REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master II en Sciences Agronomiques.

Spécialité : Protection des plantes cultivées.

Thème

Contribution à l'étude de la bioécologie de la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)(Lépidoptère, Gelechiidae) sur deux variétés de tomate sous serre (Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Sidi-Nâamane)

Présenté par :

Melle YAHOUI Sarah

Devant le jury :

Présidente :	Mme MEDJDOUB-BENSAAD F.	Professeur	UMMTO
Promotrice :	Melle CHOUGAR S.	M.A.B	UMMTO
Examinatrice :	Mme AOUAR-SADLI M.	M..C.A	UMMTO
Examinatrice :	Mme BOUAZIZ-YAHIATENE H.	M.A.A	UMMTO
Examinatrice :	Melle Guermah D.	Doctorante	UMMTO

Promotion 2014/2015

Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à ma promotrice, Melle CHOUGAR S, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je désir aussi remercier le professeur MEDJDOUB-BENSAAD F, la présidente du jury, ainsi la responsable du Master Protection des Plantes Cultivées qui nous a apporter son support moral, intellectuel et a mis à notre disposition tous les outils nécessaires à la réussite de nos études universitaires tout au long de ces deux années.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers Mme BOUAZIZ-YAHIATENE H., Mme AOUAR-SADLI M., et Guermah D., qui m'ont honoré en acceptant d'examiner ce modeste travail.

Enfin un très grand merci aux agriculteurs pour leur accueil très chaleureux, ainsi que leur coopération.

Liste des figures

Figure 1 : Premières images de tomate publiées 03

Figure 2: Système racinaire de la tomate 06

Figure 3 : Tige de la tomate 07

Figure 4 : Feuilles de tomate 07

Figure 5 : Coupe longitudinale de fleur de tomate 08

Figure 6 : Fruits de la tomate 09

Figure 7 : Section transversale et longitudinale d'une tomate 09

Figure 8: Mildiou sur la tomate 15

Figure 9 : Alternariose sur tomate 16

Figure 10: Botrytis sur la tomate 16

Figure 11 : Oïdium sur feuilles de tomate 17

Figure 12 : Anthracnose sur le fruit de la tomate 17

Figure 13 : Jaunissement et flétrissement du à la fusariose 17

Figure 14 : Chancre bactérien sur la tomate 18

Figure 15 : Moucheture bactérienne sur tomate 18

Figure 16: Gale bactérienne sur tomate 19

Figure 17 : Molle noire sur tomate 19

Figure 18 : Maturation partielle du fruit de la tomate 21

Figure 19 : Tomate creuse 21

Figure 20: Nécrose apicale de la tomate 22

Figure 21 : Déformation du fruit de la tomate du à l'insolation 22

Figure 22 : Galerie de la mineuse de la tomate 24

Figure 23 : Répartition dans le monde de *Tuta absoluta* 25

Figure 24: Gelechiidae type 26

Figure 25 : Œufs de *Tuta absoluta* 27

Figure 26 : Larve de *Tuta absoluta* 27

Figure 27 : Chrysalide de *Tuta absoluta* 28

Figure 28: Adulte de *Tuta absoluta* 28

Figure 29: Le génitalia femelle de *Tuta absoluta* 29

Figure 30 : Illustration de l'appareil génital mâle de la mineuse de la tomate 30

Figure 31 : Cycle de développement de *Tuta absoluta* 31

Figure 32: Mines de *Tuta absoluta* sur feuille 33

Figure 33 : Mineuse de tomate sur tige de la tomate 33

Figure 34 : Attaque de Tuta absoluta sur fruit de la tomate 34

Figure 35 : Adulte de la teigne guatémaltèque 38

Figure 36 : Dégâts dus à *Tecia solanivora* 39

Figure 37 : Adulte de *Phtorimea operculella* 39

Figure 38 : Mouche mineuse *Liriomyza bryoniae* 40

Figure 39 : Galeries laissées par *Liriomyza bryoniae* 41

Figure 40 : Situation géographique de la zone d'étude 42

Figure 41 : Tomate de la variété Dawson 44

Figure 42 : Tomate de la variété Tavira 44

Figure 43 : Adultes mâles piégés dans le piège à phéromone 45

Figure 44 : Thermohygrographe 45

Figure 45 : Les variations de température dans la serre de la variété Dawson 47

Figure 46 : Variations de l'humidité moyenne dans la serre de la variété Dawson 48

Figure 47 : Evolution du nombre d'adultes mâles capturés dans la serre 48

Figure 48 : Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés et les variations de températures et d'humidité dans la serre 49

Figure 49 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur la variété Dawson 51

Figure 50 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles 52

Figure 51 : Evolution temporelle du nombre de larve L_1 sur les feuilles 53

Figure 52 : Evolution temporelle du nombre de larves L_2 sur les feuilles 54

Figure 53 : Evolution temporelle du nombre de larve L_3 sur les feuilles 55

Figure 54 : Evolution temporelle du nombre de larves L_4 sur les feuilles 56

Figure 55 : Evolution temporelle du nombre de chrysalides sur les feuilles 57

Figure 56 : Evolution temporelle des œufs selon le niveau de hauteur du plant 58

Figure 57 : Variation de la température dans la serre de la variété Tavira 59

Figure 58 : Variation de l'humidité moyenne dans la serre de la variété Tavira 60

Figure 59 : Evolution du nombre d'adultes mâles capturés dans la serre 60

Figure 60 : Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés et les variations de température et d'humidité dans la serre Tavira 61

Figure 61 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles 63

Figure 62: Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles 64

Figure 63 : Evolution temporelle du nombre de larve L_1 sur les folioles 65

Figure 64 : Evolution temporelle du nombre de larve L_2 sur les folioles 66

Figure 65 : Evolution temporelle du nombre de larve L_3 sur les folioles 67

Figure 66 : Evolution temporelle du nombre de larves L_4 sur les folioles 68

Figure 67 : Evolution temporelle du nombre de chrysalides sur les folioles 69

Figure 68 : Evolution temporelle des œufs selon le niveau de hauteur du plant 70

Figure 69 : Taux (%) d'infestation des folioles selon le niveau de hauteur des plants 75

Figure 70 : Taux (%) d'infestation des folioles selon le niveau de hauteur des plants 76

Liste des tableaux

Tableau I : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de tomate crue **13**

Tableau II : Les premiers pays producteurs de tomate au monde **14**

Tableau III : La durée de cycle de développement de *Tuta absoluta* en fonction de la température..... **31**

Tableau IV: Analyse de la variance pour le choix du niveau du plant..... **72**

Tableau V : Analyse de la variance pour le choix de ponte en fonction du temps (mois) .. **72**

Tableau VI : Résultats du test de Newman et Keuls **73**

Tableau VII : Analyse de la variance pour le taux de ponte sur les deux faces des feuilles pour les deux variétés..... **74**

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction **01**

Chapitre I : La tomate *Lycopersicon esculentum*

1- Origine et historique de la tomate **03**

2- Classification de la tomate **04**

2-1- Classification botanique **04**

2-2- Classification génétique **04**

2-3-Classification selon le mode de croissance **05**

3- Description botanique du plant de la tomate **06**

4- Cycle biologique de la tomate **09**

5- Exigences édapho-climatiques de la tomate **10**

6- Cultures de tomate **12**

7- Intérêt de la culture de la tomate **12**

8- Importance économique de la tomate **14**

8-1- Dans le monde **14**

8-2- En Algérie **14**

9-Maladies et ravageurs de la tomate **14**

9-1- Principales maladies de la tomate **15**

9-1-1- Maladies cryptogamiques **15**

9-1-2- Maladies bactériennes **18**

9-1-3- Maladies virales **19**

9-1-4- Désordres physiologiques **20**

9-2-Les principaux ravageurs de la culture de la tomate **23**

Chapitre II : La mineuse de la tomate

1- Origine et répartition géographique **25**

2-Présentation de la mineuse de la tomate **26**

3- Systématique **26**

4- Elément de reconnaissance de la mineuse de la tomate **27**

5- Biologie de *Tuta absoluta* **30**

6- Plante hôte **32**

7- Moyens de dissémination **32**

8- Symptômes et dégâts **32**

8-1- Feuilles **33**

8-2- Tige ou pédoncule **33**

8-3- Fruits **34**

9- Méthodes de lutte **34**

9-1- Méthodes préventives **34**

9-2-1- Lutte curative **35**

9-3-2- Lutte biologique **35**

9-4- Lutte biotechnique **36**

9-5- Lutte chimique **37**

10- Risques de confusion **37**

10-1- Teigne guatémaltèque de la pomme de terre **38**

10-2-Teigne de la pomme de terre **39**

10-3- Mouche mineuse **40**

Chapitre III : Matériels et méthodes

1- Objectif de l'étude **42**

2- Présentation de la zone d'étude **42**

2-1- Facteurs climatiques de la zone d'étude **43**

3- Matériels et méthodes **43**

3-1- Matériels utilisés **43**

3-1-1- Sur le terrain **43**

3-1-2- Au laboratoire **46**

3-2- Méthodes de prélèvement **46**

Chapitre IV : Résultats et discussions

1- Résultats **47**

1-1- Résultats sur la variété Dawson **47**

1-1-1- Variations de la température dans la serre de la variété Dawson **47**

1-1-2- Variations de l'humidité dans la serre de la variété Dawson **48**

1-1-3- Variations temporelles du nombre d'adultes mâles capturés dans la serre **48**

1-1-4- Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés, selon les variations de température et d'humidité **50**

1-1-5- Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles **52**

1-1-6- Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles **53**

1-1-7- Evolution temporelle du nombre de larves du premier stade (L_1) sur les feuilles **54**

1-1-8- Evolution temporelle du nombre de larves du deuxième stade (L_2) sur les feuilles .. **55**

1-1-9- Evolution temporelle du nombre de larves du troisième stade (L_3) sur les feuilles ... **56**

1-1-10- Evolution temporelle du nombre de larves du quatrième stade (L_4) sur les feuilles **57**

1-1-11- Evolution temporelle du nombre de chrysalides sur les folioles **58**

1-1-12- Distribution des œufs selon le niveau de hauteur du plant **59**

1-2- Résultats sur la variété Tavira **60**

1-2-1- Variations de la température dans la serre de la variété Tavira **60**

1-2-2- Variations de l'humidité dans la serre de la variété Tavira **61**

1-2-3- Variations temporelles du nombre d'adultes mâles capturés dans la serre **62**

1-2-4- Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés, selon les variations de température et d'humidité **63**

1-2-5- Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles **65**

1-2-6- Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles **66**

1-2-7- Evolution temporelle du nombre de larves du premier stade (L_1) sur les feuilles **67**

1-2-8- Evolution temporelle du nombre de larves du deuxième stade (L_2) sur les feuilles .. **68**

1-2-9- Evolution temporelle du nombre de larves du troisième stade (L_3) sur les feuilles... **69**

1-2-10- Evolution temporelle du nombre de larves du quatrième stade (L_4) sur les feuilles **70**

1-2-11- Evolution temporelle du nombre de chrysalides sur les folioles..... **71**

1-2-12- Distribution des œufs selon le niveau de hauteur du plant **72**

1-3- Distribution des œufs, selon le niveau de la hauteur du plant pour les deux variétés ... **73**

1-4- Taux de ponte sur les deux faces de folioles pour les deux variétés de tomate..... **76**

1-5- Taux d'infestation des folioles sur les différents niveaux des plants chez les deux variétés de tomate **78**

1-6- Discussions des résultats **79**

Conclusion.....83

Références bibliographiques

Annexes

La tomate (*Lycopersicon esculentum*) est l'un des fruits et légumes le plus cultivé au monde pour son utilisation dans de nombreux mets. C'est aussi un produit agricole riche en éléments nutritifs, notamment le lycopène, dont des études épidémiologiques ont montré qu'il pourrait lutter contre l'apparition de certaines maladies dégénératives telles que le cancer de la prostate (Liu et *al*., 2000).

En Algérie, la tomate occupe une place privilégiée dans le secteur maraîcher (Ferrero, 2009). la production de tomate en Algérie est de 7,9 millions de tonnes en 2012 et elle est cultivée sur 23 500 ha (Anonyme $_1$, 2013).

Néanmoins, la tomate est une culture particulièrement sujette aux attaques de ravageurs et de maladies. Parmi les ravageurs animaux les insectes, tels que les aleurodes, les pucerons, les thrips, les noctuelles ; qui constituent ses principaux ravageurs en serre (Trottin-Caudal, 2010).

Le ravageur le plus redoutable est la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*. En Algérie sa première apparition fut à Mostaganem au mois de Mars 2008, ensuite il s'est propagé dans le reste du pays (Guenaoui, 2008). Ce ravageur se caractérise par un potentiel de reproduction élevé et son hôte principal est la tomate, mais il s'attaque aussi aux autres cultures de Solanacées. Les plantes de tomates peuvent être contaminées de l'état de plantule à celui de plante mature (Arno et Gabarra, 2011).

Les dégâts causés par cet insecte sont importants et souvent spectaculaires, ceci est la manifestation de tout ravageur introduit dans un nouveau milieu sans ses ennemis naturels (Berkani, 1989).

La lutte contre *Tuta Absoluta* est fondée essentiellement sur des mesures prophylactiques, par la détection précoce, par les pièges à phéromone sexuelle et l'utilisation d'insecticides, bien que l'insecte présente une grande résistance à certains insecticides (Collavino et Gimenez, 2008).

Ce travail est une contribution à l'étude de la bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick), sur deux variétés de tomate (Dawson et Tavira) sous les conditions

de la serre, dont le but est de déterminer le nombre de générations et l'influence des facteurs climatiques (T° et H%) sur l'évolution de ce ravageur.

Notre présent travail s'articulera autour de quatre chapitres, le premier et le deuxième portent sur une synthèse bibliographique, traitant la plante hôte *Lycopersicon esculentum*, et l'insecte ravageur *Tuta absoluta*. Dans le troisième chapitre seront présentés les matériels et méthodes, le dernier chapitre traitera les résultats et discussions, nous terminerons cette étude par une conclusion.

1-Origine et historique de la tomate

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) est originaire des Andes d'Amérique du Sud, dans une zone allant de la Colombie au nord du Chili et de la côte Pacifique, aux contreforts des Andes (Equateur, Pérou). Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe au XVIème siècle par les Espagnols avant même la pomme de terre et le tabac (Figure 1) (Naika et *al*., 2005).

A l'origine elle était cultivée par les Aztèques ; son nom provient de « tomatl » qui, dans la langue nahuatl parlée dans la région de Mexico, correspond à *Physalis philadelphia* ; la tomate à proprement parler, *Lycopersicon esculentum* était appelée « jitomatl » (Figure 1) (Blancard et *al*., 2009).

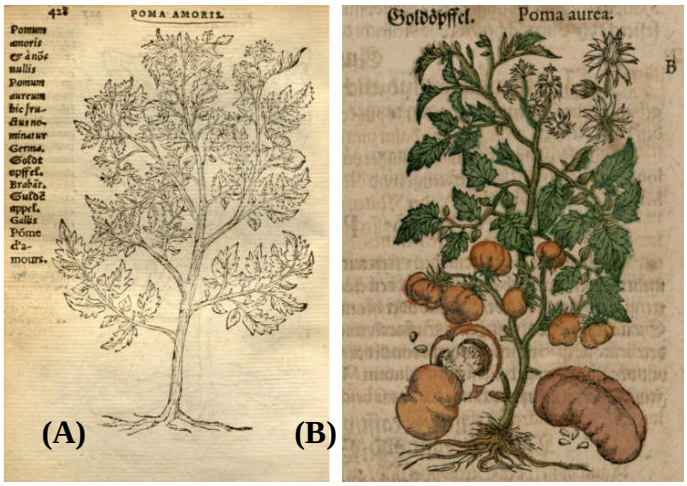

Figure 1 : Premières images de tomate publiées.

(A) Image publiée par Dodoens en 1553 (Daunay et *al*., 2007).

(B) Planche de tomate dessinée par Mattioli en 1590 (Anonyme, 2009).

Le genre *Lycopersicon* comprend neuf espèces, dont une seule; *Lycopersicon esculentum* sous sa forme sauvage cerasiforme qui pourrait être directement à l'origine des autres variétés et qui a émigré vers le Sud de l'Amérique du Nord (Chaux et Foury, 1994)

En Algérie, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (Tomateros) qui l'ont introduite, étant donné les conditions qui lui sont propices. Sa consommation a commencée dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois (Latigui, 1984).

2- Classification de la tomate

2-1- Classification botanique

Le nom de genre « *Lycopersicon* » est gréco-latin, il signifie « pêche de loup et la partie « esculentum » complétant le nom de l'espèce vient du latin et qui signifie « comestible ». Cette comestibilité ne concerne ni le feuillage, ni les jeunes fruits verts car ils contiennent des alcaloïdes toxiques (tomatine, solanine). Ces derniers disparaissent des fruits au cours du mûrissement (Blancard et *al*., 2009).

Cronquist (1981); Gaussen et *al*. (1982) proposèrent la classification de la tomate qui est largement suivie :

Règne : Plantae.

Sous règne : Trachenobionta.

Division : Magnoliophyta.

Classe : Magnoliopsida.

Sous classe : Asteridae.

Ordre : Solonales.

Famille : Solonaceae.

Genre : *Solanum* ou *lycopersicon.*

Espèce : *lycopersicon esculentum* Mill.

2-2- Classification génétique

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

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

2-2-1- Variétés fixées

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

Il existe plus de cinq variétés fixées. Leurs fruits sont plus ou moins réguliers, sont sensibles aux maladies, mais donnent en général des fruits d'excellente qualité gustative (Polese, 2007).

2-2-2- Variétés hybrides

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

Les variétés hybrides sont plus nombreuses. Elles sont relativement récentes, puisqu'elles n'existent que depuis 1960 (Polese, 2007).

2-3-Classification selon le mode de croissance

Il existe deux types de croissance chez la tomate :

2-3-1- Croissance indéterminée

La plante se présente comme un empilement ininterrompu de sympodes à trois feuilles (succession de trois feuilles et une inflorescence). La croissance des ramifications latérales, que l'on supprime est également indéterminée (Pitrat et Foury, 2003).

Naika et *al*. (2005) proposent le choix d'une variété à croissance indéterminée lorsque l'on souhaite une longue période de récolte. Ces variétés continuent à pousser après la floraison. C'est cette caractéristique qui est désignée par le terme « croissance indéterminée ». Cependant, sous des conditions tropicales, les maladies et les attaques d'insectes freineront la croissance.

Les mêmes auteurs ajoutent que les variétés à croissance indéterminée nécessitent des tuteurs, des cages ou des treillis pour les appuyer.

2-3-2- Croissance déterminée

La plante se présente comme un empilement d'un nombre limité de sympodes (deux à dix environ selon le matériel végétal) dont le nombre de feuilles peut être de trois, qui se réduira à deux, puis une feuille. La croissance de la tige principale et des ramifications latérales se termine par une inflorescence. La plante est d'envergure limitée, elle s'arrête rapidement de pousser, le nombre d'inflorescence sur la tige principale et les ramifications est limité à deux ou trois, les entre-nœuds sont raccourcis (Pitrat et Foury, 2003).

Les variétés à croissance déterminée se supportent elles-mêmes et n'ont généralement pas besoin de tuteur. Elles arrêtent leur croissance après la floraison, elles requirent moins de main d'œuvre, c'est pourquoi elles sont choisies pour la culture commerciale. Les fruits mûrissent bien plus rapidement que ceux des variétés à croissance indéterminée (Naika et *al*., 2005).

3- Description botanique du plant de la tomate

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

3-1-Système racinaire

Le système racinaire est une forte racine pivotante qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices (Figure 2) (Naika et *al*., 2005).

Figure 2: Système racinaire du plant de tomate (Originale, 2014).

3-2- 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 (Naika et *al*., 2005).

La tige porte deux types de poils, simple ou glanduleux. Ces derniers contenants une huile essentielle qui donne son odeur caractéristique à la plante (Figure 3) (Kolev, 1976).

Figure 3 : Tige de la tomate (Originale, 2014).

3-3- Feuilles

Les feuilles sont disposées en spirale, imparipennées, à contour de 15-50cm x10-30cm, les stipules sont absentes, les pétioles sont de 3-6 cm de longueur, les folioles sont de taille inégale, le plus souvent 7-9 de grande taille sur chaque feuille, ovales à oblongues, de 5-10 cm de long et les folioles sont recouvertes de poils glandulaires (Figure 4) (Grubben et Denton, 2004).

Figure 4 : Feuilles de tomate (Originale, 2014)

3-4- Fleurs

Les fleurs sont les organes sexuels de la tomate. Elles sont regroupées sur le même pédoncule en bouquet lâche en inflorescences formant des grappes plus ou moins bifurquées de 3 à 8 fleurs chez les variétés fixées et au-delà chez les hybrides (Polese, 2007).

Les fleurs sont bisexuées, régulières et entre 1,5-2 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 ya 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1cm, qui sont jaune et courbées lorsqu'elles sont mûres. Il ya 6 étamines et les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère avec entre 2 et 9 carpelles. En général la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs (Figure 5) (Naika et *al*., 2005).

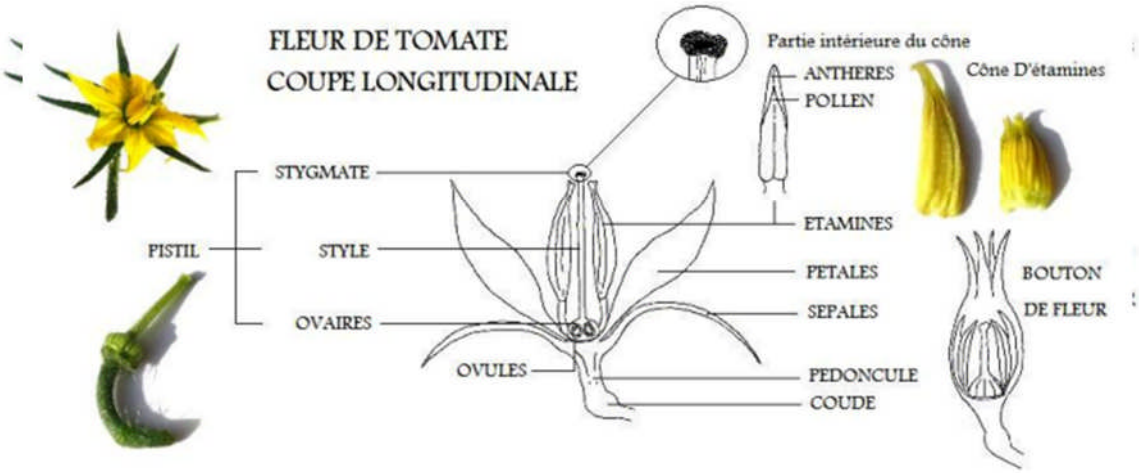

Figure 5 : Coupe longitudinale de fleur de tomate (Anonyme, 2009).

3-5- Fruit

Le fruit est une baie globuleuse à aplatie, de 2-15cm de diamètre, lisse ou sillonnée, verte et poilue en étant jeune , puis glabre et brillante, le plus souvent rouge mais parfois rose, orange ou jaune à maturité, contenant de nombreuses graines (Grubben et Denton, 2004).

Selon Chaux et Foury (1994) la diversité de coloration est due à la présence de deux principaux pigments ; le pigment carotène (jaune) et le pigment lycopéne (rouge) (Figure 6).

Figure 6 : Fruits de la tomate (Originale, 2014).

3-6- Graines

Les graines sont ovoïdes aplaties, de 3-5mm x 2-4 mm, beige et poilues. L'embryon est enroulé dans l'albumen (Figure 7) (Grubben et Denton, 2004).

Del Medico (2014) rappelle que les tomates sont autogames, elles n'ont pas besoin de pollinisation c'est-à-dire entre plante et plante ; cependant il est nécessaire que le pollen atteigne les fleurs, aussi entre fleur et fleur. Celle-ci est une opération déroulée par les insectes pollinisateurs, mais il peut arriver que ceux-ci soient insuffisants et leur action ne soit pas efficace suffisamment. Un autre agent est pollinisateur, c'est le vent.

Figure 7 : Section transversale et longitudinale d'une tomate (Originale, 2014).

4- Cycle biologique de la tomate

Selon Huat (2008), Le cycle biologique de la tomate comprend 4 phases essentielles.

4-1- Phase de germination

A température comprise entre 18 et 24°, la levée s'effectue au bout de 6 à 8jours. Au dessus du sol apparaissent la tigelle et deux feuilles cotylédonaires simples et opposées. Dans le sol, la radicule possède un manchon de poils absorbants bien visible.

4-2- Phase de croissance

La radicule s'allonge et prend l'aspect d'un filament blanchâtre sur lequel apparaissent des racines secondaires. Les deux premières vraies feuilles découpées apparaissent vers le 11^{éme} jour. Elles ne sont bien développées que vers le 20^{éme} jour. Au bout de un mois environ, il y a 3 à 4 paires de feuilles découpées. Le jeune plant a 15 à 20 cm de hauteur en moyenne et c'est le moment de le repiquer, directement en place.

4-3- Phase de floraison

Durant la phase de floraison, la croissance continue et la première inflorescence apparaît. Les autres inflorescences vont apparaître au-dessus de la première, avec entre chaque inflorescence un nombre variable de feuilles : de une à quatre. La floraison s'échelonne donc de bas en haut.

La floraison dure un mois à un mois et demi, c'est-à-dire de deux mois et demi à trois mois et demi-quatre mois après le semis.

4-4- Phase de fructification/maturation

La fructification débute durant la phase de floraison. Elle commence par la nouaison des fruits de l'inflorescence de base et se poursuit par les inflorescences supérieures au fur et à mesure de l'apparition des inflorescences et de la fécondation des fleurs. Les fleurs se développent, grossissent et après avoir atteint leur taille définitive, elles commencent par perdre leur coloration verte au profit du jaune, puis au rouge de plus en plus accentué.

5- Exigences édapho-climatiques de la tomate

5-1- Température

La tomate est exigeante en ce qui concerne les températures, dont l'optimum se situe entre 13 et 20°C pendant la nuit et entre 20 et 27°C pendant la journée (Nyabyenda, 2006).

Selon Caburet et Hekimian Letheve (2003), la tomate a une croissance maximale vers 25°C. Les périodes sèches et fraîches sont plus favorables à la production que la saison pluvieuse et chaude. Au dessus de 30°C, le lycopène, pigment responsable de la couleur rouge du fruit ne se forme plus. C'est le pigment β carotène qui se forme, donnant ainsi une coloration jaune-orange au fruit.

5-2- Humidité

Une humidité élevée favorise les infestations de ravageurs, les maladies et la pourriture des fruits. C'est pourquoi la production de la tomate se fait plutôt sous les climats secs (Doorenbos et Kassam, 1987).

5-3- Lumière

La tomate est peu sensible au photopériodisme, mais est exigeante en énergie lumineuse. Un faible rayonnement lumineux réduit le nombre de fleurs par bouquet, affecte la fécondation et conduit à l'avortement des fleurs et des fruits (Caburet et Hekimian Letheve, 2003).

5-4- Sol

5-4-1- Structure et texture

La tomate n'est pas très exigeante en ce qui concerne les sols, pourvu qu'ils soient fertiles et bien drainés. Elle ne craint pas les bas-fonds et les marais, pourvu qu'ils soient bien drainés (Nyabyenda, 2006).

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. Dans les sols d'argile lourd, un labourage profond permettra une meilleure pénétration des racines (Naika et *al*., 2005).

5-4-2- pH

Selon De Lannoy (2001), la tolérance de la tomate à l'acidité du sol est moyenne (6,5 à 7,5) et le rendement varie peu avec les variations du pH.

Cependant, sur des sols à pH basique, certains micro-éléments restent peu disponibles à la plante (Fe, Mn, Zn, Cu). Dans ce cas, une correction ferrique par apport d'engrais foliaire ou en fertigation est nécessaire.

5-4-3- Salinité

Laumonnier (1979) atteste que la tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis-à-vis de la salinité. Le taux moyen de sensibilité se situe entre 1.5 à 03 g/l.

5-5- Eau

La tomate est la culture la plus exigeante en eau en particulier après sa transplantation, pendant la floraison et enfin lors du développement des fruits.

Les mêmes auteurs ajoutent que le stress causé par une carence en eau fait tomber les bourgeons et les fleurs et provoque le fendillement des fruits. Par contre, lorsque les averses sont très intenses et l'humidité est très élevée, la croissance des moisissures et la pourriture des fruits seront plus importantes (Naika et *al.*, 2005).

5-6- Fertilisants

Afin d'obtenir des rendements élevés, les tomates ont besoin de fertilisants. Il existe deux groupes de produits qui permettent d'apporter des éléments nutritifs : les fumiers organiques et les fertilisant chimiques (Naika et *al*., 2005).

6- Cultures de tomate

6-1- Culture en plein champ

La culture en plein champ est le système de culture le plus répandu. Si l'irrigation est disponible, les plantations peuvent être faites en saison sèche. La mécanisation est souvent réduite à la préparation du sol (Cirad et Gret, 2002).

6-2- Culture sous serre

La culture sous serre est le système de culture qui vise à produire les tomates le long de l'année. Il permet de développer des productions hydroponiques, supprimant ainsi certaines contraintes liées au sol (Cirad et Gret, 2002). La culture sous abri fournit aujourd'hui une part essentielle du marché de frais pour les légumes-fruits tels que la tomate (Jeannequin et *al*., 2005).

7- Intérêt de la culture de la tomate

7-1- Alimentation humaine

La tomate est un aliment diététique, très riche en eau (93 à 95%), en éléments minéraux et en oligo-élément (Tableau I). Parmi les minéraux de la tomate, le potassium domine largement, suivi par le chlore, le phosphore et le magnésium. Parmi les oligo-éléments, on peut noter des teneurs non négligeables en fer et en zinc, ainsi que des traces de

cobalt, de nickel, de fluor, de bore et de sélénium. Les vitamines du groupe B sont assez abondantes et toutes représentées, y compris la vitamine B8 et l'acide folique (B9). Par contre ce fruit ne renferme que de faibles quantités de glucides (3%), de protéine (moins de 1%) et seulement des traces de lipides. De ce fait, elle est pauvre en calories (15Kcal pour 100g, soit 63 kJoules) (Favier et *al*., 2003).

Tableau I : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de tomate crue (Favier et *al*., 2003).

Eau		93.8g
Eléments énergétiques	Protides	0.8g
	Glucides	3.5g
	Lipides	0.3g
Vitamines	Provitamines A	0.6mg
	Vitamine B1	0.06mg
	Vitamine B2	0.05mg
	Vitamine B6	0.08mg
	Vitamine C	18mg
	Vitamine PP	0.6mg
Minéraux	Fer	0.4mg
	Calcium	9mg
	Magnésium	11mg
	Phosphore	24mg
	Potassium	226mg
	Sodium	5mg
Fibres		1.2g

7-2- Phytothérapie

Les tomates sont les principales sources de lycopène, fournissant 85% de ce caroténoïde. Ce composé exerce une importante action antioxydante ainsi que d'autres fonctions dans l'organisme. On lui attribue entre autres des effets hypocholestérolémiant et anti-inflammatoires, ainsi que la capacité à empêcher la prolifération de certains types de cellules cancéreuses (Heber et Lu, 2002).

La tomate contient plusieurs nutriments essentiels (antioxydants, vitamines, minéraux, fibres) qui exercent différents effets sur la santé. Ces composés actifs agissent de façon synergique. Cet effet ne serait pas observé lorsque l'on consomme un supplément de lycopène. La consommation des tomates demeure donc le meilleur moyen de se prévaloir des bienfaits qui leurs sont attribués (Basu et Imrhan, 2006).

8- Importance économique de la tomate

8-1- Dans le monde

La production mondiale est en constante hausse et est passée de 64 millions de tonnes en 1988 à 120 millions de tonnes de nos jours. La Chine est le principal producteur avec plus d'une quart du total (33,6 millions de tonnes). Elle est suivie par les Etats-Unis (11,5 millions de tonnes) et la Turquie (10 millions de tonnes) (Anonyme $_1$, 2013) (Tableau II).

Tableau II : Les premiers pays producteurs de tomate au monde (Anonyme $_1$, 2013)

Pays	Volume (tonnes)
Chine	33,6 millions
Etats-Unis	11,5millions
Turquie	10millions
Italie	6millions
Espagne	3,6millions
Grèce	1,4millions
France	750 000
Canada	608 000
Belgique	245 000
Suisse	27 000

8-2- En Algérie

La tomate occupe une place très importante dans le secteur maraicher en Algérie. Elle est considérée à juste que la pomme de terre, l'ail et l'oignon, qui forment un groupe d'espèce prioritaires (FAO, 2008).

Selon le Ministère de l'Agriculture, l'Algérie peut atteindre l'autosuffisance en tomate industrielle dans 5 ans et même envisager l'exportation. Il est à noter qu'elle produit que 50% seulement de ses besoins en tomate et importe le reste (Anonyme $_1$, 2013).

9- Maladies et ravageurs de la tomate

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

9-1- Principales maladies de la tomate

La culture de tomate peut être affectée par plusieurs maladies : maladie cryptogamiques, bactériennes, virales et physiologiques.

9-1-1- Maladies cryptogamiques

9-1-1-1- Mildiou

Le mildiou est causé par *Phytophtora infestans*, anciennement classé parmi les mycètes. Cette maladie peut dévaster les cultures de tomates durant les périodes fraîches et pluvieuses. Le mildiou peut s'attaquer à tous les organes aériens de la plante. Il se manifeste par des taches nécrotiques, irrégulières, d'extension rapide, entourées d'une marge livide. Sur les tiges on voit des plages brunes pouvant les ceinturer. Les fruits sont mildiousés, bruns marbrés, irrégulièrement bosselés en surface (Figure 8) (Blancard et *al*., 2009).

Figure 8: Mildiou sur la tomate (Anonyme, 2015)

9-1-1-2- Altérnariose

L'altérnariose est une maladie causée par *Alternaria solani*, elle apparait surtout en conditions de climat chaud et sec, mais elle est très accentuée en culture irriguée. Elle est favorisée par la sénescence des plants et des températures, variant entre 20 et 25°C. La rosée pendant la nuit conditionne l'infection et l'alternance des périodes humides et ensoleillées favorise la formation des conidies et la sporulation (Figure 9) (Bouhroud, 2011).

Figure 9 : Alternariose sur tomate (Anonyme, 2015).

9-1-1-3- Moisissure grise ou Botrytis

La moisissure grise est causée par *Botrytis cinerea*, la pourriture grise est une maladie répandue dans les cultures de tomate sous abris. Les symptômes observables sur fleurs, fruits, tiges, et feuilles se traduisent généralement par un pourrissement des tissus infectés, suivi par l'apparition d'un feutrage gris due à une production importante de spores. *Botrytis cinerea* peut entrainer des pertes de rendements importantes, en affaiblissant les plantes et en les détruisant (Figure 10) (Williamson et *al*., 2007).

Figure 10: Botrytis sur la tomate. A : sur le fruit, B : sur la tige (Anonyme $_2$, 2013)

9-1-1-4-Oïdium

L'oïdium est causé par *Oïdium neolycopersici* qui provoque des taches sur feuilles assez caractéristiques des oïdiums. Celle-ci sont poudreuses et blanches et couvrent plutôt la face supérieure des folioles de tomate. Les tissus touchés deviennent chlorotiques, brunissent localement et finissent par se nécroser. Des taches comparables peuvent être observées sur la tige, les fruits ne semblent pas être affectés (Figure 11) (Blancard et *al*., 2009).

Figure 11 : Oïdium sur feuilles de tomate (Anonyme $_2$, 2013)

9-1-1-5-Anthracnose

L'anthracnose est causée par *Colleotrichum cocodes*. Les symptômes se manifestent sur les fruits mûrs, ou arrivant maturation sous forme de petite tâches rondes creusées dans la peau. Lorsque ces tâches s'étendent, leur centre prend une couleur sombre ou développe des anneaux concentriques mouchetés produisant des spores (Figure 12) (Ruocco et *al*., 2011).

Figure 12 : Anthracnose sur le fruit de la tomate (Anonyme $_2$, 2013).

9-1-1-6-Fusariose

La fusariose est Provoquée par *Fusarium oxysporum*. Ce dernier ne s'attaque qu'à certains cultivars. Les plantes infectées présentent un jaunissement des feuilles et un flétrissement se propageant à partir de la base de la tige. Au départ, les symptômes ne sont visibles que sur une seule moitié de la surface des feuilles, des branches ou des plantes, avant de se propager à l'ensemble de la plante (Figure 13) (Messiaen et *al*., 1993).

Figure 13 : Jaunissement et flétrissement du à la fusariose (Anonyme $_2$, 2013).

9-1-2- Maladies bactériennes

9-1-2-1-Chancre bactérien

Le chancre bactérien est causé par le *Clavibacter michiganensis*. C'est une maladie importante et répandue, causant des pertes économiques graves dans les cultures de tomates dans le monde, qu'elles soient en serre ou en plein champ (Figure 14) (Gartemann et *al*., 2003).

Figure 14 : Chancre bactérien sur la tomate, A : sur les feuilles de tomate, B : sur le fruit de la tomate (Anonyme, 2015).

9-1-2-2-Moucheture bactérienne

La bactérie responsable de la moucheture bactérienne est *Pseudomonas syringae* (Boosse-Platiere, 2008).

Il ya apparition des taches noires de contours irréguliers, entourées d'un halo jaune. Les taches peuvent se joindre et former une plage nécrotique brune-sombre, ainsi les folioles se dessèchent et tombent et sur le fruit sont observé des taches brunes nécrotiques (Figure 15) (Allal, 2009).

Figure 15 : Moucheture bactérienne sur tomate (Anonyme $_2$, 2013)

9-1-2-3- Gale bactérienne

La bactérie responsable de la gale est *Xanthomonas campestris*. Il ya apparition de taches brunâtres relativement régulières entourées d'un halo jaune sur les feuilles et de petits chancres pustuleux, qui prennent un aspect liégeux sur le fruit (Figure 16) (Allal, 2009).

Figure 16: Gale bactérienne sur tomate (Anonyme 2, 2013).

9-1-2-4-Moelle noire

Lors de la moelle noire, la tige est molle colorée en brun (Snoussi, 2010), une coupe longitudinale de la tige montre une moelle noire remplie de vacuoles, les vaisseaux demeurent intacts, contrairement à ce qui se passe dans le cas d'une maladie vasculaire (Figure 17) (Allal, 2009).

Figure 17 : Molle noire sur tomate (Anonyme, 2015).

9-1-3- Maladies virales

9-1-3-1-CMV (*Cucumber Mosaic Virus*)

Le CMV est un virus transmis par pucerons, il est présent dans le monde entier. Il peut être à l'origine de trois principaux types de symptômes : des marbrures, mosaïque sur les jeunes folioles, déformation des folioles qui prennent l'aspect d'une feuille de fougère ou celui d'un lacet de chaussure, car très filiforme. L'altération nécrotiques commençe sur les folioles, s'étend à la tige et à l'apex de la plante (Blancard et *al*., 2009).

9-1-3-2- ToCV (*Tomato Chlorosis Virus*)

Le ToCV est transmis par plusieurs espèces d'aleurodes selon le mode de semi persistant, on peut observer des marbrures chlorotiques irrégulières, un jaunissement et une nécrose de limbe. Des déformations foliaires sont également visibles, notamment un enroulement du limbe. Les plantes affectées précocement sont peu vigoureuses, la production en fruit peut être fortement réduite (Blancard et *al*., 2009).

9-1-3-3- ToMV (*Tomato Mosaic Virus*)

Le ToMV cause de graves maladies dans la culture de la tomate. Les symptômes comprennent des feuilles tachetées vert-jaunes, des feuilles enroulées, une croissance chétive et des décolorations au niveau des fruits. Le vecteur naturel du TMV n'est pas connu, le virus est transmis par contact et par les graines (Naika et *al*., 2005).

9-1-3-4- TSWV (*Tomato Spotted Wilt Virus*)

Lors de l'attaque par le TSWV, il est à observer des mouchetures en mosaïques avec une décoloration des feuilles. Sur les tiges et pétioles, il ya apparition des tâches nécrotiques, par contre sur les fleurs on observe un nanisme, une déformation et une décoloration. La maladie peut entrainer un rabougrissement du plant (Anonyme $_2$, 2013)

9-1-3-5- TYLCV (*Tomato Yellow Leaf Curl Virus*)

TYLCV est aussi appelé maladie des feuilles jaunes en cuillère de la tomate, il est transmis par la mouche blanche *Bemissia tabaci*.

Naika et *al*. (2005) décrivent les symptômes caractéristiques qui apparaissent quinze jours à trois semaines après inoculation du virus. La croissance des plants atteints est fortement perturbée. Les feuilles sont de tailles réduites et présentent un jaunissement et/ou un enroulement en forme de cuillère. Plus l'inoculation du virus est précoce, plus les dégâts sont graves. En cas d'infection précoce, les plantes sont naines et ne produisent plus de fruits. Toute une récolte peut être détruite si les plants sont contaminés en pépinière.

9-1-4- Désordres physiologiques

9-1-4-1-Blotchy ripening

Lors du Blotchy ripening, des zones vertes à jaunes plus ou moins étendues, apparaissent sur les fruits à maturité (Figure 18), de consistance ferme et qui sont impropres à la commercialisation. Autrement dit, la maturation partielle des fruits en taches (blotchy ripening) survient plutôt dans la zone pédonculaire. Une coupe transversale dans les fruits permet de confirmer leur maturation partielle, le brunissement de certains vaisseaux du péricarpe dans les zones encore vertes (brunissement interne) est observé (Anonyme $_2$, 2013).

Figure 18 : Maturation partielle du fruit de la tomate (Anonyme $_2$, 2013)

9-1-4-2-Eclatement, fentes de croissance, fendillements

Au cours du grossissement du fruit, on observe des gerçures au niveau du collet qui peuvent évoluer si les conditions deviennent favorables, en éclatement circulaire ou radial (Anonyme, 1999).

9-1-4-3-Tomate creuse

La tomate est dite creuse lorsque le fruit prend une forme triangulaire ou cordiforme. Une coupe transversale révèle la présence de loges vides, présentant peu de graines, la chair est moins épaisse. La bouffissure risque d'apparaître surtout à des températures supérieures à 35°C ou inférieures à 13°C. La bouffissure est liée à une mauvaise pollinisation et peut être causée par des températures extrêmes, un apport nutritionnel inadéquat, des fluctuations extrêmes dans l'humidité du sol et des facteurs génétiques (Anonyme $_2$, 2013) (Figure 19).

Figure 19 : Tomate creuse (Anonyme, 2015)

9-1-4-4-Nécrose apicale

La nécrose apicale (ou Blossom end Rot) est associée à 99% à des fluctuations dans l'apport d'eau à la plante, sinon à une carence calcique et une charge fruitière importante.

Une zone aqueuse, de petite taille, ou d'un brun pâle apparaît à l'extrémité apicale du fruit lorsque ce dernier est encore vert ou qu'il est entrain de mûrir. La lésion grossit rapidement devient ocre et prend une texture parcheminée. Des champignons secondaires peuvent coloniser les tissus abîmés (Anonyme $_2$, 2013) (Figure 20).

Figure 20: Nécrose apicale de la tomate (Anonyme $_2$, 2013).

9-1-4-5-Coulure

Pendant la coulure, les fleurs des plants de tomates se fanent et virent au brun, où la tige florale et le calice jaunissent et la fleur tombe. Les petits fruits peuvent également tomber du plant. La coulure ou chute des fleurs peut être causée par divers types de stress, comme des températures supérieures à 32 °C ou inférieures à 10 °C, une humidité relative élevée, des vents violents, une carence nutritionnelle, la maladie ou des dommages attribuables aux insectes.

Certaines variétés sont moins vulnérables que d'autres à la coulure, ou aux excès de température (Anonyme $_2$, 2013).

9-1-4-6-Insolation

L'insolation peut affecter les feuilles, les tiges et les fruits. Un fruit qui est soudainement exposé au soleil, à la suite d'une défoliation du plant, surtout par temps chaud et humide peut présenter des signes d'insolation. Les tissus atteints sont affaissés et sont d'un brun pâle à blanc. Les fruits peuvent être envahis par des organismes secondaires qui risquent de les faire pourrir. En début de saison, les jeunes pousses et les tiges peuvent aussi être endommagées (Figure 21) (Anonyme $_2$, 2013).

Figure 21 : Déformation du fruit de la tomate du à l'insolation (Anonyme, 2015).

9-2-Les principaux ravageurs de la culture de la tomate

9-2-1-Nématodes

Les nématodes des racines noueuses présentent un problème important. Ils provoquent des galles (tumeurs cancéreuses) sur les racines des plantes, on peut citer *Meloïdogyne icognita*, *Meloïdogyne arenaria* et *Meloïdogyne javanica*.

Les plantes atteintes restent petites de taille et sont sensible aux maladies fongiques et bactériennes transmises par le sol (Naika et *al*., 2005).

9-2-2-Limaces et escargots

Les limaces et les escargots causent d'importants dégâts dans les jardins et les pépinières, notamment sur les plantules et sur diverses plantes herbacées. Se nourrissant de nuit, ils s'attaquent aux plantules, aux jeunes pousses, au feuillage et aux fleurs ; leurs dégâts sont souvent confondus avec ceux causés par les chenilles ou divers autres ravageurs, mais les traces de mucus, ou encore les animaux eux-mêmes sur ou à proximité des plantes attaquées permet d'éliminer toute confusion (Alford, 2013).

9-2-3- Insectes

Tous les insectes qui piquent et qui sucent, tels que les thrips, les pucerons, et les mouches blanches ne provoquent des dommages mécaniques que lorsqu'ils surviennent en grand nombre, mais les virus qu'ils peuvent transmettre provoquent des dommages bien plus importants (Naika et *al*., 2005).

9-2-3-1-Thrips

L'attaque par des thrips induits des observation de plages de cellules mortes comme des tâches claires formées de petits points blancs nacrés brunissant peu à peu. Sur les jeunes pousses, la salive toxique induit un raccourcissement des entre nœuds. Les thrips se nourrissent de grains de pollen, détruisent les étamines et entrainent les couleurs de fleurs (Snoussi , 2010). Ils sont également vecteur de la maladie bronzée de la tomate (TSWV) (Naika et *al*., 2005).

9-2-3-2-Pucerons

Les pucerons provoquent l'enroulement des feuilles, crispation des jeunes folioles avec arrêt de croissance et production de miellat se couvrant de fumagine (Snoussi, 2010).

D'après Bamouh (1999), les moyens de lutte sont la pulvérisation d'extraits du tabac ou la pulvérisation d'une solution de savon.

9-2-3-3-Mouche blanche

D'après Suty (2010), la mouche blanche fait de gros dégâts dans les cultures sous serres en particulier sur les tomates. Ces insectes agissent par prélèvement de sève et par émission de miellat. Ils peuvent provoquer la fumagine qui est une maladie cryptogamique caractérisée par l'apparition d'une couche noirâtre sur les feuilles, pouvant réduire considérablement la photosynthèse et aboutir à l'asphyxie des plantes.

9-2-3-4-Acariens

Les acariens causent un arrêt de la végétation, il ya présence de petites ponctuations jaunes sur les folioles, de nombreuses toiles soyeuses, des plages luisantes sur tiges, des folioles de couleur vert bronze, ainsi qu'un dessèchement et chute de folioles et des feuilles (Snoussi, 2010).

9-2-3-5-Noctuelles

Les noctuelles provoquent la perforation des folioles, trous et cavités sur fruits provoquant la maturation prématurée. L'espèce la plus fréquente est *Heliothes armigera* (Figure 25) (Snoussi, 2010).

9-2-3-6-Mineuse

La mineuse attaque les feuilles et les fruits de la tomate, ainsi que d'autres Solanacée. La lutte contre ce nouveau ravageur passe, outre les mesures de prophylaxie, par des pièges à phéromones et l'emploi d'auxiliaires parasitoïdes, des œufs et des larves. La mineuse de la tomate provoque des galeries sinueuses entres les épidermes. En cas de forte attaque, il ya un dessèchement total du feuillage (Figure 22) (Snoussi, 2010).

La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* sera sujet de notre étude bibliographique au deuxième chapitre.

Figure 22 : Galerie de la mineuse de la tomate : (A) sur feuille, (B) : sur fruit Kestali, 2010).

1- Origine et répartition géographique

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* a été observée la première fois en 2006, dans la province de Castellon (Espagne), plusieurs foyers sont repérés l'année suivante le long de la côte de la province de Valence et aux Baléares. En 2008, on signale des dégâts au Maroc, en Algérie et en France (Fraval, 2009).

Elle a été signalée dès 2009, en Italie, en France, à Malte, au Royaume-Uni, en Grèce, en Suisse, au Portugal, en Tunisie, en Libye, en Albanie. Son expansion s'est poursuivie principalement vers l'est (Liban, Égypte, Syrie, Turquie, Iran), mais aussi vers le nord (Lithuanie) et vers le sud (Soudan) (Figure 23) (Anonyme $_2$, 2013).

Figure 23 : Répartition dans le monde de *Tuta absoluta* (Anonyme, 2012).

En Algérie, la mineuse de la tomate a été signalée au printemps 2008 à Mazagran près de Mostaganem (Guenaoui, 2008).

En 2009, 16 wilayas productrices de tomate sont touchées par ce ravageur (Mostaganem, Chlef, El taref, Oran, Ain Defla, Boumerdès, Alger, Bouira, Tizi-Ouzou, Béjaia, Jijel, Skikda, Mila, Tlemcen, M'Sila et Biskra) et actuellement ce ravageur est présent dans toutes les wilayas productrices de tomate (Snoussi, 2010).

2-Présentation de la mineuse de la tomate

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* est un représentant de la famille des Gelechiidae, c'est un microlépidoptère néotropicale qui se nourrit aux dépens des Solanacées (Doumandji-Mitiche et *al*., 2010).

Cette nouvelle invasive a pour synonymes : *Phthnmaea absoluta* (Meyrick, 1917) ; *Gnorimoschema absoluta* (Clarke, 1962) ; *Scrobipalpula absoluta* (Povolny, 1975). Le nom scientifique *Tuta absoluta* fut donné par Polovny en 1994 (Kiliq, 2010).

D'après Povolny (1994), *T. absoluta* est un Gelechiidae. Cette famille est caractérisée par une petite taille, comprise entre 5 et 20 mm. Les ailes postérieures sont étroites et frangées (Figure 24).

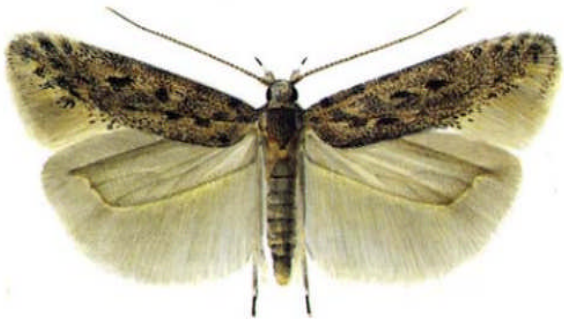

Figure 24: Gelechiidae type (Povolny, 1994).

3- Systématique

Selon Polovny (1994), *Tuta absoluta* se classe comme suit :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Lepidoptera

Sous-ordre : Microlepidoptera

Super-famille : Gelechioidea

Famille : Gelechiidae

Sous-famille : Gelechiinae

Genre : *Tuta*

Espèce : *Tuta absoluta*

4- Elément de reconnaissance de la mineuse de la tomate

4-1- Œuf

Les œufs sont de petite taille 0,36mm de long et 0,22mm de large, de forme cylindrique et de couleur crème à jaunâtre (Figure 25) (Guenaoui et Ghelamallah, 2008).

Figure 25 : Œufs de *Tuta absoluta* grossissement 10 X 20 (Originale, 2014).

4-2- Larve

Les jeunes larves sont de couleur crème avec une tête de couleur foncée (Figure 26). Lorsqu'elles se développent, les larves deviennent vertes et légèrement rose durant leur dernier stade larvaire. Le développement larvaire se divise en quatre stades (Arno et Gabarra, 2011).

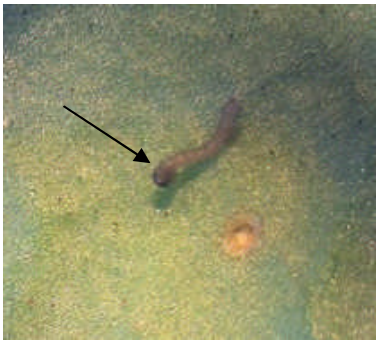

Figure 26 : Larve de *Tuta absoluta* présentant une étroite bande noire sur le pronotum (Originale, 2014).

4-3- Chrysalide

La chrysalide, de couleur brune, mesure de 4 à 5mm de long (figure 27). Les chrysalides mâles sont plus légères (3,04 ± 0,49 mg) et plus petites (longueur 4,27 ±0,24 mm et la largeur 1,23 ± 0,08 mm) que chez les chrysalides femelles (4,67 ± 0,23

mg;4,67 ± 0,23 mm de long et 1,37 ± 0,07 mm de large) (Figure 27) (Fernandez et Montagne, 1990).

Figure 27 : Chrysalide de *Tuta absoluta* (Anonyme $_1$, 2008).

4-4- Adulte

L'adulte est un micro lépidoptère de 6 à 7 mm de long et de 8 à 10 mm d'envergure. De couleur gris argenté avec des taches brunes à noires sur les ailes. Les antennes sont filiformes faisant le 5/6 des ailes (Figure 28) (Anonyme $_1$, 2008).

Figure 28: Adulte de *Tuta absoluta* (Anonyme $_1$, 2008).

L'identification est certaine par l'observation, après dissection et préparation microscopique du génitalia (Anonyme $_1$, 2008).

4-3-1- Etude des génitalia

Les extractions du génitalia sont des processus morphologiques de plus en plus utilisées en systématique, au niveau de l'espèce essentiellement et ils sont parfois les seuls critères possibles de déterminations (Badaoui, 2004).

4-3-1-1- Génitalia femelle

Selon Gonzalez (1989), le génitalia est composé de d'une bourse copulatrice, d'un sigmum, d'un canal copulateur qui est indépendant de la bourse copulatrice qui a la forme d'un entonnoir conique, d'un pophyse et de apille anales (Figure 29).

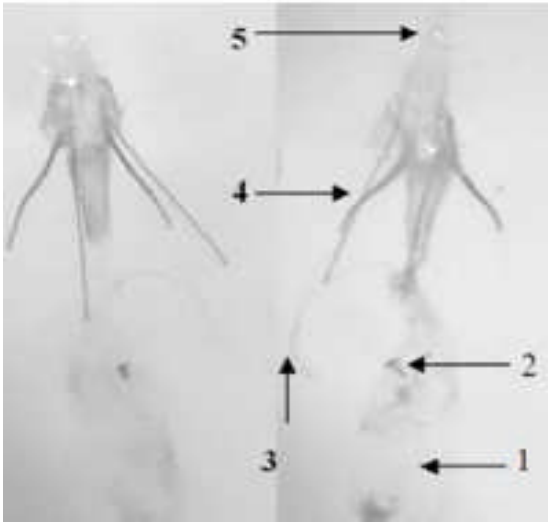

Figure 29: Le génitalia femelle de *Tuta absoluta* (Badaoui et Berkani, 2011).
1: bourse copulatrice; **2**: signum; **3**: canal copulateur; **4**: apophyse; **5**: papilles anales

4-3-1-2- Génitalia mâle

Badaoui et Berkani (2011) rappellent que l'appareil reproducteur des mâles est constitué de plusieurs pièces (Figure 30), les valves sont légèrement courbées avec une entaille dans leurs parties internes. Les parties centrales présentent une forte expansion en forme de dent, un gnathos placé entre les deux valves se place exactement à la même hauteur. Le vinculum est la partie basale du génitalia mâle, il est plus long que large, le pénis ou édéage est le seul organe détachable du génitalia; au repos il traverse le vinculum, la transtila et arrive jusqu'au gnathos. L'édéage de la mineuse de la tomate est épais et est muni d'un organe crochu à son extrémité.

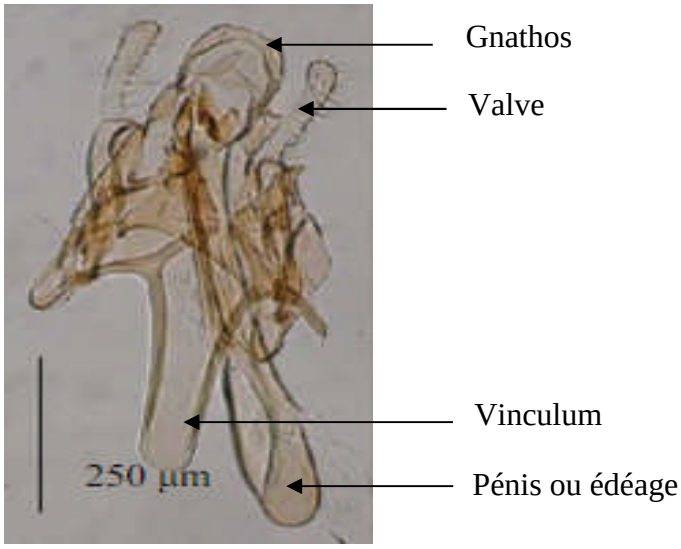

Figure 30 : Illustration de l'appareil génital mâle de la mineuse de la tomate (Lebdi-Grissa et *al*., 2011).

5- Biologie de *Tuta absoluta*

Tuta absoluta a un potentiel de reproduction élevé et un cycle de vie qui dure entre 24 et 76 jours en fonction des conditions environnementales (Figure 31). Les adultes sont actifs au moment du lever et du coucher du soleil, le reste de la journée, ils restent cachés dans les feuillages. La durée de vie des adultes est de 10 à 15 jours pour les femelles et de 6 à 7 jours pour les mâles. La femelle pond ses œufs sur les feuilles, mais aussi parfois sur les tiges et les sépales. Les œufs sont pondus isolément de manière à être bien répartis dans les cultures (Arno et Gabarra, 2011).

Les mêmes auteurs affirment que chaque femelle pond environ entre 40 et 50 œufs, et parfois jusqu'à 260 œufs. L'éclosion des œufs prend 4 à 6 jours. Les jeunes larves sont de couleur crème avec une tête de couleur foncée. Lorsqu'elles se développent, les larves deviennent vertes et légèrement rose durant leur dernier stade larvaire. Le développement larvaire se divise en quatre stades.

La pupation se fait dans le sol, les feuilles ou les galeries, ou encore d'autres parties de la plante. A peine formée, la pupe est de forme cylindrique et verdâtre puis devient progressivement marron. Elle peut être protégée par un cocon blanc et soyeux

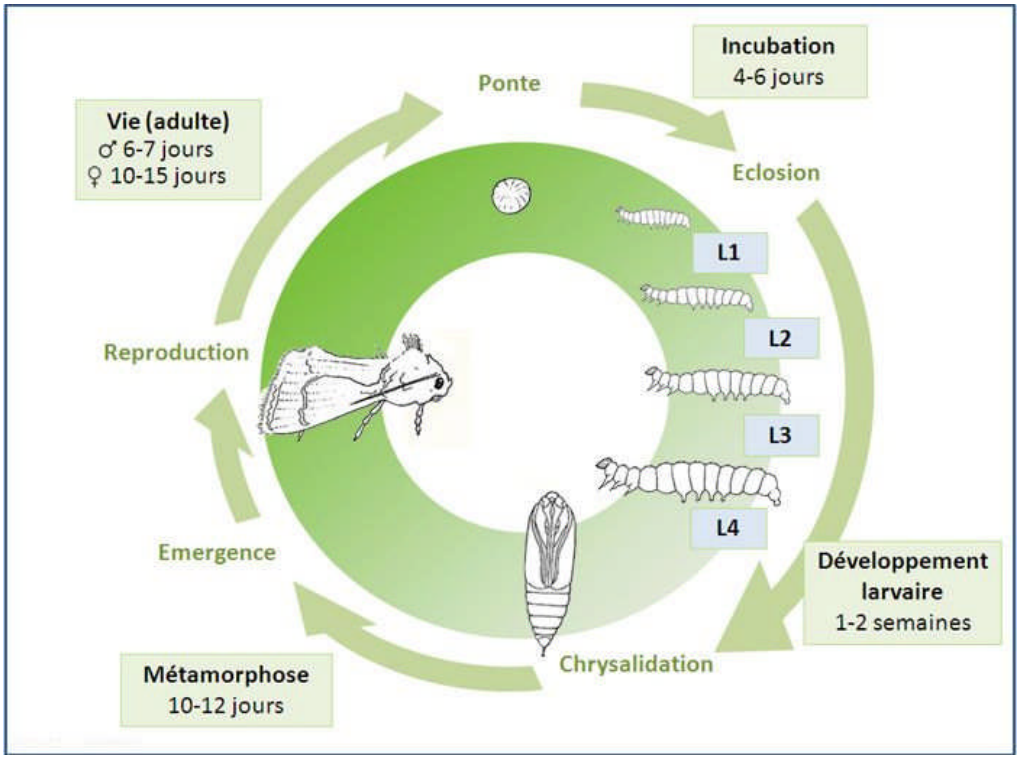

Figure 31 : Cycle de développement de *Tuta absoluta* (Anonyme $_2$, 2013).

Tableau III : La durée de cycle de développement de *Tuta absoluta* en fonction de la température (Trottin-Caudal et *al*., 2010).

T(°C)	Œuf (j)	Larve (j)	Chrysalide (j)	Total(j)	Adulte (j)
15	10	36	21	67	23
20	7	23	12	42	17
22	6,1	13,3	10,1	29,5	/
25	4	15	7	27	13
27	3,2	9,7	8,2	21,1	/
30	/	11	6	20	9

La mineuse de la tomate hiberne sous forme d'œuf, de larve ou de chrysalide et son développement redémarre dès que les conditions sont plus favorables. Sa température minimale d'activation est de 9 °C, mais elle supporte aussi des températures plus basses. Les expériences actuelles montrent qu'elle ne peut quasiment pas survivre à un hiver passé dans des tunnels plastiques non chauffés. Elles survivent par contre bien sur les plantes, les restes

de plantes ou les fruits dans les serres gardées hors gel et à fortiori dans celles qui sont tempérées, par exemple dans les unités de production de plants maraîchers.

La question de l'éventuelle capacité de certains stades de *Tuta absoluta* à hiberner à des températures proches ou en-dessous de 0 °C, n'est pas encore définitivement tranchée (Anonyme 2, 2013).

6- Plante hôte

Selon Ramel et Oudard (2008), la principale plante hôte de *Tuta absoluta* est la tomate (*Lycopersicum esculentum L.*), mais *T. absoluta* peut également attaquer diverses autres solanacées cultivées telles que la pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*), l'aubergine (*S. melongena*) et le poivron (*Capsicum annuum*) ainsi que d'autres Solanacées sauvages, adventices ou ornementales telles que : la tomate sauvage (*Lycopersicon hirsutum*), la datura stramoine (*Datura stramonium L.*), la datura féroce ou stramoine épineuse (*D. ferox Linnaeus*) etc.

7- Moyens de dissémination

La dissémination de *Tuta absoluta* vers de novelles zones peut se faire de manière active ou passive, elle peut avoir lieu via la circulation des fruits et des plants infestés, ainsi que par les caisses de récoltes, les moyens de transport contaminés, par le vent, par les chrysalides présentes dans le sol : il s'agit d'une dissémination dans le temps, d'un cycle de culture à un autre et de la présence de mauvaises herbes. En effet les cultures avoisinantes hôtes du ravageur et les restes de cultures après l'arrachage présentent une source et un réservoir de réinfestation (Van Deventer, 2013).

8- Symptômes et dégâts

Sur tomate, après un premier stade baladeur, la larve peut pénétrer dans tous les organes quelque soit le stade de la plante (Ramel et Oudard, 2008).

8-1-Feuilles

L'attaque se caractérise par la présence de plages décolorées nettement visibles. Les larves dévorent seulement le parenchyme en laissant l'épiderme de la feuille. Par la suite, les folioles attaquées se nécrosent entièrement (Figure 32).

Les feuilles fortement attaquées peuvent se dessécher entièrement. En cas de dégâts sévères, les chenilles peuvent consommer tout le tissu foliaire, en laissant de grandes quantités d'excréments noirs (Ramel et Oudard, 2008).

Figure 32: Mines de *Tuta absoluta* sur feuille (Originale, 2014).

8-2-Tige ou pédoncule

La nutrition et l'activité de la larve perturbent le développement des plantes (Figure 33) (Germain et *al*., 2009).

Figure 33 : Mineuse de tomate sur tige de la tomate (Anonyme, 2009).

8-3-Fruits

Les tomates présentent des nécroses sur le calice et des trous de sortie à la surface. Les fruits sont susceptibles d'être attaqués dès leur formation jusqu'à la maturité. Une larve peut provoquer des dégâts sur plusieurs fruits d'un même bouquet (Figure 34).

Les premiers dégâts de *T. absoluta* sont localisés préférentiellement sur les parties jeunes des plantes : apex, jeune fruit, fleur (Ramel et Oudard, 2008).

Figure 34 : Attaque de Tuta absoluta sur fruit de la tomate (Anonyme, 2009).

9- Méthodes de lutte

9-1- Méthodes préventives

Tabone et *al*. (2012) attestent que les moyens actuels de la protection préventive sont l'installation des filets insect-proof, pour éviter la colonisation des serres et tunnels par des individus venus de l'extérieur, des filets insect-proof de maille minimale (9*6 fils/cm²) peuvent être installés sur toutes les ouvertures. Pour les entrées, il faut un système de double porte ou au moins deux filets superposés. La toile de ces filets insect-proof n'est pas toujours facile à trouver sur le marché et son coût est élevé. De plus, les mailles devant être très fines, l'aération des serres est réduite. Néanmoins il s'agit de la voie prophylactique la plus sûre.

Aux abords, traquer les solanées pour réduire les zones réservoirs du ravageur, il est important de nettoyer les terrains environnant les serres en éliminant les plantes hôtes. Il s'agit essentiellement des mauvaises herbes de la famille des solanées: *Lycopersicon hirsutum*,

Solanum lyratum, Solanum nigrum, Solanum elaeagnofolium, Solanum puberulum, Datura stramonium, Datura ferox et *Nicotiana glauca*…) et bien sûr des restes de plants de tomate.

Les mêmes auteurs affirment que dans les cultures, l'élimination des parties contaminées est nécessaire, que l'on travaille en serre ou en plein champ, il est indispensable d'avoir détruit toutes les parties attaquées par *T. absoluta* des plants de tomate de la saison précédente. Il s'agit de les brûler immédiatement ou d'utiliser des sacs plastiques fermés hermétiquement pour éviter de maintenir le ravageur in situ. Il en est de même pour les résidus en fin de culture, visiblement contaminés ou non.

Le nettoyage des sol sous serres par une désinfection peut être envisagée, surtout en cas de monoculture de tomate, ou de suivi par une autre culture de solanacées (poivron, etc.). Une des solutions est la solarisation pendant 4 à 6 semaines. En plein champ, un travail du sol élimine en partie les nymphes de *T. absoluta*.

La méthode physique (le savon noir) est une alternative, en effet comme les adultes de *T. absoluta* circulent surtout en bas des plantes au lever du jour pour se reproduire, il est recommandé d'y pulvériser une solution de savon noir (2 à 4 %) entre 5 h et 8 h du matin. Cependant, il s'agit d'une substance agressive et non sélective, elle a une action sur des ravageurs mais aussi sur les auxiliaires.

9-2- Lutte curative

9-2-1- Lutte biologique

Pour une bonne efficacité de la lutte biologique par lâcher d'auxiliaires en serres et tunnels, il est recommandé de procéder à ces lâchers dès les premières captures de *T. absoluta.*

Pour assurer une bonne installation des prédateurs, il est conseillé de les lâcher tôt et les nourrir tant que la présence de la mineuse est faible (avec des œufs commercialisés d'*Ephestia kuehniella* , la teigne de la farine, par exemple).

Les auxiliaires les plus utilisés sont :

– Prédateurs : *Macrolophus pygmaeus* et *Nesidiocoris tenuis*.

– Parasitoïde d'œufs : *Trichogramma achaeae.*

En Amérique du Sud, d'autres auxiliaires ont été utilisés :

– Prédateur : *Podisus nigrispinus*

– Parasitoïdes de chrysalides (*Cornua sp.*) ; de larves (Pseudoapanteles *dignus, Dineu - lophus phthorimaeae, Apantales gelechii-divoris*) ; d'œufs (*trichogrammes : Tricho -gramma pretiosum, T. fastiatum, T. rojasi, T. bactrae, T. exiguum* et *T. nerudai*) (Anonyme, 2015).

9-2-2- Lutte biotechnique

La lutte biotechnique se base sur le piégeage massif des adultes mâles de *Tuta absoluta* à l'aide des pièges à phéromones sexuelles, à glu, à eau et des pièges lumineux.

Un entretien régulier est indispensable (changement des capsules de phéromones, nettoyage du piège, remplacement du liquide). Les pièges sont idéalement repartis de manière homogène au niveau bas des plantes avec un piège/400 m² (Bodendörfer et *al*.,2011)

Selon Benzara et *al*. (2011) plusieurs types de pièges peuvent être utilisés :

-Le piège Delta se compose d'un fond englué qui doit être changé après sa saturation, et d'un toit en matériel durable résistant à l'eau. Il porte en son milieu un crochet pour suspendre celui-ci à 1m 20 du sol. La capsule contenant la phéromone est située entre le toit et le fond englué. Elle doit être renouvelée toutes les quatre semaines.

-Piège Tutaroll qui est un film transparent de 1,20m de long sur 60cm de large, dans lequel sont incorporées la phéromone femelle de *Tuta absoluta* et de la colle gluante. Le film est entouré d'un cadre en bois pour son maintien et son accrochage à l'intérieur de la serre, à 60cm environ du sol.

-Piège lumineux qui par le fait de son activité plutôt nocturne, des pièges lumineux avec des lampes UV capturent les mâles et les femelles de *Tuta absoluta*. Ils peuvent contribuer à limiter les populations du ravageur, à condition que celles-ci ne soient pas trop élevées. Mais ces pièges ne sont pas spécifiques de *Tuta absoluta* : ils doivent être localisés à distance des ruches de bourdons et être utilisés avec parcimonie pour limiter le piégeage d'auxiliaires.

-Piège type Bassine à eau qui est un récipient en matière plastique, au dessus desquels sont fixées des capsules de phéromone et dans laquelle il y a de l'eau et du savon liquide. Une seule bassine est installée au ras du sol au centre de la serre.

9-2-4- Lutte chimique

Pour lutter contre ce fléau, les tomaticulteurs disposent de plusieurs armes, dont, en dernier recours, des insecticides visant les chenilles cheminant hors de leurs mines. Les populations de *Tuta absoluta* sont déjà résistantes à la plupart des insecticides à large spectre, un héritage de leur vie sud-américaine.

Outre qu'ils sont plus ou moins nocifs pour l'environnement et les applicateurs, les insecticides chimiques ne sont pas toujours efficaces. En effet, *T. absoluta* arrive à développer rapidement des résistances. De plus, les larves sont protégées dans les galeries situées au niveau des feuilles, des tiges et des fruits, ce qui les protège d'insecticides traditionnels. Enfin, l'application de certains produits nuit à la faune auxiliaire et peut ainsi aggraver le problème (Fraval, 2009).

10- Risques de confusion

Ramel et Oudard (2008) affirment que *Tuta absoluta* peut être confondu avec des espèces voisines d'intérêts agronomiques appartenant à la famille des Gelechiidae ayant comme plante hôte des Solanaceae :

- *Scrobipalpopsis solanivora* est inféodé à *Solanum tuberosum*.

- *Phthorimea operculella* est également présent sur les Solanaceae, la larve possède une bande noire plus large sur le pronotum et des pattes noires.

La confusion se fait aussi avec la mouche mineuse *Liriomyza bryoniae.*

Pour les adultes l'examen des génitalias est indispensable pour confirmation du diagnostic.

10-1- Teigne guatémaltèque de la pomme de terre

Tecia solanivora, synonyme *Scrobipalposis solanivora* ou « teingne du Guatemala », est un insecte de l'ordre des lépidoptères, de la famille des Gelechiidae, sous famille des Gelechiinae, originaire du Guatemala. C'est un petit papillon dont les chenilles sont des ravageurs des tubercules de pomme de terre, aussi bien en culture qu'en entreposage

Chez l'adulte (Figure 35), les deux sexes présentent un dimorphisme sexuel important. Les femelles sont d'une teinte marron beaucoup plus claire et de même que pour les nymphes, elle sont aussi plus grosses que les mâles. Les adultes des deux sexes portent sur chacune des deux ailes antérieures deux taches sigmatoïdes nettes et bien alignées sur le même faisceau de nervures. La larve est une chenille blanchâtre de 10 à 12 mm de long (Andre et *al*., 2000).

Figure 35 : Adulte de la teigne guatémaltèque (Anonyme $_2$, 2008)

Cet insecte se développe à une température optimale entre 15 et 20°C. Les pluies abondantes et les températures inferieurs à 10°C freinent son développement.

Les chenilles mineuses se développent exclusivement à l'intérieur de tubercules de pomme de terre (espèce monophage), où elles passent par quatre stades de développement se nourrissant de la chair de la pomme de terre. Elles creusent des galeries superficielles et profondes qui rendent les tubercules inconsommables et ouvrent la voie à diverses maladies cryptogamiques entraînant le pourrissement rapide des tubercules (Figure 36). Dans les zones infectées les pertes vont de 50 à 100 % (Andre et *al*., 2000).

Figure 36 : Dégâts dus à *Tecia solanivora* (Andre et *al*., 2000).

10-2-Teigne de la pomme de terre

La teigne de la pomme de terre (*Phthorimaea operculella*) est un insecte de l'ordre des lépidoptères, de la famille des Gelechiidae, originaire d'Amérique. C'est un petit papillon dont la chenille est un ravageur principalement des tubercules de pomme de terre, notamment en période de stockage. Cet insecte est répandu dans toutes les régions chaudes, tropicales et subtropicales du globe et en particulier sur le pourtour du bassin méditerranéen

L'œuf est ovale, lisse, blanc laiteux à reflets nacrés, la larve mesure 10 à 12 mm, blanc rosé, la tête et le prothorax sont brun noir avec quelques points noirs, avec un petit nombre de soies sur chaque segment, le cocon est très étroit, il est long de 12mm, blanchâtre. L'adulte est un petit papillon de mœurs nocturnes, mesurant environ 10 mm de long environ, de teinte grisâtre avec des taches noires sur les ailes antérieures (Figure 37) (Anonyme $_2$, 2013).

Figure 37 : Adulte de *Phtorimea operculella* (Anonyme $_2$, 2008).

Les chenilles mineuses s'attaquent à toutes les parties végétatives de diverses Solanacées sauvages ou cultivées, et en particulier à celles du tabac et de la pomme de terre. Elles creusent des galeries tapissées de fils de soie dans les feuilles, tiges et tubercules, rejetant leurs excréments noirâtres à l'extérieur. Ces galeries peuvent ensuite être envahies par des bactéries *(Bacillus amylobacter)* ou des acariens, dont l'acarien des racines *(Rhyzoglyphus echinopus)* (Anonyme $_2$, 2013).

10-3- Mouche mineuse

Selon Thorez (2003), les œufs qui sont de couleur crème et de forme ovale mesurent 0,12 x 0,27 mm sont déposés dans les tissus lors des piqûres de pontes à l'aide de l'ovipositeur des femelles. Une femelle peut produire plusieurs centaines d'œufs qui, par la suite éclosent et donnent naissances à des larves transparentes et longue de 0,5 mm.

Celles-ci creusent dans les folioles des galeries que la présence d'excréments noirs rend bien visibles. Les larves blanches du troisième stade, longues de 2,5 mm, percent le limbe, quittent les folioles, se laissent tomber dans les replis du plastique ou sur le sol et s'enterrent à faible profondeur. Par la suite, elles se transforment en pupes en forme de tonnelet et dont la couleur varie en vieillissant du jaune au marron foncé, les pupes noirâtres sont souvent celles qui sont parasitées.

Les adultes sont des petites mouches de 2 à 3 mm de longueur, jaune et noire. Les femelles adultes, présentes à la face supérieure du limbe, perforent l'épiderme grâce à la véritable tarière qu'est leur ovipositeur, aspirent le suc végétal (piqûre nutritionnelles) et déposent leurs oeufs (piqûres de ponte). Les mâles, dépourvus de tarières, profitent également des piqûres de nutrition pour se nourrir (Figure 38).

Figure 38 : Mouche mineuse *Liriomyza bryoniae* : (a) : Adulte, (b) : larve (Blancard et *al*., 2009).

La durée de leur cycle varie en fonction de la température; pour *Liriomyza bryoniae* elle est de 41 jours à 15°C et passe à 17 jours à 25°C.

De nombreuses piqûres nutritionnelles chlorotiques sont d'abord observées sur le limbe; elles peuvent être très nombreuses et sont réalisées par les femelles avec leur ovipositeur. Des mines (Figure 39) apparaissent par la suite sur les folioles. Les feuilles les plus affectées, portant parfois une vingtaine de larves par feuille peuvent jaunir, flétrir et se dessécher. L'activité photosynthétique des plantes, leur croissance et les rendements peuvent être ainsi fortement réduits lors d'une infestation. La maîtrise des populations de ces ravageurs est souvent problématique du fait de leur résistance possible à plusieurs insecticides, ces derniers éliminant par ailleurs la faune utile. Lors de très fortes pullulations, constatées notamment en zones tropicales, les fruits présentent des brûlures car de nombreuses feuilles minées et altérées ne les protègent plus du rayonnement solaire (Thorez, 2003).

Figure 39 : Galeries laissées par *Liriomyza bryoniae* (Anonyme $_2$,2013).

1- Objectif de l'étude

L'objectif de notre étude est de suivre la bioécologie de la mineuse de la tomate « *Tuta absoluta* ». Notre travail a été réalisé sous les conditions de serre sur deux variétés hybrides de tomate Tavira et Dawson dans la région de Sidi-Naâmane.

2- Présentation de la zone d'étude

L'étude a été réalisée au niveau d'une exploitation agricole privée, appartenant à la famille BOUASSEM, située dans la région de Sidi-Naâmane distante de 10 Km au Nord-Ouest de Tizi-Ouzou, à une altitude de 44 m (Figure 40). Elle est caractérisée par des conditions édapho-climatiques favorables, c'est pour cette raison qu'elle présente une grande aptitude pour les cultures maraîchères.

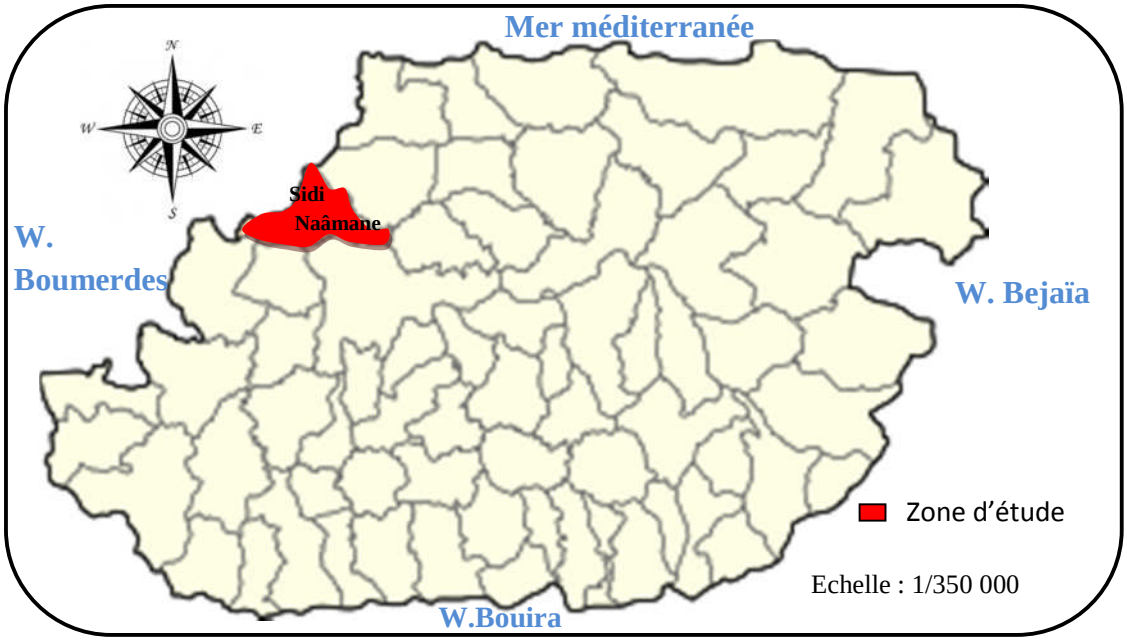

Figure 40 : Situation géographique de la zone d'étude (Anonyme, 2011).

La parcelle expérimentale est représentée sous forme de 4 serres, dont 3 serres de tomate, et la 4ème serre est exploitée pour la culture du poivron. Chaque serre a une longueur de 50 m, une largeur de 07 m et une hauteur de 03 m. Cette exploitation est située au milieu de plusieurs vergers de néfliers et de poiriers.

Les techniques culturales utilisées au niveau de ces serres sont le labour, le binage, le désherbage, l'irrigation avec un système goutte à goutte, utilisation de fongicides contre le

mildiou et les maladies cryptogamiques, notamment le botrytis. Des phéromones sexuelles ont été utilisées contre la mineuse de la tomate.

2-1- Facteurs climatiques de la zone d'étude

Selon Dajoz (1975), les êtres vivants ne peuvent se maintenir qu'entre certaines limites bien précises de températures, d'humidité relative et pluviométrie.

Les températures (moyennes, minimales et maximales), les humidités relatives (moyennes, minimales et maximales) durant l'année 2014 sont représentées dans les tableaux 1 et 2 (voir annexes).

2-1-1- Température

Les températures minimales les plus faibles sont enregistrées au mois de Juin avec 20,1 °C pour la serre de la variété Dawson et 21,8 °C pour la serre de la variété Tavira. Les températures maximales les plus élevées sont enregistrées au mois de Juin, avec 30,1 °C pour la variété Dawson et 30,0 °C.

2-1-2- Humidité relative de l'air

L'humidité minimale est enregistrée au mois de Juin, avec un taux de 51 % pour la variété Dawson et au mois de Juillet, avec un taux de 50% pour la variété Tavira. L'humidité relative maximale est enregistrée au mois de Juin pour la variété Dawson avec un taux de 66%, et au mois de Juillet pour la variété Tavira avec un taux de 65%.

3- Matériels et méthodes

3-1- Matériels utilisés

3-1-1- Sur le terrain

3-1-1-1- Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre étude comprend deux variétés hybrides de tomate Dawson et Tavira.

3-1-1-1-1- Caractéristiques de la variété Dawson

Le fruit est jaune orangé, cordiforme, au cœur flammé de rouge, sa chair est délicieuse, plein, juteuse, dense et pratiquement sans pépins, sa teneur est élevé en sucre.

Le fruit est tardif, de 80 à 85 jours. Avec un port indéterminé de type gros fruit, il a une masse de 300 g à 1 kg, un calibre supérieur à 85mm. Il est cultivé en plein champ ou sous serre (Figure 41).

Figure 41 : Tomate de la variété Dawson (Originale, 2014).

3-1-1-1-2- Caractéristiques de la variété Tavira

Le fruit de la variété Tavira est jaune orangé rond sensiblement aplati, de 180 gr à 210 gr, sa chair a une belle texture, juteuse et dense, sa saveur est très parfumée et sucrée. Sa récolte est plus hâtive de 60 à 80 jours. Il est cultivé en plein champ ou sous serre (Figure 42).

Figure 42 : Tomate de la variété Tavira (Originale, 2014).

3-1-1-2- Piège à phéromone

Les pièges à phéromones sont des pièges sexuels, ils sont utilisés pour capturer les adultes mâles. Les pièges utilisés durant l'expérimentation sont des pièges à eaux, qui sont des récipients circulaires, contenant de l'eau mélangée avec un peu de savon, et une

phéromone, qui est fixée au dessus du récipient (Figure 43). Les papillons mâles ainsi attirés se noient.

Les pièges sont placés au milieu de la serre à 2 m de hauteur des plants, au nombre d'un à deux pièges par serre, le contenu du piège est renouvelé chaque semaine, et le renouvellement des phéromones toutes les 5 semaines.

Figure 43 : Adultes mâles piégés dans le piège à phéromone (Originale, 2014).

3-1-1-3- Thermohygrographe

L'appareil qui mesure la température et l'humidité est un Thermohygrographe, il est placé juste à coté du piège à phéromone (Figure 44).

Figure 44 : Thermohygrographe (Originale, 2014).

3-1-2- Au laboratoire

Une loupe binoculaire est utilisée pour l'observation des œufs, des larves et des chrysalides.

Après le comptage, on a fait des tableaux qui nous ont aider pour la lecture des résultats. Et une fois les résultats obtenus, on les a confirmé avec des test statistiques (Pearson, Newman et Keuls et l'analyse de variance)

3-2- Méthodes de prélèvement

Lors de nos sorties hebdomadaires sur terrain, des prélèvements aléatoires de feuilles de tomate ont été réalisés à raison d'un prélèvement par semaine et par variété. L'échantillonnage est de type systématique, 150 feuilles sont régulièrement prélevées sur chaque variété, à raison de 50 feuilles par niveau de hauteur du plant (N1 : Bas, N2 : Milieu et N3 : Haut).

Les feuilles prélevées sont mises dans des sacs en plastique et sont conservées au frais pour éviter leur desséchement.

1- Résultats

1-1- Résultats sur la variété Dawson

1-1-1- Variations de la température dans la serre de la variété Dawson

Les valeurs de températures enregistrées dans la serre sont représentées dans le tableau 1 (voir annexe) et la figure suivante :

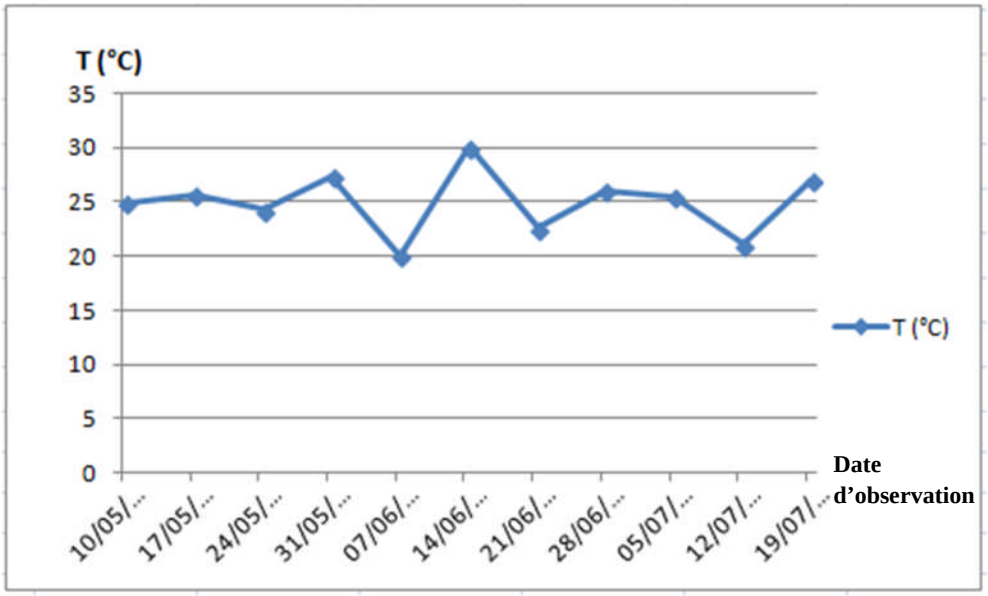

Figure 45 : Les variations de température dans la serre de la variété Dawson.

La lecture de la figure 45, nous apprend que la température présente des fluctuations. Les basses températures ont été enregistrées durant le mois de Juin, pour atteindre une valeur de 20,1°C. Elle progresse pour atteindre une valeur maximale de 30,1°C le 14 Juin.

Les hautes températures ont été enregistrées à partir du 31 Mai, avec des températures maximales de 27,4°C, 30,1°C, 27,0°C, enregistrées respectivement le 31 Mai, 14 Juin et le 19 Juillet.

1-1-2- Variations de l'humidité dans la serre de la variété Dawson

Les valeurs d'humidité enregistrées dans la serre sont représentées dans le tableau 1 (voir annexe) et la figure suivante :

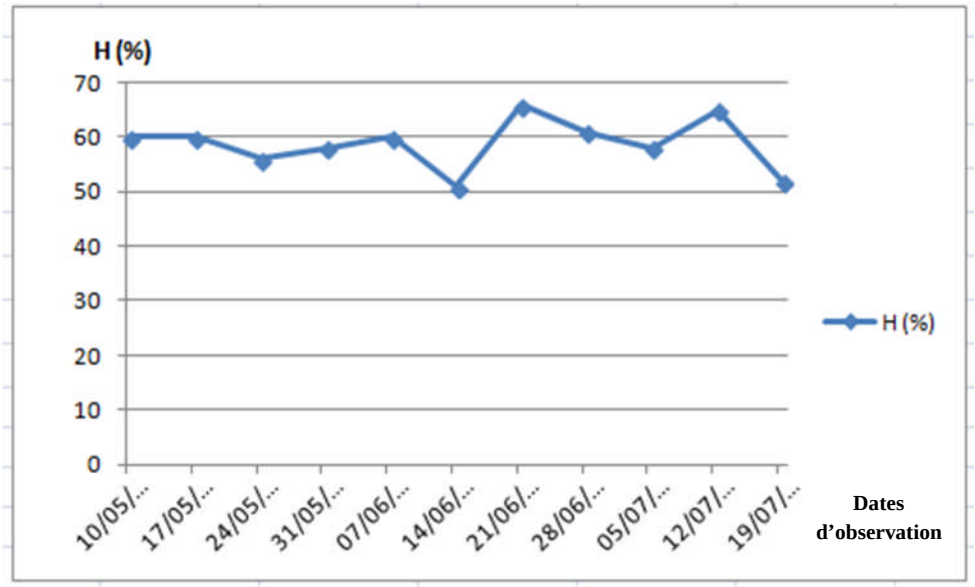

Figure 46 : Variations de l'humidité moyenne dans la serre de la variété Dawson.

Le mois le plus humide est le mois de Juin, avec des valeurs comprises entre 51 et 66%.

Une baisse notable d'humidité est observée le 14 Juin ainsi que le 19 Juillet avec des taux respectivement de 51% et 52%.

1-1-3- Variations temporelles du nombre d'adultes mâles capturés dans la serre

Le nombre d'adultes mâles capturés dans la serre est représenté dans le tableau 5 (voir annexe) et la figure ci-dessous :

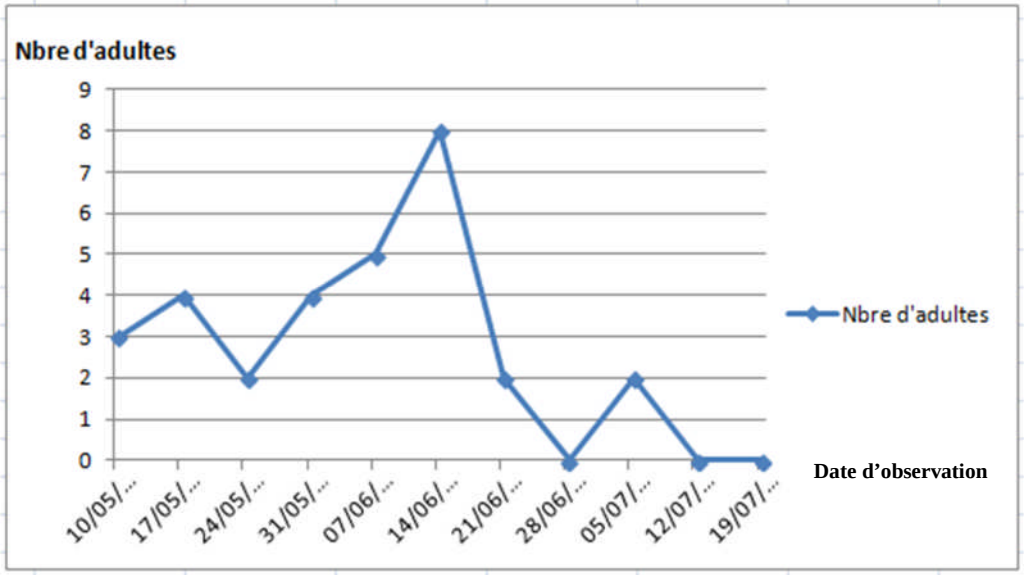

Figure 47 : Evolution du nombre d'adultes mâles capturés dans la serre.

Après une semaine de mise en place du piège, le nombre d'adultes mâles capturés est de 03 individus. Une légère augmentation des captures est observée le 17 Mai avec une valeur de 04 individus. Ce nombre diminue pour atteindre une valeur de 2 individus le 24 Mai.

Ce nombre progresse pour atteindre une valeur maximale de 08 individus le 14 Juin. Une régression est observée durant le mois de Juin avec 00 individus capturés le 28 Juin.

S'ensuit une progression du nombre de mâles capturés le 05 Juillet avec une valeur de 02 individus, mais qui rechute aussi rapidement dès le 12 Juillet avec aucun individu capturé et ce, jusqu'à la dernière semaine de l'échantillonnage.

1-1-4- Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés, selon les variations de température et d'humidité

Le nombre d'adultes capturés et les valeurs d'humidité et de température enregistrés dans la serre sont représentés dans le tableau 1 et 5 (voir annexe) et la figure suivante :

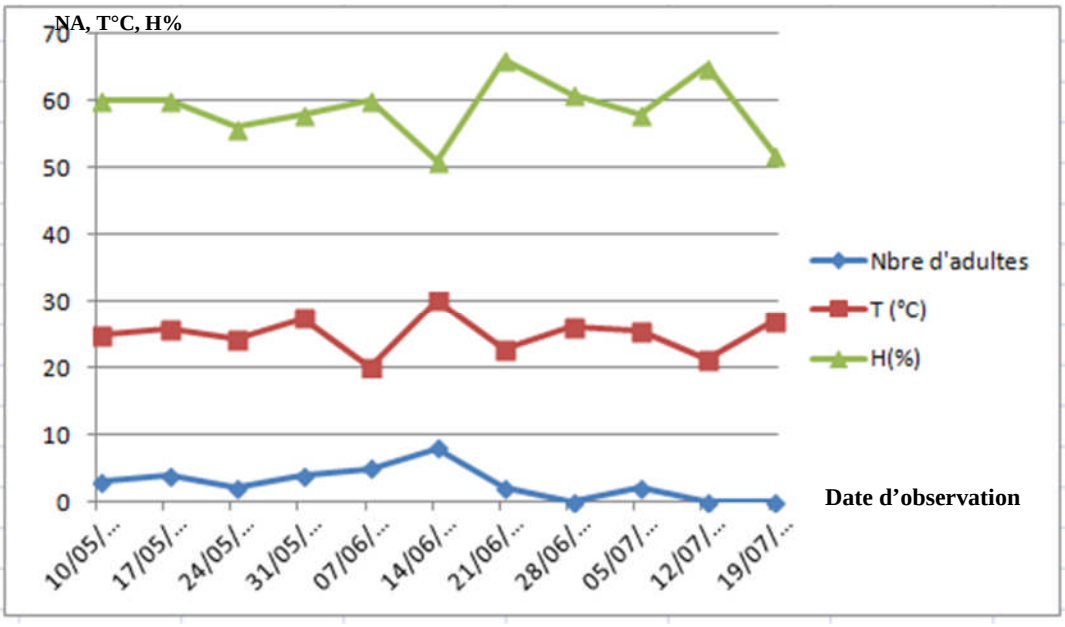

Figure 48 : Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés et les variations de températures et d'humidité dans la serre.

Les graphes montrent que le nombre d'adultes comptabilisés progresse avec l'augmentation de la température pour atteindre une valeur de l'ordre de 08 individus le 14 Juin à une température maximale de 30,1 °C.

Du 17 Mai au 14 Juin, les valeurs d'humidité sont en régression. Une légère augmentation d'humidité est observée, avec une valeur de 65% le 12 Juillet, ce qui comme conséquence la régression du nombre d'adultes capturés (0 adultes).

1-1-4-1- Influence de la température sur le nombre d'adultes mâles capturés dans la serre de la variété Dawson

Pour vérifier s'il ya une relation significative entre la température et le nombre d'adultes mâles capturés de *Tuta absoluta*, nous avons opté pour le test de PEARSON avec un seuil de signification $\alpha = 0,05$ dont les résultats sont :

H_0 : La température n'influe pas sur le nombre d'adultes capturés.

L'hypothèse H_0 sera rejetée si $P < 0,05$

La probabilité obtenue est $P = 0,035$

$P < 0,05$ donc l'hypothèse H_0 est rejetée.

Ce test nous permet de conclure sur l'influence significative des températures sur le nombre d'adultes mâles capturés.

1-1-4-2- Influence de l'humidité sur le nombre d'adultes mâles capturés dans la serre de la variété Dawson

Pour vérifier s'il ya une relation significative entre l'humidité et le nombre d'adultes mâles capturés de *Tuta absoluta*, nous avons opté pour le test de PEARSON avec un seuil de signification $\alpha = 0,05$ dont les résultats sont :

H_0 : L'humidité n'influe pas sur le nombre d'adultes capturés.

L'hypothèse H_0 sera rejetée si $P < 0,05$

La probabilité obtenue est $P = 0,016$

$P < 0,05$ donc l'hypothèse H_0 est rejetée.

Ce test nous permet de conclure sur l'influence significative de l'humidité sur le nombre d'adultes mâles capturés.

1-1-5- Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles

Le nombre moyen d'œufs pondus par foliole est représenté dans le tableau 3 (Voir annexe) et la figure suivante :

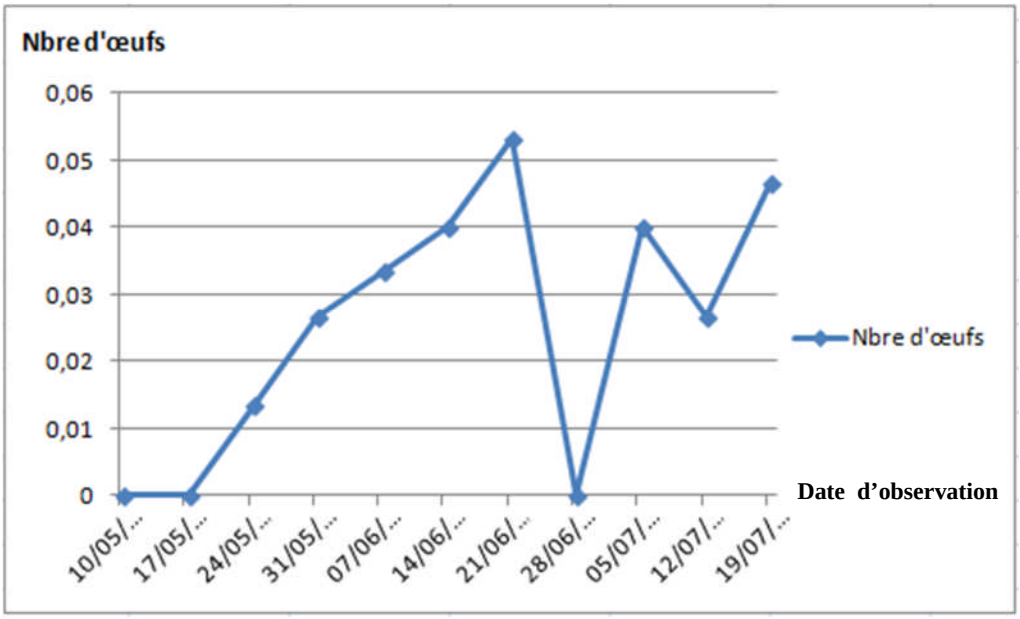

Figure 49 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur la variété Dawson

Les pontes sont très importantes en trois pics, avec une valeur de 8 œufs le 21 Juin, une valeur de 06 œufs observé le 05 Juillet et une valeur de 07 œufs le 19 Juillet.

La première semaine d'échantillonnage a été marquée par une densité nulle d'œufs pondus. Aussi on a constaté l'absence d'œufs le 28 Juin.

1-1-6- Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles

Le nombre moyen d'œufs pondus est représenté dans le tableau 6 (Voir annexe) et la figure suivante

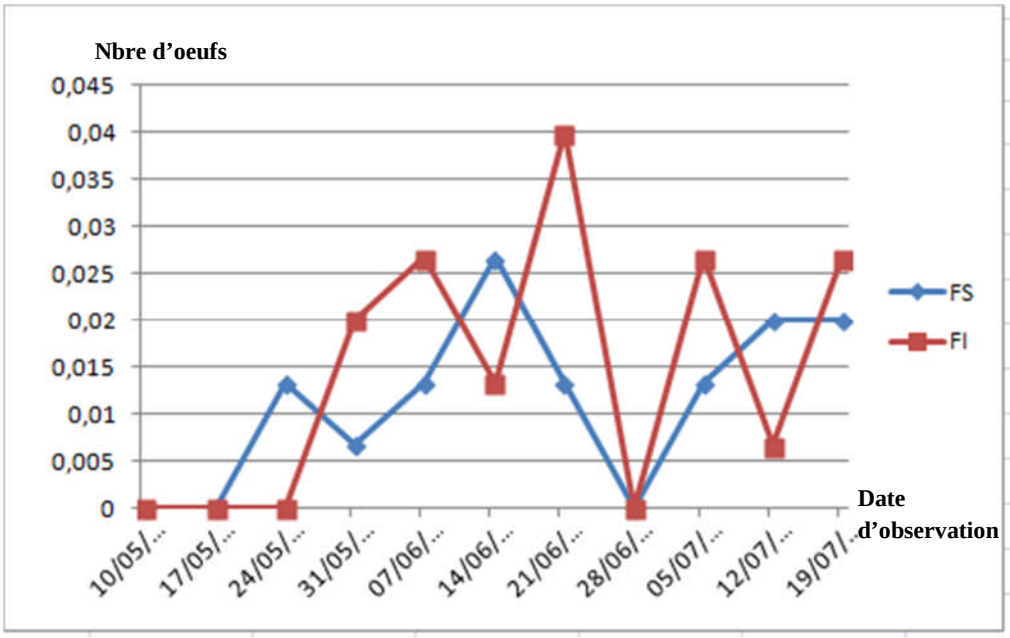

Figure 50 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles.

Les deux premières semaines, le nombre d'œufs pondus est nul pour les deux faces.

Le graphe montre que les pontes sur les faces inférieures des folioles est plus importante, ce qui justifie la valeur maximale d'œufs pondus, qui est enregistrée sur la face inférieure (0,04 œufs par foliole). Par contre le nombre moyen des œufs le plus élevé sur les faces supérieures est de 0,026 œufs par foliole.

1-1-7- Evolution temporelle du nombre de larves du premier stade (L_1) sur les feuilles

Le nombre de larve L_1 observé est représenté dans le tableau 3 (Voir annexe) et la figure suivante :

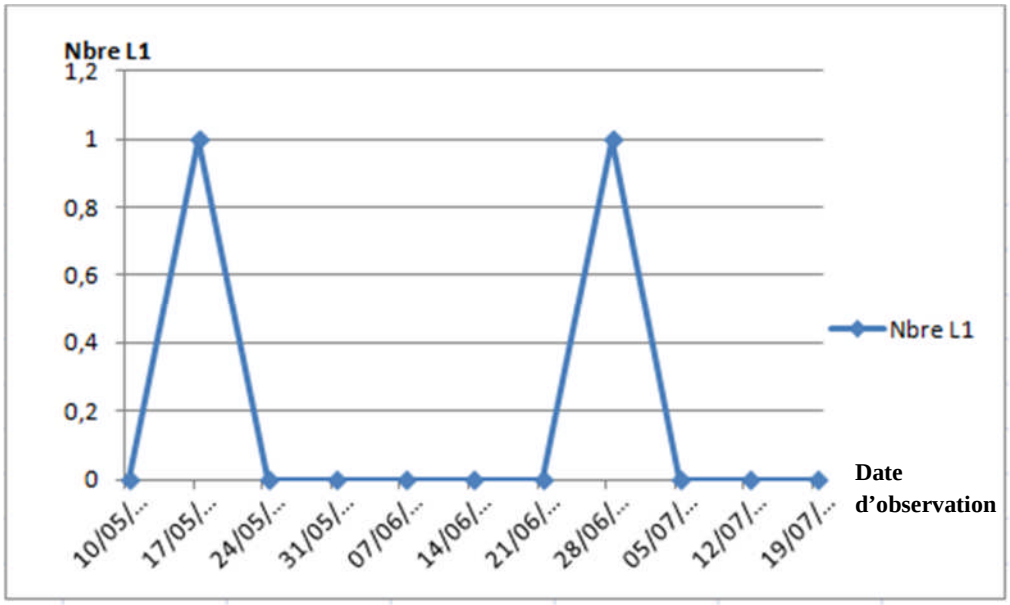

Figure 51 : Evolution temporelle du nombre de larve L_1 sur les feuilles.

La présence d'œufs est caractérisée par deux pics, qui représentent une larve enregistrée le 17 Mai et une autre le 28 Juin.

Aucune larve L_1 n'a été observée du 24 Mai au 21 Juin et du 05 Juillet jusqu'à la fin de l'échantillonnage.

1-1-8- Evolution temporelle du nombre de larves du deuxième stade (L_2) sur les feuilles

Le nombre de larve L_2 observé est représenté dans le tableau 3 (Voir annexe) et la figure suivante :

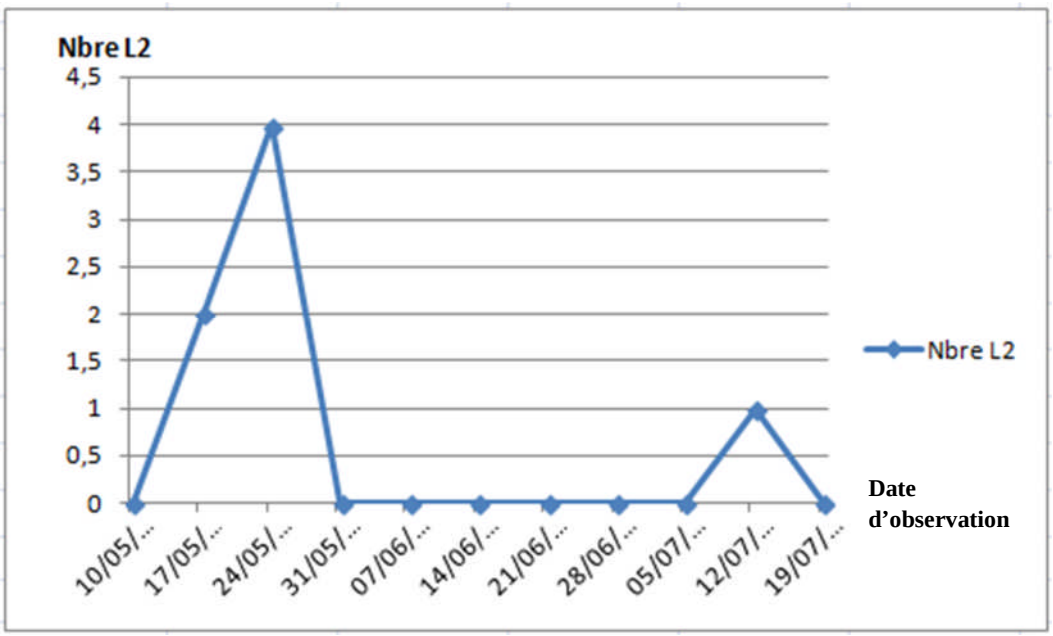

Figure 52 : Evolution temporelle du nombre de larves L_2 sur les feuilles.

Cette courbe est caractérisée par la présence de deux pics, le premier est observé le 24 Mai avec 4 larves, le deuxième qui est moins important est observé le 12 Juillet avec 1 larve seulement.

Le nombre de larves est nul du 31 Mai jusqu'au 05 Juillet.

1-1-9- Evolution temporelle du nombre de larves du troisième stade (L_3) sur les feuilles

Le nombre de larve L_3 observé est représenté dans le tableau 3 (Voir annexe) et la figure suivante :

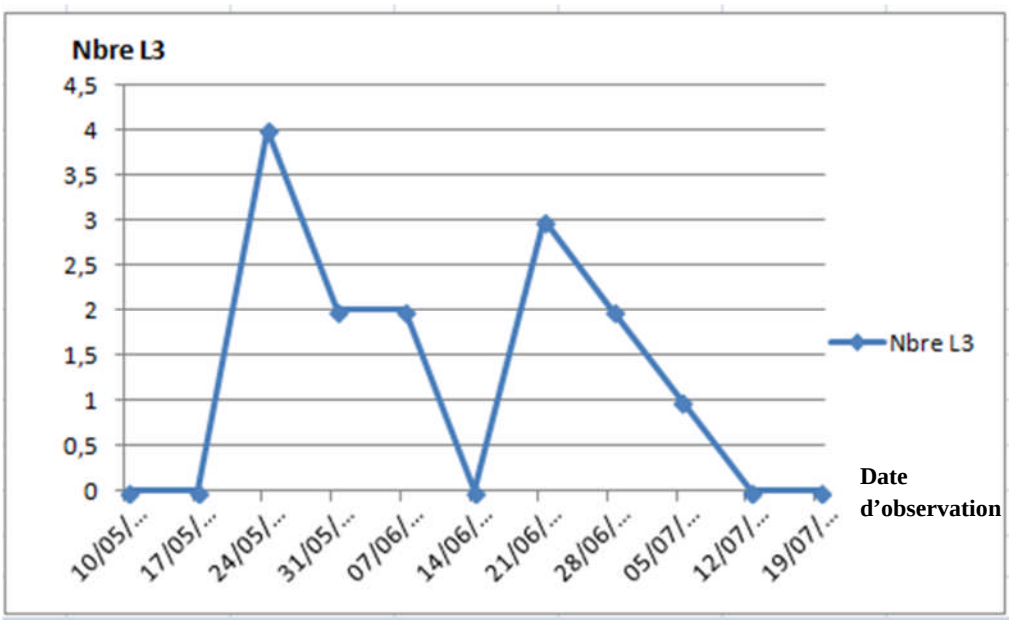

Figure 53 : Evolution temporelle du nombre de larve L_3 sur les feuilles.

La courbe illustre la présence des premières larves du stade L_3 à la date du 24 Mai avec un taux maximale de 04 larves. L'autre pic est observé le 21 Juin avec un taux de 03 larves.

Il ya disparition totale des larves la première semaine d'échantillonnage, ainsi que le14 Juillet et à partir du 12 Juillet jusqu'à la fin de l'échantillonnage.

1-1-10- Evolution temporelle du nombre de larves du quatrième stade (L_4) sur les feuilles

Le nombre de larve L_4 observé est représenté dans le tableau 3 (Voir annexe) et la figure suivante :

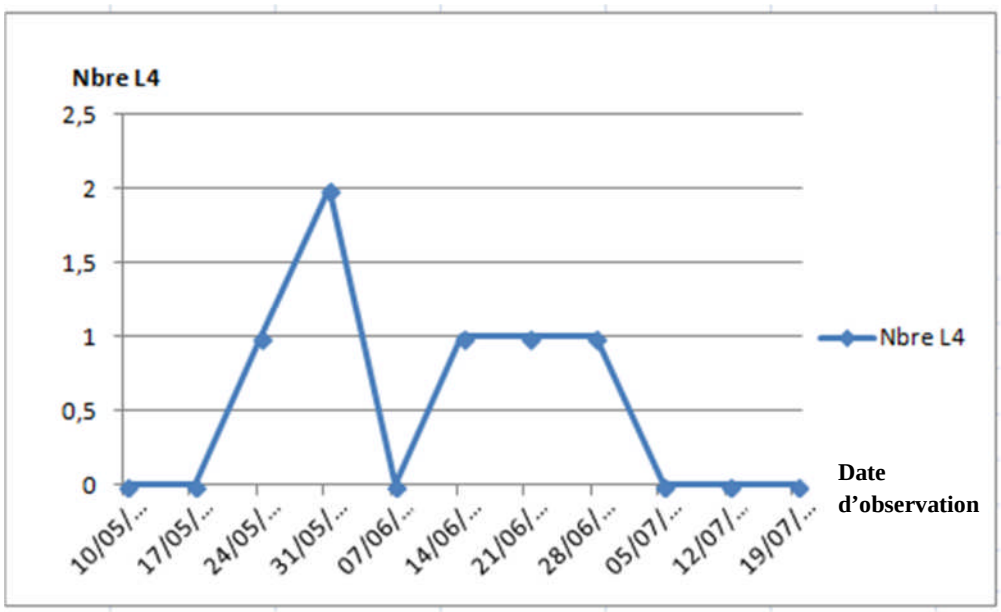

Figure 54 : Evolution temporelle du nombre de larves L_4 sur les feuilles.

Les larves du stade L4 sont absentes au cours de la première semaine d'observation, ainsi que du 07 au 14 Juin, et à partir du 05 juillet.

Le taux maximal de larves est observé le 31 Mai avec 02 larves, qui a régressé à un taux d'une seule larve du 14 Juin au 12 Juillet.

1-1-11- Evolution temporelle du nombre de chrysalides sur les folioles

Le nombre de chrysalides observé est représenté dans le tableau 3 (Voir annexe) et la figure suivante :

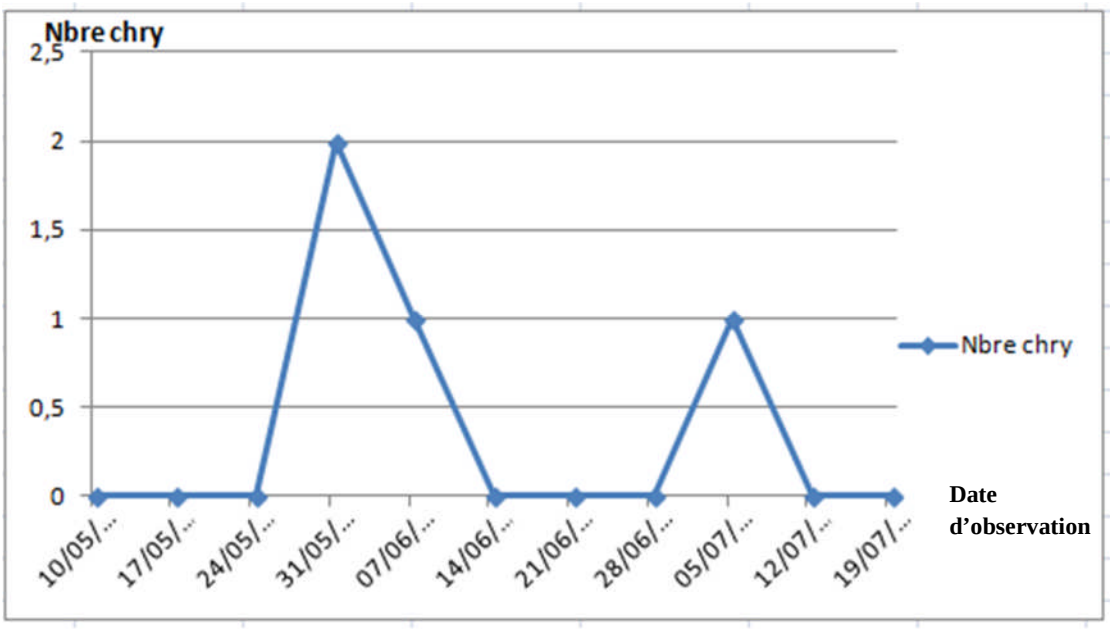

Figure 55 : Evolution temporelle du nombre de chrysalides sur les feuilles.

Le graphe illustre deux pics, qui sont observés le 31 Mai et le 05 Juillet avec les valeurs respectivement de 02 chrysalides et de 01 seule.

Il ya absence totale de chrysalide au début Mai du 10 au 24, ainsi que du 14 au 28 Juin, et à partir du 12 Juillet jusqu'à la fin de l'échantillonnage.

1-1-12- Distribution des œufs selon le niveau de hauteur du plant

Le nombre des œufs selon les niveaux de hauteur du plant est représenté dans le tableau 4 (Voir annexe) et la figure suivante :

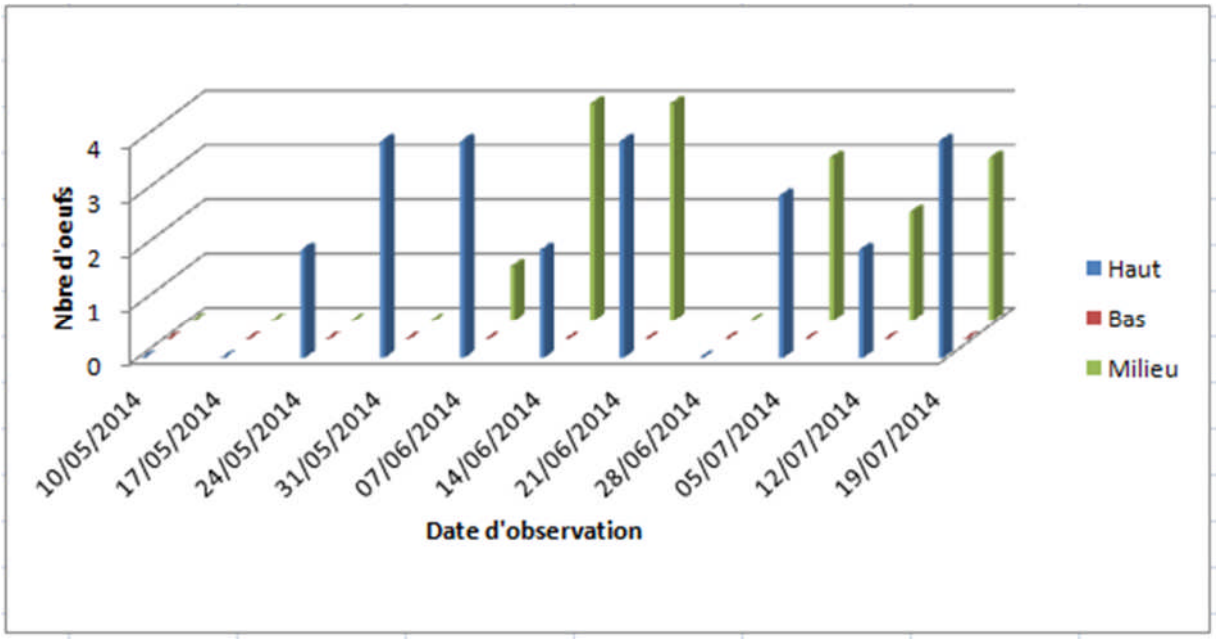

Figure 56 : Evolution temporelle des œufs selon le niveau de hauteur du plant.

Cet histogramme montre que les femelles de *Tuta absoluta* préfèrent pondre leurs œufs sur les feuilles apicales, suivi des feuilles intermédiaire, enfin les feuilles basale avec un taux nul.

1-2- Résultats sur la variété Tavira

1-2-1- Variations de la température dans la serre de la variété Tavira

Les valeurs de températures enregistrées dans la serre sont représentées dans le tableau 2 (voir annexe) et la figure suivante :

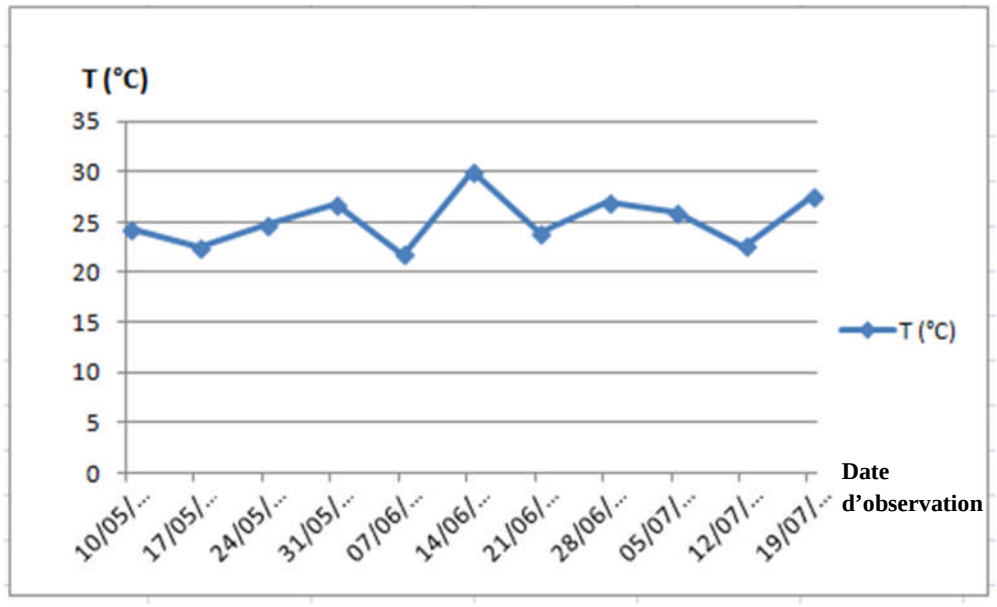

Figure 57 : Variation de la température dans la serre de la variété Tavira.

Le graphe montre que la température présente des fluctuations.

Les basses températures ont été enregistrées durant le mois de Mai, pour atteindre des valeurs comprises entre 22,5 et 26,7 °C. Une baisse sensible est observée le 07 Juin avec une valeur de 21,8 °C. La température maximale enregistrée correspond à 30 °C le 14 Juin.

1-2-2- Variations de l'humidité dans la serre de la variété Tavira

Les valeurs d'humidité enregistrées dans la serre sont représentées dans le tableau 2 (voir annexe) et la figure suivante :

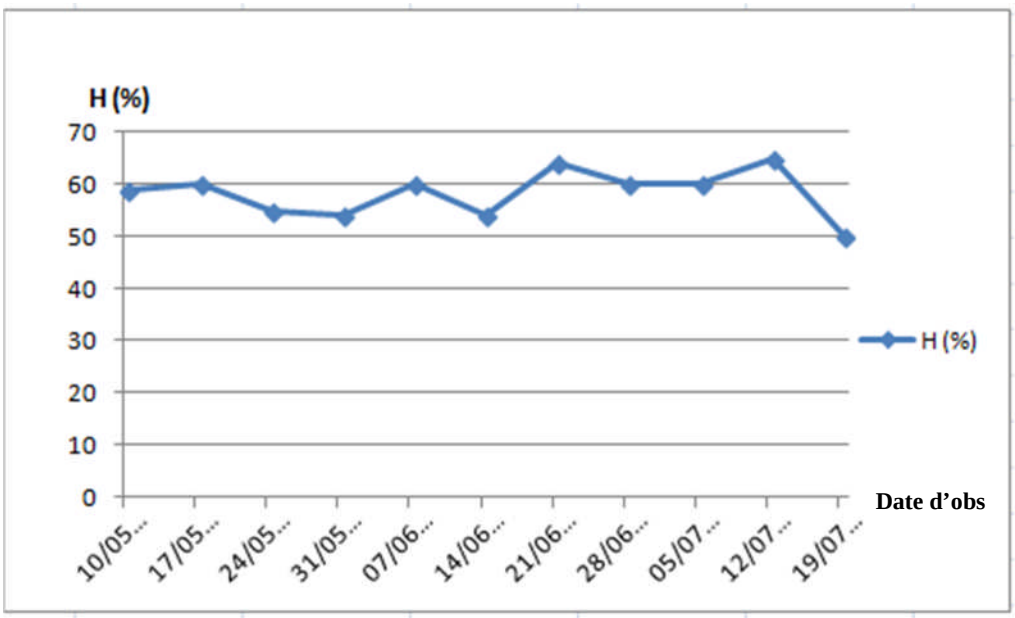

Figure 58 : Variation de l'humidité moyenne dans la serre de la variété Tavira

Le mois le plus humide est le mois de Juin, avec des valeurs qui varient entre 54% et 64%. La valeur maximale est enregistrée le 12 Juillet avec un taux de 65%.

La valeur minimale d'humidité est enregistrée le 19 Juillet avec un taux de 50%.

1-2-3- Variations temporelles du nombre d'adultes mâles capturés dans la serre

Le nombre d'adultes mâles capturés dans la serre est représenté dans le tableau 5 (voir annexe) et la figure suivante :

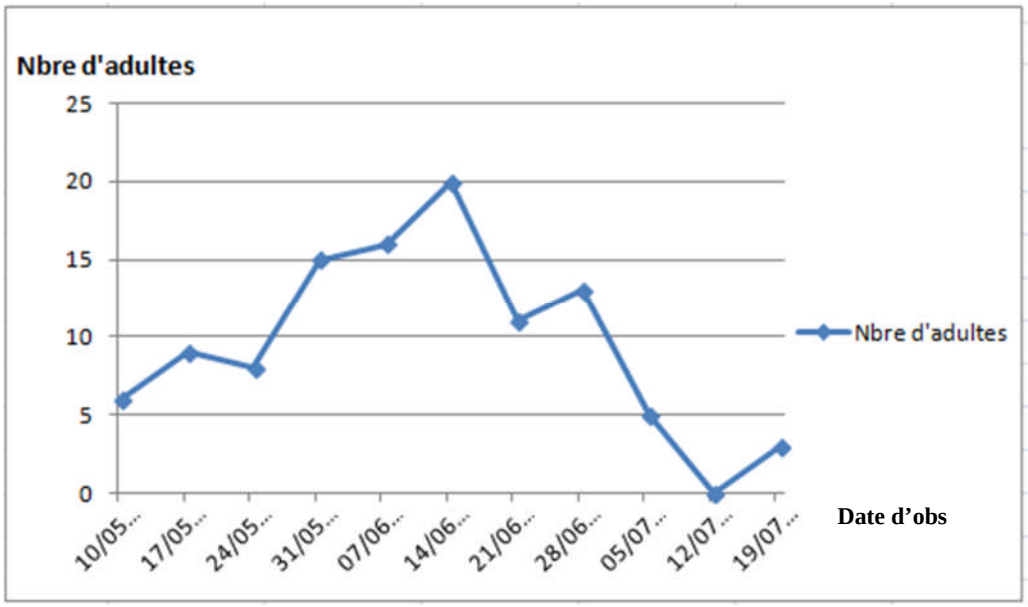

Figure 59 : Evolution du nombre d'adultes mâles capturés dans la serre

Le graphe présente des fluctuations, avec un taux maximal de 20 adultes capturés observé le 14 juin.

Une chute sensible est observée le 12 Juillet avec une capture nulle, s'ensuit une légère progression le 19 juillet avec un taux de 03 adultes capturés.

1-2-4- Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés, selon les variations de température et d'humidité

Le nombre d'adultes mâles capturés selon les variations de températures et d'humidité enregistrées dans la serre sont représentées dans le tableau 2 et 5 (voir annexe) et la figure suivante :

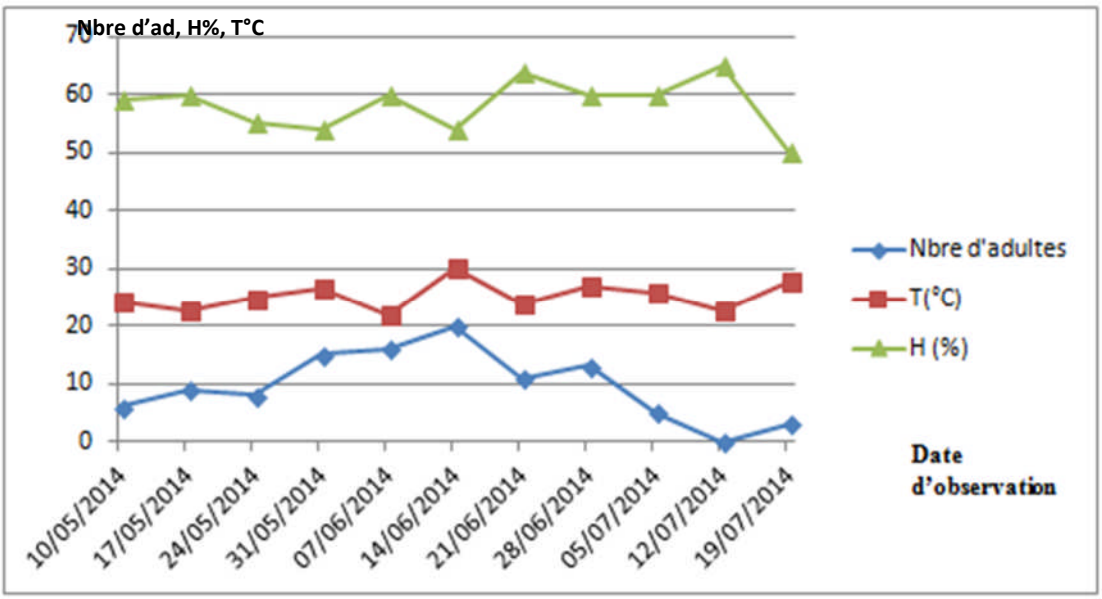

Figure 60 : Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés et les variations de température et d'humidité dans la serre Tavira.

L'évolution temporelle du nombre d'adultes mâles piégés demeure faible du 10 Mai au 24 Mai, elle ne dépasse pas 09 individus. Durant la même période les températures enregistrées sous serre sont relativement basses, avec un taux variant entre 24,8 °C et 22,5 °C.

A une humidité maximale de 65%, aucun individu n'a été capturé, sous une température de 22,6 °C.

Quant à la température maximale, elle est enregistrée le 14 Juin, à un taux d'humidité de 54%, avec un nombre maximal d'adultes mâles capturés de 20 individus.

1-2-4-1- Influence de la température sur le nombre d'adultes mâles capturés dans la serre de la variété Tavira

Pour vérifier s'il ya une relation significative entre la température set le nombre d'adultes mâles capturés de *Tuta absoluta*, nous avons opté pour le test de PEARSON avec un seuil de signification $\alpha = 0,05$ dont les résultats sont :

H_0 : La température n'influe pas sur le nombre d'adultes capturés.

L'hypothèse H_0 sera rejetée si $P < 0,05$

La probabilité obtenue est $P = 0,000033$

$P < 0,05$ donc l'hypothèse H_0 est rejetée.

Ce test nous permet de conclure sur l'influence significative des températures sur le nombre d'adultes mâles capturés.

1-2-4-2- Influence de l'humidité sur le nombre d'adultes mâles capturés dans la serre de la variété Tavira

Pour vérifier s'il ya une relation significative entre l'humidité et le nombre d'adultes mâles capturés de *Tuta absoluta*, nous avons opté pour le test de PEARSON avec un seuil de signification $\alpha = 0,05$ dont les résultats sont :

H_0 : L'humidité n'influe pas sur le nombre d'adultes capturés.

L'hypothèse H_0 sera rejetée si $P < 0,05$

La probabilité obtenue est $P = 0,007$

$P < 0,05$ donc l'hypothèse H_0 est rejetée.

Ce test nous permet de conclure sur l'influence significative de l'humidité sur le nombre d'adultes mâles capturés.

1-2-5- Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles

Le nombre moyen d'œufs pondus par foliole est représenté dans la figure suivante :

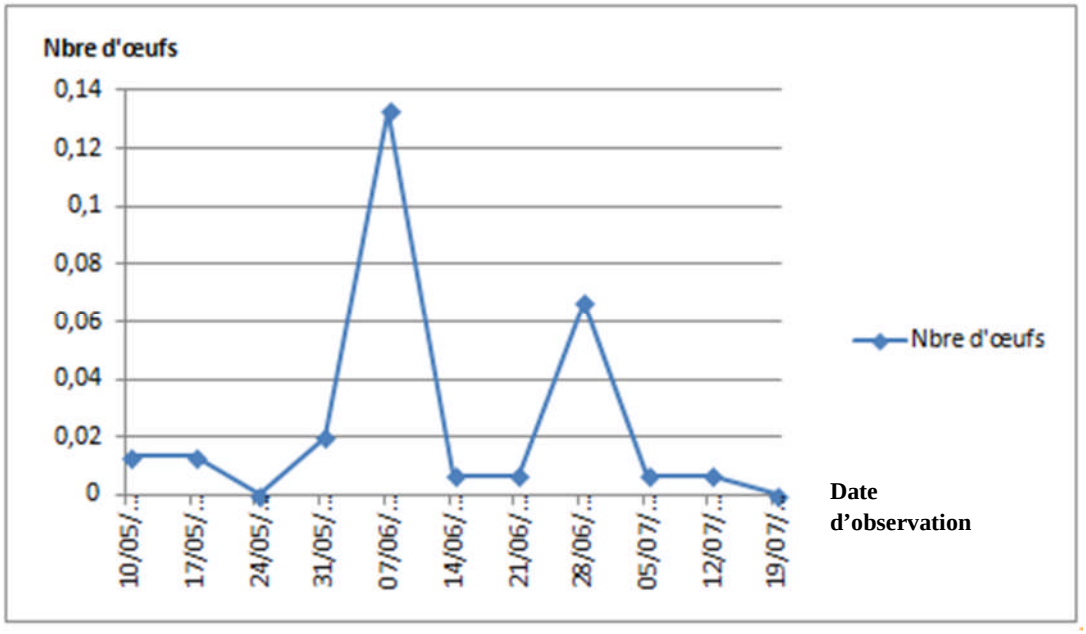

Figure 61 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles

Le graphe montre deux pics, le premier est enregistré le 07 Juin avec une moyenne de 0,13 par foliole, le second qui est moins important est enregistré durant la dernière semaine de Juin, avec une moyenne de 0,06 d'œufs pondus par foliole.

La densité la plus faible est observée le 14 et le 21 Juin, ainsi que le 05 et le 12 Juillet avec une densité moyenne de 0,006 par foliole.

1-2-6- Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles

L'évolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles est représentées dans le tableau 7 (voir annexe) et la figure suivante :

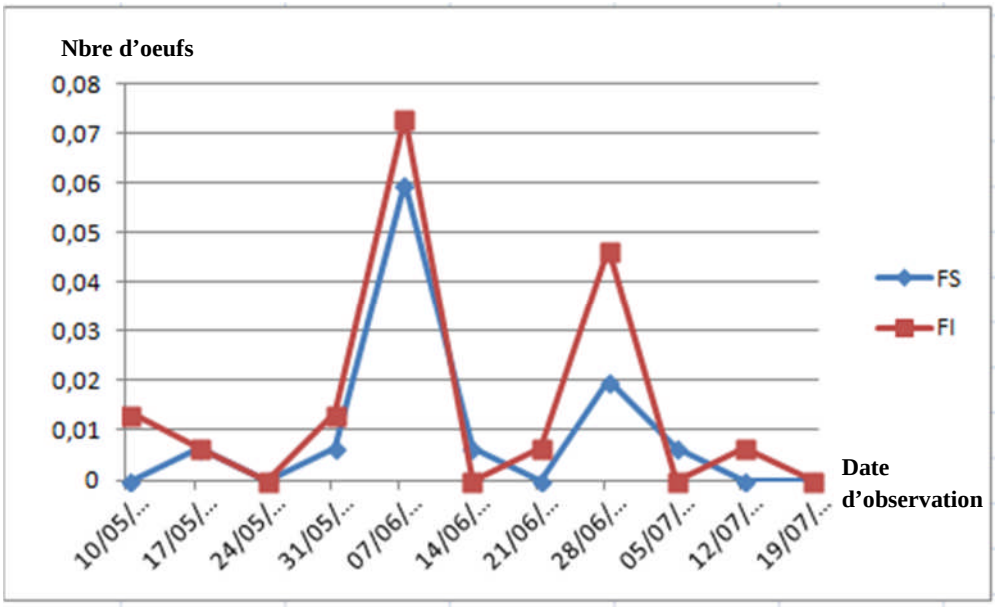

Figure 62: Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles.

Au début de l'expérimentation, le nombre d'œufs pondu sur la face supérieur est nul.

L'interprétation de ces graphes nous renseigne que le nombre d'œufs pondus sur la face inférieure est supérieure par rapport à celui de la face supérieure. Ce qui justifie la valeur maximale d'œufs pondus qui est enregistrée le 07 Juin sur la face inférieure avec un taux de 0,073, par rapport à la face supérieure dont la valeur maximale a une valeur de 0,06 œufs/foliole enregistrée le 07 Juin.

Toute fois il n'y pas de différence significative des moyennes de ponte entre les deux faces.

1-2-7- Evolution temporelle du nombre de larves du premier stade (L_1) sur les feuilles

Le nombre de larves L_1 observées est représenté dans le tableau 4 (voir annexe) et la figure suivante :

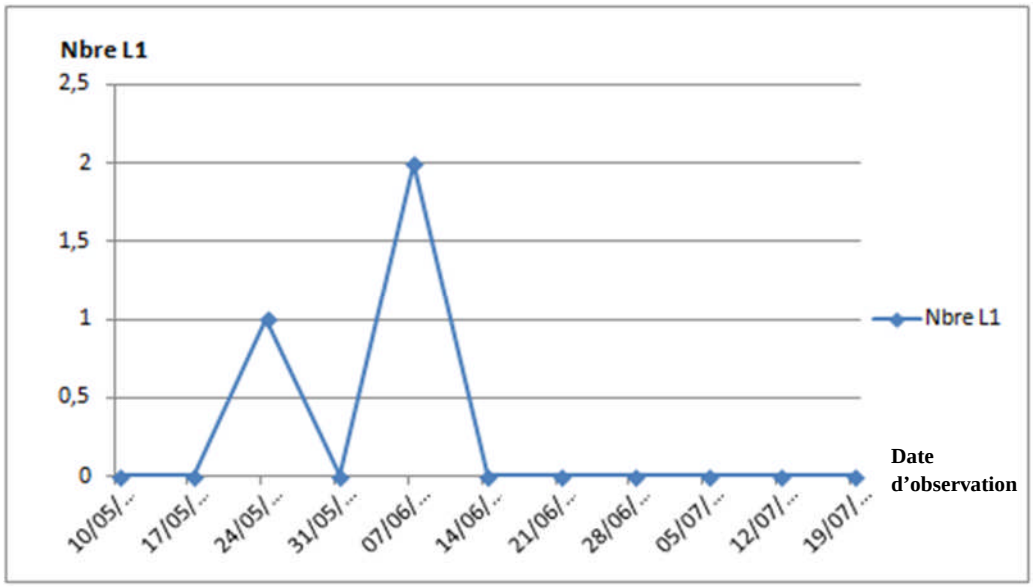

Figure 63 : Evolution temporelle du nombre de larve L_1 sur les folioles

Durant la période d'observation, le nombre de larve L_1 est nul du 10 au 17 Mai. A partir du 24 Mai, la courbe fait sortir deux pics, la plus grande valeur est de 02 larves observée le 07 Juin, la petite valeur a été observée le 24 Mai avec une valeur de une seule larve.

A partir du 14 Juin jusqu'à la fin de l'échantillonnage, aucune larve L_1 n'a été observée.

1-2-8- Evolution temporelle du nombre de larves du deuxième stade (L_2) sur les feuilles

Le nombre de larves L_2 observées est représenté dans le tableau 4 (voir annexe) et la figure suivante :

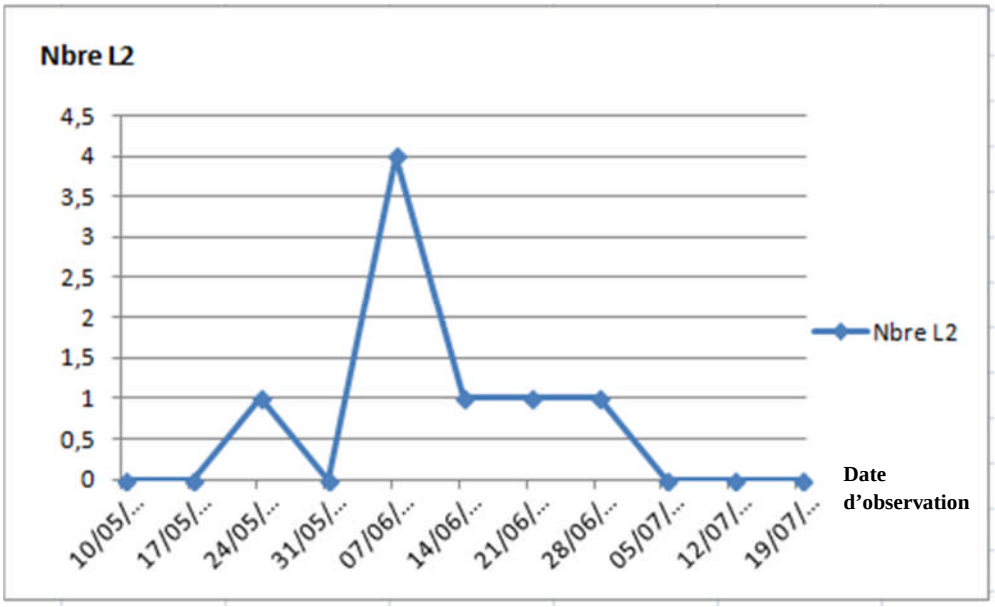

Figure 64 : Evolution temporelle du nombre de larve L_2 sur les folioles

D'après ce graphe, le nombre de larve L_2 est nul au début de l'échantillonnage. Les premières larves observé le 24 Mai avec une valeur de 01 larve, ce nombre augmente pour atteindre un maximum de 04 larves de stade L_2 le 07 Juin. S'ensuit d'une chute de leur population pour revenir a une valeur d'une seule larve du 14 Juin jusqu'au 28 Juin.

Les Larves du stade L_2 finissent par disparaitre complètement durant les trois dernières semaines de l'échantillonnage.

1-2-9- Evolution temporelle du nombre de larves du troisième stade (L_3) sur les feuilles

Le nombre de larves L_3 observées est représenté dans le tableau 4 (voir annexe) et la figure suivante :

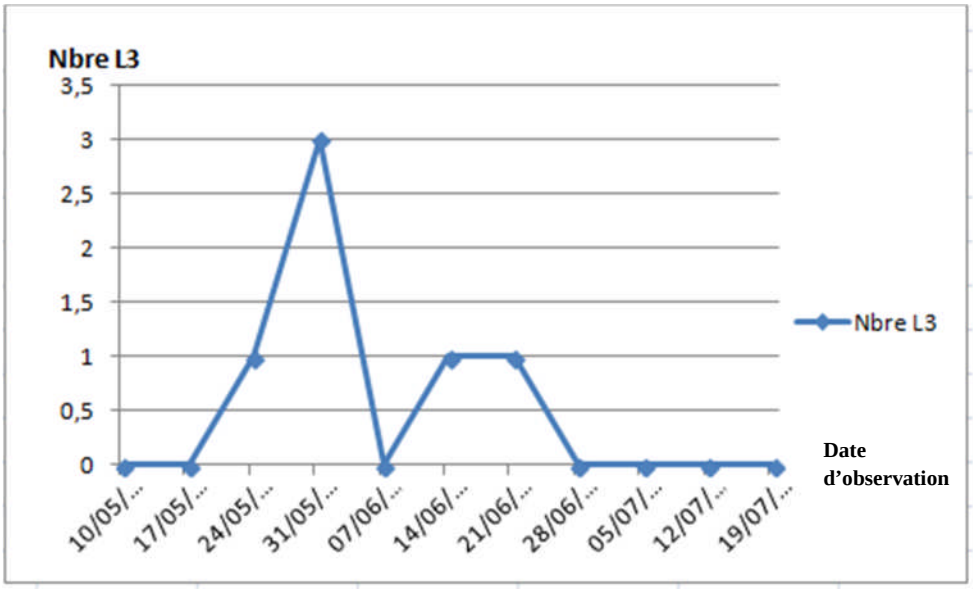

Figure 65 : Evolution temporelle du nombre de larve L_3 sur les folioles

D'après les résultats présentés sur la figure, il ya absence totale de larves du stade L_3 durant les deux premières semaines d'échantillonnage.

La première larve n'est observée qu'à partir du 24 Mai, s'ensuit d'une progression jusqu'à atteindre une valeur de 3 larves le 31 Mai.

Le nombre de larves chute et atteint une valeur nulle le 07 Juin, juste après une progression est observée pour atteindre une valeur d'une larve le 14 et le 21 Juin. S'ensuit d'une baisse de la population à une valeur nulle et ce jusqu'à la fin de l'échantillonnage.

1-2-10- Evolution temporelle du nombre de larves du quatrième stade (L_4) sur les feuilles

Le nombre de larves L_4 observées est représenté dans le tableau 4 (voir annexe) et la figure suivante :

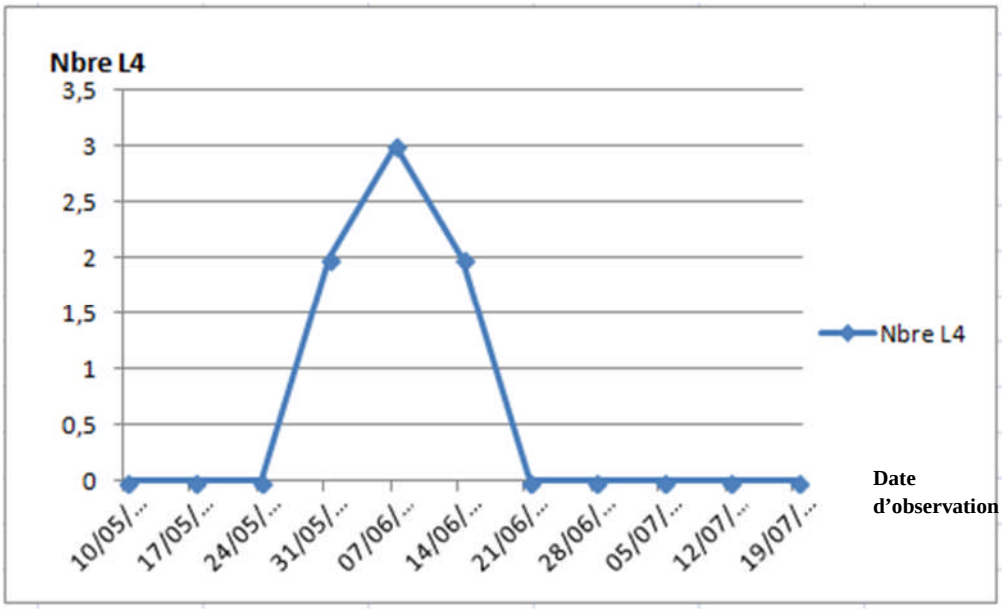

Figure 66 : Evolution temporelle du nombre de larves L_4 sur les folioles.

La courbe ne présente qu'un seul pic, avec une valeur maximale de 3 larves observées le 07 Juin. Une valeur de 02 larves est observée le 24 Mai et le 14 Juin.

Les larves du stade L4 sont totalement absentes les trois premières semaines, ainsi que du 21 Juin jusqu'à la fin de l'échantillonnage.

1-2-11- Evolution temporelle du nombre de chrysalides sur les folioles

Le nombre de Chrysalides observées est représenté dans le tableau 4 (voir annexe) et la figure suivante :

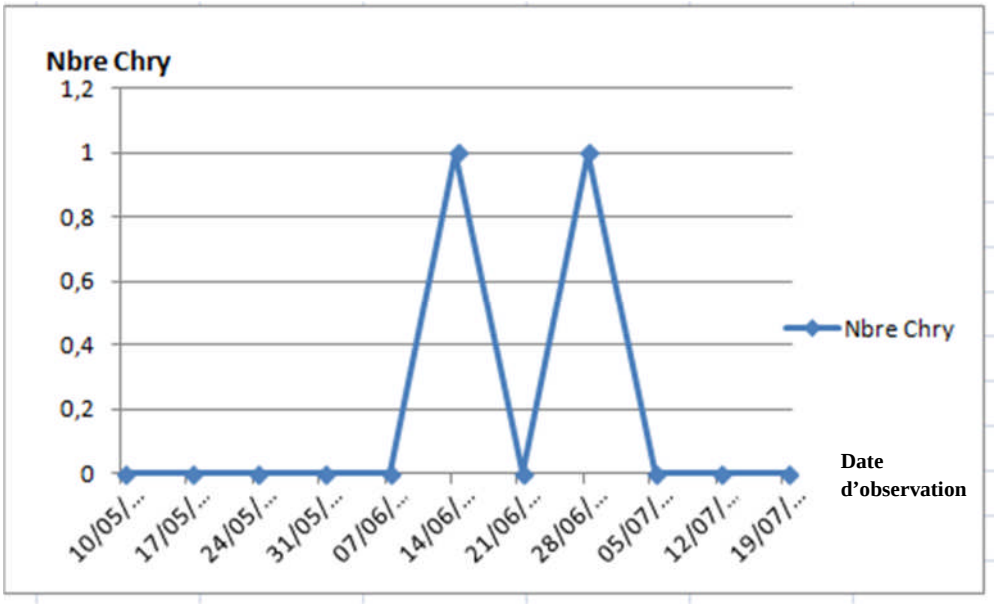

Figure 67 : Evolution temporelle du nombre de chrysalides sur les folioles.

On remarque une absence des chrysalides, du début de la période d'échantillonnage, jusqu'au 17 Juin. Une apparition de deux pics est observée le 14 Juin et le 28 Juin, avec une valeur d'une chrysalide. Puis s'annulent complètement les trois dernières semaines d'échantillonnage.

1-2-12- Distribution des œufs selon le niveau de hauteur du plant

Le nombre d'œufs selon le niveau de hauteur du plant de tomate est représenté dans le tableau 4 (voir annexe) et la figure suivante :

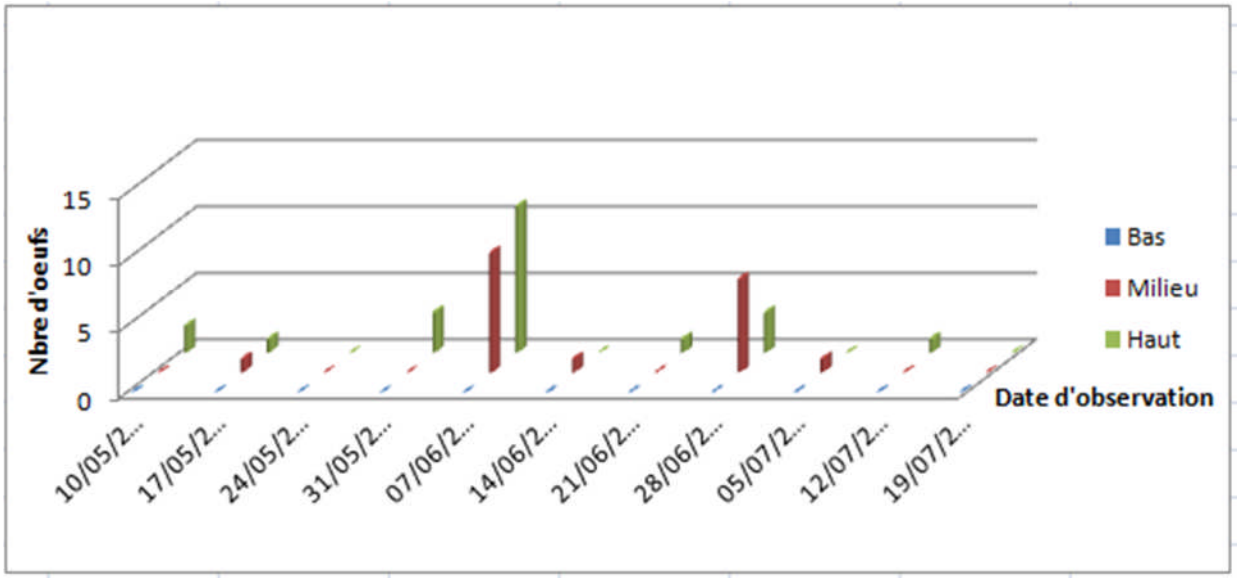

Figure 68 : Evolution temporelle des œufs selon le niveau de hauteur du plant

Il ressort de cet histogramme que les femelles de *Tuta absoluta* ont une préférence pour les feuilles apicales, par rapport aux deux autres étages foliaires (intermédiaire et basale).

1-3- Distribution des œufs, selon le niveau de la hauteur du plant pour les deux variétés

Pour vérifier si les femelles de la mineuse de la tomate préfèrent pondre leurs œufs sur un niveau donné des plants de tomate, selon les deux variétés (Dawson et Tavira), nous avons étudiés 03 facteurs.

Facteur 1 : La variété

Pour vérifier s'il ya une signification, quant au choix des femelles pour l'une des deux variétés, pour la ponte, nous avons opté pour le test de l'analyse de la variance avec un risque $\alpha = 5\%$.

Le test du F (Fisher-Snedecor) a été utilisé dans ce cas.

H_0 : Les femelles ne choisissent pas l'une des deux variétés pour la ponte.

L'hypothèse H_0 sera rejetée si $P < 0,05$, et sera acceptée dans le cas contraire.

Après calcul les résultats obtenus sont :

$P = 0,84$ $\alpha = 5\%$

$P > 0,05$, donc l'hypothèse est accepté, les femelles ne choisissent pas l'une des deux variétés pour pondre leurs œufs.

Facteur 2 : Le niveau du plant

Pour vérifier s'il ya une absence ou présence de signification, quant au choix des femelles pour un niveau donné de plant pour pondre leurs œufs, nous avons opté pour le test de l'analyse de la variance avec un risque $\alpha = 5\%$.

Le test du F (Fisher-Snedecor) a été utilisé dans ce cas.

H_0 : Les femelles ne choisissent pas un niveau donné du plant, pour la ponte.

L'hypothèse H_0 sera rejetée si $P < 0,05$, et sera acceptée dans le contraire.

Après calcul les résultats obtenus sont :

$P = 0,010$ $\alpha = 5\%$

P < 0,05, donc l'hypothèse est rejetée, les femelles choisissent un niveau donné pour pondre leurs œufs.

Tableau IV: Analyse de la variance pour le choix du niveau du plant.

	S.C.E	DDL	C.M	Test F	Proba.
VAR. FACTEUR 1	0,167	1	0,167	0,052	0,839
VAR. FACTEUR 2	604,333	2	302,167	95,421	0,010
VAR. RESIDUELLE	6,333	2	3,167		
VAR.TOTALE	610,833	5			

Facteur 3 : Les mois

Pour vérifier s'il ya une absence ou présence de signification, quant au choix des femelles pour le temps (mois) de ponte de leurs œufs, nous avons opté pour le test de l'analyse de la variance avec un risque $\alpha = 5\%$.

Le test du F (Fisher-Snedecor) a été utilisé dans ce cas.

H_0 : Les femelles ne pondent pas leurs œufs en fonction du temps.

L'hypothèse H_0 sera rejetée si P < 0,05, et sera acceptée dans le contraire.

Après calcul les résultats obtenus sont :

P = 0,32 $\alpha = 5\%$

P > 0,05, donc l'hypothèse est acceptée, les femelles ne pondent pas leurs œufs en fonction du temps.

Tableau V : Analyse de la variance pour le choix de ponte en fonction du temps (mois).

	S.C.E	DDL	C.M	Test F	Proba.
VAR. FACTEUR 1	0,167	1	0,167	0,00169	0,971
VAR. FACTEUR 2	417,333	2	208,667	2,115	0,321
VAR. RESIDUELLE	197,333	2	98,667		
VAR.TOTALE	614,833	5			

Interaction F1*2

Pour vérifier s'il ya une interaction entre la variété et le niveau du plant, nous avons opté pour le test de l'analyse de la variance avec un risque $\alpha = 5\%$.

Le test du F (Fisher-Snedecor) a été utilisé dans ce cas.

H_0 : Les femelles choisissent le même niveau de plant pour les deux variétés.

L'hypothèse H_0 sera rejetée si $P < 0,05$, et sera acceptée dans le contraire.

Après calcul les résultats obtenus sont :

$P = 0,97$ $\alpha = 5\%$

$P > 0,05$, donc l'hypothèse H_0 est acceptée, les femelles de la mineuse de la tomate préfèrent pondre leurs œufs sur le même niveau de plant haut et intermédiaire, et cela pour les deux variétés Dawson et Tavira.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau VI : Résultats du test de Newman et Keuls.

Niveau	**Moyenne**	**Groupes homogènes**	
Haut	23,5	A	
Milieu	18	A	
Bas	0		B

La différence entre les moyennes obtenues des trois niveaux est significative, ce qui explique que les niveaux préférables de ponte pour les femelles de *Tuta absoluta* sont le haut et le milieu du plant.

1-4- Taux de ponte sur les deux faces de folioles pour les deux variétés de tomate

Pour vérifier si les femelles de *Tuta absoluta* préfèrent pondre leurs œufs sur une face donnée des folioles de tomate pour les deux variétés, nous avons opté pour le test de l'analyse de la variance avec un risque $\alpha = 5\%$.

Le test du F (Fisher-Snedecor) a été utilisé dans ce cas.

H_0 : Les femelles ne choisissent pas l'une des deux faces des folioles pour la ponte.

L'hypothèse H_0 sera rejetée si $P < 0,05$, et sera acceptée dans le contraire.

Après calcul les résultats obtenus sont :

$P = 0,17$ $\alpha = 5\%$

$P > 0,05$, donc l'hypothèse H_0 est acceptée, les femelles de la mineuse de la tomate ne choisissent pas l'une des deux faces pour pondre leurs œufs.

Les résultats de l'analyse de variance, pour le taux de ponte pour les deux variétés sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau VII : Analyse de la variance pour le taux de ponte sur les deux faces des feuilles pour les deux variétés.

	S.C.E	**DDL**	**C.M**	**Test F**	**Proba.**
VAR. FACTEUR 1	1	1	1	0,25	0,705
VAR. FACTEUR 2	49	1	49	12,25	0,177
VAR. RESIDUELLE	4	1	4		
VAR.TOTALE	54	3			

1-5- Taux d'infestation des folioles sur les différents niveaux des plants chez les deux variétés de tomate

1-5-1- Variété Dawson

Les taux d'infestations des folioles sur les niveaux des plants (bas, milieu et haut,), sont représentés dans la figure suivante :

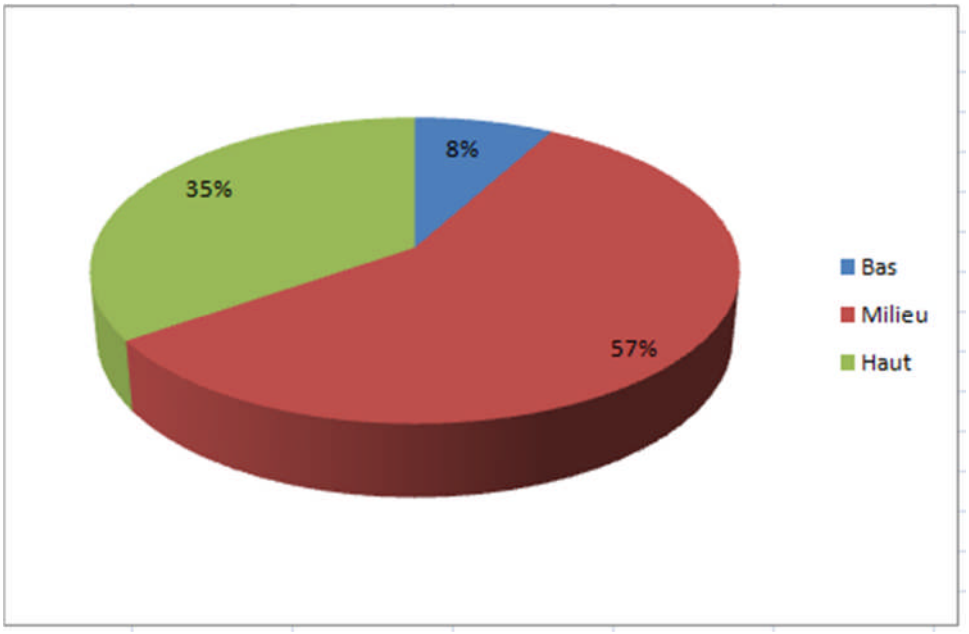

Figure 69 : Taux (%) d'infestation des folioles selon le niveau de hauteur des plants.

Selon l'observation obtenue, le taux d'infestation est plus important sur les folioles intermédiaires avec un taux maximal de 57%. Les taux d'infestation des folioles intermédiaires et basales sont respectivement 35% et 8%.

1-5-1- Variété Tavira

Les taux d'infestations des folioles sur les niveaux des plants (bas, milieu et haut,), sont représentés dans la figure suivante :

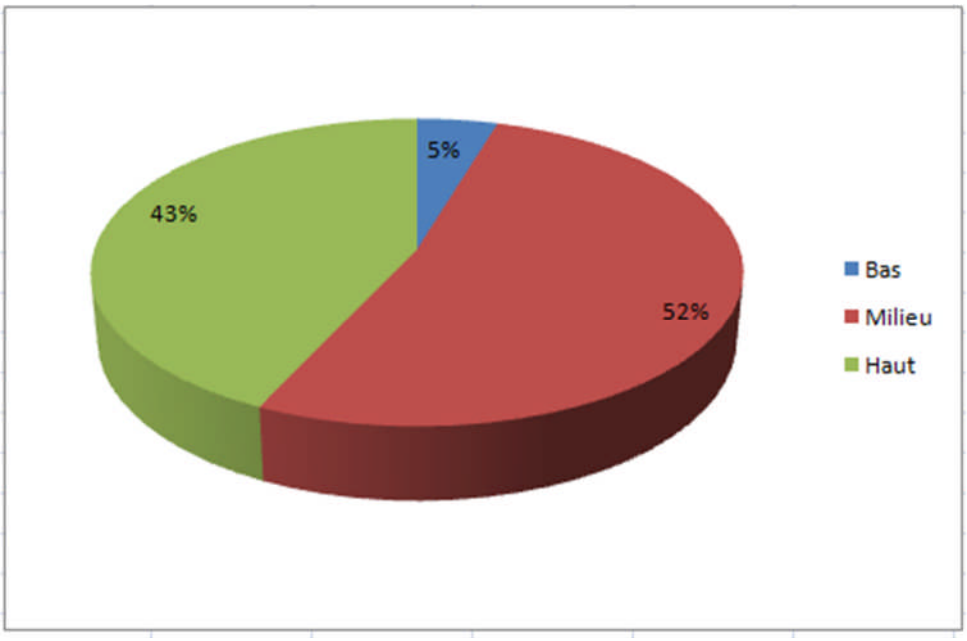

Figure 70 : Taux (%) d'infestation des folioles selon le niveau de hauteur des plants.

Selon l'observation obtenue, Les folioles intermédiaires sont les plus touchées avec un taux d'infestation de 52%. Les taux d'infestation des folioles intermédiaires et basales sont respectivement 43% et 5%.

1-6- Discussions des résultats

Les résultats obtenus du test de PEARSON montrent bien que la température et l'humidité influencent sur le nombre d'adultes capturés, pour les deux variétés Dawson et Tavira.

Nos résultats nous indiquent que le nombre d'adultes a une relation proportionnelle avec la température et l'humidité. Lorsque les températures sont en progression et les humidités en régression, le nombre de captures augmente, pour atteindre des effectifs maximaux avec des températures maximales, pour les deux variétés. Ce que l'étude de Estay (2009) a confirmée, en montrant que les papillons de *tuta absoluta* sont tout simplement pas aussi active, ne s'accouplent pas aussi souvent ou ne portent pas autant d'œufs à des températures basses.

Guenaoui (2008), atteste que les populations de *Tuta absoluta* sont régulées par l'action des facteurs climatiques, en particulier la température et l'humidité.

Nous pouvons illustrer cela avec les résultats qu'on a enregistré sur le terrain : dans la serre de la variété Dawson le 14 Juin, nous avons enregistré une température maximale de 30,1 °C, une humidité minimale de 50% et un taux maximal de 08 adultes mâles capturés.

Ce qui a amené Lacordaire et Feuvrier (2010) à conseiller de surveiller davantage la population du ravageur surtout quand les températures sont supérieures à 22°C.

Jacobson (2012) a déterminé que 10°C est l'extrémité inférieure de la plage de température pour le développement de *T. absoluta*. Pour une espèce qui est originaire des contreforts des Andes d'Amérique du Sud dont le climat méditerranéen est très favorable pour le développement de ce ravageur. Ces résultats sont également compatibles avec les rapports des producteurs dans le sud Italien qui ont déclaré que la croissance de la population de *T. absoluta* est le plus grand au printemps / début de l'été et à nouveau en fin d'été / automne avec une période de répit à la mi-été. Ce qui rejoint tout à fait les résultats de Silva (2008), qui montrent que *Tuta aboluta* peut avoir entre 10 et 12 générations par an selon les conditions climatiques.

Le suivi du ravageur pendant trois mois, a permis de constater l'existence d'un chevauchement de générations de la mineuse de la tomate, sur les deux variétés.

Les courbes de ponte illustrent 03 pics, correspondant à 03 générations pour la variété Dawson et 02 pics, correspondant à 02 générations pour la variété Tavira. Résultat qui rejoint les observations de Tagnit-Hammou (2013) sur la variété Tavira, qui rapporte 02 générations.

L'analyse globale des résultats obtenus pour les différents stades larvaires sur les deux variétés de tomate, révèle que le nombre de larves de *Tuta absoluta* devient de plus en plus important, en allant du début jusqu'à la fin de la culture.

Le nombre maximal de larves au stade L_1 et L_2 sont presque identique chez les deux variétés avec un nombre maximal de 1 larve L_1 et 04 larves L_2 pour la variété Dawson et de 02 larves L_1 et 04 larves L_2 pour la variété Tavira.

La présence des L_3 est accrue pour la variété Dawson avec un total de 14 larves L_3 dénombrées alors que chez la variété Tavira on en a dénombré que 06 durant tout le long de notre étude.

Les larves du quatrième stade sont les moins fréquentes, en comparaison avec les larves des autres stades. Ceci peut s'expliquer par les résultats de Price (1984) qui montre que, au cours du quatrième stade, il ya plus de concurrence pour la nourriture et donc les larves ont besoin de se répandre sur le plant de tomate et évoluer.

Ceci peut aussi s'expliquer par la courte durée de leur développement et aussi par le délai séparant deux échantillonnages successifs, qui est d'une semaine, donc ce qui est suffisant pour les L_4 d'évoluer au stade nymphal si les conditions climatiques sont favorables. Comme l'affirme Marcano (2008), qui atteste que la durée des stades larvaires est de 12 à 15 jours selon la température.

La faible présence de chrysalides sur les feuilles, s'explique par la nymphose qui peut se dérouler aussi au niveau du sol. En effet, selon Margarida (2008), la nymphose peut avoir lieu dans le sol, sur les feuilles ou à l'intérieur des mines.

Les résultats obtenus montrent que le niveau intermédiaire est le plus infesté pour les deux variétés, avec des valeurs respectivement de 57% pour la variété Dawson et 52% pour la variété Tavira. Ces résultats sont différents de ceux de Chougar (2011), qui montre que le taux d'infestation larvaire est plus important sur les feuilles apicales que sur les autres niveaux. De même Lacordaire et Feuvier (2010) expliquent que les dégâts de *Tuta absoluta* sur les étages

inférieurs sont significativement supérieurs aux attaques des étages intermédiaires et supérieurs du plant.

Le taux d'infestation important sur les feuilles intermédiaires peut être expliqué par la migration des larves de *Tuta absoluta*, pour fuir les agressions soit par l'effeuillage sur les feuilles basales, la chaleur ou les pesticides.

D'après Ouanes (2009), les femelles préfèrent pondre sur les jeunes feuilles par rapport aux feuilles âgées (basales). Hunter et Elinkton (2000) rejoignent la même idée, ils précisent que plus la croissance des plants et des feuilles est avancée, plus la qualité des ressources alimentaires diminue.

Les graphes que nous avons réalisés ainsi que l'analyse de variance, nous permettent de constater que ce sont les feuilles intermédiaires que les femelles choisissent pour pondre leurs œufs, et cela pour les deux variétés. Alors que Lacordaire et Feuvier (2010) ont constaté que les dégâts de *Tuta absoluta* sur les étages inférieurs sont significativement supérieurs aux attaques des étages intermédiaires et supérieurs du plant.

D'après nos résultats, les femelles préfèrent pondre leurs œufs sur les faces inférieures des feuilles. Alors que Andrew et *al.* (2013) démontre que les œufs sont robustes mais sont disposés dans des positions exposées sur la surface des feuilles, où elles sont vulnérables à des attaques de parasitoïdes et de prédateurs.

Enfin selon les résultats obtenus de cette étude, *Tuta absoluta* ne manifeste aucune préférence significative entre les deux variétés Dawson et Tavira. Elle s'attaque aux deux à une différence près.

Des mesures prophylactiques et une lutte biotechnique seraient nécessaire afin d'évaluer les risques de ce ravageur. Le programme de lutte doit se baser principalement sur la surveillance des différents stades larvaires que ce soit sous serre ou en plein champ, et quelque soit la variété de tomate.

La première étape dans l'élaboration d'une lutte contre un ravageur est d'identifier les points faibles de son cycle de vie qui pourrait être exploité par la mise en place de mesures de contrôle. Pour *T. absoluta*, les points faibles semblent être l'œuf et les premiers stades larvaires. Dans cette optique, Jacobson (2012) affirme que le premier stade larvaire de *T.*

absoluta, pourrait être vulnérable à de nombreux insecticides chimiques, à des biopesticides et à des prédateurs.

Les résultats de l'examen du cycle de vie de *Tuta absoluta* effectué par Biondi et *al.* (2012) indiquent que les mesures de contrôle doivent cibler les larves sans toucher la tomate. En effet selon Zappalà et *al.* (2012), un insecticide efficace et acceptable chimiquement doit pénétrer dans la feuille, avoir un intervalle de moins de trois jours de récolte et être compatible avec tous les agents de lutte biologique employé dans les programmes de lutte intégrée actuelles pour la tomate. Mais très peu de produits insecticides peuvent répondre à tous ces critères.

Toutefois, Urbaneja et *al.* (2012) montrent que plusieurs agents de lutte biologique peuvent attaquer les larves de *T. absoluta* dans les feuilles. Ceux-ci comprennent les punaises prédatrices, *N. tenuis* et *M. pygmaeus*.

Néanmoins, Miranda et *al.* (1998) attestent que le très grand nombre d'œufs pondus de *T. absoluta* indique que des niveaux vraiment extrêmes de prédation des œufs seraient nécessaires pour empêcher la croissance de la population.

L'étude effectuée dans deux serres de tomate, nous a permis de vérifier l'état de l'infestation du ravageur dans la région de Sidi-Naâmane.

En effet, le suivi hebdomadaire du ravageur sous les conditions de la serre, met en évidence la présence de 3 générations pour la variété Dawson et 2 pour la variété Tavira.

L'étude de la distribution spatiale des œufs, montre que les femelles de *Tuta absoluta* pullulent d'avantage sur les feuilles apicales et les feuilles intermédiaires du plant que sur les feuilles basales et pondent de préférence sur les faces inférieures.

L'étude de la dynamique des populations du ravageur, sur les variétés Dawson et Tavira confirment les mêmes résultats, à savoir que le stade L_3 est plus important que celui des stades L_1, L_2 et L_4 pour la variété Dawson et c'est L2 pour Tavira. Mais en général le nombre de larves est moins nombreux pour tous les stades.

L'observation faite sur les taux d'infestation dans les deux serres de tomate, révèle que la mineuse n'a pas de préférence variétale, elle a infesté les deux variétés Dawson et Tavira, à un degré d'infestation proche.

Tuta absoluta est une menace sérieuse pour la production et l'exportation de la tomate. La stratégie de lutte doit s'inscrire dans le cadre d'un programme de protection intégrée, rassemblant toutes les mesures phytosanitaires disponibles.

La lutte contre *Tuta absoluta* met en œuvre :

- Planter des plants sains sans signe de présence de *Tuta absoluta*,
- Bonne préparation du sol pour l'élimination des chrysalides,
- Protection des ouvertures des serres avec des filets insect-proof,
- Utilisation du piégeage massif (avec phéromones et/ou lumineux),
- Destruction des débris végétaux résultant de l'effeuillage, l'ébourgeonnage et l'arrachage en fin de compagne,
- Respecter un délai de vide sanitaire d'environ six semaines entre l'arrachage d'une culture infestée et la plantation,
- En dernier recours l'utilisation d'une protection chimique raisonnée.

La combinaison de tous ces moyens de lutte permet de lutter contre ce ravageur, cependant ces méthodes de protection des cultures, restent assez coûteuses et insuffisantes. En

précisant qu'une intervention précoce optimise les chances de protéger efficacement les cultures contre ce ravageur.

Dans le cadre d'une lutte biologique, une augmentation de la densité des populations des auxiliaires parasites doit être envisagée, afin de diminuer les population de *Tuta absoluta*.

Ces résultats préliminaires mériteraient plus d'investigations afin d'arriver à mettre en place un moyen de lutte plus efficace, plus respectueux de l'environnement mais surtout plus accessible à nos agriculteurs.

Alford D., 2013. Ravageurs des végétaux d'ornement, arbres, arbustes et fleurs. Ed Quae. 468p.

Allal C., 2009. « Fiche technique tomate sous serre » maladies des plantes, agriculture et écologie. MADRPM/DPV/DH. 13P.

Andre P., Barragan A., Onore G., Gallegos P., Prado M., Ruiz C et Aveiga I., 2000. *Tecia solanivora* (Povolny) en Ecuador. Poster Feria de la papa. Centre de investigaciones de INLAP Santa Catalina. Quito (Ecuador). 130p.

Andrew G., James J. Mathers L.F., Blackburn A., Weiqi L., Jacobson R.J., et Northing F., 2013. Population Development of Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under Simulated UK Glasshouse Conditions. 20p.

Arab L., et Steck S., 2000. Lycopene and cardiovascular disease. AM J Nutr. 1691p.

Arno J. et Gabarra R., 2011. Lutte contre *Tuta absoluta*, un nouveau ravageur qui envahit l'Europe. ENDURE, Formation en Lutte Intégrée-Faunistic Entomology 2011 (2010), 63(4). 235p.

Badaoui M. L., 2004. Etude de certains caractères biologiques, morphologiques systématique et biochimiques de *Phtorimaea operculella* Zeller (Lépidoptère : Gelechiidae) de différentes région d'Algérie. Université de Mostaganem. Thèse de Magistère. 66p.

Badaoui M.I. et Berkani A., 2011. Morphologie et comparaison des appareils génitaux de deux espèces invasives *Tuta absoluta* 1917 et *Phtorimaea Operculella* Zeler (Lépidoptère : Gelechiidae) 1873. Université d'Abdelhamid Ibn Badis. 300p.

Bamouh A., 1999. Bulletin réalisé à l'institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. 32p.

Basu A., Imrhan V., 2006. Tomatoes versus lycopene in oxidative stress and carcinogenesis : conclusions from clinical trials. Eur J Clins Nutr. 16p.

Benzara A., Selmane F. et Sahraoui L., 2011. Utilisation de quatre types de piegeage pour l'étude de la dynamique des populations de Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae). ENSA. 9p.

Berkani A., 1989. Possibilité de régulation des population d'*Aleurothrixus floccosus* sur agrume. Doctorat. Université d'Aix-Marseille III. 140p.

Biondi A., Desneux N., Siscaro G., Zappalà L., 2012. Using organic-certified rather than synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: Selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator Orius. laevigatus . Chemosphere . 812p.

Blancard D., Latterot H., Marchaud G. et Candresse T. 2009. Les maladies de la tomate. Ed. Quae, Paris. 679p.

Bodendörfer J., Guy C., Christophe A. et Fabienne E., 2011. *Tuta absoluta*, mineuse de la tomate, perspectives 2011. Fredon corse, 2p.

Boosse-Platiere A., 2008. L'agenda du jardinier bio. Ed terre vivante. 500p

Bouhroud R., 2011. Tomate: principales maladies fongiques. INRA-Agadir. 1p.

Caburet A. et Hekimian Letheve C., 2003. Les légumineuses à grains. *In* Memento de l'Agronome, Paris-France, CIRAD-GRET. 878p.

Chaux C.L. et Foury C.L., 1994. Production légumières et maraichères, tome III : légumineuses potagères, légumes fruits. Tec & Doc. Lavoisier, Paris. 563p.

Chougar S., 2011. Bioécologie de la mineuse de la tomate Tuta absoluta (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Memoire de Mag. Universite de Tizi-Ouzou, 122p.

CIP., 1990. Major potato diseases, Insects, and nematodes. 3éme Ed. centro international de la Papa,Lima.

Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement France**) et Gret (** groupe de recherche et d'échanges technologique, ministère des affaires étrangère**)., 2002**. Mémento de l'agronomie. Ed Quae. p.1045-1046.

Clarke J.F.,1962. New species of microlepidoptera from Japan. Entomological News 73, 102p.

Collavino M.D., et Gimenez R.A., 2008. Efficacy of imidacloprid tocontrol the

Cronquist A., 1981. An inetgrated system of classification of following plants. Colombia University. 1256p.

Dajoz R., 1975. Précis d'écologie. Ed Masson. 300p.

Daunay M.C., Janick J., et Laterrot H., 2007. Iconography of the Solanaceae from antiquity to the XVIIth century: a rich source of information on genetic diversity and uses. Ed Solanaceae VI: Genomics meets biodiversity. Acta Horticulturae 745: 59–88.

De Lannoy D., 2001. Légumes. Tomate. In Agriculture en Afrique Tropicale, Bruxelles, DGCI. P 503-512.

Del Medico B., 2014. 500 secrets pour avoir un potager merveilleux. Ed Cloe. 300p.

Doorenbos J. et Kassam A. H., 1987. Réponse des rendements à l'eau. Bulletin FAO d'irrigation et de drainage n°33; Rome, 1987, 235 P.

Doumandji-Mitiche B., Chennouf R. et Doumandji S. 2010. Captures de *tuta absoluta* Meyrick 1917 (Lepidoptera, Gelechiidae) par trois types de pièges à phéromone et estimation des dégâts à Ouargla. Joint international Symposium on management of *Tuta absoluta* in collaboration woth IRAC and IBMA. Morocco, 110p.

Dumortier P., Evrad M., Maiche M., Nicolas A., De ridder C. et Costa Santos Baltazar S., 2010. Biodiversité chez la tomate, stratégie de conservation et valorisation de collection « luc fichot ». Rapport final, Phytotechnie et horticulture. Gembloux agro bio tech., 105 p.

Estay P., 2009. Polilla del Tomate Tuta. absoluta (Meyrick). docs/Informativos/Informativo09.pdf (accessed on 10th April 2009).

FAO, 2008. L'actualité agricole en Méditerranée. Ed. Ciheam, 33p.

Favier J., Ireland-Rippert J., Toque C., et Feinberg M., 2003. Répertoire Général des Aliments. Ed. Ciqual. 40-48p.

Fernandez S. et Montagne A., 1990. Biologica del minador deltomate, Scrobipalpula absoluta (Meyick).Bol. Entomol. Venez N. S.5(12), p.p,89-99.

Ferrero M., 2009. Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse doctorat. Montpellier SupAgro., 228 p.

Fraval A., 2009. Un insecte à la page. La mineuse Sud Américaine de la tomate malvenue dans l'ancien monde. Insecte 12, N° 154, 23p.

Gallais A. et Bannerot H., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées objectif et critère de sélection. INRA, Paris. 765p.

Gartemann K.H., Kirchner O., Engemann J., Grafen I., Eichenlaub R. et Burger A. 2003. Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis: first steps in the understanding of virulence of a Gram-positive phytopathogenic bacterium. Journal of Biotechnology. 106: 179–191.

Gaussen H., Lefoy J. et Ozenda P.1982. Précis de Botanique. 2eme Ed. Masson, Paris : 172p.

Germain J .F., Lacordaire A.I., Cocquempot C., Ramel J-M. et Oudard E., 2009. PHM-revue horticole. N° 512. 144p.

Gonzalez R.H.,1989. Insectos y àcaros de inportancia en chilesantiago : Universidaa de chile del tomate. 310p.

Grubben G.J.H. et Denton O.A., 2004. Plant resources of Tropical Africa 2. Nordic journal of botanic. 298p.

Guenaoui Y. et Ghelamallah A., 2008. Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera : Gelichiidae) nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Premières données sur sa biologie en fonction de la température. Conférence proceeding 8.

Guenaoui Y., 2008. Nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Première observation de *Tuta absoluta*, mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem. Phytoma la défense des végétaux.16-19p.

Heber D. et Lu Q.Y., 2002. Overview of mechanisms of action of lycopene. Ed Biol Med. 920p.

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 doctorat. L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech., 264 p.

Hunter A.F., et Elkinton S., 2000. Effects of synchrony with host plant on population off spring-feeding lepidopteran. Ecology, 1500p.

Jacobson R.J. 2012. Rob Jacobson Consultancy Ltd., Leeds, UK, personal communication. tomato borer (Tuta absolutaMeyrick). Ed Idesia.120 p.

Jeannequin B., Dosba F. et Amiot-carlin MJ. 2005. Fruits et légumes caractéristiques et principaux enjeux. Collection « un point sur les filière ».INRA. Paris. 200p.

Kestali T., 2010. Nouvelle stratégie de lutte contre la mineuse de la tomate.Ed INRA. 5p.

Kiliq T., 2010 : First record of *tuta absoluta* in Turkey. Phytoparasitica. 38(3) : 243-244.

Kolev N., 1976. Les cultures maraichères en Algérie. Tome I. Légumes fruits. Ed. Ministre de l'Agriculture et des Reformes Agricoles. 52p.

Lacordaire A I. et Feuvrier E., 2010. Tomate, Traquer Tuta absoluta. Ed Phytoma. 632p.

Latigui A., 1984. Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magister. INA El-Harrach.180p.

Laumonnier R., 1979. Cultuers légumières et maraichère. Tome III. Ed. Bailliere, Paris. 279p.

Lebdi Grissa K., Skander M., Mhafdhi M. et Belhadj R., 2011. Lutte intégrée contre la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) en Tunisie. Entomologie faunistique – Faunistic Entomology 2011 (2010) 63 (3), 125-132 P.

Liu Q., Suzuki K., Nakaji S. et Sugawara K., 2000. Antioxidant activities of natural 9-cis ans synthetic all-trans carotene assessed by human neutrophil chemiluminescence. Ed Nutrition Research. 300p.

Marcano R., 2008. Minador pequeno de la hoja del tomate : Palomilla pequena, Minador del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). Plagas agricolas de Venezuela. In. 200p.

Margarida M.A., 2008. Meneira do romateira (*Tuta absoluta*). Uma nova amerça aproduçao del tomate.10p.

Messiaen C.M., Blancard D., Rouxel F. et Lfon R. 1993. les maladies des plantes maraichaires. 3ème Ed. INRA, Paris.

Meyrick E., 1917. Descriptions of South American Micro-Lepidoptera. Trans. Ent. Soc, London, 1-52p.

Miranda M.M., Picanco M., Zanuncio JC., Guedes R., 1998. Ecological life table of Tuta. absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: gelechiidae). Biocontrol. Sci. Technol.606p.

Naika S., De Jeud J.V.L., De Jeffeau M., Hilmi M. et Vandam B., 2005. La culture de tomate, production, transformation et commercialisation. Ed. Wageningen, Pays-Bas. 105p.

Nyabyenda P., 2006. Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique. Edit. Gembloux, France, 241p.

Ouanes H., 2009. Contribution à l'étude de la bioécologie de la mineuse de la tomate *T.absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : gelechiidae) dans une serre située dans la wilaya de Boumerdes. Mémoire d'ingénieur d'état en biologie. 52p.

Pitrat M., Foury C. et Coord. 2003. Histoire de légumes. Edition INRA.415p.

Polese J.M., 2007. La culture de la tomate. Ed Arrtémis. 95p.

Polovny D., 1994. Gnorimoschemini of south America VI : identification keys checklist of Neotropical taxa and general considerations (Insecta, Lepidoptera, Gelechiidae). Steentrupia 20(1), 1-42p.

Povolny D., 1975. On three neotropical species of Gnorimoschemini (Lepidoptera ; Gelechiidae). Mininy solanaceae. Acta universalis agriculturae, 393p.

Price P.W., 1984. Insect Ecology , 2nd ed.; John Wiley & Sons: New York, NY, USA.

Ramel J.M. et Oudard E., 2008. *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) Eléments de reconnaissance L.N.P.V, S.R.P.V. Avignon. 2p.

Ruocco M., Massimo G., Oscar A., Bernard B. et Jurgen K., 2010. Food quality safety. Lutte biologique .Tome 2. CNR, Italie, UE.104p.

Silva S., 2008. Reproductive biology factors influencing the behavioral management of Tuta absoluta (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae). Dissertaçao a presenta da aoprograma de pos-graduaçao em Entomologica Agricolale da Universidade Federal Rural de Pernambuco.75p.

Snoussi S.A., 2010. Etude de base sur la tomate en Algérie. Rapport de mission. Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. Rome, 52p.

Suty L., 2010. La lutte biologique. Ed Quae. 321p.

Tabone E., Do Thi Khank H., Bodendörfer J.et Rey F., 2012. Contre *Tuta absoluta*, vive la protection intégrée. Phytoma la défense du végétal. n° 650. 3p.

Tagnit Hammou L., 2013. Contribution à l'étude de la bioécologie de la mineuse de la tomate, Tuta absoluta dans deux variétés différentes de tomate (Tavira et Cartier) dans la région d'azeffoun. 53p.

Thorez J-P., 2003. Pomme de terre. Ed chêne. 130p.

Trottin-Caudal Y., Chabriere C. et Terrentroy A., 2010. *Tuta absoluta* Biologie du ravageur et stratégies de protection : Situation actuelle et perspectives. Carquefou. 29p.

Urbaneja A., González-Cabrera J., Arnó, J. et Gabarra R., 2012. Prospects for biological control of Tuta. absoluta in tomatoes of the Mediterranean basin. Pest. Manag. Sci.1222p.

Van Deventer P., 2013. Plant Research International, Fruits & Veg Tech. Vol 2. 150p.

Williamson B., Tudzynski B., Tudzynski P. et Van Kan JAL., 2007. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. Molecular Plant Pathology. 580p.

Zappalà L., Siscaro G., Biondi A., Mollá O., González-Cabrera, J., Urbaneja A. 2012. Efficacy of sulphur on Tuta absoluta and its side effects on the predator Nesidiocoris tenuis . J. Appl. Entomol. 409p.

Autres références

Anonyme., 1999. Transfert de technologie agriculture. MADRPM/DERD. Fiche n° 57 : Tomate sous serre. PNTTA. 12p.

Anonyme $_1$., 2008. Direction des filières de production, gestion phytosanitaire de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick.

Anonyme $_2$., 2008. http://www.lepi/ ulg.ac.be.fr.

Anonyme., 2009. http:/tomodori.com /phpBB2/viewtopic.php. gov.t=4567. 2009.

Anonyme., 2011. http://www.tiziouzou-dz.com/maps.html.

Anonyme., 2012. http://tuta-absoluta.blogspot.com/2012/source-www.html.

Anonyme $_1$., 2013. http://archive2013.ministère de l'agriculture/économie/algérie/html.

Anonyme $_2$., 2013. http://inra.fr /Tomate-physiologie-des-fruits.

Anonyme., 2015. http://ephytia.inra.fr/ tomate/mineuse de la tomate.

Tableau 1 : Température et humidité hebdomadaire enregistrées dans la serre de la variété Dawson.

Date d'observation	Température (°C)	Humidité (%)
10-05-2014	24,9	60
17-05-2014	25,7	60
24-05-2014	24,3	56
31-05-2014	27,4	58
07-06-2014	20,1	60
14-06-2014	30,1	51
21-06-2014	22,6	66
28-06-2014	26,1	61
05-07-2014	25,5	58
12-07-2014	21,1	65
19-07-2014	27,0	52

Tableau 2 : Température et humidité hebdomadaire enregistrées dans la serre de la variété Tavira

Date d'observation	Température (°C)	Humidité (%)
10-05-2014	24,3	59
17-05-2014	22,5	60
24-05-2014	24,8	55
31-05-2014	26,7	54
07-06-2014	21,8	60
14-06-2014	30,0	54
21-06-2014	23,9	64
28-06-2014	27	60
05-07-2014	25,9	60
12-07-2014	22,6	65
19-07-2014	27,6	50

Tableau 3 : Nombre d'œufs, larves et chrysalides observées sur les niveaux de la hauteur des plants de tomate sur la variété Dawson.

Date d'observation	Œufs			L1			L2			L3			L4			Chry		
	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3
10-05-2014	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
17-05-2014	00	00	00	00	01	00	00	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
24-05-2014	00	00	02	00	00	00	00	04	00	00	04	00	00	01	00	00	00	00
31-05-2014	00	00	04	00	00	00	00	00	00	00	02	00	01	01	00	02	00	00
07-06-2014	00	01	04	00	00	00	00	00	00	02	00	00	00	00	00	00	00	01
14-06-2014	00	04	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	01	00	00	00	00
21-06-2014	00	04	04	00	00	00	00	00	00	00	03	00	00	01	00	00	00	00
28-06-2014	00	00	00	00	01	00	00	00	00	00	02	00	00	01	00	00	00	00
05-07-2014	00	03	03	00	00	00	00	00	00	00	01	00	00	00	00	01	00	00
12-07-2014	00	02	02	00	00	00	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
19-07-2014	00	03	04	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Tableau 4 : Nombre d'œufs, larves et chrysalides observées sur les niveaux de la hauteur des plants de tomate sur la variété Tavira.

Date d'observation	Œufs			L1			L2			L3			L4			Chry		
	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3
10-05-2014	00	00	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
17-05-2014	00	01	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
24-05-2014	00	00	00	00	01	00	00	00	01	00	01	00	00	00	00	00	00	00
31-05-2014	00	00	03	00	00	00	00	00	00	00	02	01	00	02	00	00	00	00
07-06-2014	00	09	11	02	00	00	00	04	00	00	00	00	00	03	00	00	00	00
14-06-2014	00	01	00	00	00	00	00	00	01	00	00	01	00	02	00	00	00	01
21-06-2014	00	00	01	00	00	00	00	01	00	00	01	00	00	00	00	00	00	00
28-06-2014	00	07	03	00	00	00	00	00	01	00	00	00	00	00	00	01	00	00
05-07-2014	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
12-07-2014	00	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
19-07-2014	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Tableau 5 : Nombre d'adultes mâles capturés dans les deux serres

Date d'observation	Variété Dawson	Variété Tavira
10-05-2014	03	06
17-05-2014	04	09
24-05-2014	02	08
31-05-2014	04	15
07-06-2014	05	16
14-06-2014	08	20
21-06-2014	02	11
28-06-2014	00	13
05-07-2014	02	05
12-07-2014	00	00
19-07-2014	00	03

Tableau 6 : Nombre d'œufs, larves et chrysalides observés sur les deux faces des folioles des plants de tomate, variété Dawson.

Date d'observation	Œufs		L1		L2		L3		L4		Chry	
	FS	FI	FS	FI	FS	FI	FS	FI	FS	FI	FS	FI
10-05-2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-05-2014	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
24-05-2014	2	0	0	0	3	1	3	1	1	0	0	0
31-05-2014	1	3	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0
07-06-2014	2	4	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0
14-06-2014	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
21-06-2014	2	6	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0
28-06-2014	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0
05-07-2014	2	4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
12-07-2014	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
19-07-2014	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 7 : Nombre d'œufs, larves et chrysalides observés sur les deux faces des folioles des plants de tomate, variété Tavira.

Date d'observation	Œufs		L1		L2		L3		L4		Chry	
	FS	FI	FS	FI	FS	FI	FS	FI	FS	FI	FS	FI
10-05-2014	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-05-2014	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24-05-2014	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
31-05-2014	1	2	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0
07-06-2014	9	11	2	0	3	1	0	0	3	0	0	0
14-06-2014	1	0	0	0	1	0	1	0	2	0	1	0
21-06-2014	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
28-06-2014	3	7	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
05-07-2014	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-07-2014	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-07-2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0