Bourbonnais, 2007)



*Figure 13: Schéma d'un pot barber installé dans le sol.*

### **I.5.3. Assiettes jaunes**

Ce sont des pièges ou récipients colorés sous forme d'assiette de couleur jaune, remplis d'eau plus un détergent, déposés sur le sol pour capter les insectes volants. Nous avons placé huit assiettes dans toute la parcelle d'une façon aléatoire ; Les assiettes séparées d'une distance de plus de 3m (fg. 14).

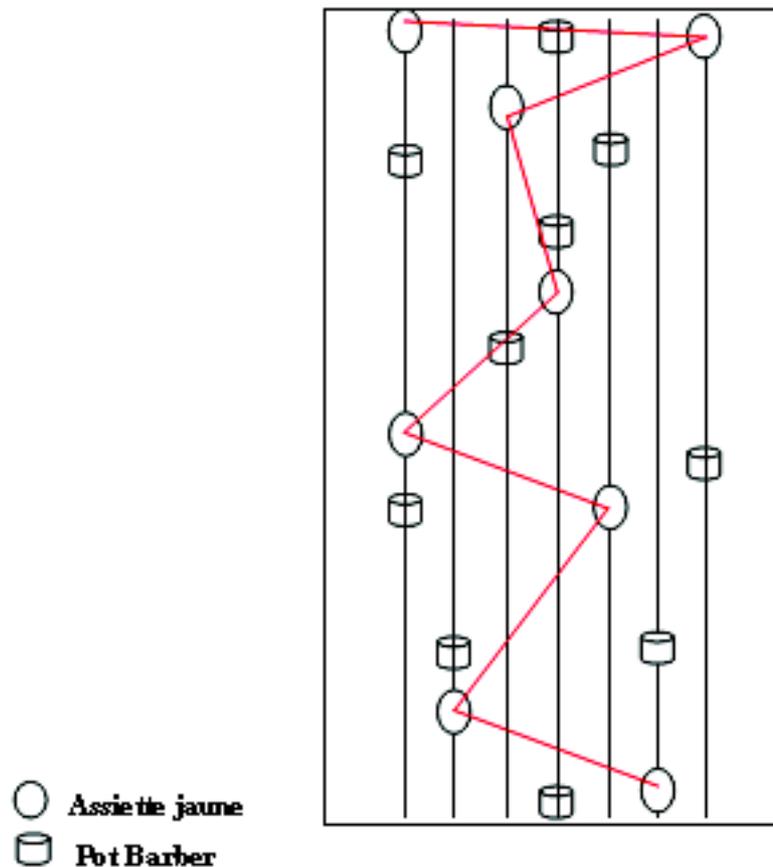


Figure 14: Schéma de la disposition des pots Barber et assiettes jaunes sur parcelle

## Chapitre II : Méthodes

### II.1. Choix de l'emplacement de la pépinière

La conduite culturale et sanitaire des jeunes plants est importante pour le devenir de la future culture ; le choix de compartiment de pépinière est essentiel ; celui-ci doit être bien aéré, installé de préférence dans un lieu isolé des autres cultures et de toute source de contamination, désinfecté et désherbé (Trottin *et al.*, 1995). La pépinière a été réalisée au niveau de la station de l'ITCMI de Staoueli et de la station horticole de l'ENSA.

### II.2. Préparation de la tourbe ou terreau

Le fumier d'une année a été mélangé à la terre d'une quantité de 50% de chaque composant, ce mélange a été stérilisé par un passage au feu sur une plaque métallique et remué d'un temps à autre afin d'éliminer les graines des mauvaises herbes, le mycélium et tout élément indésirable contenu dans le mélange. Le refroidissement de ce dernier a été obtenu après un repos d'une nuit ou plus à la température ambiante. Suite à cela le mélange est mis dans des alvéoles pour ensemencement avec le dépôt de deux graines de tomate par alvéole.

### II.3. Le suivi dans la pépinière

La bonne qualité des productions maraichères, dépend de la qualité physiologique, mais surtout de l'état phytosanitaire des plants utilisés (Fabregues *et al*, 2003).

Le nettoyage et le désherbage sont effectués régulièrement au niveau de la pépinière ainsi qu'à son entourage voisin afin d'assurer le développement normal et sain des plantules de tomate (fig.14 et 15).

Les alvéoles contenant les graines de semences de tomate sont déposées dans une serre en plastique pour assurer les conditions favorables à la germination et à la croissance des semis. L'arrosage a été effectué quotidiennement suivant la variation thermique dans la serre et l'état du terreau dans les alvéoles ; ces derniers sont régulièrement nettoyés des mauvaises herbes afin de permettre un bon développement des plantules.



**Figure 15:** Pépinière effectuée pour la culture de tomate d'arrière saison au sein de l'ITCMI de Staoueli en 2009 (Original).



**Figure 16:** Pépinière effectuée pour la culture de tomate de saison au sein de la station horticole de l'ENSA en 2010 (Original).

Des observations et des contrôles portant sur l'état sanitaire des plantules ont été notés chaque jour en mentionnant toute anomalie due aux attaques fongiques, virales et d'insectes ainsi que des carences. Et surtout une éventuelle présence de la mineuse de tomate « *Tuta absoluta* ».

En cas d'observation des premiers symptômes, les plants atteints doivent être enlevés et brûlés.

## II.4. Mise en place des essais

---

### II.4.1. Le repiquage

En pépinière, on peut sélectionner les plantules en fonction de leur taux de croissance et de leur état de santé avant de les repiquer sur le terrain (Naikaet al, 2005).

Après avoir effectué les travaux du sol et irriguer la parcelle au moins trois jours avant le repiquage, nous avons placé les tuyaux d'irrigation goutte à goutte suivant les points de repiquage des plantules (fig. 16).



(a)



(b)

**Figure 17:** Le repiquage de la tomate dans le champ et la mise en place du système d'irrigation goutte à goutte (Original).

a : le repiquage de plants de tomate pour culture d'arrière saison en 2009

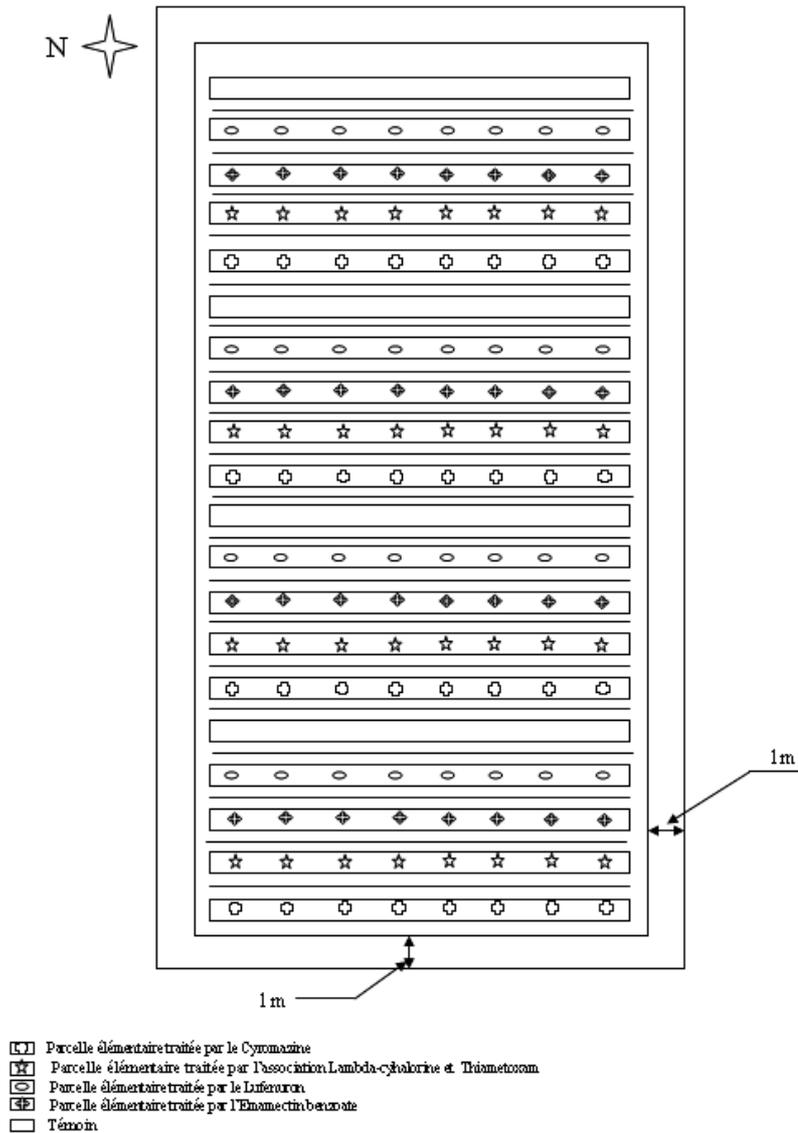
b : le repiquage de plants de tomate pour culture de saison en 2010.

#### II.4.1.1. le dispositif expérimental adopté

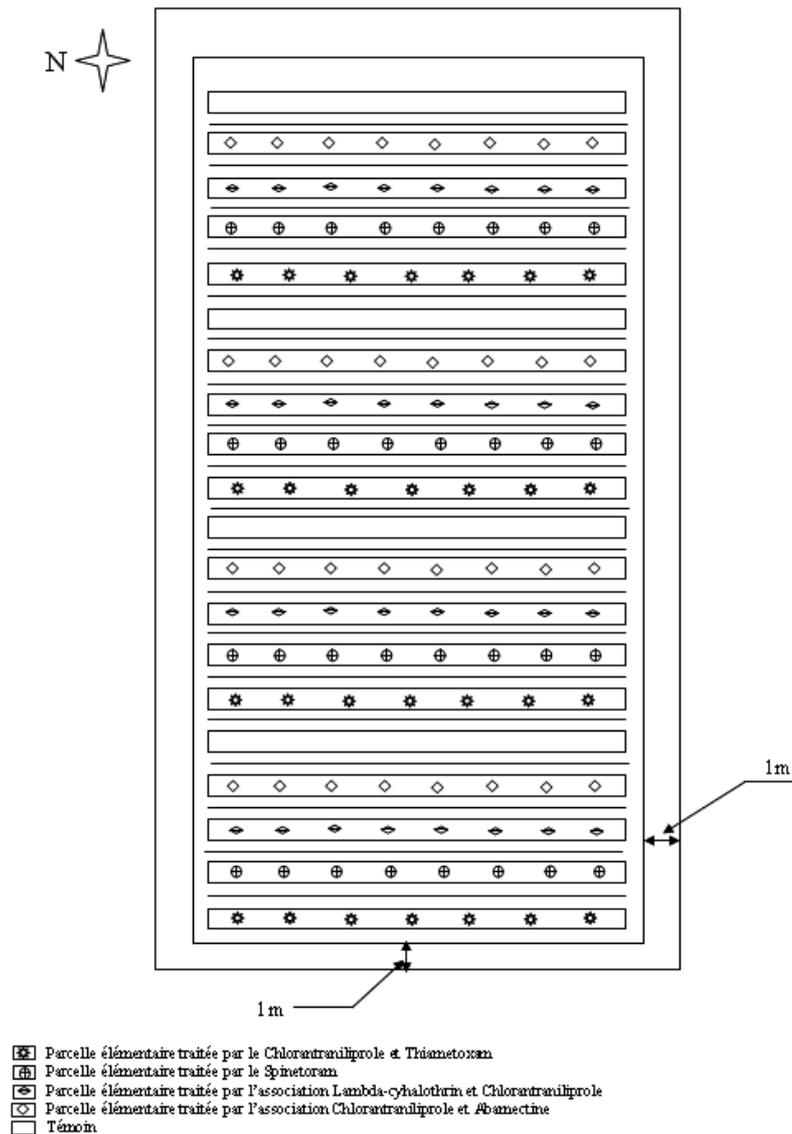
Pour les deux essais le dispositif expérimental adopté est un bloc aléatoire il est composé de cinq traitement dont un témoin non traité avec un nombre de répétitions égale à quatre (04). Chaque parcelle expérimentale est composée de 7 lignes de plants de tomate, l'écartement entre chaque deux ligne successifs été de 1 m. La distance entre deux plantules est de 40 cm. Les deux parcelles ont été entourées d'un vide sanitaire de 1m qui les sépare des cultures avoisinantes, ce vide est une bande de terrain désherbée régulièrement.

Les parcelles expérimentales ont chacune une superficie de 400 m<sup>2</sup>, sont subdivisées en cinq blocs et quatre répétitions soit 20 parcelles élémentaires de 7.2m<sup>2</sup>, 16 parcelles élémentaires traitées chacune par un insecticide et 4 témoins traités à l'eau du robinet. Le partage parcellaire adopté est les même pour les deux parcelles

(Fig. 18) et (fig. 19)



**Figure 18:** Dispositif expérimental appliqué pour la culture de tomate d'arrière saison de 2009.



**Figure 19:** Dispositif expérimental appliqué pour la culture de tomate de saison en 2010.

## II.5. Le travail du sol et désherbage de la parcelle expérimentale

Nous avons effectué un labour profond quinze jours avant le repiquage des deux cultures, cela permet d'aérer le sol et d'éliminer les chrysalides des ravageurs de culture. La troisième semaine de repiquage, nous avons pratiqué le binage et l'amendement d'engrais pour la culture à base de N, P, K, à égale proportion pour les trois éléments soit 25kg pour chacun, un sac de 75kg pour 400m<sup>2</sup>, qui représente la superficie de la parcelle, soit 18.75 × 10<sup>-2</sup> kg/m<sup>2</sup>.

Le binage, le buttage et le déchaumage qui consistent à travailler superficiellement le sol et minimiser le risque de développement des adventices été appliqués pour les deux essais chaque fois que s'avère nécessaire. En plus du travail du sol nous avons effectué un désherbage régulier manuellement sans utilisation des herbicides.

## II.6. Les traitements chimiques

Les produits mis en place pour lutter contre les ravageurs des cultures font partie des pesticides les plus dangereux pour l'utilisateur, le consommateur et la vie en général ; raison de plus de bien les connaître pour mieux les utiliser (Simonet *al*, 1994).

L'application des insecticides est réalisée par pulvérisation manuelle à l'aide d'un pulvérisateur à dos chaque semaine de façon régulière sur une durée de deux mois. Le premier traitement a débuté trois semaines après le repiquage pour les deux essais.

### II.6.1. Technique d'échantillonnage :

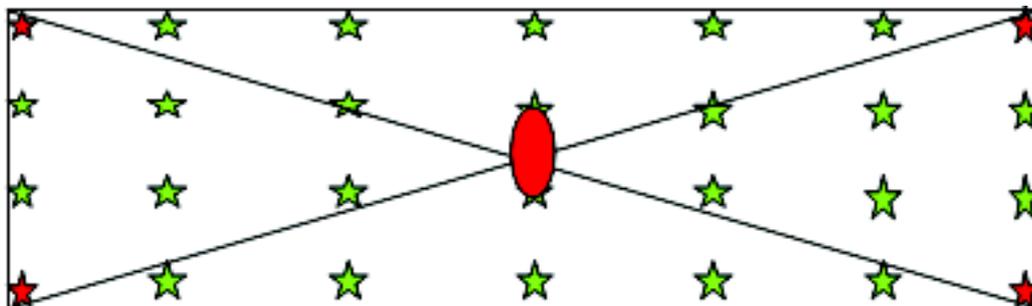
L'échantillonnage est l'ensemble des opérations qui ont pour objet de prélever dans une population des individus devant constituer un échantillon (Danelie, 1973).

Lors de l'échantillonnage, dans chaque parcelle élémentaire sur les 28 plants nous avons choisi 5 dont 4 plants situés à l'extrémité et 1 plant central. Sur chaque plant nous avons prélevé 9 feuilles (3 de la base, 3 au milieu et 3 à l'apex). Ce qui fait un total de 45 feuilles par parcelle élémentaire soient 180 feuilles pour chaque traitement (fig. 20).

Les feuilles prélevées sont conservées dans des sachets en papier codifiés. Les échantillons sont examinés au laboratoire à la loupe binoculaire. Nous dénombrons les différents stades biologiques de *Tuta absoluta* sur les deux faces foliaires de chaque feuille en tenant compte de leurs états de développement.

Cet échantillonnage nous a permis de calculer :

- le taux d'infestation ;
- d'étudier la dynamique des populations de *Tuta absoluta* (dénombrement des œufs et les individus des différents stades larvaires) ;
- d'inventorier d'éventuels parasites ou prédateurs potentiels de *Tuta absoluta*



■ Les points d'échantillonnage

**Figure 20:** méthode d'échantillonnage de feuilles de tomate au niveau de la parcelle élémentaire

Pour calculer le taux d'infestation nous avons utilisé une simple formule qui consiste à diviser le nombre de feuilles minées sur le nombre totale de feuilles observées fois 100, pour obtenir un pourcentage (Balajas *et al*, 2008).

$$\text{Taux d'infestation} = \frac{\text{Nombre de feuilles minées}}{\text{Nombre de feuilles observées}} \times 100$$

Pour chaque traitement le nombre de feuilles observées est de  $(3 \times 3) \times 5 = 45$  feuilles pour chaque parcelle élémentaire et le tout sera multiplié par 4 qui représente les répétitions pour chaque traitement.

## **II.7. Analyse statistique des résultats**

---

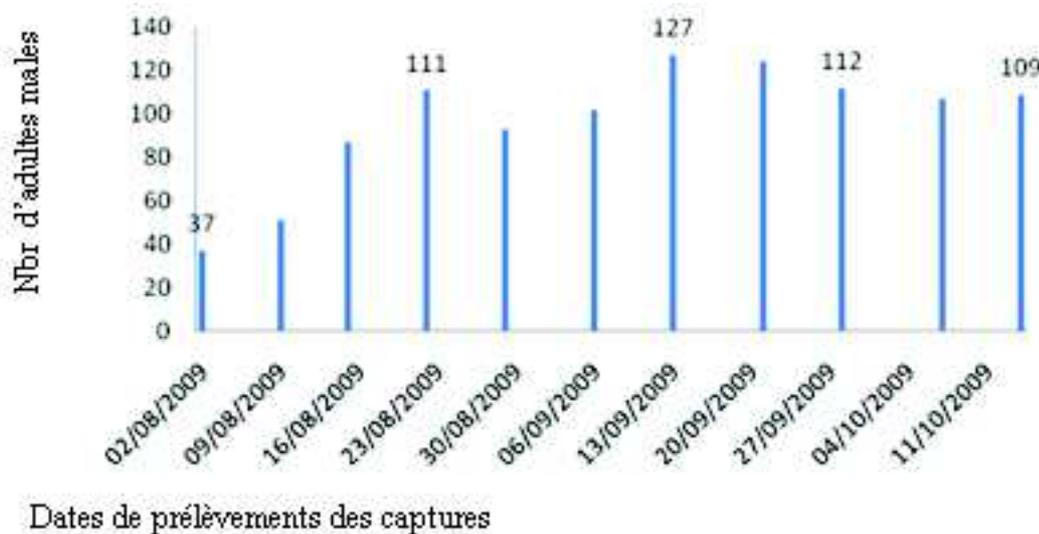
Les résultats obtenus au cours des deux essais sont analysés statistiquement avec le logiciel STATISTICA (ANOVA) par l'analyse de la variance à deux critères de classification. La séparation des moyennes a été faite par le test de Newman et Keuls (seuil de probabilité est de 0.05).

## Partie III :Résultats et discussion

### Chapitre I : Evolution des populations d'adultes males capturés par le système de piégeage

#### I.1. Essai mené sur la culture de tomate d'arrière saison en 2009

L'installation des pièges à eu lieu le deuxième jour après repiquage des plants ; les comptages des captures (fig.21), ont été effectués depuis le 02/08/09 et ce sont échelonnés sur une durée de trois mois (Aout, Septembre, Octobre).



**Figure 21 :** Evolution hebdomadaire des captures de mâles de *T. absoluta* par le piégeage Delta pour l'essai de 2009.

L'étude de l'évolution des cumulés des captures des adultes males par le piégeage à phéromone sexuelle (le piège Delta), montre l'apparition de deux pics durant ces trois mois du suivi des capture d'adultes males (Fig. 21).

L'effectif était faible durant la première semaine de capture, débutant avec 37 individus le 02/08/2009 pour atteindre le premier pic avec 111 individus le 23/08/2009 à partir duquel il diminue jusqu'à 93 individus le 30/08/2009. Un deuxième pic est relevé le 13/09/2009 avec la capture de 127 individus ce nombre a légèrement diminué pour atteindre 109 adultes males à la fin de l'essai.

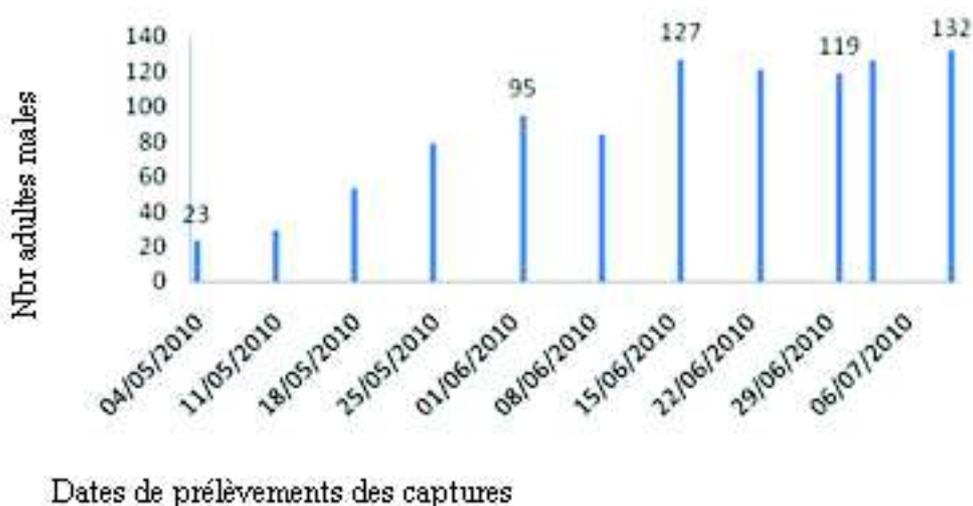


**Figure 22:** la partie gluée du piège Delta couvert d'adultes mâles de *Tuta absoluta* (Original).

## I.2. Essai mené sur la culture de tomate de saison en 2010

L'installation des pièges à eu lieu le deuxième jour après repiquage des plants ; les comptages des captures ont été effectués depuis le 04/05/2010 et ce sont échelonnés sur une durée de trois mois (Mai, Juin et Juillet).

L'étude de l'évolution des cumulés des captures des adultes mâles par le piégeage à phéromone sexuelle (le piège Delta), montre l'apparition de trois pics durant ces trois mois du suivi des capture d'adultes mâles (Fig. : 23).



**Figure 23:** Evolution hebdomadaire des captures de mâles de *T. absoluta* dans le piégeage Delta pour le deuxième essai de 2010.

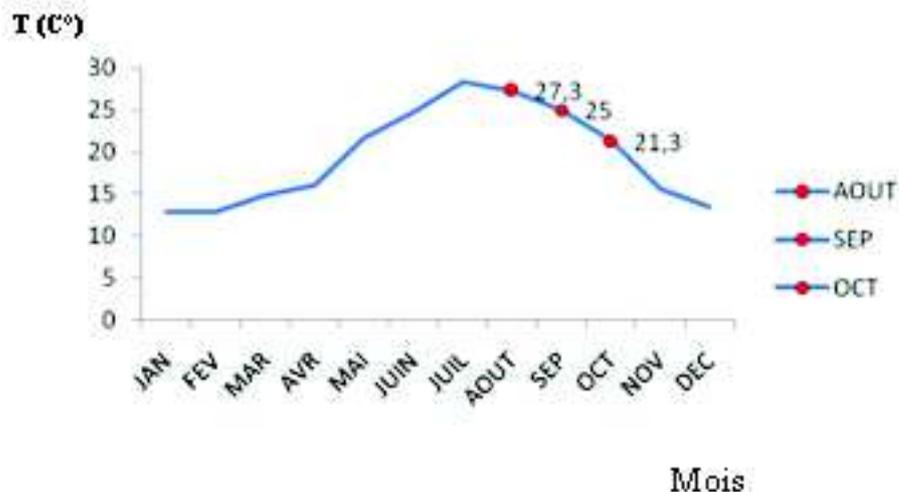
Comme les résultats obtenus précédemment pour le premier essai, l'effectif a été faible au début avec 23 individus le 04/05/2010 pour atteindre le premier pic avec 95 individus le 01/06/2010 à partir duquel il diminue jusqu'à 84 individus le 08/06/2010 puis remonte pour atteindre le deuxième pic avec 127 individus le 15/06/2010 après quoi il diminue jusqu'à 119 individus le 29/06/2010 après lequel il augmente pour atteindre le maximum de 132 individus capturés le 06/07/2010.

Nous remarquons que le nombre de capture s'élève suivant l'augmentation de la température pour les deux périodes d'essai voire les figures qui représentent les variations des moyennes mensuelles thermiques de l'année 2009 et 2010.

### I.3.Dynamique des populations

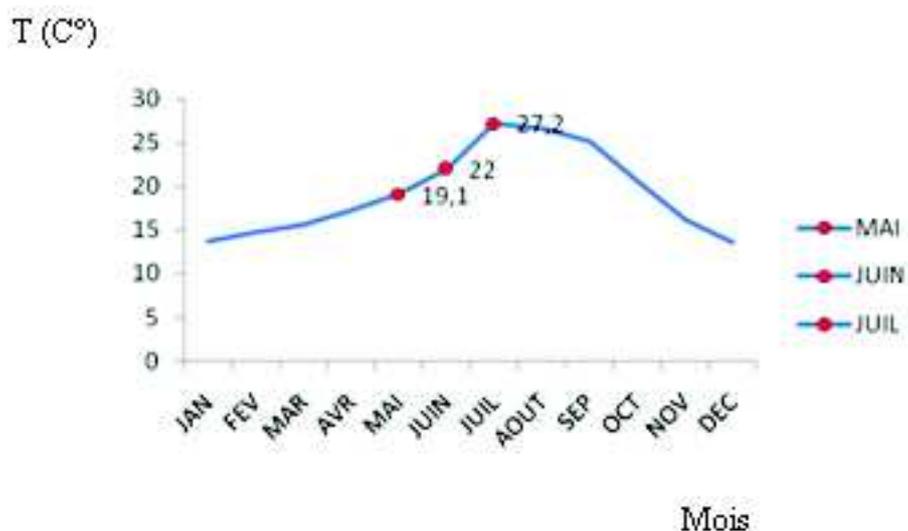
Pour effectuer le suivi des populations de *Tuta absoluta* et leurs évolution dans le temps on a procédé aux comptages des adultes males capturés par le piège Delta installé depuis le deuxième jour de repiquage des plants de tomate dans le champ ainsi que par le dénombrement directe des œufs et les individus des différents stades larvaires sur les feuilles de tomate échantillonnées.

L'infestation de la culture de tomate a eu lieu dès la première semaine de repiquage pour les deux différentes saisons de culture (culture d'arrière saison en 2009 et de saison en 2010), et cela peut être expliqué par un déplacement des adultes à partir des cultures avoisinantes principalement des solanacées pour dans le cas des deux essais afin de déposer leurs œufs dans la culture de tomate nouvellement installée (voir figures 24 et 25) en plus des conditions climatiques favorables à son développement (Juillet : TC°= 28.4, HR% = 52 pour l'année 2009 et le mois de mai : TC°= 19.1, HR% = 59.3 pour l'année 2010) et l'ouverture des serres qui coïncide avec la culture de saison.



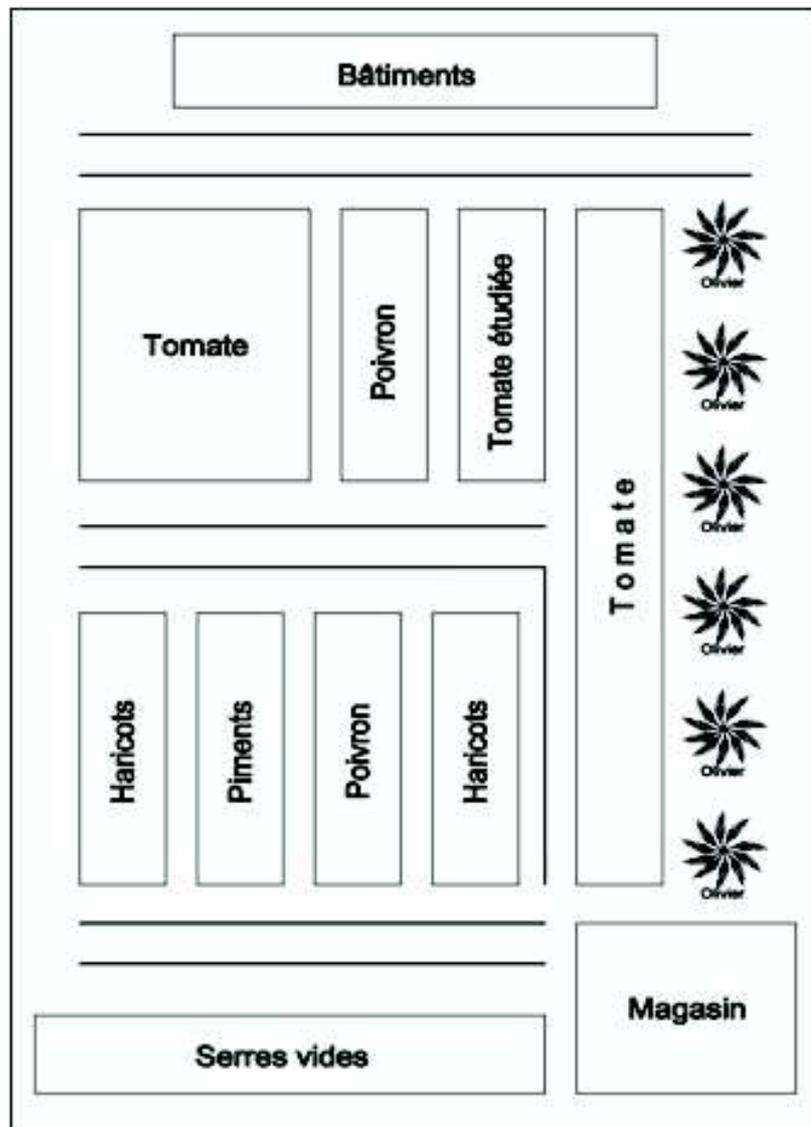
**Figure 24:** variation de la moyenne thermique mensuelle enregistrée au cours de l'année 2009.

La moyenne thermique des trois mois durant lesquels nous avons effectué la culture de tomate d'arrière saison est de 24.53°C (figure: 24) et d'après Lacordaire et Feuvrier (2010), la durée du cycle de développement est entre 23.8 à 39.7 jours d'une moyenne de 31.75 jours qui permet d'avoir moins deux générations au cours de cette durée traduite par l'apparition de deux pics au mois d'août avec 111 individus et au mois de septembre avec 127 individus (fig. 21).

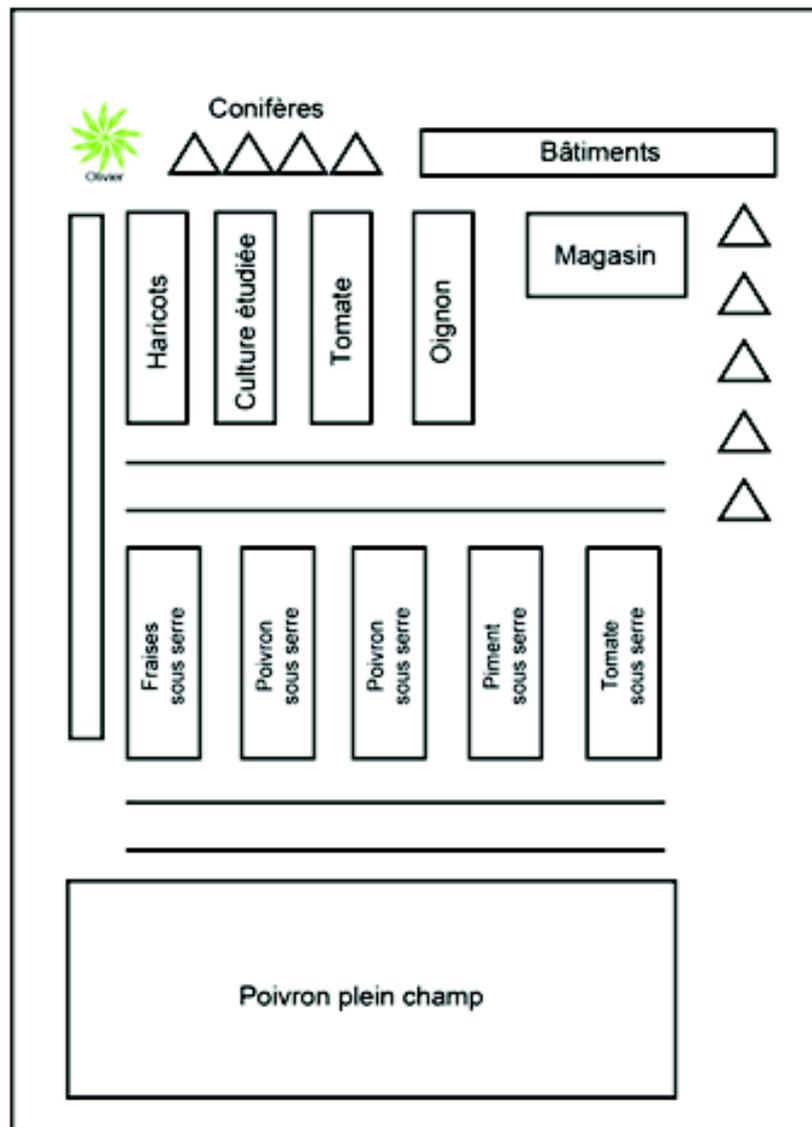


**Figure 25:** variation de la moyenne thermique mensuelle enregistrée au cours de l'année 2010.

La période durant laquelle s'est déroulée la culture de tomate de saison, présente une moyenne thermique de 22.76°C pour les trois mois de suivi (figure : 25), la durée du cycle de développement en ces conditions est près de 31.75 jours ce qui donne au mois deux générations en cette durée de culture, illustré dans l'histogramme de la figure 23 dont les pics montrent la formation de trois générations.



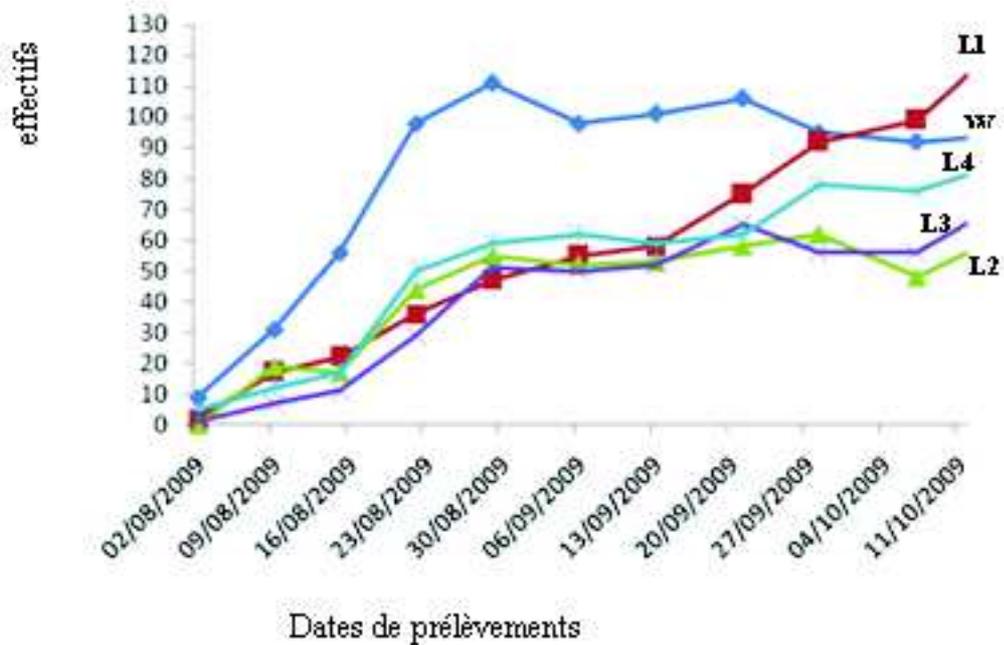
*Figure 26: schéma démonstratif du positionnement de la parcelle de culture de tomate d'arrière saison en 2009 par rapport aux cultures avoisinantes.*



**Figure 27 :** schéma du positionnement de la parcelle de culture de tomate de saison en 2010 par rapport aux cultures avoisinantes.

L'étude de la dynamique de la population de *T. absoluta* dans le biotope révèle l'existence d'une relation étroite entre les deux paramètres (à savoir, le taux d'infestation et le nombre d'individus capturés régissant la chronologie de l'extériorisation des symptômes puis des dégâts.

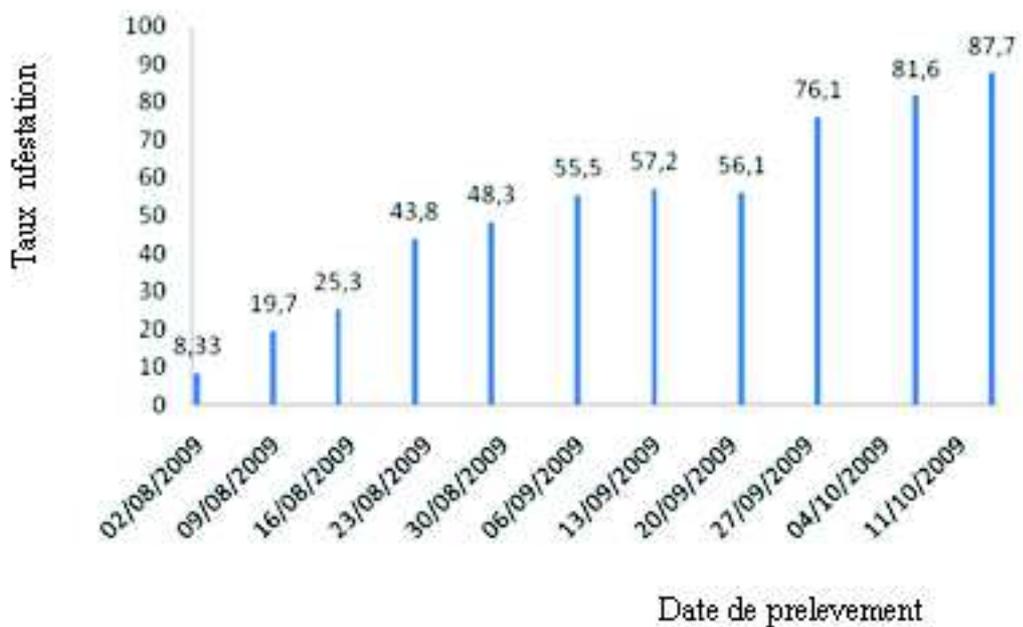
En effet, au début pour le premier comme pour le deuxième essai, nous avons observé une faible infestation, suivie d'un accroissement de la population avec une dominance des œufs et des larves du premier stade (fg. 28). L'infestation de plus en plus croissante provoque un dessèchement progressif de la culture.



**Figure 28:** Evolution des effectifs des individus des différents stades de développement de *Tuta absoluta* pour la culture de tomate d'arrière saison en 2009.

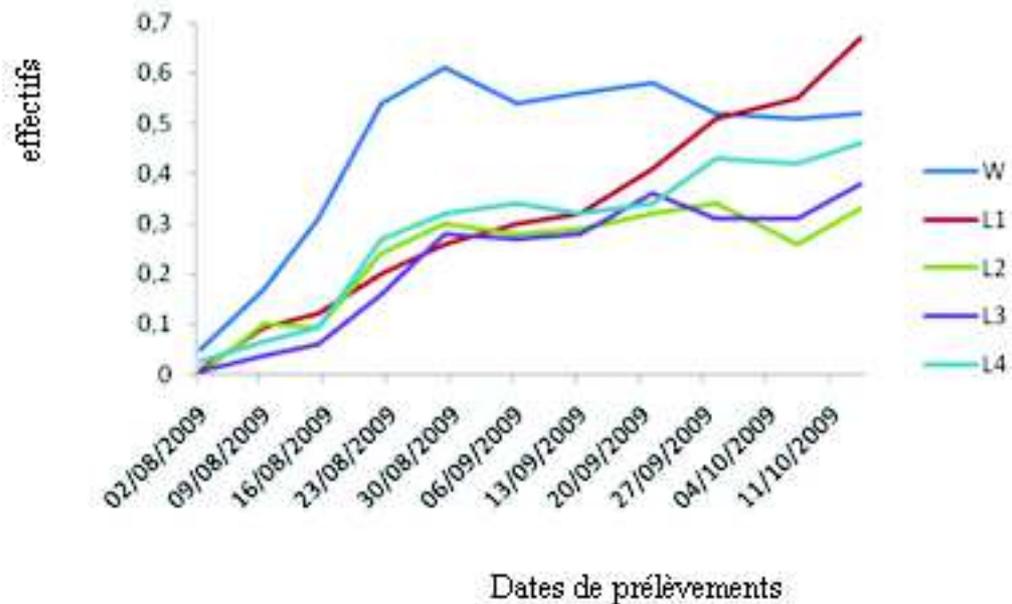
Durant toute la culture d'arrière saison en 2009, la présence des différents stades évolutifs du ravageur *Tuta absoluta* est simultanée, ce qui mène à une croissance progressive du taux d'infestation de la culture allant de 8,33% arrivant à 87,70% vers la fin de la culture, d'une augmentation de 77,37% (fg. 28).

La première semaine de culture de la tomate d'arrière saison se caractérise par un faible taux d'infestation, résultant d'un effectif d'individus global réduit, engendrant un taux d'infestation de 8,33% (fg.29)



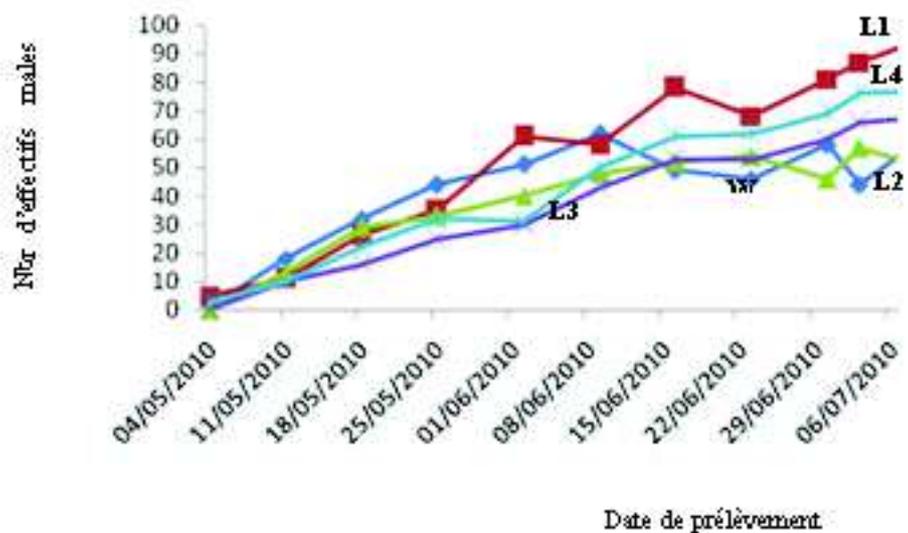
**Figure 29:** Taux d'infestation calculé pour la culture de tomate d'arrière saison en 2009.

Pour un nombre initial d'œufs recensés d'une présence de 0.05 œuf par feuille, suivis par le premier stade larvaire (L1) d'une présence de 0.01 individus par feuille puis du quatrième stade (L4) avec 0.02 individus par feuille (fg. 30).



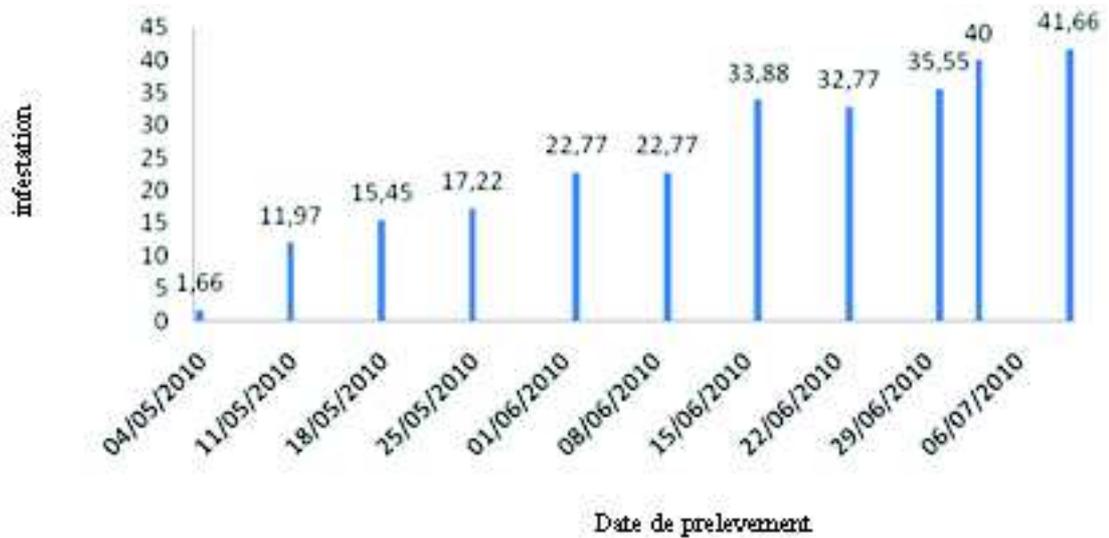
**Figure 30:** nombre d'individus par feuille suivant le stade évolutif de *Tuta absoluta* sur culture de tomate d'arrière saison de 2009.

Il est à remarquer que le nombre des œufs commence à diminué à partir du 08/06/2010, alors que les représentants des autres stades évolutifs du ravageur *Tuta absoluta* sont de plus en plus présents sur la culture de tomate (fg. 31).



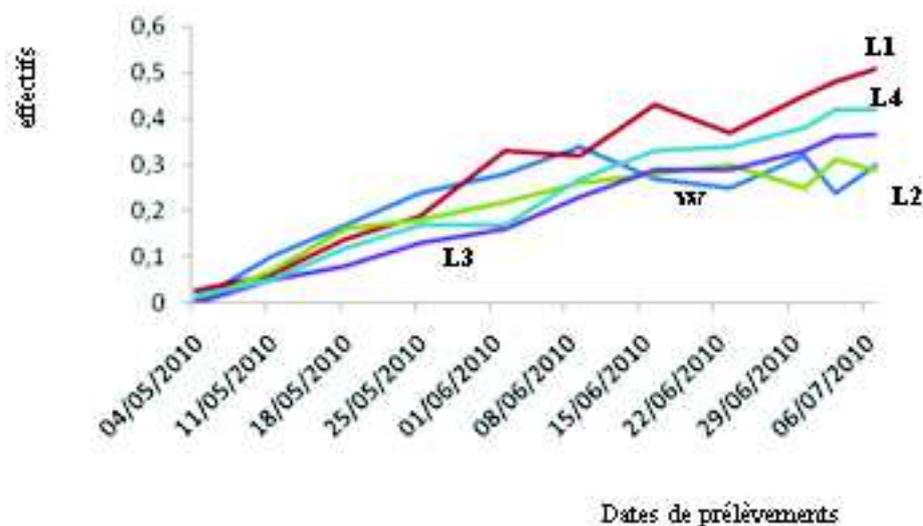
**Figure 31:** Evolution des effectifs des individus des différents stades de développement de *Tuta absoluta* sur la culture de tomate de saison en 2010.

La culture de tomate de saison de 2010, a eu un taux d'infestation final de 41.66% alors qu'au debut de la culture été de 1.66% avec une augmentation de 40%, accompagné par la presence de tous les stade evolutifs de *Tuta absoluta* (fg. 32).



**Figure 32:** Taux d'infestation calculé pour la culture de tomate de saison en 2010.

Les résultats obtenus en culture de tomate d'arrière saison en 2009, ne sont pas très différent de ceux de la deuxième culture de tomate de 2010. Le taux initial d'infestation pour la culture de saison de 2010 est de 1.66 pour un nombre initial d'œufs recensé avec une présence 0.05 individus par feuille, et la dominance des effectifs du premier stade larvaire avec 0.02 individus par feuille puis le quatrième stade larvaire avec 0.01 individus par feuille (fg. 33).



**Figure 33:** nombre d'individus par feuille suivant le stade evolutif de *Tuta absoluta* sur culture de tomate de saison de 2010.

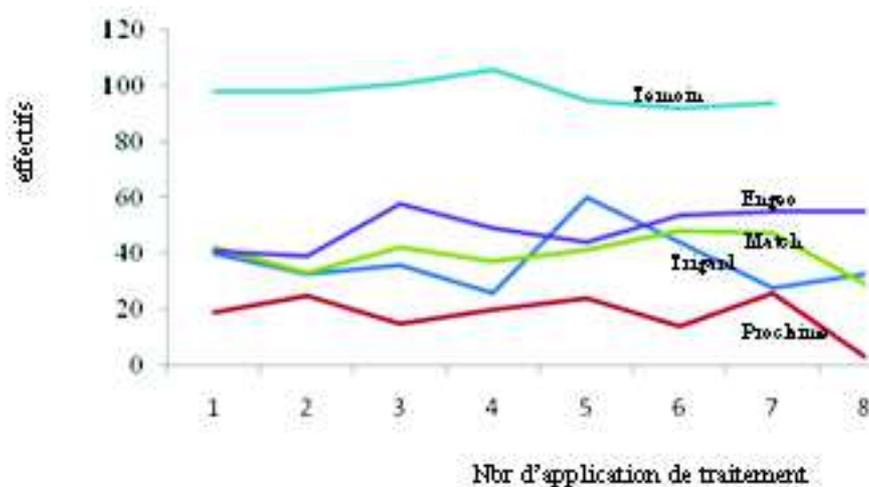
## Chapitre II : Efficacité des produits insecticides

## II.1.Résultats de la lutte chimique

### II.1.1.Essai insecticides pour *Tuta absoluta* sur tomate d'arrière saison de 2009

#### II.1.1.1. Les œufs

Les œufs dénombrés pour chaque traitement sont bien inférieurs à ceux dénombrés pour le témoin. Le Proclame montre des résultats très inférieurs par rapport au témoin et aux autres insecticides testés avec un nombre maintenu à moins de 40 œufs soit d'une diminution de 91 œufs à la fin de l'essai (fg. 34).



**Figure 34:** évolution des effectifs des œufs de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate d'arrière saison au cours de l'année 2009.

**Tableau 13:** résultats de l'analyse de la variance des cumulés des œufs suivant les insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate d'arrière saison en 2009.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10899,34	159	68,549				
VAR.FACTEUR 1	7397,562	4	1849,39	75,045	0		
VAR.FACTEUR 2	108,393	7	15,485	0,628	0,73332		
VAR.INTER F1*2	436,139	28	15,576	0,632	0,91993		
VAR.RESIDUELLE 1	2957,25	120	24,644			4,964	40,63%

Les résultats du tableau sont très hautement significatifs pour le facteur traitement par contre ils sont non significatifs pour le facteur nombre d'applications du traitement ainsi que pour l'interaction entre les deux facteurs. De cela nous pouvons dire que le facteur traitement a un effet significatif sur le nombre d'œufs, ce dernier mais n'est pas influencé par le nombre d'application de traitement. Le coefficient de variabilité (C.V) est très élevé avec un pourcentage de 40.63% (tab.13).

**Tableau 14:** résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les cumulés des œufs suivant les insecticide utilisé sur tomate d'arrière saison en 2009.

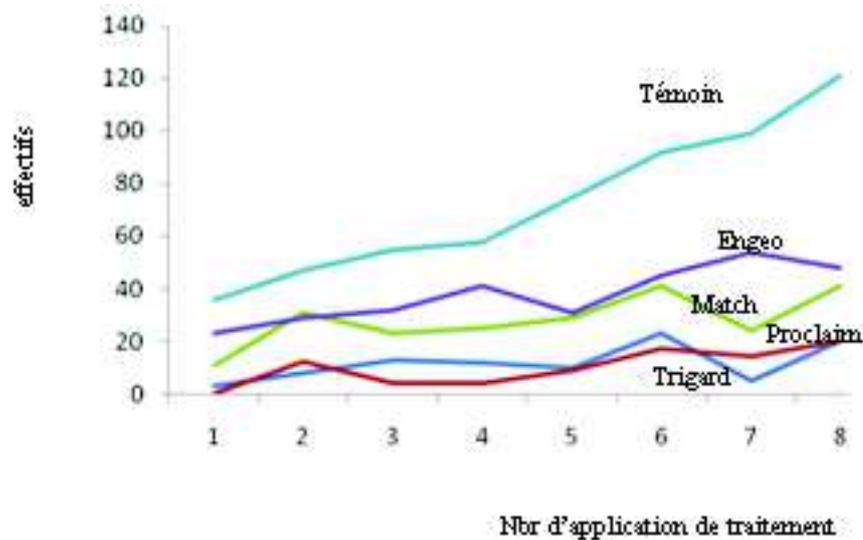
Facteur 1 : traitement					
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
Témoin	24,844	A			
Engeo	12,344		B		
Match	9,969		B	C	
Trigard	9,375			C	
Proclaim	4,563				D

Le test de NEWMAN-KEULS au seuil 5% pour l'action des traitements insecticides sur les œufs de *Tuta absoluta* sur tomate de plein champ effectué pour l'essai de la période de 2009, fait paraître les résultats suivants pour le facteur 1 (traitement) : il existe 4 groupes homogènes A, B, C et D.

Le premier groupe A comporte le témoin seul avec une moyenne de 24.844, la moyenne la plus élevée des 4 groupes. Le deuxième groupe B comprend les deux produits insecticides Engeo et le Match avec une moyenne respectivement 12.344 et 9.969, ce dernier est inclus aussi dans le 3<sup>ème</sup> groupe qui est le groupe C avec le Trigard à une moyenne de 9.375. Le dernier groupe D comprend le Proclaire avec une moyenne de 4.563 (tab. 14).

### II.3.1.2. Le premier stade larvaire

Pour les cumulés du premier stade larvaire « L1 », tous les résultats sont inférieurs à ceux du témoin. Le Trigard 75% à côté du Proclaire maintiennent un nombre de larves qui ne dépasse pas 25 individus pour feuilles échantillonnées au cours de la durée de l'essai en 2009 (fg. 35).



**Figure 35:** évolution des effectifs des individus du premier stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate d'arrière saison en 2009.

Tableau 15 : résultats de l'analyse de la variance des cumulés des individus du premier stade larvaire suivant les insecticides et le nombre d'interventions sur tomate d'arrière saison en 2009.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	8465,776	159	53,244				
VAR.FACTEUR 1	5218,401	4	1304,6	128,903	0		
VAR.FACTEUR 2	1152,776	7	164,682	16,272	0		
VAR.INTER F1*2	880,099	28	31,432	3,106	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	1214,5	120	10,121			3,181	39,58%

A partir de ce tableau, l'étude de la variance montre des résultats très significatifs pour les deux facteurs ainsi que pour leur interaction. Depuis cette analyse, le facteur traitement agit sur le nombre des larves du premier stade larvaire en fonction du nombre d'application du produit insecticide qui progresse dans le temps avec un coefficient de variation (C.V) élevée de 39.58 (tab.15).

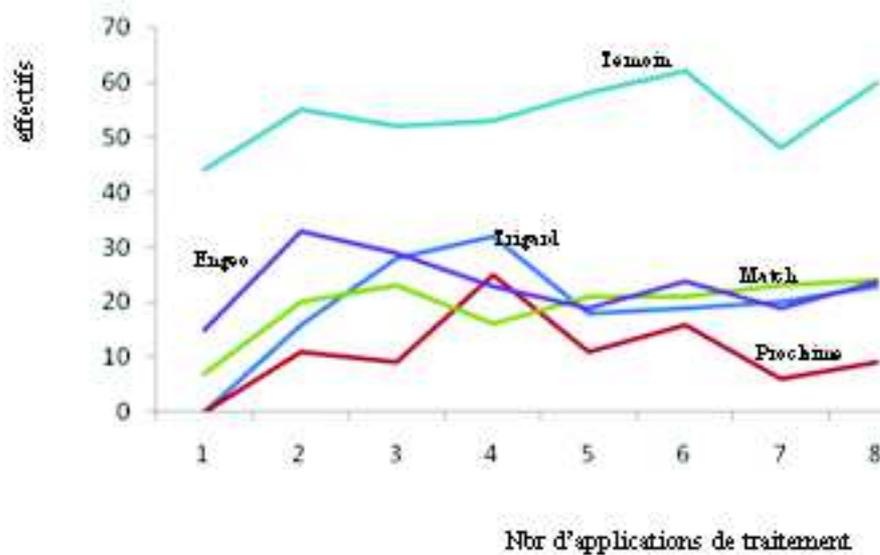
**Tableau 16: Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les individus du premier stade larvaire suivant l'insecticide utilisé sur culture de tomate d'arrière saison en 2009**

Facteur 1 : traitement			
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Témoin	18,219	A	
Engeo	9,469		B
Match	7,031		C
Trigard	2,969		D
Proclaim	2,5		D

La comparaison des moyennes concernant le deuxième stade larvaire de *Tuta absoluta* met en évidence 4 groupes homogènes A, B, C et D dont le premier groupe (A) contient le Témoin avec une moyenne de 18.219, le deuxième (B) comprend l'Engeo avec une moyenne de 9.469 et le Match dans le groupe C avec une moyenne de 7.031, ces trois premiers groupes sont eu avec des résultats significatifs par contre le Trigard et le Proclaire sont dans le dernier groupe (D) avec des résultats non significatifs respectivement 2.969 et 2.5 en dessous du seuil de 5% (tab. 16).

### II.3.1.3. Le deuxième stade larvaire

Comme pour les deux premiers stades de développement de *Tuta absoluta*, les cumulés des individus du deuxième stade larvaire pour chaque traitement insecticide révèlent des résultats bien inférieurs à ceux calculés pour le témoin et qui dépasse 40 individus recensés. Le Proclaire présente des résultats plus remarquables que les autres produits insecticides avec un cumulé de moins de 30 individus soit d'une réduction de 51individus (fg.36).



**Figure 36:** évolution des effectifs des individus du deuxième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate d'arrière saison en 2009.

**Tableau 17:** résultats de l'analyse de la variance des cumulés des individus du deuxième stade larvaire suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate d'arrière saison en 2009.

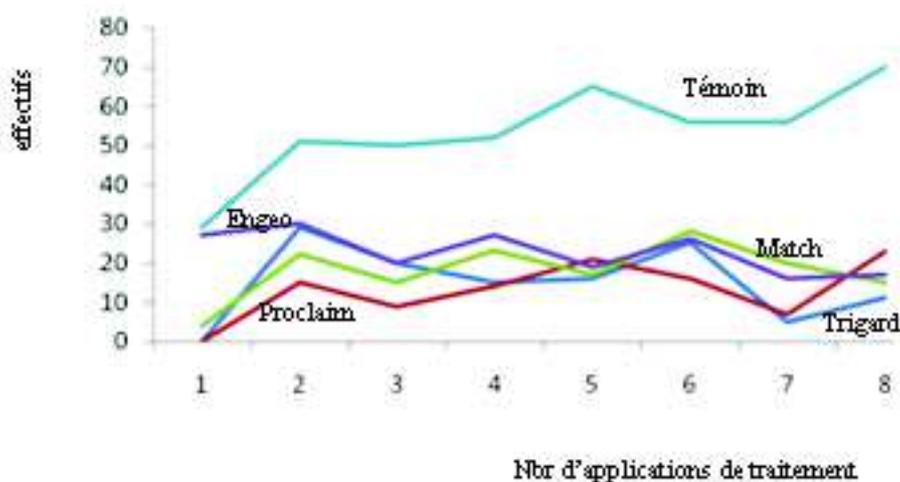
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3454,4	159	21,726				
VAR.FACTEUR 1	2209,337	4	552,334	81,325	0		
VAR.FACTEUR 2	249	7	35,571	5,238	0,00004		
VAR.INTER F1*2	181,063	28	6,467	0,952	0,5408		
VAR.RESIDUELLE 1	815	120	6,792			2,606	41,04%

Le tableau de l'analyse de variance pour les deux facteurs (traitement et nombre d'application) concernant le deuxième stade larvaire de *Tuta absoluta* montre des résultats significatifs pour les deux facteurs et non significatifs pour l'interaction entre les deux facteurs. Le coefficient de variation (C.V) est très élevé avec un pourcentage de 41.04% (tab. 17).

La comparaison des moyennes pour les larves du deuxième stade en utilisant le test de NEWMAN-KEULS mis en évidence trois groupes homogènes (A, B, C). Le témoin se situe dans le groupe A avec une moyenne de 13.5 et dans le groupe B se trouve l'Engeo avec une moyenne de 5.813, le Trigard et le Match donnent des résultats significatifs avec des moyennes respectives de 4.875 et 4.844. Le dernier groupe C comporte le Proclime avec une moyenne de 2.719 (tab. 18).

#### II.3.1.4. Le troisième stade larvaire

L'évolution des effectifs du témoin montre une allure qui progresse jusqu'à la fin de l'essai au contraire à ceux des blocs traités dont les cumulés se maintiennent toujours à moins de 30 individus pour les effectifs de ce troisième stades larvaire et nous remarquons que le Proclime maintien toujours les plus faibles résultats par rapport aux autres produits insecticides avec un pic qui ne dépasse pas 23 individus dénombrés après la cinquième application (fig. 37).



**Figure 37:** évolution des effectifs des individus de larves du troisième stade de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate d'arrière saison en 2009.

**Tableau 19:** résultats de l'analyse de la variance des cumulés des individus du troisième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate d'arrière saison en 2009.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3762.244	159	23.662				
VAR.FACTEUR 1	2221.712	4	555.428	76.108	0		
VAR.FACTEUR 2	311.394	7	44.485	6.096	0.00001		
VAR.INTER F1*2	353.388	28	12.621	1.729	0.02271		
VAR.RESIDUELLE 1	875.75	120	7.298			2.701	44.06%

L'analyse de la variance pour les effectifs du troisième stade larvaire donne des résultats significatifs pour les deux facteurs ainsi que leur interaction et un coefficient de variance élevé de 44.06% (tab.19).

**Tableau 20:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les individus du troisième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant les insecticides utilisés sur tomate d'arrière saison en 2009.

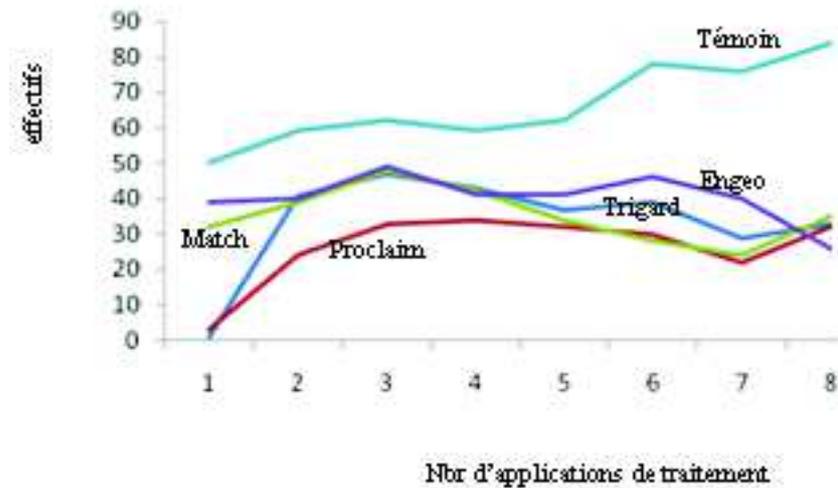
Facteur 1 : traitement			
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Témoign	13,406	A	
Engeo	5,688	B	
Match	4,5	B C	
Trigard	3,781	C	
Proclaim	3,281	C	

La comparaison des moyennes pour les larves du troisième stade (L3) en utilisant le test de NEWMAN-KEULS met en évidence trois groupes homogènes (A, B, C).

Le groupe A comprend le Témoign avec une moyenne non significative de 13.40. Le groupe B on trouve l'Engeo avec une moyenne non significative de 5.688 et le Match avec un résultat significatif d'une moyenne de 4.5, ce dernier est intermédiaire dans le

groupe homogène C à côté du Trigard avec une moyenne de 3.78 et le Proclaime avec une moyenne de 3.28 (tab.20).

### II.3.1.5. Le quatrième stade larvaire



**Figure 38:** évolution des effectifs des individus du quatrième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate d'arrière saison en 2009.

Pour le stade larvaire L4, la différence entre les cumulés des individus pour les blocs traités et celui du témoin non traité est très visible, les effectifs recensés à partir des échantillons du bloc traité par le Proclaime (ne dépasse pas 34 individus) sont plus faibles que ceux recensés dans les blocs traités par les autres insecticides (fg.38).

**Tableau 21:** résultats de l'analyse de la variance des cumulés des individus du quatrième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate d'arrière saison en 2009.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3936,4	159	24,757				
VAR.FACTEUR 1	2010,4	4	502,6	68,111	0		
VAR.FACTEUR 2	401,1	7	57,3	7,765	0		
VAR.INTER F1*2	639,4	28	22,836	3,095	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	885,5	120	7,379			2,716	26,76%

Pour le quatrième stade larvaire l'analyse de la variance montre des résultats hautement significatifs pour les deux facteurs et leur interaction. Le coefficient de variance est élevé avec un taux de 26.76% (tab.21).

**Tableau 22:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les cumulés des individus du quatrième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant les insecticides utilisé sur tomate d'arrière saison en 2009.

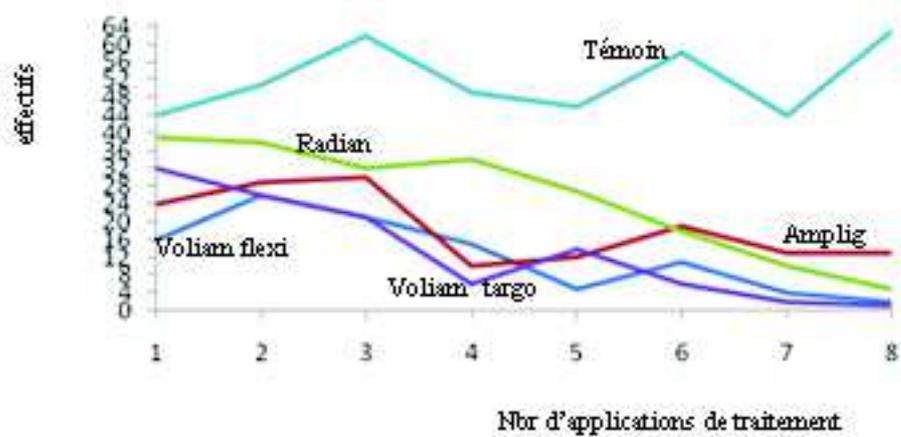
Facteur 1: traitement					
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
Témoin	16,875	A			
Engeo	10,063		B		
Match	8,813		B	C	
Trigard	8,438			C	
Proclaim	6,563				D

La comparaison multiple des moyennes pour les larves du quatrième stade en utilisant le test de NEWMAN-KEULS met en évidence 4 groupes homogènes (A, B, C et D).

Le témoin se trouve dans le groupe A avec une moyenne de 16.875 et dans le groupe B on trouve l'Engeo avec une moyenne de 10.063 et le Match avec une moyenne de 8.813, ce dernier est inclus aussi dans le groupe homogène C à côté du Trigard avec une moyenne de 8.438 et le Proclame avec une moyenne de 6.563 (tab.22).

### II.3.2.Essai insecticides pour *Tuta absoluta* sur tomate de saison de 2010

#### II.3.2.1. Les œufs



**Figure 39:** Evolution des effectifs des œufs de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'intervention utilisés sur culture de tomate de saison en 2010

Concernant le deuxième essai, l'évolution des effectifs des œufs prend des allures convergentes pour toutes les unités expérimentales traitées, à l'inverse de ceux du témoin non traité qui progressent jusqu'à la fin de la culture. Le Voliam targo et le Voliam flexi ont presque la même allure qui diminue après chaque application de l'insecticide avec un maximum de 32 œufs au début et un minimum de 1 œuf après la dernière application pour le Voliam targo et un maximum de 26 œufs après la deuxième application du Voliam flexi et un minimum de 2 œufs après la dernière application. Pour tous les blocs traités les effectifs des œufs ne dépassent pas 0.21 œuf par feuille (Fig. 39).

**Tableau 23:** résultats de l'analyse de la variance des cumulés des œufs de *Tuta absoluta* suivant les insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate de saison en 2010.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3845.976	159	24.189				
VAR.FACTEUR 1	363.913	4	90.978	12.966	0		
VAR.FACTEUR 2	62.576	7	8.939	1.274	0.26831		
VAR.INTER F1*2	2577.487	28	92.053	13.119	0		
VAR.RESIDUELLE 1	842	120	7.017			2.649	43.34%

A partir de ce tableau l'étude de la variance montre des résultats très significatifs pour le facteur traitement et non significatif pour le facteur nombre d'application des traitements, l'interaction des deux facteurs est hautement significative. Le coefficient de variation (C.V) est d'une valeur élevée de 43.34% (tab.23).

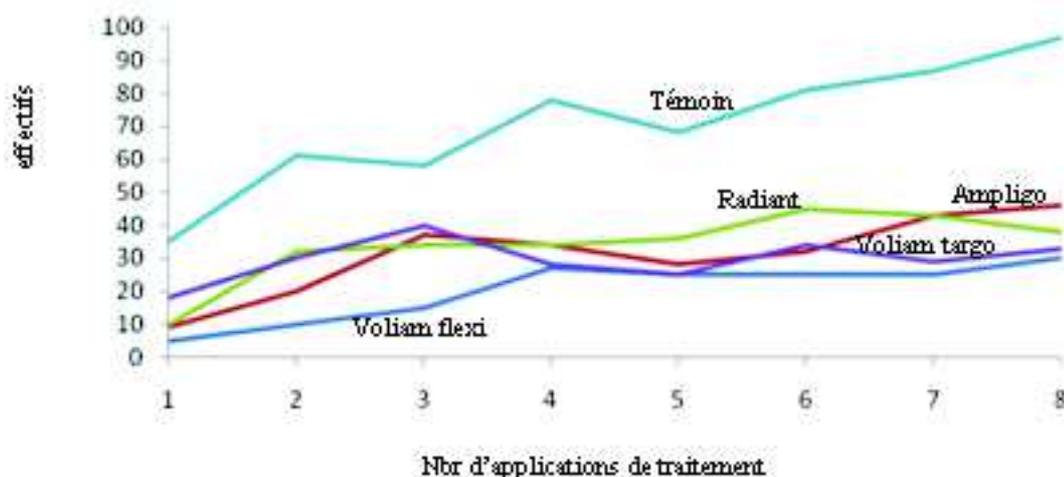
Le test de NEWMAN-KEULS au seuil 5% pour l'action des traitements insecticides sur les œufs de *Tuta absoluta* sur tomate de plein champ effectué pour l'essai de la période de 2010, fait paraître les résultats suivants pour le facteur 1 (traitement) : il existe 2 groupes homogènes A, et B.

Le premier groupe A comporte l'Ampligo avec une moyenne de 8.063 et le Voliam flexi d'une moyenne de 7.75.

Le deuxième groupe (B), présente le Voliam targo, le Radiant et le Témoin avec des moyennes respectivement de 5.469, 4.906 et 4.375 (tab.24).

### II.3.2.2. Le premier stade larvaire

L'allure de l'évolution des effectifs du témoin non traité et celles des blocs traités progressent suivant le temps et le nombre d'application des traitements. Les blocs traités par le Voliam flexi enregistrent un faible cumule pour un minimum de 5 individus au début un maximum de 30 larves à la fin de la culture suivi par le Voliam targo avec un minimum de 18 individus au début et un maximum de 40 individus après la troisième application du traitement (fg.40).



**Figure 40:** Evolution des effectifs des individus du premier stade larvaire de *Tuta absoluta* de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate de saison en 2010.

Tableau 25: résultats de l'analyse de la variance des cumulés des individus du premier stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate de saison en 2010.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	5770.344	159	36.291				
VAR.FACTEUR 1	1232.563	4	308.141	26.164	0		
VAR.FACTEUR 2	170.194	7	24.313	2.064	0.0522		
VAR.INTER F1*2	2954.337	28	105.512	8.959	0		
VAR.RESIDUELLE 1	1413.25	120	11.777			3.432	36.98%

L'analyse de la variance concernant les effectifs du premier stade larvaire donne des résultats significatifs pour le facteur traitement et l'interaction entre le premier et le deuxième facteur et des résultats non significatifs pour ce dernier. Le coefficient de variance est élevé d'une valeur de 36.98% (tab.25).

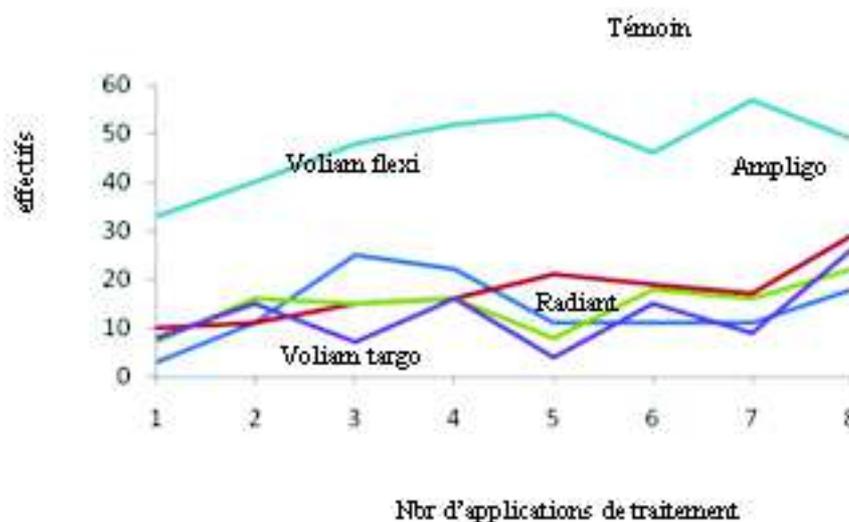
**Tableau 26: Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les cumulés des individus du premier stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide utilisé sur tomate de saison en2010.**

Facteur1 : traitement			
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Témoin	12.594	A	
Voliam targo	11.031	A	B
Ampligo	9.438		B
Radiant	9		B
Voliam flexi	4.344		C

La comparaison des moyennes effectuée par le test de NEWMAN-KEULS sur les cumulés du premier stade larvaire de *Tuta absoluta* met en évidence 3 groupes homogènes A, B et C dont le premier groupe (A) contient le Témoin avec une moyenne de 12.594 et le Voliam targo avec une moyenne de 11.031. Le deuxième (B) comprend Voliam targo l'Ampligo avec une moyenne de 9.438 et le Radiant d'une moyenne de 9. Le groupe C contient le Voliam flexi avec une moyenne de 4.344 (tab.26).

### II.3.2.3. Le deuxième stade larvaire

**Figure 41 :** Evolution des effectifs des individus du deuxième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate de saison en 2010.



Le cumule obtenu à partir du témoin est bien plus élevé que ceux des blocs traités pour ce stade larvaire L2 de *Tuta absoluta*, les variations des cumules ont les mêmes allures que ceux du premier stade larvaire, ou les plus faibles sont enregistrés dans les blocs traités par le Voliam targo avec un minimum de 7 individus après la troisième application du traitement et un maximum de 26 individus à la fin de la culture (fg. 41).

**Tableau 27: résultats de l'analyse de la variance des cumulés des individus du deuxième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate de saison en 2010.**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2950.376	159	18.556				
VAR.FACTEUR 1	303.688	4	75.922	10.898	0		
VAR.FACTEUR 2	38.375	7	5.482	0.787	0.60103		
VAR.INTER F1*2	1772.312	28	63.297	9.086	0		
VAR.RESIDUELLE 1	836	120	6.967			2.639	49.68%

A partir de ce tableau l'étude de la variance montre des résultats très significatifs pour le facteur qui est le traitement ainsi l'interaction entre les facteurs 1 et 2 d'une probabilité de 0 et un résultat non significatif pour le deuxième facteur avec une probabilité de 0.601. Le coefficient de variation (C.V) est élevé d'une valeur de 49.68% (tab.27).

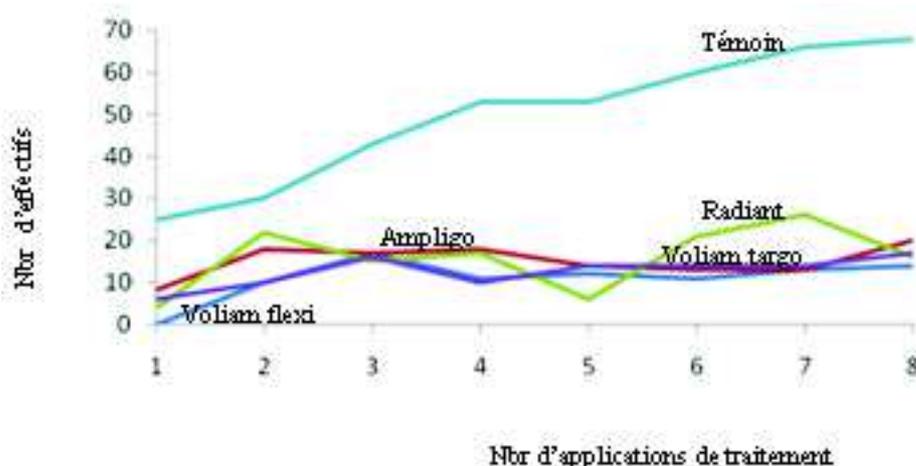
**Tableau 28: Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les cumulés des individus du deuxième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide utilisé sur tomate de saison en 2010.**

Facteur 1 : traitement			
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Témoin	7.063	A	
Voliam targo	6.063	A	B
Ampligo	5.844	A	B
Radiant	4.5		B
Voliam flexi	3.094		C

La comparaison des moyennes pour les larves du troisième stade (L3) en utilisant le test de NEWMAN-KEULS fait paraître 3 groupes homogènes (A, B et C).

Le Témoin, le Voliam targo et l'Ampligo dans le même groupe (A) respectivement avec des moyennes de 7.063, 6.063 et 5.844, les deux derniers produits sont aussi inclus dans le deuxième groupe homogène (B) à côté du Radiant avec une moyenne de 4.5. Le dernier groupe C comprend le Voliam flexi avec une moyenne de 3.094 (tab.28).

#### II.3.2.4. Le troisième stade larvaire



**Figure 42:** Evolution des effectifs des larves du troisième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisées sur tomate de saison en 2010.

Pour ce troisième stade larvaire, les cumules des blocs traités se maintiennent très faibles par rapport à celui du témoin et leurs effectifs ne dépassent pas 26 individus pour tous les blocs dont le Voliam flexi enregistre des résultats appréciables avec un minimum de 0 individus au début de la culture et un maximum de 17 individus après la troisième application de l'insecticide (fg.42).

**Tableau 29:** résultats de l'analyse de la variance des cumulés des individus du troisième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisées sur tomate de saison en 2010.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3645.344	159	22.927				
VAR.FACTEUR 1	406.75	4	101.688	14.168	0		
VAR.FACTEUR 2	85.494	7	12.213	1.702	0.11413		
VAR.INTER F1*2	2291.85	28	81.852	11.405	0		
VAR.RESIDUELLE 1	861.25	120	7.177			2.679	51.33%

Pour le L3, l'analyse de la variance montre des résultats hautement significatifs pour le facteur traitement et l'interaction entre les deux facteurs, et non significatifs pour le facteur nombre d'application des traitements avec une probabilité de 0.114. Le coefficient de variance est élevé d'un pourcentage de 51.33% (tab.29).

**Tableau 30:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les cumulés des individus du troisième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant les insecticides et le nombre d'application du produit sur culture de tomate de l'année 2010.

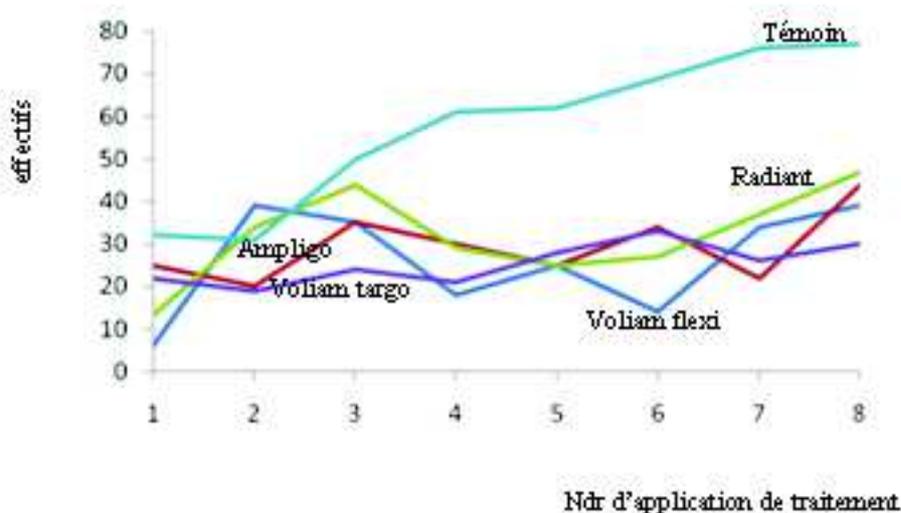
Facteur 1 : traitement			
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Témoin	7.625	A	
voliam targo	6.188	B	
ampligo	4.875	B	
radiant	4.5	C	
voliam flexi	2.906	D	

Le test de NEWMAN-KEULS au seuil 5% pour l'action des traitements insecticides sur les larves du troisième stade de *Tuta absoluta* sur tomate d'arrière saison de 2010, organise les moyennes en 4 groupes homogènes A, B, C et le D.

Le premier groupe A comporte Le Témoin avec une moyenne de 7.625. Dans le groupe B il y a le Voliam targo et l'Ampligo respectivement avec des moyennes de 6.188 et 4.875.

Le troisième groupe (C), présente l'Ampligo et le Radiant avec une moyenne de ce dernier de 4.5. Le Voliam flexi dans le groupe (D) avec une moyenne de 2.906 (tab.30).

### II.3.2.5.Le quatrième stade larvaire



**Figure 43:** Evolution des effectifs des individus du quatrième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate de saison en 2010.

En ce qui concerne le dernier stade larvaire de l'insecte au cours du deuxième essai, les cumules enregistrés pour les blocs traités par les produits insecticides sont nettement inférieurs à ceux du témoin non traité après la troisième application des traitements. Les blocs traités par le Voliam flexi et le Voliam targo présentent les cumules les moins faibles par rapport aux autres insecticides (fg.43).

**Tableau 31:** résultats de l'analyse de la variance des cumulés des individus du quatrième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate de saison en 2010.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3591.775	159	22.59				
VAR.FACTEUR 1	583.962	4	145.991	16.837	0		
VAR.FACTEUR 2	181.775	7	25.968	2.995	0.00632		
VAR.INTER F1*2	1785.538	28	63.769	7.354	0		
VAR.RESIDUELLE 1	1040.5	120	8.671			2.945	33.99%

Pour le L4, l'analyse de la variance montre des résultats hautement significatifs pour les deux facteurs, le traitement insecticide et le nombre d'applications du produit (tab.31).

**Tableau 32:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les cumulés des individus du quatrième stade larvaire de *Tuta absoluta* suivant l'insecticide utilisé sur tomate de saison en 2010.

Facteur 1 : traitement			
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Témoin	11.75	A	
Voliam targo	9.281		B
Ampligo	8.688		B
Radiant	7.625		B
Voliam flexi	5.969		C

La comparaison des moyennes pour les larves du quatrième stade en utilisant le test de NEWMAN-KEULS met en évidence trois groupes homogènes (A, B, C).

Le Témoin dans le groupe A avec une moyenne de 11.75. Le groupe B présente le Voliam targo, l'Ampligo et le Radiant respectivement avec des moyennes de 9.281, 8.688 et 7.625. Dans le groupe homogène C on trouve le Voliam flexi avec une moyenne de 5.969 (tab.32).

Les insecticides testés sur les œufs de *Tuta absoluta* en culture de tomate d'arrière saison ont manifesté une bonne efficacité. La différence entre les traitements et le témoin est hautement significative.

Le témoin se distingue de très loin des insecticides utilisés, l'effectif avoisine les 100 individus, l'Engeo, le Match et le Trigard bien qu'une différence significative existe entre ces traitements, l'Engeo et Match se trouvent dans le même groupe B, le Match et le Trigard dans le groupe C avec un nombre d'œufs ne dépassant pas 60. Le Proclaire donne des résultats satisfaisants avec un nombre d'œufs ne dépassant pas 30 individus. L'Engeo et le Trigard manifeste sensiblement la même efficacité sur les œufs mais le Proclaire s'avère le meilleur.

L'effet de ces mêmes insecticides sur les larves du premier stade larvaire, montre que le Trigard et le Proclaire ont provoqué une réduction de 101 individus.

Sur les individus du deuxième stade larvaire, l'Engeo et le Match manifestent une réduction de 36 individus et le Trigard 37individus. Le Proclaire paraît être le meilleur avec une réduction de 51 individus. L'Engeo, le Trigard et le Match se trouvent dans le même groupe B et le Proclaire dans le groupe C.

L'efficacité du Trigard, le Proclaire, le Match et l'Engeo est sensiblement la même avec un nombre d'individus ne dépassant pas 30 individus recensés. L'Engeo et le Match se trouvent dans le même groupe B, le Match, le Trigard et le Proclaire dans le même groupe C.

Pour les individus du quatrième stade larvaire, la différence entre les traitements est hautement significative, l'Engeo et le Match se trouvent dans le même groupe C, le Match est intermédiaire entre Engeo et Trigard. Le Proclaire se distingue par sa meilleure efficacité.

Les insecticides testés sur de *Tuta absoluta* en culture de tomate de saison ont montré une bonne efficacité vis-à-vis de ce ravageur.

La différence entre le témoin et les insecticides est très remarquable. Sur les œufs, le Voliam flexi et le Voliam targo montrent des résultats très significatifs, en diminuant le nombre des œufs de 32 œufs au début de la culture à un nombre avoisinant le zéro après la huitième application des traitements et ils se classent dans deux groupes différents, le Voliam flexi dans le groupe A, le Voliam targo dans le groupe B. Le Radiant et l'Ampligo ont le même effet sur les œufs, l'Ampligo dans le groupe A et le Voliam targo dans le groupe B.

Ces insecticides manifestent une même efficacité sur les individus du premier stade larvaire avec des résultats très hautement significatives, en maintenant le nombre d'effectifs inférieurs à 50 individus et se tiennent très loin du témoin. L'Ampligo et le Radiant se classent dans le même groupe B, le Voliam targo est intermédiaire dans les groupes A et B, le Voliam flexi dans le groupe C.

Les quatre insecticides ont sensiblement la même efficacité sur les individus du deuxième stade larvaire, les effectifs se maintiennent au dessous de 25 individus au bout de la sixième application ; après la septième, ils atteignent des effectifs inférieurs à 17 individus. Le Voliam targo et l'Ampligo sont intermédiaires dans les groupes A et B, le Radiant dans le groupe B et le Voliam flexi dans le groupe C.

Le Voliam targo, le Voliam flexi et l'Ampligo manifestent sensiblement la même efficacité sur les larves du troisième stade de *Tuta absoluta*, ils restent relativement stable après la deuxième application avec un effectif inférieur à 20 individus, le Voliam targo et l'Ampligo se classent dans le même groupe B, le Voliam flexi dans le groupe D. Le Radiant manifeste une efficacité modérée, les effectifs sont inférieurs à 25 individus puis diminuent après la quatrième application du traitement jusqu'à 7 individus après la cinquième application puis remonte à 27 individus après la septième application et redescend à nouveau après la huitième application pour atteindre un nombre de 25 individus. Le Radiant se classe dans le groupe C.

Ces insecticides ont la même efficacité sur les individus du quatrième stade larvaire de *Tuta absoluta* d'une efficacité très significative, le nombre de L4 fluctue entre 9 et 50 à partir de la deuxième application des traitements. Le Voliam targo, Ampligo et le Radiant se classent dans le même groupe B, le Voliam flexi dans le groupe C.

## Chapitre III : Estimation des dégâts et des pertes

### III.1. Taux d'infestation de *Tuta absoluta* sur culture de tomate

#### III.1.1. La culture de tomate de saison en 2009

Le nombre des feuilles échantillonnées et observées est de 180 feuilles. Le taux d'infestation est estimé par la formule proposée par Balajas *et al* (2008) citée précédemment dans la partie matériels et méthode. L'échantillonnage pratiqué avant l'application des traitements été complètement aléatoire. 180 feuilles échantillonnées à partir de cinq plantes pris au hasard ; au niveau de la plante, trois feuilles été prélevées de la partie inférieure, trois de la partie médiane et trois autres de la partie supérieure.

Au début de l'installation de la culture de tomate d'arrière saison, l'infestation été faible avec un taux de 8.33% le 02/08/2009, 19.70% le 09/08/2009 et 25.30% le 18/05/2009.

#### III.1.1.1. Taux d'infestation après l'application des insecticides suivant le type de produit et le nombre d'application.

Tableau 33: Taux d'infestation suivant le traitement insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate d'arrière saison en 2009.

Nbr d'pp. De traitement	Trigard	Proclaire	Match	Engeo	témoins
1	2.70%	4.40%	15.00%	31.60%	43.80%
2	16.60%	10.00%	18.80%	41.10%	48.30%
3	15.50%	11.60%	21.60%	43.80%	55.50%
4	20.50%	11.10%	22.70%	46.10%	57.20%
5	17.20%	13.80%	30.50%	48.30%	56.10%
6	21.10%	12.70%	31.60%	52.70%	76.10%
7	26.10%	16.10%	35.00%	61.60%	81.60%
8	23.30%	12.20%	47.70%	55.00%	87.70%

Le taux d'infestation calculé après la première application des traitements insecticides est très faible dans les parcelles traitées par le Trigard, en effet une diminution de 41,1% a été relevée. Le Proclaire suit le Trigard avec une réduction de l'infestation de 39,40%. après la deuxième application ce même produit marque le plus faible taux d'infestation égale à 10% par rapport à 48.3 calculé pour le témoin, il est suivi par le Trigard avec un taux de 16.6%. les taux d'infestation calculés après chaque application des traitements augmentent de plus en plus jusqu'à atteindre un maximum largement inférieur à celui calculé pour le témoin non traité après la septième application des traitements d'une valeur minimale calculée pour le Proclaire de 16.1% et 23.3% pour le Trigard et 81.6% pour le témoin puis rediminu après la huitième application pour un minimum calculé pour les parcelles traitées par le Proclaire de 12.2% et un maximum calculé pour celles traitées par l'Engeo d'une valeur de 55% par rapport au témoin avec 87.7% (tab. 33).

## III.2. La culture de tomate de saison en 2010

Le nombre des feuilles échantillonnées et observées est toujours de 180. L'estimation du taux d'infestation par *Tuta absoluta* sur tomate de plein champ en cet deuxième essai de l'année 2010 avant l'application des traitements insecticide, sont moins agressifs que ceux de la culture de l'arrière saison de l'année 2009. On a obtenu un taux de 1.66% le 04/05/2010, 11.97% le 11/05/2010 et 15.45% le 18/05/2010.

### III.2.1. Taux d'infestation après l'application des insecticides suivant le type de produit et le nombre d'application.

Tableau 34: Taux d'infestation en fonction des traitements insecticide et le nombre d'interventions utilisés sur tomate de saison en 2010.

temps	Voliam targo	Radiant	Ampligo	Voliam flexi	témoins
15	5.55%	4.44%	7.22%	1.66%	17.22%
30	13.33%	14.44%	8.33%	8.33%	22.77%
45	12.22%	15%	14.44%	6.11%	27.77%
60	10.55%	12.77%	13.33%	10.55%	33.88%
75	9.44%	10%	12.22%	10.55%	32.77%
90	13.33%	15%	13.88%	8.33%	35.55%
105	11.11%	16.66%	13.33%	11.66%	40%
120	14.44%	16.66%	19.44%	13.88%	41.66%

Pour la culture de tomate de saison en 2010, les blocs qui enregistrent le moins de dommage sont ceux traités par le Voliam flexi suivi par ceux traités par le Voliam targo (tab. 34).

Après la première application des traitements, le taux d'infestation enregistré pour le bloc traité par le Voliam flexi est de 1.66% soit d'une réduction de 15.66% par rapport à celui calculé pour le témoin qui est de 17.22. Le taux d'infestation augmente après la deuxième application des traitements, puis diminue après la troisième application dont le taux d'infestation calculé pour le Voliam flexi est le plus faible avec une réduction de 21.66%. Après la quatrième application le taux calculé pour les blocs traités est le même pour ceux traités par le Voliam flexi et Voliam targo d'une valeur de 10.55%. A la fin de la culture le plus faible taux est celui calculé pour les blocs traités par le Voliam flexi avec une réduction de 27.78% suivi par celui calculé pour le Voliam targo avec une réduction de 27.22% par rapport à celui calculé pour le témoin qui est de 41.66%.

### III.3. Estimation de pertes en fruits de tomate

En ce qui concerne les pertes de récoltes provoquées par les larves de *Tuta absoluta*, l'efficacité des produits est jugée par triage et comptage des fruits sains et endommagés, le dosage de chacun des produits utilisés lors des expérimentations et les résultats obtenus sont résumés sous forme de tableaux (tab. 35 et tab.36).

La parcelle expérimentale des deux essais en deux périodes différentes, était équipée par des pièges à eau à phéromone sexuelle. Les pertes se sont apparues dès la première récolte avec un maximum de dommage vers la fin de la culture avec des pourcentages différents suivant chaque traitement insecticide.

L'importance des pertes en fruits de tomate, est due principalement au type d'insecticide appliqué et l'intensité du développement du ravageur (*Tuta absoluta*), vu que le reste des mesures de protection phytosanitaire (piégeages et la méthode culturale) sont les mêmes.

Traitement	Matière active	Première récolte				Deuxième récolte				Troisième récolte			
		Nbr total de fruits	Nbr de fruits sains	Nbr de fruits infestés	Pertes %	Nbr total de fruits	Nbr de fruits sains	Nbr de fruits infestés	Pertes %	Nbr total de fruits	Nbr de fruits sains	Nbr de fruits infestés	Pertes %
Trigard	cyromazine	389	309	80	20.56	417	304	113	27.09	423	318	105	24.82
Ebeo	Thiamethoxame lambda-cyhalothrin	401	194	217	54.11	420	175	245	58.33	473	220	253	53.48
Prochime	Emamectin benzoate	421	366	55	13.06	437	368	69	15.78	491	434	57	11.60
Mach	lufénuron	380	262	118	31.05	411	266	145	35.27	481	258	223	46.36
Témoin		342	75	267	78.07	397	15	382	95.89	425	43	382	89.88

**Tableau 35: Production en fruit de tomate estimée pour le premier essai de l'année 2009**

## Contribution à la lutte intégrée contre *Tuta absoluta* sur tomate en plein champ

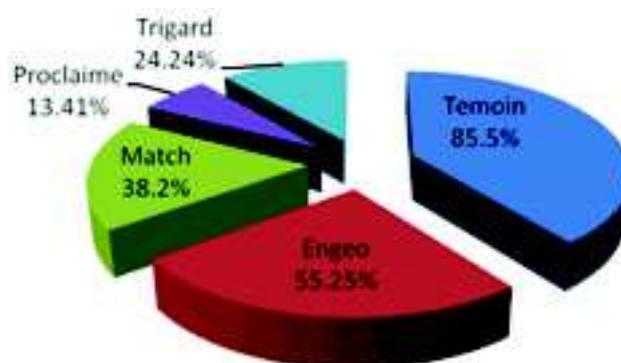
Traitement	Matière active	Première récolte				Deuxième récolte				Troisième récolte			
		Nbr total de fruits	Nbr de fruits sains	Nbr de fruits infestés	Pertes %	Nbr total de fruits	Nbr de fruits sains	Nbr de fruits infestés	Pertes %	Nbr total de fruits	Nbr de fruits sains	Nbr de fruits infestés	Pertes %
		Voliam flex	Chlorantraniliprole	403	438	35	8.68	431	383	48	11.13	420	369
Voliam targo	Abamectine Chlorantraniliprole	316	277	38	12.34	348	315	33	9.48	401	345	56	13.96
Ampligo	Lambda-cyhalothrine	350	303	47	13.42	422	364	58	13.74	369	294	75	20.32
Radiant	Spinetoram	390	331	59	15.12	410	342	68	16.58	412	341	71	17.23
Témoin		327	210	117	35.77	408	237	171	41.91	388	197	201	50.51

**Tableau 36** : La production en fruit de tomate estimée pour le deuxième essai de l'année 2010

**Tableau 37**:La perte en fruits de tomate par rapport à la production totale suivant le traitement insecticide de l'année 2009.

Traitement	N° DE total de fruits	N° total de fruits infestés	Pertes totale %
Témoin	1164	990	85.5
Engeo	1294	715	55.25
Match	1272	486	38.2
Proclaire	1349	181	13.41
Trigard	1229	298	24.24

Pour estimer l'efficacité de notre lutte, nous avons comparé entre le nombre de fruits infestés et les fruits sains par rapport à la production totale dont nous réalisons en ce premier essai que le Proclaire donne les meilleurs résultats avec 13.41% suivi par le Trigard avec 24.24% (tab.37).



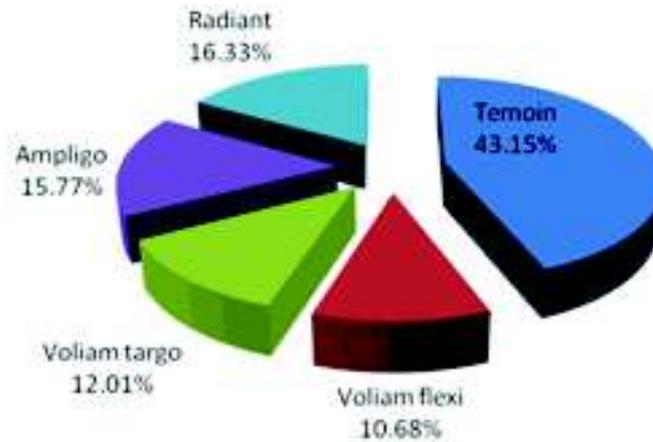
**Figure 44**: Pourcentage des pertes de production en fruit de tomate pour la culture d'arrière saison en 2009.

La fig.44, montre que les pertes de production en fruits dans les parcelles traitées par l'Engeo sont considérables, atteignant un pourcentage de 55.25% qui n'est pas trop loin de celui obtenu dans les parcelles non traitées. Cette forme de représentation des résultats fait paraître l'efficacité du Proclaire par rapport aux autres traitements insecticides.

**Tableau 38**:La perte en fruits de tomate par rapport à la production totale suivant le traitement insecticide sur culture de tomate de saison en 2010.

Traitement	N° DE total de fruits	N° total de fruits infestés	Pertes totale %
Témoin	1133	489	43.15
Voliam flexi	1254	134	10.68
Voliam targo	1065	128	12.01
Ampligo	1141	180	15.77
Radiant	1212	198	16.33

En ce deuxième essai, le Voliam flexi présente les pertes les plus faibles avec 10.68 suivi par le Voliam targo avec 12.01%.



**Figure 45:** Pourcentage des pertes de production en fruit de tomate pour la culture de tomate de saison en 2010

La partie représentant les pertes en fruits de tomate dans les parcelles non traitées est nettement plus grande que celles représentant les pertes dans les parcelles traitées qui sont presque d'égale dimension (fig.39).

## Chapitre IV :La faune associée à la culture de tomate

### IV.1. La richesse faunistique

**Tableau 39:** Nombre des espèces suivant l'ordre taxonomique collectées sur culture de tomate pour les deux saisons de culture.

	classe	ordre	famille	espèce	nombre
Période de 2009	3	11	35	45	260
Période de 2010	5	14	34	43	329

Pendant la saison de piégeage étalée sur 12 semaines, 3 Classes, 11 Ordres, 35 Familles et 45 Espèces ont été collectés pour la première période de 2009 et 5 Classes, 14 Ordres, 34 Familles et 43 Espèces ont été collectées pour la deuxième période de l'année 2010.

Les espèces recensées pour les deux périodes de cultures (d'arrière saison en 2009 et de saison en 2010) sont représentées dans les deux tableaux qui se suivent, ordonnées

en Classe, Ordre, Famille et Espèce sans prendre en considération la date de capture et le piège utilisé.

**Tableau 42 : espèces d'invertébrés capturées par pots barber et assiettes jaunes pour la culture de tomate d'arrière saison pour les trois mois Aout septembre octobre.**

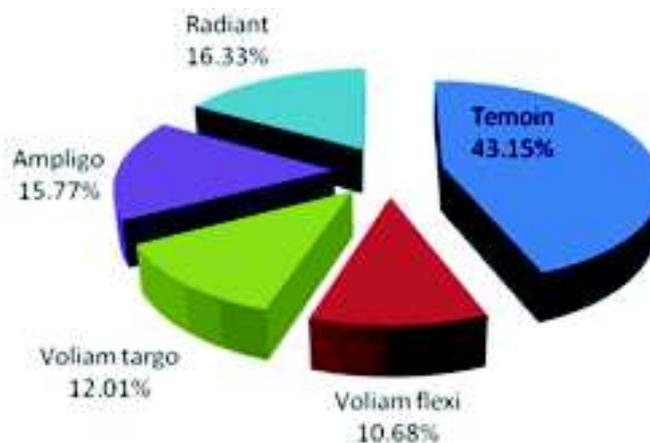
Classe	Ordre	Famille	Espece	Nombre d'espèces
Gastropoda	Pulmonea	Helicellidae	<i>Cochlicelle barbara</i>	7
		Helicidae	<i>Helix aperta</i>	19
			<i>Helicidae sp. Ind</i>	3
Arachnida	Aranea	Aranea F. ind	<i>Aranea sp. ind</i>	5
		Dysderidae	<i>Dysderidae sp.ind</i>	9
		Lycosidae	<i>Lycosidae sp</i>	2
Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella algeria</i>	18
			<i>Novius cardinalis</i>	6
		Harpalidae	<i>Harpalus pubescens</i>	10
			<i>Harpalus sp</i>	3
			Chrysomelidae	<i>Chaetocnema sp</i>
			<i>Hispa sp. Ind</i>	1
		Anthicidae	<i>Anthicidae sp. Ind</i>	2
			<i>Anthicus floralis</i>	5
		Histeridae	<i>Histeridae sp. Ind</i>	1
		Staphylinidae	<i>Staphylinus sp</i>	2
			<i>Bolitobius sp. Ind</i>	7
			<i>Philuanthus</i>	5
		Malachidae	<i>Athous sp. Ind</i>	3
	Tenebrionidae	<i>Scleron armatum</i>	5	
	Orthoptera	Acrididae	<i>Acrida turrata</i>	5
			<i>Paratetti meridionalis</i>	3
	Homoptera	Jassidae	<i>Jassidae sp. Ind</i>	12
		Psyllidae	<i>Cacopsylla sp. Ind</i>	9
		Coccidae	<i>Coccidae sp. Ind</i>	4
	Heteroptera	Lycosidae	<i>Lycosidae sp</i>	3
		Capsidae	<i>Capsidae sp</i>	2
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	16
			<i>Cataglyphis bicolor</i>	11
<i>Misor barbara</i>			15	
Cynipidae		<i>Cynipidae sp. Ind</i>	3	
Braconidae		<i>Braconidae sp. Ind</i>	10	
Bethyloidae		<i>Bethyloidae sp. Ind</i>	5	
Pompilidae		<i>Pompilidae sp</i>	2	
Fulgaridae		<i>Fulgaridae sp. Ind</i>	1	
Chaesomelidae		<i>Chaetocnema</i>	2	
Diptera		Tachinidae	<i>Tachinidae sp. ind</i>	5
		Stratiomyidae	<i>Stratiomyidae sp</i>	1
	Gnaphosidae	<i>Gnaphosidae sp</i>	7	
	Partatomidae	<i>Carpocorus fuscispinus</i>	3	
		<i>Nezaraviridula sp</i>	4	

**Tableau 43: espèces d'invertébrés capturées par pots barber et assiettes jaunes pour la culture de tomate de saison pour les trois Mai, Juin et Juillet.**

Classe	Ordre	Famille	Espece	Nombre d'especes
Gastropoda	Pulmonea	Helicidae	<i>Helix aperta</i>	13
Crustacea	Isopoda	Oniscidae	<i>Oniscidae sp. ind</i>	18
Arachnida	Aranea	Lycosidae	<i>Lycosidae sp</i>	5
		Aranea F. ind	<i>Aranea sp. ind</i>	8
		Dysderidae	<i>Dysderidae sp.ind</i>	6
Myriapoda	Diplopoda	Polydesmidae	<i>Polydesmidae sp</i>	7
Insecta	Orthoptera	Acrididae	<i>Acrida turrata</i>	3
			<i>Acrididae sp. ind</i>	5
		Tettigonidae	<i>Tettigonidae sp. ind</i>	2
	Thysanoptera	Thysanoptera F. Ind	<i>Thysanoptera sp. Ind</i>	21
	Coleoptera	Anthicidae	<i>Anthicidae sp. Ind</i>	3
			<i>Anthicus floralis</i>	7
		Coccinellidae	<i>Coccinella algeria</i>	23
		Harpalidae	<i>Harpalus pubescens</i>	10
			<i>Harpalus sp</i>	9
		Chrysomelidae	<i>Chaetocnema sp</i>	3
			<i>Hispa sp. Ind</i>	6
		Histeridae	<i>Histeridae sp. Ind</i>	2
		Staphylinidae	<i>Staphylinus sp</i>	2
		Caraboidae	<i>Feronia sp</i>	5
			<i>Pterostichidae sp</i>	4
		Curculionidae	<i>Centorhynchus sp</i>	9
		Tenebrionidae	<i>Anthicus sp. Ind</i>	7
			<i>Scleron armatum</i>	5
	Homoptera	Aphidae	<i>Aphidae sp. Ind</i>	19
	Hymenoptera	Aphelinidae	<i>Aphelinidae sp. Ind</i>	3
			Bethyloidae	<i>Bethyloidae sp. Ind</i>
		Formicidae	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	16
			<i>Cataglyphis bicolor</i>	17
			<i>Misor barbara</i>	21
		Braconidae	<i>Braconidae sp. Ind</i>	7
	Heteroptera	Heteroptera F. ind	<i>Heteroptera sp. ind</i>	5
		Capsidae	<i>Capsidae sp. Ind</i>	8
		Berytidae	<i>Berytidae sp. Ind</i>	6
		Lycosidae	<i>Lycosidae sp</i>	5
	Diptera	Thrypetidae	<i>Thrypetidae sp</i>	7
		Gnaphosidae	<i>Gnaphosidae sp</i>	12
		Pentatominae	<i>Sciocorus sp</i>	10
		Pompilidae	<i>Pompilidae sp</i>	2

Les espèces citées ci-dessus ont été déterminées par M<sup>r</sup> Doumandji S.E professeur à l'ENSA d'El Harrach.

Parmi les espèces capturées, certaines non encore déterminées, sont susceptibles d'être des ennemis naturels pour la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (fg.46), il s'agit de trois hémiptères et deux hyménoptères dont une espèce appartenant à la famille des Braconidae.



**Figure 45 :** Les espèces recensées et pouvant être des ennemis naturels de *Tuta absoluta*

---

# Conclusion

L'objectif fixé au début de cette étude était de contribuer à l'élaboration d'une lutte intégrée à l'égard de *Tuta absoluta* :

Par la mise en place d'un essai sur la sensibilité variétale de cinq variétés de tomates hybrides (Noujom, Thiziri, GF1, Basma, et Dima) aux attaques de *Tuta absoluta*. Cependant les résultats de cet essai ne pouvaient pas être exploités du fait d'une très forte infestation de tomate par *Tuta absoluta* à la quelle vient s'ajouter la canicule thermique survenue au mois de juin 2009 et qui a détruit la culture de tomate.

Pour connaître les parasites et prédateurs de *Tuta absoluta* qui pourraient être éventuellement présents sur la culture de tomate ; un inventaire de la faune associée à la tomate par l'utilisation des pots barbers, les pièges jaunes et la capture manuelle des insectes nous ont permis de recenser : 3 Classes, 11 Ordres, 35 Familles et 45 Espèces sur la culture de tomate d'arrière saison en 2009 et 5 Classes, 14 Ordres, 34 Familles et 43 Espèces ont été collectées sur la culture de tomate de saison en 2010. Parmi les insectes collectés 3 punaises et 2 hyménoptères non encore identifiés peuvent constituer des ennemis naturels de *Tuta absoluta*.

Deux essais combinant la lutte chimique et la lutte biotechnologique par l'utilisation de pièges à phéromone contre *Tuta absoluta* ont été réalisés dans la région de Staoueli.

Les résultats obtenus nous ont permis de constater que tous les traitements insecticides effectués lors des deux essais ont manifesté une efficacité qui varie d'un insecticide à un autre.

Les insecticides testés sur les œufs de *Tuta absoluta* en culture de tomate d'arrière saison ont manifesté une bonne efficacité. La différence entre les parcelles traitées et le témoin est très remarquable.

Le témoin se distingue de très loin des insecticides utilisés, l'effectif avoisine les 100 individus, l'Engeo, le Match et le Trigard bien qu'une différence significative existe entre ces traitements, l'Engeo et Match se trouvent dans le même groupe B, le Match et le Trigard dans le groupe C avec un nombre d'œufs ne dépassant pas 60 individus soit 0.33 individu par feuille. Le Proclaire donne des résultats satisfaisants avec un nombre d'œufs ne dépassant pas 30 individus, soit 0.16 individu par feuille. L'Engeo et le Trigard manifeste sensiblement la même efficacité sur les œufs mais le Proclaire s'avère le meilleur.

L'effet de ces mêmes insecticides sur les larves du premier stade, montre que le Trigard et le Proclaire ont provoqué une réduction de 101 individus, soit 0.11 individu par feuille.

Sur les individus du deuxième stade larvaire, l'Engeo et le Match manifestent une réduction de 36 individus soit 0.13 individu par feuille, et le Trigard 37 individus soit 0.12 individu par feuille. Le Proclaire paraît être le meilleur avec une réduction de 51 individus soit 0.05 individu par feuille.

L'efficacité du Trigard, le Proclaire, le Match et l'Engeo est sensiblement la même sur les larves du troisième stade avec un nombre d'individus ne dépassant pas 30 individus soit 0.09 individu par feuille.

Pour les individus du quatrième stade larvaire, l'efficacité des traitements est significative, avec une réduction totale de plus de 58 individus par rapport au témoin soit 0.59 individu par feuille.

Les insecticides testés sur de *Tuta absoluta* en culture de tomate de saison ont montré une bonne efficacité vis-à-vis de ce ravageur.

La différence entre le témoin et les insecticides est très remarquable. Sur les œufs, le Voliam flexi et le Voliam targo montrent des résultats très significatifs, en diminuant le nombre des œufs de 32 œufs par rapport au témoin, au début de la culture, à un nombre avoisinant le zéro après la huitième application des traitements.

Ces insecticides manifestent une même efficacité sur les individus du premier stade larvaire avec des résultats très significatifs, en maintenant le nombre d'effectifs inférieurs à 50 individus et se tiennent très loin du témoin, avec une réduction totale minimale de plus de 51 individus par rapport au témoin soit 0.25 individu par feuille.

Les quatre insecticides ont sensiblement la même efficacité sur les individus du deuxième stade larvaire, les effectifs se maintiennent au dessous de 25 individus, soit 0.13 individu par feuille au bout de la sixième application avec une réduction de plus de 27 individus soit 0.15 individu par feuille; après la septième application des traitements, ils atteignent des effectifs inférieurs à 17 individus soit 0.09 individu par feuille. Le Voliam flexi donne des résultats appréciables avec une réduction finale de 31 individus soit 0.1 individu par feuille.

Le Voliam targo, le Voliam flexi et l'Ampligo manifestent sensiblement la même efficacité sur les larves du troisième stade de *Tuta absoluta*, ils restent relativement stable après la deuxième application avec un effectif inférieur à 0.11 individu par feuille.

Ces insecticides ont la même efficacité sur les individus du quatrième stade larvaire de *Tuta absoluta*, le nombre de L4 fluctue entre 0.05 et 0.27 individu par feuille à partir de la deuxième application des traitements.

En ce qui concerne le taux d'infestation, celui-ci augmente progressivement dans le temps dans les parcelles témoins et les parcelles traitées avec cependant une plus faible infestation. Le plus faible taux d'infestation calculé pour la culture de tomate d'arrière saison était celui calculé pour les parcelles élémentaires traitées par Proclame avec une valeur de 12.20%, soit une réduction de 65.50% par rapport au témoin. Le taux d'infestation calculé pour les parcelles élémentaires traitées par le Voliam flexi au cours de la culture de tomate de saison était le plus faible, avec un taux de 13.88% soit d'une réduction de 27.78% par rapport au témoin.

Le pourcentage de perte estimé par le rapport du nombre de fruits infestés sur le nombre total de fruits récoltés, classe le Proclame en tête avec 13.41% et le Trigard en deuxième position avec 24.24% ; Le témoin affiche un pourcentage de perte égale 85.5% sur la culture de tomate d'arrière saison. Le Proclame donne les meilleurs résultats avec 13.41% suivi par le Trigard avec 24.24%.

### Perspectives

- Refaire l'essai sur l'étude de la sensibilité variétale
- Réaliser une lutte biologique vis-à-vis de *Tuta absoluta* pour cela des éléments de connaissances sur la bioécologie et l'éthologie de ses parasites et prédateurs sont indispensables. Au cours de notre étude nous avons rencontré la présence de quelques œufs et larves parasités

- La mise au point d'une vraie stratégie de lutte intégrée

## Références bibliographiques

- Aidoud A., 1989 – Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens, Laboratoire d'Écologie Végétale, Université de Rennes 1, Complexe Scientifique de Beaulieu. 50p.
- Al-Sayeda H., 2007- Transfert d'un insecticide systémique, l'imidaclopride, chez la tomate : implication du transport phloémien, Thes. École doctorale : SEVAB, Spé. Qualité et Sécurité des Aliments ; Institut national polytechnique de Toulouse.174p.
- Amarni F., 2010 – La filière tomate en Algérie, des résultats probant en attendant une meilleur organisation. Actualités : agriculture, alimentation, environnement, méditerranée, revue de presse, CIHEIM. P 3 et 4.
- Amazouz S., 2010- Gestion en lutte intégrée de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae). Koppert Biological Systems, 18p.
- Anonyme, 2001 - Fiche technique en agriculture biologique - TOMATE – sous grand tunnel froid, *Lycopersicon esculentum* Mill. Solanacées. 9 p.
- Anonyme, 2006 – Commission working document- doses not necessarily represent the views of the commission services, thiametoxam. European commission health and consumer protection directorate general, Directorate E- safety of the food chain. 52p.
- Anonyme, 2007- Ministère de l'agriculture, Transfert de la technologie en agriculture. Bulletin mensuel d'information et de la liaison du PNTTA.35p.
- Anonyme, 2008 – service d'information- ravageurs et maladies – Premier signalement de *Tuta absoluta* en Algérie, source, phytoma - la défense des végétaux no. 617, 18-19.
- Anonyme, 2009 - *Tuta absoluta* un lépidoptère particulièrement dangereux pour les cultures de tomates. La Protection Biologique Intégrée est la meilleure solution. Koppert Bioecological Systems, 6p.
- Anonyme, 2010- Proclaim, material safety data sheet, Syngenta crop protection, MSDS.5p.
- Balajas J., Martin P. et Bellagamba JM., 2008 - Evaluation de systèmes de lutte contre lamineuse des agrumes (*Phyllocnistis citrella*). Rapport résultats d'essai, station d'expérimentation Areflec, 10p.
- Barbier M., Prete G. et Grela H., 2010 - Les dispositifs de recherche et le pathosystème *Bemisia tabaci* / TYLCV sur tomates sous serre, Contribution à une lecture sociologique de la mise en gestion des bio-agresseurs invasifs: description des systèmes de connaissances en Roussillon et en région Catalogne Espagnole. Bilan pour le rapport scientifique final. PROET#*Bemisia* Risk ANR05PADD004#et PSDR#ClimBio Risk P003024.71p.
- Beaufard M., 2010 - Insecticide contre les ravageurs des pommiers, poiriers et plantes ornementales. Thes. Doc Inst. des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement. 130p.

- Benmimoun L., Flazi M., Tilmatine M. et Zahaf S., 2007 – Etude des paramètres qui influent sur la capture des insectes nuisibles aux cultures, application de Kahratrap. L.S.T.E Centre Universitaire Mustapha Stambouli de Mascara, 5p.
- Berkani A., 2008 – Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae), INRA 16p.
- Bernardo U., 2009 - Un nuovo lepidottero segnalato in Italia *Tuta absoluta* (Meyrick), Regione Campania Napoli, Istituto per la Protezione delle Piante (IPP) (CNR) - Sezione di Portici Via Università-133. 28p.
- Bijlmakers H.W.L. et Verhoek B.A., 1995 - Guide de Défense des Cultures au Tchad, Cultures vivrières et maraîchères, Projet FAO/PNUD CHD "Renforcement de la Direction de la Protection des Végétaux et du Conditionnement" Food and Agriculture Organization of the United Nations, Ed. HSSM, 414 P.
- Boivin T. et Sauphanor B., 2005- Réchauffement climatique « Conséquences en arboriculture », changement climatique et démographie du Carpacse des pommes. UMR INRA-UAPV Ecologie des Invertébrés INRA, Mallemort. 18p.
- Boland J., 2007- Les pesticides : composition, utilisation et risques, Série Agrodok No. 29, ISBN Agromisa: 978-90-8573-073-6. 125p.
- Bourbonnais G., 2007 – Identification des invertébrés terrestres, direction pour la collecte d'insectes et d'arthropodes, Département de biologie et de TBE Cégep de Sainte-Foy, 18 p.
- Brault P., 2005 – Semences et Plants Bio - Fiches techniques, Dossier solanacées en Languedoc- Roussillon. Bulletin N° 5 deuxième semestre Biocivam de l'Aude et FRAB-LR. 47p.
- Dajoz R., 1982 - Précis d'écologie, écologie fondamentale et d'érigée, ed. Gauthier-villars. 493 p.
- Declert C., 1990- La fusariose de la tomate – influence du chlorure de sodium sur la sensibilité des plantules à l'infection par le *fusarium oxysporum* F. *lycopersici* (SACC). Cah. ORSTOM, Sér. Biol., no 57. 10p.
- De Proft R., 2007 – Protection contre les ravageurs, CRA-W-Département de phytopharmacie, Livre blanc « Céréales » F.U.S.A. et CRA-W Gembloux, 13p.
- Desmas S., 2005 - Analyse comparative de compétitivité : le cas de la filière tomate dans le contexte euro- méditerranéen. Thès. d'Etudes Diplôme d'Agronomie Approfondie (D.A.A.). Dépar. Economie Rurale et Gestion, option : Politique Economique de l'Agriculture et de l'Espace. Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier (I.A.M.M), 75p.
- Duviard D. et Roth M., 1973 - Utilisation des pièges à eau colorés en milieu tropical Exemple d'une savane préforestière de Côte d'ivoire, Cah. ORSTOM, sér. Biol., no 18, p. 91-97.
- Elattir B., Skiredj M. et Elfadl I., 2003 - Transfert de la technologie en agriculture, fiche technique V, la tomate, l'aubergine, le poivron, le gombo, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, ministère de l'agriculture et du développement rural du Maroc, 4p.

- Fabregues J., 2003 - Règlements et conseils techniques pour la production de plants maraichers de qualité à l'île de la réunion, 67p.
- Farrag H. et Shalby E.M., 2007- Comparative Histopathological and Histochemical Studies on IGR, Lufenuron and Profenofos Insecticide Albino Rats. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(5): 377-386, P. 377-386.
- Faurie, 1980 – Ecologie, classe de seconde, premières et terminales des lycées agricoles. Ed. J-B. Baillièrre, 171p.
- Fralval A., 2009 - Un insecte à la page : la mineuse Sud-américaine de la tomate malvenue dans l'Ancien Monde. *Revue INSECTES* 12 N° 154 (3). 2p.
- Guzsvány V., Csanádi J. et Gaál F., 2005- Study of the Influence of pH on the Persistence of Some Neonicotinoids in Water. 14th International Symposium "Spectroscopy in Theory and Practice. Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Trg D. Obradovi#a 3, 21000 Novi Sad. 6p.
- Hmimina M., 2008- les données climatiques en tant que moyens de prévision et d'avertissement en phytoprotection : cas des ravageurs. CCEE, Maroc. 5p.
- Huat J., 2008 - Diagnostic sur la variabilité des modes de conduite d'une culture et de leurs conséquences agronomiques dans une agriculture fortement soumise aux incertitudes : cas de la tomate de plein champ à Mayotte. Thèse Doc. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, (Agro Paris Tech), école doctorale ABIES, 264 p.
- Knodel J., 2010- Field Crop Insect Management. Guide, Department of Entomology - North Dakota State University, 9p.
- Lacordaire A.I. et Feuvrier E., 2010 – Tomate traquer, *Tuta absoluta* – moyens alternatifs - suivi de 16 exploitations de production de tomate, pour savoir ou et comment chercher pour trouver *Tuta absoluta* tôt et tester un prédateur. PHYTOMA. La défense des végétaux, N° 632, 40-44 p.
- Lacroix M., 2001- Impact de certains organismes pathogènes nouveaux ou en réémergence sur les productions horticoles au Québec. Labo. de diagnostic en phytoprotection, D.S.T., M.A.P.A. du Québec, Complexe scientifique, 5p.
- Lambert L., 2000 –Produire, Fleurir et nourrir, avec la lutte biologique et intégrée en serre, avec la lutte biologique et intégrée en serre, Colloque sur la lutte intégrée en serre. Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec, le CRAAQ. 9p.
- Lambert L., 2002 – THRIPS, identification des risques, cultures en serre. Bulletin d'information. Réseau d'avertissements phytosanitaires. Bureau de renseignements agricoles, MAPAQ, 5p.
- Le Berre J.R. et Roth M., 1969 – Les méthodes de piégeage des invertébrée B – Les pièges a eau, « Extrait de e Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres » Ed. Masson, p. 65-78.
- Legrand, 2010 - Fruits et Légumes Biologiques. Produits de traitement utilisables contre les pucerons en maraichage biologique : synthèse des essais et pistes envisagées. Angers, 27-32 p.

- 
- Leroy M., 2002 - La mesure au sol de la température et des précipitations, les techniques instrumentales. La Météorologie -n°39, Météo-France - Direction des systèmes d'observation7, 5p.
- Marchiori L. et Lobo, 2004 - Parasitoids of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) collected on tomato plants in Larvas, stat of Minas Gerais. Universidade Federal de Lavras, 551 p.
- Mazariego M. A., Ramírez E., Aguilar R., 2002- Activity and Residual Effect of Two Formulations of Lambda-cyhalothrin Sprayed on Palm Leaves to *Rhodnius prolixus*. Mem Inst Oswaldo Cruz, Vol. 97(3): 353-357, P. 353-357.
- Mazollier C., 2001- Le maraichage en agriculture biologique : quelques principes de base. Alter Agri N° 50, 4p.
- McNeil J.N.et Delisle J., 1993 - Le potentiel de l'écologie chimique dans la lutte contre les insectes nuisibles, Phytprotection, vol. 74, n° 1, 1993, P. 29-39.
- Meriguet B. et Zagatti P., 2001- Inventaire entomologique sur l'Aqueduc de la Dhuis de Carnetin à Courtry (Seine et Marne), office pour l'information eco-entomologique, réalisé pour l'agence des espaces verts de la région Ile-de-France, 9p.
- Michel P., 2010 – Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1919). Union des industries de la protection des plantes -Des produits utiles- des entreprises responsables- UIPP, LNPV Angers, 15p.
- Meyer J.-Y., 2003- La lutte biologique contre les espèces introduites envahissantes. Fiche technique, solution miracle ou méthode risques « Le principe de la lutte biologique ». 16p.
- Naika A., 2005- La culture de la tomate-production, transformation et commercialisation- Ed. Fondation Agromisa et CTA. 105 p.
- Nandris D., Kohler F., Monimeau L. et Pellegrin F., 1997 – Lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) et approche intégrée du pathosysteme *Coffea arabica*, ASIC, 17e colloque, Nairobi, 588-598, 58p.
- O.V.P.G., 2010 - Ohio Vegetable Production Guide, Pesticide Information and Safety. OOPE, P. 34-46
- Ramade F., 1984 – Elément d'écologie, écologie fondamentale. Ed. McGraw-Hill – 28. 397 p.
- Ramade F., 2003 - Eléments d'écologie – écologie fondamentale. Ed. Dunod,690 p.
- Ramel J. M., 2010 - *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) - Éléments de reconnaissance - L.N.P.V. station d'entomologie. 3p.
- Ravisé A., Raynal G. et Durand M.C., 2000- Modalités de l'obtention des nécroses bloquantes sur feuilles détachées de Tomate par l'action du tris-Q-éthy1 phosphonate d'aluminium (phoséthyl d'aluminium), hypothèses sur son mode d'action in vivo, 18e colloque, Ann. Phytopathol, 15p.
- Rey F., 2006- Semences et plantes bio, la conservation des semences, FRAB-LR, le Ministère de l'Agriculture et le FEOGA, Bulletin numéro 13. 32 p.
- Ryckmans D., 2008 - L'alternariose : le point sur la question, fiche technique – maladies et ravageurs de la tomate, N° 28, 6 p.
-

- Simon Y., 1994 – la protection des cultures, l'agriculture d'aujourd'hui : sciences, techniques, application. Ed. Lavoisier, 351p.
- Tremblay M., 2008- DELEGATE 25 WG, Un nouvel insecticide à base de Spinetoram (Une nouvelle molécule le Spinetoram), TM Trademarks of Dow AgroSciences LLC.36 p.
- Trottin P., Grasselly L. et Millot, 1995 – Maitrise de la protection sanitaire – tomate sous serre et abris. Ed. Ctifl. 174 p.
- Toussaint A., Baudoin J.P., 2010 – la biodiversité chez la tomate, stratégie de conservation et valorisation de la collection « Luc Fichot », gembloux agro tech. 105p.
- Vernenghi A. et Ravise A., 1985 - Stimulation de la réaction de défense de la tomate contre le *Phytophthora purusiticu* par le Bhoisétyl AI et par des éliciteurs fongiques. Fruits, JuLaug. 1985, vol. 40, no 7-8, p. 495-502.