

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL-HARRACH

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش

Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en science agronomiques  
Option : Entomologie appliquée à la protection des végétaux

Thème : Lutte intégrée contre *Tuta absoluta*  
(Meyrick, 1917) sur culture de tomate en plein champ

Présentée par : M<sup>me</sup> Ayachine Sihem ZIRI

**Devant le jury :**

**Président :** Mme Doumandji-Mitiche B. Professeur (l'ENSA El Harrach)

**Directeur de thèse :** Mme Mouhouche F. Professeur (l'ENSA El Harrach)

**Examineurs :**

Mr Biche M.; Professeur (l'ENSA El Harrach)

Mme Brahmi k. MCAUniv. Tizi Ouzou (UMMTO)

Mme Chebouti N. MCA Univ. Boumerdes (UMBB)

Mme Bissaad F. Z. : MCA Univ. Boumerdes(UMBB)

**Soutenue le : 17.03.2015**

## Remerciements

Au terme de ce travail, je suis particulièrement reconnaissante à madame MOUHOUCHE Fazia, Professeur au département de Zoologie agricole et forestière à L'école nationale supérieure agronomique d'El Harrach, pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant d'être ma directrice de thèse. J'ai le plaisir d'exprimer mes vifs remerciements à madame DOUMANDJI-MITICHE Bahia. Professeur au département de Zoologie agricole et forestière à L'école nationale supérieure agronomique d'El Harrach, qui a bien voulu m'honorer en acceptant de présider le jury de cette thèse. Je remercie vivement Madame Chebouti nadjiba ; maitre assistant A à UMBB ; Mme Bissaed fatma zahra ; maitre assistant à UMBB, Mme Brahmi karima ; maitre assistant A à UMMTO et MR Biche Mohamed; Professeur à l'ENSA El Harrach. qui ont voulu accepter de faire partie de mon jury et de juger mon travail. Je tiens à remercier également toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

J'assure de ma profonde sympathie à tous les amis, qui m'ont aidé et soutenu dans les moments les plus difficiles. Que chacun trouve ici l'expression de mon entière amitié et de ma sincère reconnaissance.

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> La distribution mondiale de la production de la tomate (De Moraes, 2014).....	4
<b>Figure 2:</b> Les principaux pays producteurs de tomates en 2013 en millions de tonnes (Moury et al, 2014).....	4
<b>Figure 3:</b> Pied de tomate, détail de la fleur et coupe du fruit (Bouchet et al, 2010).....	6
<b>Figure 4:</b> Adulte <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917), (photo ; Lévai in Imre & Kálmán, 2011).....	12
<b>Figure 5:</b> Répartition de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) dans le bassin méditerranéen d'après Desneux et al. (2010).....	13
<b>Figure 6 :</b> Détails du génitalia male de <i>Tuta absoluta</i> (A).....	15
<b>Figure 7 :</b> photo avec des légendes du génitalia femelle de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917), prise sous microscope.....	15
<b>Figure 8:</b> Les œufs de <i>Tuta absoluta</i> sur le côté inférieur d'une feuille de tomate (Original).....	17
<b>Figure 9:</b> Larve du quatrième stade L4 de la mineuse de tomate <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917).....	18
<b>Figure 10:</b> Chrysalide de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917) taille réelle de 7-8mm (originale).....	18
<b>Figure 11:</b> Couple adulte <i>Tuta absoluta</i> en accouplement (Original).....	19
<b>Figure 12:</b> Schéma représentatif de la durée du cycle biologique de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917) en jours (Original).....	20
<b>Figure 13:</b> Mauvaises herbes les plus présentes dans ou près des cultures de tomate.....	21
<b>Figure 14:</b> Cultures avoisinantes des cultures de tomate.....	21
<b>Figure 15:</b> Dégâts causés sur culture de tomate en plein champ (originale).....	22

<b>Figure 16:</b> Dégâts provoqués sur tige de tomate de plein champ par les larves de <i>Tuta absoluta</i> en 2013 (original).....	23
<b>Figure 17:</b> Dégâts provoqués sur feuille de tomate de plein champ par les larves de <i>Tuta absoluta</i> en 2013 (original) .....	23
<b>Figure 18:</b> Dégâts provoqués sur fruits de tomate en plein champ en 2013 (original) .....	24
<b>Figure 19:</b> Situation géographique de la région d'étude et des parcelles expérimentales par rapport à l'Algérie et la willaya de Tizi-ouzou.....	27
<b>Figure 20:</b> Diagramme Ombrothermique établi pour de la région de Tizi ouzou à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles de 2011.....	34
<b>Figure 21:</b> Diagramme Ombrothermique établi pour de la région de Tizi ouzou à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles de 2012.....	34
<b>Figure 22:</b> Diagramme Ombrothermique établi pour de la région de Tizi ouzou à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles de 2013.....	35
<b>Figure 23:</b> Schéma représentatif des parcelles d'étude et leur partage en parcelles élémentaires.....	37
<b>Figure 24:</b> Une plante de tomate industrielle utilisée pour le semis au cours de notre étude expérimentale (original).....	38
<b>Figure 25:</b> la plante buissonnante d' <i>Inula viscosa</i> récoltée dans la région de Tizi ouzou.....	39
<b>Figure 26:</b> inflorescences de la plante de <i>Inula viscosa</i> (Original).....	39
<b>Figure 27:</b> Etapes de la préparation de l'extrait aqueux de l'Inule visqueuse ( <i>Inula viscosa</i> ).....	41
<b>Figure 28:</b> Formule développée du Limonène.....	43
<b>Figure 29 :</b> formule développée de l'Emamectin benzoate.....	45
<b>Figure 30:</b> Pépinière effectuée pour la culture de tomate de la saison 2012 (Original).....	48

<b>Figure 31:</b> Le repiquage de la tomate dans le champ et la mise en place du système d'irrigation goutte à goutte (Original).....	49
<b>Figure 32:</b> Schéma représentant le dispositif expérimental adopté pour l'essai des bio-insecticides et la méthode intégrée.....	50
<b>Figure 33:</b> Schéma représentant le dispositif expérimental adopté pour l'essai du piégeage massif, traitement avec l'EXQ d' <i>Inula viscosa</i> et le Témoin.....	51
<b>Figure 34:</b> variation du nombre moyen des œufs dénombrés dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides et la parcelle Témoin.....	56
<b>Figure 35:</b> Variation du nombre moyen des larves du premier stade L1 de <i>Tuta absoluta</i> dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides et la parcelle Témoin .....	59
<b>Figure 36:</b> variation du nombre moyen des larves du deuxième stade L2 de <i>Tuta absoluta</i> dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides et la parcelle Témoin.....	63
<b>Figure 37:</b> variation du nombre moyen des larves du troisième stade L3 de <i>Tuta absoluta</i> dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides et la parcelle Témoin.....	66
<b>Figure 38:</b> variation du nombre moyen des larves du quatrième stade L4 de <i>Tuta absoluta</i> dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides et la parcelle Témoin.....	69
<b>Figure 39:</b> Taux d'infestation calculé pour les parcelles traitées avec les bio-insecticides et pour la parcelle Témoin.....	73
<b>Figure 40 :</b> variation du nombre moyen des œufs dans la parcelle dotée d'un piège à phéromone et traitée avec l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> .....	74
<b>Figure 41 :</b> variation du nombre moyen des larves du premier stade L1 dans la parcelle traitée avec l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> .....	75
<b>Figure 42 :</b> variation du nombre moyen des larves du deuxième stade L2 de développement de <i>Tuta absoluta</i> dans la parcelle traitée avec l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> .....	76
<b>Figure 43 :</b> variation du nombre moyen des larves du troisième stade L3 dans la parcelle dotée d'un piège à phéromone et traitée avec l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> .....	77

<b>Figure 44 :</b> variation du nombre moyen des larves du quatrième stade L4 dans la parcelle de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> .....	78
<b>Figure 45:</b> Le taux d'infestation calculé pour la parcelle traitée avec l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> sur culture de tomate de plein champ.....	79
<b>Figure 46:</b> Evolution du nombre moyen des males adultes de <i>Tuta absoluta</i> capturés dans le piège à phéromone en fonction du temps sur culture de tomate de plein champ de 2011, 2012 et 2013.....	80
<b>Figure 47:</b> Evolution du nombre moyen des effectifs des différents stades de développement de <i>Tuta absoluta</i> sur culture de tomate pour les trois années d'essai.....	82
<b>Figure 48:</b> Taux d'infestation calculé pour la parcelle dotée du piégeage massif sur culture de tomate de plein champ et celui du Témoin.....	83
<b>Figure 49:</b> Variation du nombre moyen des œufs dans les parcelles traitées avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone ainsi que dans la parcelle Témoin.....	84
<b>Figure 50 :</b> Variation du nombre moyen des larves du premier stade L1 dans les parcelles traitées avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone ainsi que dans la parcelle Témoin.....	88
<b>Figure 51:</b> Variation du nombre moyen des larves du deuxième stade L2 dans les parcelles traitées avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone ainsi que dans la parcelle Témoin.....	92
<b>Figure 52:</b> Variation du nombre moyen des larves du troisième stade L3 dans les parcelles traitées avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone ainsi que dans la parcelle Témoin.....	96
<b>Figure 53:</b> Variation du nombre moyen des larves du quatrième stade L4 dans les parcelles traitées avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone ainsi que dans la parcelle Témoin.....	99
<b>Figure 54:</b> Taux d'infestation calculé dans les parcelles traitées avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone ainsi que dans la parcelle Témoin.....	103

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Les maladies cryptogamiques de la tomate selon (Kouamé et al, 2008).....	9
<b>Tableau 2:</b> Les maladies bactériennes de la tomate (Snoussi, 2010).....	9
<b>Tableau 3:</b> Les maladies virales de la tomate selon (Nelson, 2008).....	10
<b>Tableau 4:</b> Les principaux ravageurs de la tomate selon Bova (2012).....	11
<b>Tableau 5:</b> Durée de développement (en jours) de <i>Tuta absoluta</i> de l'œuf à l'émergence de l'adulte (source : Lacordaire et Feuvrier, 2010).....	19
<b>Tableau 6:</b> Températures moyennes (minimales, maximales et mensuelles) enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2011 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).....	29
<b>Tableau 7:</b> Températures moyennes (minimales, maximales et mensuelles) enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2012 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).....	29
<b>Tableau 8:</b> Températures moyennes (minimales, maximales et mensuelles) enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2013 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).....	30
<b>Tableau 9:</b> Précipitations moyennes mensuelle en mm enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2011(source O.N.M. de Tizi-Ouzou).....	30
<b>Tableau 10:</b> Précipitations moyennes mensuelle en mm enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2012 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).....	31
<b>Tableau 11:</b> Précipitations moyennes mensuelle en mm enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2013 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).....	31
<b>Tableau 12:</b> Valeurs mensuelles moyennes de l'humidité relative enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2011 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).....	32
<b>Tableau 13:</b> Valeurs mensuelles moyennes de l'humidité relative enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2012 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).....	32
<b>Tableau 14 :</b> Valeurs mensuelles moyennes de l'humidité relative enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2013 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).....	33

<b>Tableau 15 :</b> Les bio-insecticides et doses utilisés sur tomate de plein champ.....	46
<b>Tableau 16:</b> Résultats de l'analyse de la variance à deux facteurs des moyennes des œufs dénombrés sur culture de tomate traitée par les bio-insecticides.....	57
<b>Tableau 17:</b> Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des œufs dénombrés sur culture de tomate traitée par les bio-insecticides.....	57
<b>Tableau 18:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrés sur culture de tomate de plein champ traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate.....	58
<b>Tableau 19:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrés sur culture de tomate de plein champ traitée avec le bio-insecticide Deffort.....	58
<b>Tableau 20:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrés sur culture de tomate de plein champ traitée avec le bio-insecticide le <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	58
<b>Tableau 21:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrés sur culture de tomate de plein champ traitée par le bio-insecticide Tutafort.....	59
<b>Tableau 22:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticides.....	60
<b>Tableau 23:</b> Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du premier stade L1 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticides.....	61
<b>Tableau 24:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate.....	61
<b>Tableau 25:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort.....	61
<b>Tableau 26:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée par le bio-insecticide <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	62



<b>Tableau 27:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée par le bio-insecticide Tutafort.....	62
<b>Tableau 28:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate de plein champ traitée avec les bio-insecticides.....	63
<b>Tableau 29:</b> Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticides.....	64
<b>Tableau 30:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate.....	64
<b>Tableau 31:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée par le bio-insecticide Deffort.....	65
<b>Tableau 32:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée par le bio-insecticide <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	65
<b>Tableau 33:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée par le bio-insecticide Tutafort.....	65
<b>Tableau 34:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée par les bio-insecticides.....	67
<b>Tableau 35:</b> Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticides.....	67
<b>Tableau 36 :</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate.....	68
<b>Tableau 37:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort.....	68
<b>Tableau 38:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	68

<b>Tableau 39:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort.....	69
<b>Tableau 40:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée par les bio-insecticides.....	70
<b>Tableau 41:</b> Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée par les bio-insecticides.....	70
<b>Tableau 42:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate.....	71
<b>Tableau 43:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée p avec le bio-insecticide Deffort.....	71
<b>Tableau 44:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	72
<b>Tableau 45:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort.....	72
<b>Tableau 46:</b> Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des œufs dénombrés sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse ( <i>Inula viscosa</i> ).....	74
<b>Tableau 47 :</b> Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse ( <i>Inula viscosa</i> ).....	75
<b>Tableau 48 :</b> Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves L2 du deuxième stade dénombrées sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse ( <i>Inula viscosa</i> ).....	76
<b>Tableau 49 :</b> Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves L3 du troisième stade dénombrées sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse ( <i>Inula viscosa</i> ).....	77

<b>Tableau 50 :</b> Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves L4 du quatrième stade dénombrées sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse ( <i>Inula viscosa</i> ) .....	78
<b>Tableau 51 :</b> Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des feuilles minées dénombrées sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse ( <i>Inula viscosa</i> ).....	79
<b>Tableau 52:</b> Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des œufs dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	85
<b>Tableau 53:</b> Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour le nombre moyen des œufs dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	85
<b>Tableau 54:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide <i>Bacillus thuringiensis</i> associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	86
<b>Tableau 55:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	86
<b>Tableau 56:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	87
<b>Tableau 57:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	87
<b>Tableau 58:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	88

<b>Tableau 59:</b> Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du premier stade L1 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	89
<b>Tableau 60:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide <i>Bacillus thuringiensis</i> associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	90
<b>Tableau 61:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	90
<b>Tableau 62:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort associé à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	90
<b>Tableau 63:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associé à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	91
<b>Tableau 64:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	93
<b>Tableau 65:</b> Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	93
<b>Tableau 66:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide <i>Bacillus thuringiensis</i> associé à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	94
<b>Tableau 67:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort associé à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	94
<b>Tableau 68:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort associé à l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> et le piégeage massif à phéromone.....	93
<b>Tableau 69:</b> Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine	

benzoate associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.....93

**Tableau 70:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.....96

**Tableau 71:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.....97

**Tableau 72:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.....98

**Tableau 73:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.....98

**Tableau 74:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.....98

**Tableau 75:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.....99

**Tableau 76:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.....100

**Tableau 77:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour le nombre moyen des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée par les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif.....101

**Tableau 78:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.....101

**Tableau 79:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.....109

**Tableau 80:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.....102

**Tableau 81:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.....103

## Liste des abréviations

al : collaborateurs

°C : degré Celsius

cc : centilitre cube

EXQ : Extrait Aqueux

fig : figure

g : gramme

ha : hectare

hl : hectolitre

L : larve

mm : millimètre

Nbr : nombre

P : piège

Pmm : précipitations

Qx : quintaux

T : température

Tab : tableau

W : water, eau

## Résumé

Quatre essais sont réalisés dans le but d'estimer l'efficacité de l'intégration de trois méthodes de lutte sur tomate de plein champ pour le contrôle de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) dans la région d'Ait Yahia Moussa de Tizi ousou, par la combinaison des bio-insecticides (l'extrait de Berberidaceae + Limonène (0,5%) + Bore (2%) pour le Tutafort 300 cc/hl et l'extrait végétal 4% (1% alcaloïdes), saponines, tanins, alcaloïdes et polyphénols pour le Deffort 250 cc/hl, l'Emamectine benzoate et le *Bacillus thuringiensis*) ; associés à l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone, les résultats obtenus montrent que malgré les conditions climatiques favorables au développement de *Tuta absoluta* (Avril : T°C= 17,5 et HR% = 76 en 2011 ; Avril : T°C= 15,3 et HR% = 76 en 2012 et Avril : T°C= 15,8 et HR% = 77 en 2013). L'Emamectine benzoate associé marquait les meilleurs résultats sur les œufs de *Tuta absoluta* avec une moyenne minimale de 2,66 œufs, moyenne maximale de 11 œufs et une moyenne totale de 6,458 œufs, sur les larves du premier, L'Emamectine benzoate associé enregistrait aussi des bon résultats avec un minimum de 0,33 larves et une moyenne totale de 3,93 larves par rapport à ceux de l'essai des bio-insecticides par Le Deffort qui présente un maximum de 8,66 larves et un minimum de 1,33 dans le premier essai. Pour les larves L2 et L3, les bio-insecticides manifestaient les meilleurs résultats par Le *Bacillus thuringiensis* présentait un maximum de 3,66 larves et un minimum de 0,33 larves sur les larves L2 et Emamectine benzoate avec un minimum de 0,33 larves et un maximum de 4,33 larves sur les larves L3. Sur les larves du quatrième stade L'Emamectine en association présentait une action très efficace avec un minimum de 0,66 larves et un maximum de 3,66 larves, suivi par le Deffort en association d'une moyenne minimale de 1,33 larves et maintien le nombre moyen inférieur à 7,33 larves jusqu'à la 10ème semaine. La combinaison des bio-insecticides associés à l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone présentait de meilleurs résultats par rapport aux autres modalités de lutte en présentant des taux d'infestations très bas qui ne dépassait pas 0.12 soit 12% ; le Deffort associé présentait une action satisfaisante en maintenant le taux d'infestation inférieur ou égale à 0.09 soit 9% du début jusqu'à la fin de la culture suivi par Emamectine benzoate associé avec un taux d'infestation calculés minimum de 0,085 soit 8,5%, d'un taux d'infestation maximum de 0,098 soit 9,8%. Le *Bacillus thuringiensis* associé exerçait aussi une action appréciable avec un taux maximum calculé de 0,11 soit 11%.



## Summary

Four tests are achieved in the goal to estimate the efficiency of the integration of three methods of struggle on tomato of full field for the control of *Tuta absoluta* (Meyrick 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in the region of Ait Yahia Moussa of Tizi ousou, by the combination of bio-insecticides (the excerpt of Berberidaceae + Limonène (0,5%) + Boron (2%) for the Tutafort 300 cc / hl and the plant excerpt 4% (1% alkaloids), saponines, tannins, alkaloids and polyphénols for the Deffort 250 cc / hl, the Emamectine benzoate and the *Bacillus thuringiensis*); associated to the aqueous excerpt of *Inula viscosa* and the massive trapping to phéromonethe gotten results show that in spite of the climatic conditions favorable to the development of *Tuta absoluta* (April: T°C = 17,5 and HR% = 76 in 2011; April: T°C = 15,3 and HR% = 76 in 2012 and April: T°C = 15,8 and HR% = 77 some 2013). The Emamectine benzoate partner marked the best results on the .ufs of *Tuta absoluta* with a minimal average of 2.66 .ufs, maximal average of 11 .ufs and a total average of 6,458 .ufs, on the larvas of the first, The Emamectine benzoate partner also recorded the slip results with a minimum of 0,33 larvas and a total average of 3,93 larvas in relation to those of the test of bio-insecticides by The Deffort that presents a maximum of 8,66 larvas and a minimum of 1,33 in the first test. For the L2 larvas and L3, bio-insecticides showed the best results by The *Bacillus thuringiensis* presented a maximum of 3,66 larvas and a minimum of 0,33 larvas on the L2 larvas and Emamectines benzoate with a minimum of 0,33 larvas and a maximum of 4,33 larvas on the L3 larvas. On the larvas of the fourth stage The Emamectine in association presented a very efficient action with a minimum of 0,66 larvas and a maximum of 3,66 larvas, followed by the Deffort in association of a minimal average of 1,33 larvas and maintenance the middle number lower to 7,33 larvas until the 10eme week. The combination of bio-insecticides associated to the aqueous excerpt of *Inula viscosa* and the massive trapping to phéromone presented better results in relation to the other modes of struggle while presenting rates of very low infestations that didn't pass 0.12 either 12%; the Deffort associated presented a satisfactory action while maintaining the rate of infestation lower or equal to 0.09 either 9% of the beginning until the end of the culture followed by Emamectine benzoate associated with a rate of infestation calculated minimum of 0,085 either 8,5%, of a rate of maximum infestation of 0,098 either 9,8%. The *Bacillus thuringiensis* partner also exercised a substantial action with a maximum rate calculated of 0,11 either 11%.

كفاءة دمج من ثلاثة أساليب القتال (المصارعة على) (esteeming) أربعة تحاكم (مقالات) هي تحقق الهدف من تقدير الإجمالي) من المتعلقة (lepidopteras: gelechiidae) (Meyrick, 1917) الطماطم لكامل السيطرة المطلقة من توتا لك ( HL ) نسخة 300 tutafort % بورات (2 + 0.5) % (berbérídacées + limonène) بتطبيقاتها (مقتطف من) ( نسخة 250 deffort ، التنيك ، قلوانيات و البوليفينولز في saponines ، (المحطة مقتطفات 4% (1 % انه وخلال خلاصة - (معها في تفخيخ السيارات inula visco على الامتصاص (Bacillus) ، emamectine benzoate ، HL الضخمة مع هيومان فيرومون ساينسييز, على الحصول على النتائج (الأرباح) ان على الرغم من الاحوال الجوية مواتية في نيسان/أبريل: ت م ج = 17,5 و ساعة % = 76 في 2011; في نيسان/أبريل: ت م ج = )لتنمية المطلقة لديك توتة emamectine 15,3 و ساعة % = 76 في 2012 و ابريل : ت م ج = 15,8 و ساعة % = 77 في 2013). المرتبطة مع حد أدنى من المتوسط 2.66 البيض، على النحو الأمثل absoluta يمثل نتائج أفضل على البيض من توتا emamectine benzoate من متوسط 11 بيضة و إجمالي 6,458 من البيض، على استخدام يراعات الذباب لتدمير الأورام السرطانية من اول واحد، تسجيل) إيصال نتائج (الأرباح) مع الحد الأدنى من استخدام يراعات الذباب ( emamectine benzoate كما سجلت لتدمير الأورام السرطانية 0,33 و 3,93 من استخدام يراعات الذباب لتدمير الأورام السرطانية فيما يتعلق (بالمقارنة مع يعرض أقصى استخدام يراعات الذباب لتدمير الأورام deffort تلك من المحاولة (مقال من الحشرات الاحيائية من السرطانية من 8,66 و 1,33 من الدنيا في أول محاولة (مقال). على استخدام يراعات الذباب لتدمير الأورام السرطانية ، كحد أقصى استخدام يراعات الذباب لتدمير Bacillus و الحيوية والمبيدات الحشرية أظهرت نتائج أفضل من قدم L3L2 ، المتعلقة بتطبيقاتها أظهرت نتائج أفضل من قدم L3 الأورام السرطانية من 3.66 جيجا هرتز، وذاكرة الدني و ، بحد أقصى من 3.66 جيجا هرتز، وذاكرة استخدام يراعات الذباب لتدمير الأورام السرطانية والحد الأدنى Bacillus مع الحد emamectine benzoate L2 0,33 من دودة القز على استخدام يراعات الذباب لتدمير الأورام السرطانية الأدنى من دودة القز 0,33 و 4,33 من أقصى استخدام يراعات الذباب لتدمير الأورام السرطانية على استخدام يراعات الذباب لتدمير الأورام السرطانية من المرحلة الرابعة ( L3. الذباب لتدمير الأورام السرطانية ، في الرابطة عرض إجراءات فعالة ( ) مع الحد الأدنى من 0,66 دودة القز كحد أقصى من 3.66 emamectine ( الملعب في رابطة من حد أدنى من المتوسط deffort جيجا هرتز، وذاكرة استخدام يراعات الذباب لتدمير الأورام السرطانية ثم 1,33 دودة القز و يحافظ على متوسط عدد أقل من 7,33 استخدام يراعات الذباب لتدمير الأورام السرطانية حتى الاسبوع معها في محاصرة على نطاق واسع ) - inula visco مجموعة (إجمالي) المتعلقة بتطبيقاتها على الامتصاص مقتطف من مع هيومان فيرومون ساينسييز عرض نتائج أفضل فيما يتعلق (بالمقارنة مع أساليب أخرى (الطرق) القتال (المصارعة ) deffort من تقديم معدلات منخفضة جدا من انتشار الافات التي (الذي لا يتجاوز (تجاوز) 0.12 أن 12 %; المرتبطة emamectine عرض العمل مرضية (على معدل الإصابة أقل أو يساوي 0.09 إما 9% من البداية حتى نهاية ثقافة متابعة المرتبطة على حساب معدل الحد الأدنى من التلوث من 0,085 أو 8,5% معدل الحد الأقصى من 0,098 أو emamectine benzoate المننسبة أيضا تمارس عمل (كحد أقصى) بمعد Bacillus 10 % 9,8.

## Table des matières

Introduction .....	1
Chapitre I. Synthèse bibliographique.....	3
I.1 Généralités sur la tomate.....	3
I.1.1 Origine .....	3
I.1.2 Production de la tomate.....	3
I.1.2.1 Dans le monde.....	3
I.1.2.2 En Algérie .....	4
I.1.3 Aspect botanique et biologie de La tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> MILL.).....	5
I.1.3.1 Ordre taxonomique de la tomate.....	7
I.1.3.2 Exigences de la plante de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill).....	7
I.1.3.2.1 Température.....	8
I.1.3.2.2 L'humidité.....	8
I.1.3.2.3 la lumière.....	8
I.1.3.2.4 Exigences édaphiques.....	8
I.1.4 Principales maladies et ravageurs de la tomate.....	8
I.1.4.1 Principales maladies cryptogamiques .....	9
I.1.4.2 Principales maladies bactériennes.....	9
I.1.5.3 Principales maladies virales.....	10
I.1.5.4 Principaux ravageurs de la tomate .....	11
I.2 La mineuse de tomate <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917).....	12
I.2.1 Origine et répartition géographique .....	12
I.2.1.1 Origine .....	12
I.2.1.2 Répartition géographique.....	13
I.2.2 Systématique.....	14
I.2.2.1 Taxonomie de la mineuse de tomate.....	14
I.2.2.2 Description du génitalia male et femelle de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917).....	15
I.2.2.3 Différentes appellations de la mineuse de tomate <i>Tuta absoluta</i> :.....	16
I.2.3 Biologie et développement de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917).....	16
I.2.3.1 Biologie.....	16
I.2.3.2 Cycle de vie.....	16
I.2.3.2.1 L'œuf.....	16
I.2.3.2.2 Les larves.....	17
I.2.3.2.3 La chrysalide.....	18
I.2.3.2.4 L'adulte.....	19
I.2.4 Plantes hôtes.....	20
I.2.5 Symptômes et Dégâts.....	21
I.2.5.1 Sur feuilles et tiges.....	22
I.2.5.2 sur fruits .....	24
I.2.6 Mesures de contrôle .....	24
I.2.6.1 Mesures prophylactiques.....	24
I.2.6.2 Mesure biotechnologique .....	24
I.2.6.3 Lutte biologique .....	25
I-2-6-4 La lutte chimique.....	25
Chapitre II. Région d'étude.....	27
II.1 Situation géographique .....	27
II.2 Caractéristiques climatiques .....	28

II.2.1	Température.....	28
II.2.2	Les précipitations.....	30
II.2.3	L'Humidité .....	31
II.2.4	Diagramme ombrothermique de Bagnols et Gausсен.....	32
Chapitre III. Matériel et Méthodes.....		35
III.3.1	Choix des stations.....	35
III.3.1.1	Présentation des parcelles étudiées.....	35
III.2	Matériels utilisés.....	37
III.2.1	Matériel végétal.....	37
III.2.1.1	la variété tomate, <i>Lycopersicon esculentum</i> MILL.....	37
III.2.1.1.2	Inule visqueuse, <i>Inula viscosa</i> .....	37
III.2.1.1.2.1	Répartition géographique.....	37
III.2.1.1.2.2	Aspects botaniques.....	38
III.2.1.1.2.3	Taxonomie.....	39
III.2.1.1.2.4	Parties utilisées.....	39
III.2.1.1.2.5	Aspects photochimiques.....	39
III.2.1.1.2.6	Préparation de l'extrait aqueux.....	40
III-1-2	Matériel animal.....	41
III.1.3	Produits Bio-insecticides.....	41
III.1.3.1	Présentation des bio-insecticides utilisés.....	42
III.1.3.1.1	Tutafort.....	42
III.1.3.1.2	Deffort.....	43
III.1.3.1.3	Emamectin benzoate.....	43
III.1.3.1.4	<i>Bacillus thuringiensis</i> .....	45
III.1.5	Piégeage.....	46
III.1.6	Le matériel de traitement.....	46
III.2	Méthodes utilisées.....	46
III.2.1	Choix de l'emplacement de la pépinière.....	46
III.2.2	Préparation de la tourbe ou terreau.....	46
III.2.3	Le suivi dans la pépinière.....	47
III.2.4	Le repiquage.....	48
III.2.5	Réalisation des essais de contrôle.....	48
III.2.5.1	Dispositif expérimental adopté.....	48
III.2.5.1.1	parcelle traitée avec les bio-insecticide et la méthode intégrée.....	48
III.2.5.1.2	parcelle dotée d'un piège à phéromone, traitée avec l'EXQ d' <i>Inula viscosa</i> et Témoin.....	49
III.2.5.2	Deuxième essai contrôle de <i>Tuta absoluta</i> par les Bio-insecticides.....	50
III.2.5.3	Troisième essai, contrôle par piégeage massif.....	50
III.2.5.3-1	Emplacement des pièges.....	51
III.2.5.4	Essai de contrôle de <i>Tuta absoluta</i> par l'extrait aqueux de l'inule visqueuse ( <i>Inula viscosa</i> ).....	51
III.2.5.5	Essai de contrôle de <i>Tuta absoluta</i> par les Bio-Insecticides combinés au piégeage massif et l'extrait aqueux de l'inule visqueuse.....	51
III.2.6	Technique d'échantillonnage.....	51
III.2.7	Le travail du sol et désherbage.....	52

III.2.8 Analyse statistique.....	53
Chapitre IV. Résultats et Discussion.....	54
IV.1 Essai de contrôle par les Bio-insecticides .....	54
IV.1.1 Effet sur les œufs.....	55
IV.1.2 Effet sur les larves du premier stade L1 .....	58
IV.1.3 Effet sur les larves du deuxième stade L2.....	61
IV.1.4 Effet sur les larves du troisième stade L3 .....	64
IV.1.5 Effet sur les larves du quatrième stade L4 .....	68
IV.1.6 Taux d'infestation .....	71
IV.2 Essai de contrôle de <i>Tuta absoluta</i> avec l'extrait aqueux d' <i>Inula viscosa</i> .....	72
IV.2.1 Effet du traitement avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse ( <i>Inula viscosa</i> ) sur le nombre des œufs.....	72
IV.2.2 Effet du traitement avec l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> sur le nombre moyen des larves du premier stade L1.....	73
IV.2.3 Effet du traitement avec l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> sur le nombre moyen des larves du deuxième stade L2.....	74
IV.2.4 Effet du traitement avec l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> sur le nombre moyen des larves du troisième stade L3. ....	75
IV.2.5 Effet du traitement avec l'extrait aqueux de l' <i>Inula viscosa</i> sur le nombre moyen des larves du quatrième stade L4. ....	76
IV.2.6 Taux d'infestation .....	77
IV.3 Essai de contrôle de <i>Tuta absoluta</i> sur tomate de plein champ par le piégeage massif ....	79
IV.3.1 dynamique des populations .....	79
IV.3.2 Taux d'infestation .....	81
IV.4 Contrôle biologique par l'intégration du piégeage, l'extrait aqueux d' <i>Inula viscosa</i> et les bio-insecticides .....	82
IV.4.1 Effet sur les œufs.....	82
IV.3.2 Effet sur les larves du premier stade L1 .....	86
IV.3.3 Effet sur les larves du deuxième stade L2.....	90
IV.3.4 Effet sur les larves du troisième stade L3 .....	94
IV.3.5 Effet sur les larves du quatrième stade L4 .....	97
IV.3.6 Taux d'infestation.....	102
Conclusion.....	106

## Introduction

*Tuta absoluta* est un redoutable ravageur qui cause de sévères pertes de production de tomate sous serre et de plein champ dans plusieurs pays dans le monde ; Les fruits de tomate attaqués perdent leur valeur commerciale (EPPO, 2008).Après sa découverte en 2006 dans l'Est de l'Espagne, plusieurs autres pays européens ont été envahis rapidement et s'est étendu à travers la cuvette méditerranéenne (Desneux et *al.* 2010 ; Al-Jboory et *al.*, 2012). Il est bien connu que les ravageurs et les maladies infligent des pertes substantielles aux cultures partout dans le monde. Or, aucun pays ne dispose vraiment d'estimation fiable et objective de ces pertes ; seules existent des estimations au jugé dont la crédibilité est plus ou moins bonne, selon l'organisme qui les établit. L'apparition de résistances aux traitements pesticides dans les populations de ravageurs et de champignons phytopathogènes est consécutive à l'utilisation régulière d'une même substance active; ceci oblige à une règle d'alternance difficile à mettre en œuvre de manière efficace (Balestri & Lacombe, 2000).

L'Organisation nationale de la protection des végétaux d'Algérie a informé le Secrétariat de Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la protection des plantes (OEPP)du premier signalement de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae – Liste A1 de l'OEPP) sur son territoire en 2008.En Algérie, *T. absoluta* a été trouvé sur des cultures de tomate sous abris dans la zone côtière ouest, centre et une partie de la côte est L'identité du ravageur a été confirmée par le laboratoire d'entomologie de l'LNPV de France sur la base de la morphologie et le génitalia mâle (OEPP, 2008).

Le contrôle de *Tuta absoluta* est difficile à cause dumode de vie latent de la larve dans les mines, haute possibilité reproductrice, développement du multivoltine et manifestation de résistance à grande partie des insecticides appliqués (Valchev et *al.*, 2013). Par ailleurs, en raison de son efficacité et de son application facile et pratique, l'utilisation d'insecticides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les insectes nuisibles. Cependant, l'emploi intensif et inconsidéré de ces insecticides a provoqué une contamination de la biosphère et de la chaîne alimentaire, une éradication des espèces non cible telles que la faune auxiliaire et l'apparition d'insectes résistants. Les populations envahissantes ont une étroite base génétique qui exprime une haute capacité de résistance pour les insecticides (Ponti et *al.*, 2012). En plus de cette caractéristique, la mineuse de la tomate, peut se propager très facilement avec les plantations et le matériel contaminé (Kos

etTrdan, 2011). La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), a trouvé un environnement parfait dans la région méditerranéenne où elle peut élever entre 10-12 générations par année. Chaque femelle peut pondre jusqu'à 250-300 œufs sur les plantes de la tomate dans sa vie (Gianessi et Williams, 2012).

En considérant tous ces problèmes engendrés par l'introduction de la mineuse de tomate en Algérie en 2008, nous sommes face à un vrai défi dans le domaine de la protection des végétaux contre les insectes ravageurs et plus spécialement dans la filière de la production de tomate en Algérie.

Notre travail consiste à réaliser quatre essais correspondant à différentes modalités de traitement dans le but de contrôler le ravageur de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) sur tomate de plein champ dans la région d'Ait Yahia Moussa de la willaya de Tizi-ouzou. Ce document est subdivisé en quatre chapitres dont le premier concerne la synthèse bibliographique et contient des généralités sur l'espèce cultivée représentée par la tomate *Lycopersicon esculentum* Mill et des généralités sur l'espèce étudiée *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917); le deuxième chapitre présente de la région d'étude ; le troisième chapitre décrit le Matériel et Méthodes utilisées et un quatrième chapitre contient les résultats et une discussion sur ces derniers.

# **Chapitre I. Synthèse bibliographique**

## **I.1 Généralités sur la tomate**

### **I.1.1 Origine**

Originnaire de l'Amérique du sud, le mot tomate vient d'un mot aztèque "zitomate" transformé par les Incas par le mot 'tomalt'. La tomate "*Lycopersicon esculentum*" signifie en latin "Pêche de loup". C'est une plante de la famille des Solanacées (Chaouki, 1998). Le berceau d'origine de la tomate est la Cordillère des Andes (Vernenghi et Ravise, 1985). Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe en 1544. De là, sa culture s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et au Moyen Orient (Naika et al, 2005). Ce sont les espagnols qui ont répandu la tomate en Europe (Pitrat et Fourry, 2003). Le terme désigne à la fois la plante et le fruit charnu qui, bien qu'il soit biologiquement un fruit, est considéré comme un des légumes les plus importants dans l'alimentation humaine (Ranc, 2010).

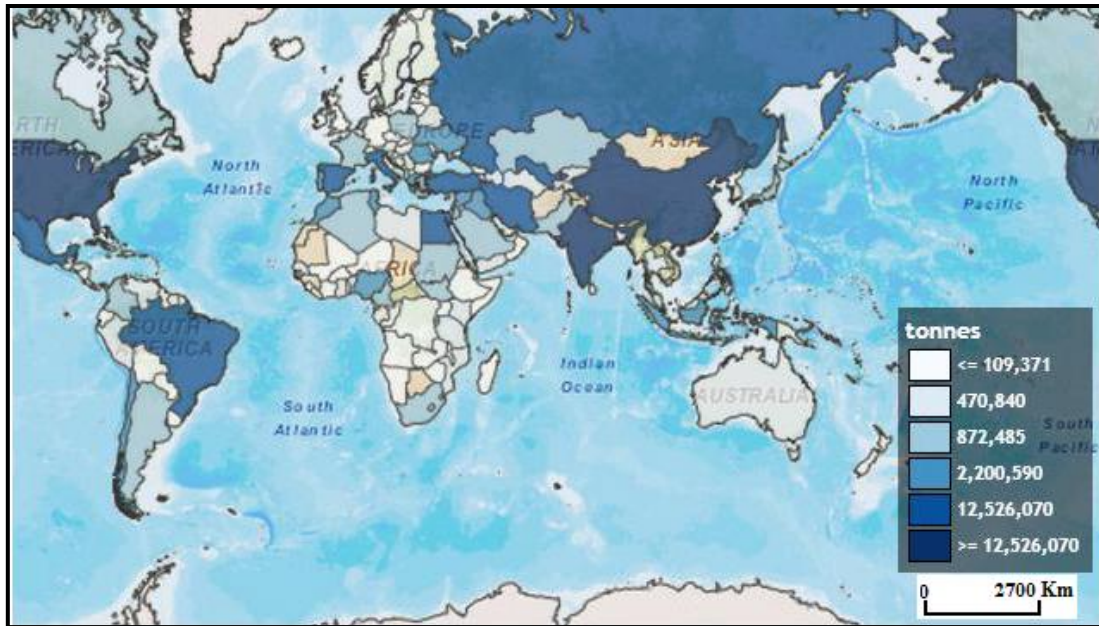
La consommation des fruits de la tomate contribue à un régime sain et équilibré. Les fruits sont riches en minéraux, en vitamines, en acides aminés essentiels, en sucres ainsi qu'en fibres alimentaires (Naika et al, 2005). Après la pomme de terre, la tomate est le légume le plus consommé au monde. Elle est cultivée sous presque toutes les latitudes, sur une superficie d'environ 3 millions d'hectares, ce qui représente près du tiers des surfaces mondiales consacrées aux légumes (Rey et Jacques, 2005).

### **I.1.2 Production de la tomate**

#### **I.1.2.1 Dans le monde**

Il s'agit de la douzième culture au niveau mondial et de la quatorzième au niveau européen (FAO, 2010) ; la tomate *Lycopersicon esculentum* est une des plantes les plus cultivées dans le monde, plus de 4,5 millions d'hectares sont dédiés à sa culture (Tropea Garzia et al., 2012). Cette culture est d'une grande importance économique et est aussi menacée par de nombreuses maladies et ravageurs : champignons, bactéries, virus et insectes phytophages.

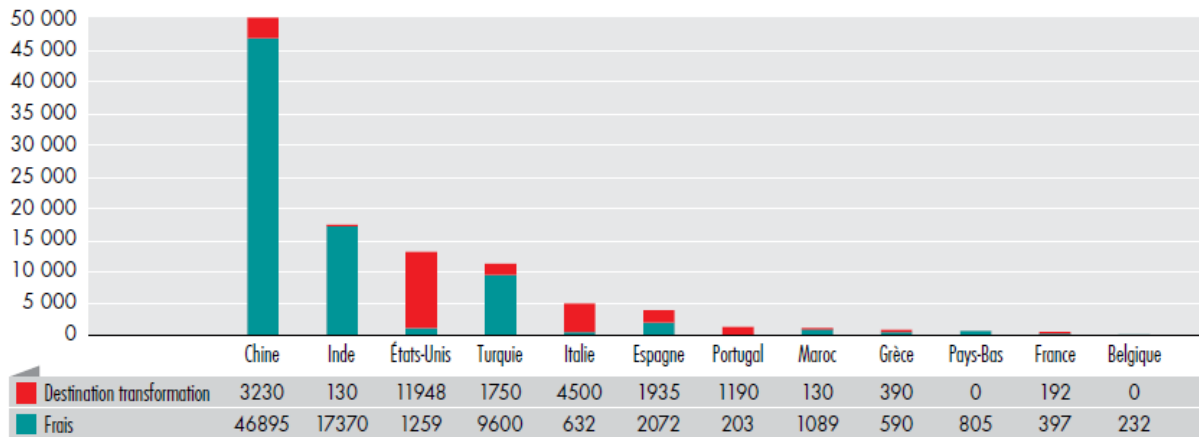




Source : FAOSTAT (2012)

**Figure 1:** La distribution mondiale de la production de la tomate (De Moraes, 2014).

Selon la figure 1, la tomate est largement cultivée au niveau mondial avec la dominance de la Chine et les États-Unis avec une production supérieure à 12,526 million de tonnes



Source : FAOSTAT et WPTC 2013

**Figure 2:** Les principaux pays producteurs de tomates en 2013 en millions de tonnes (Moury et al, 2014)

Légume le plus consommé dans le monde, la tomate, selon la figure 1 couvre la plupart des zones géographiques. Mais ses caractéristiques en termes de débouchés, de commerce international apparaissent bien distinctes entre le frais et le transformé (fig.2).

Deux filières également bien à part sur le plan des variétés et des systèmes de production (Moury et al, 2014).

D'après la figure 2, en 2013, la Chine occupe la première place avec une production de 50 millions de tonnes suivi par l'Inde et les Etats Unies d'Amérique avec une production respective de 17.5 millions de tonnes et 13 millions de tonnes ; l'Espagne occupait la 6<sup>ème</sup> place avec une production de moins de 5 millions de tonnes, le Maroc à la 8<sup>ème</sup> place avec une production de moins de 2,5 millions de tonnes et la France occupait la 11<sup>ème</sup> place avec moins de 1 million de tonnes.

### **I.1. 2.2 En Algérie**

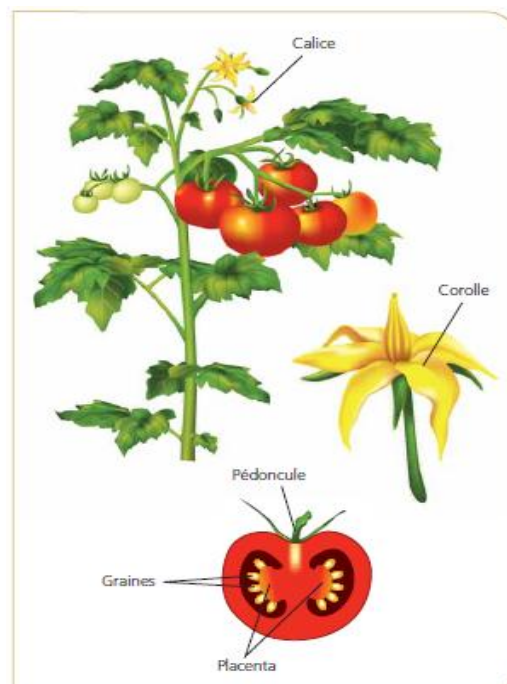
La Superficie Agricole Utile (SAU) en Algérie est estimée de 842 3340 ha près de 19,83% de la Superficie Agricole Totale (SAT). La tomate occupe une superficie cultivée de 20 789 ha. La tomate est cultivée selon deux modes de production à savoir en culture maraichère et en culture industrielle. La superficie totale réservée est de 32962 ha représentée par 63,06% pour la tomate maraichère et 36,93% pour la tomate industrielle. La tomate représente 7,94% de la superficie totale réservée aux cultures maraichères et industrielles (MADR, 2009).

La filière de tomate est en pleine expansion en Algérie, à la faveur des nombreux programmes mis en places par le ministère de l'agriculture et du développement pour son développement. La production de tomate en Algérie a atteint près de 6.5 millions de quintaux en 2009, les statistiques de l'année 2009 établies par le ministère de l'agriculture font état d'une superficie globale de tomate maraichère cultivée de 21 320 ha, dont 18 620 ha pour la tomate maraichère plein champ et seulement 2 699 ha pour la tomate maraichère sous serre, le totale de production est de 6 459 904 quintaux, dont 4 460 371 quintaux pour la tomate maraichère plein champ et 1 999 533 quintaux pour la production de tomate sous serre. Soulignons que les wilayas potentielles pour la production de tomate sont Annaba, Skikda, El Taref et Guelma (Amarni, 2010).

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. En 2010, près de 33 000 ha sont consacrés à la culture de tomate (maraichère et industrielle), donnant une production moyenne de 11 millions de quintaux et des rendements moyens d'environ 311 Qx/ha (Snoussi, 2011).

### I.1.3 Aspect botanique et biologie de La tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL.)

La tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) est une plante herbacée persistante et allogame dans les pays tropicaux, mais elle devient une plante annuelle et autogame dans les climats tempérés. Cependant, même sous nos climats, le risque de croisement entre deux variétés existe et peut même être élevé par temps chaud et humide. Sa diversité de formes, de couleurs et de poids est impressionnante (Rey et Jacques, 2005). La tomate appartient à la famille des Solanacées, son nom scientifique est *Lycopersicon esculentum*. Du point de vue botanique, ce légume est un fruit (une baie). Les feuilles sont alternes, composées, imparipennées (nombre impair de foliole) et comprennent 5 à 7 folioles aux lobes découpés. L'appareil reproducteur est formé par des inflorescences de type déterminé. La tomate est généralement autogame mais des allofécondations sont possibles (Ranc, 2010). Les fleurs sont hermaphrodites et actinomorphes. Le calice compte cinq sépales ou plus, de couleur verte. La corolle compte autant de pétales que de sépales, soudés à la base. L'androcée compte cinq étamines ou plus, à déhiscence latérale, introrses. Les anthères allongées forment un cône resserré autour du pistil. Les fleurs sont généralement disposées en grappes de 4 à 8, mais ces variétés à petits fruits peuvent avoir de 30 à 50 fleurs par grappe. La pollinisation des fleurs est généralement effectuée par le vent. Le fruit renferme 2 à 18 loges (compartiments). Le cycle végétatif de graine à graine est court, environ 3 à 4 mois (fig. 3), (Alhag Dow, 2006).



**Figure 3:** Pied de tomate, détail de la fleur et coupe du fruit (Bouchet et al, 2010).

### **I.1.3.1 Ordre taxonomique de la tomate**

Dès que la tomate a été introduite en Europe, les botanistes ont inclus cette espèce dans le même genre que la pomme de terre : le genre *Solanum*. En 1694, Tournefort est le premier à distinguer la tomate cultivée et à créer un nouveau genre pour classer cette espèce : le genre *Lycopersicon*. Linné, en 1753, revoit la taxonomie de la tomate et l'intègre à nouveau dans le genre *Solanum* sous le nom spécifique de *Solanum lycopersicum*. Un an après, Miller reconsidère la classification évoquée par Tournefort et réactualise le genre *Lycopersicum*. En 1768, Miller inclut dans ce genre trois espèces de tomate : *L. esculentum*, *L. peruvianum* et *L. pimpinellifolium* ainsi que la pomme de terre qu'il renomme *L. tuberosum*. Thomas Martyn, reconnaît la classification de Linné établie 50 ans plus tôt. Il inclut *Lycopersicum* dans le genre *Solanum*. Même si la tomate (nommée *Lycopersicon esculentum*) a été reconnue jusqu'à récemment, comme faisant partie du genre *Lycopersicon* par la plupart des taxonomistes, la classification de la tomate au sein du genre *Solanum* est aujourd'hui largement acceptée (Labate, Grandillo et al. 2007 in Ranc, 2010).

Selon Preedy et Watson, (2008), officiellement la tomate cultivée appartient au :

**Règne :** Plantae

**Embranchement :** Tracheobionta

**Classe :** Magnoliopsida

**Ordre :** Scrophulariales

**S/Ordre :** Solanineae

**Famille :** Solanaceae

**Genre :** Solanum

**S/Genre :** *Lycopersicon*

**Espèce :** *Lycopersicon esculentum* Mill

### **I.1.3.2 Exigences de la plante de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).**

La tomate est cultivée pour son fruit (Ranc, 2010), peut être cultivée sous différentes conditions de culture, mais les plus convenables sont les hautes altitudes, avec humidité basse et haute luminosité (Preedy et Watson, 2008).

### **I.1.3.2.1 Température**

La température est le facteur le plus déterminant dans la production de la tomate. L'exigence de température de la tomate varie avec le stade de développement de la plante. Dans la phase de la germination la température idéale est 16-29°C ; près de 5°C ou 40°C la germination est inhibée. Pour développement de la plante, la température moyenne idéale est de 21 à 24°C et pour ensemble du fruit la température optimum est de 24°C pendant le jour et 14-17°C le soir (Preedy & Watson, 2008).

### **I.1.3.2.2 L'humidité**

Selon Kolev (1976), l'optimal de l'humidité relative pour le développement de la tomate est de 50 à 60% et au-delà de 60% provoque un gonflement des étamines et le pollen sera piégé dans la fleur, ce qui empêchera la pollinisation en outre sa provoque l'apparition des phytopathogènes tel que le mildiou.

### **I.1.3.2.3 la lumière**

La tomate est une plante de lumière. Cultivée dans un endroit ombragé, elle donne un rendement faible. Les très fortes insulations provoquent sur les fruits des coups de soleil qui les déprécient.

### **I.1.3.2.4 Exigences édaphiques**

L'espèce est adaptée à de nombreux types de sol tant sur le plan de la texture que vis-à-vis du pH. Les sols sablo-argileux, limono-sableux ou limoneux, drainés, à pH compris entre 6 et 7, semblent les plus conseillés pour exprimer au mieux le potentiel de la culture (Verolet et al, 2001).

## **I.1.4 Principales maladies et ravageurs de la tomate**

Selon Suinaga et al. (2003), la tomate est l'un des plus importants légumes cultivés au monde mais qui présente de nombreux problèmes d'ordre phytosanitaire. L'aspect maladies et ravageurs des cultures représente un facteur très important dans leur conduite avec une production économiquement viable, respectueuse de l'environnement et de la santé humaine

### I.1.4.1 Principales maladies cryptogamiques

**Tableau 1:** Les maladies cryptogamiques de la tomate selon (Kouamé et *al*, 2008).

Maladies	Symptômes
Alternariose <i>Alternaria solani</i> Sorauer	Taches brunes au collet en pépinière, puis sur les feuilles en plein champ s'élargissent en forme circulaire
Fusariose <i>Fusariumoxysporum</i>	se manifeste par le brunissement des vaisseaux à l'intérieur de la tige, empêchant la sève de circuler. et pourriture des racines.
Mildiou <i>Phytophthora infestans</i>	sous forme de grandes taches brunes sur les feuilles et les tiges
Pourriture grise <i>Botrytis cinerea</i>	Affecte toutes les parties de la plante ; forme des taches fantôme, brûlure de la feuille, chancre de tige
Verticilliose <i>Verticillumdahliae</i>	flétrissement des feuilles accompagné d'un jaunissement. unilatéral suivi de dessèchement des feuilles de la base.
Oïdium <i>Leveillulataurica</i>	feutrage blanc sur feuilles.

### I.1.4.2 Principales maladies bactériennes

**Tableau 2:** Les maladies bactériennes de la tomate (Snoussi, 2010)

Maladies	Symptômes
Gale bactérienne <i>Xanthomonas</i> spp	Tâches nécrotiques noires sur les feuilles et sur les fruits
Moucheture bactérienne <i>Pseudomonas syringae</i>	Tâches nécrotiques noires sur les feuilles et sur les fruits.
Moelle noire <i>Pseudomonas mediterranea</i>	tige molle colorée en brun
Chancre bactérien <i>Clavibactermichiganensis</i>	Tiges spongieuses avec présence de cavités d'air. Petites taches chancreuses sur les folioles de couleur blanc marron .Jaunissement de la moelle en bordure des vaisseaux sur les tiges. Présence de petites taches blanches, brunes au centre sur les fruits.

### I.1.5.3 Principales maladies virales

**Tableau 3:** Les maladies virales de la tomate selon (Nelson, 2008).

<b>Maladies</b>	<b>Symptômes</b>
CMV : Cucumber Mosaic Virus	Lorsque l'infection est précoce, on peut observer une stérilité des plantes ou une mal formation des fruits.
TICV : Tomato Infectious Chlorosis Virus	Jaunissement internervaire sur les feuilles basales puis médianes, une jaunisse généralisée à l'ensemble des folioles d'une feuille et un retard du développement de la plante. Aucun symptôme n'est visible sur le fruit mais une réduction de calibre est possible en cas de très forte infestation. Apparition de nécroses ce qui entraine de grandes pertes de rendement.
TMV : Tobacco Mosaic Virus	caractérisé par une mosaïque verte ou blanche, des folioles gaufrées devenant filiformes et ont tendance à s'enrouler, les fruits encore vert présentent une surface légèrement bosselée avec des plages nécrotiques brunes .Les fruits murs sont parsemés de plages vertes.
TOCV : Tomato Chlorosis Virus	virus de la jaunisse de la tomate. jaunissement internervaire sur les feuilles basales puis médianes, un jaunissement généralisé à l'ensemble des folioles d'une feuille et un retard du développement de la plante.
TSWV : Tomato Spotted Wilt Virus	virus de la maladie bronzée de la tomate. Présence de des mouchetures en mosaïque avec une décoloration des feuilles. Sur les tiges et pétioles, il y a 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.
TYLCV : Tomato Yellow Leaf Curl Virus	Maladie des feuilles jaunes en cuillères de la tomate. La croissance des plantes atteintes est fortement perturbée .Les feuilles sont de tailles réduites et présentent un jaunissement et ou un enroulement en forme de cuillères. Plus l'inoculation du virus est précoce et plus les dégâts sont graves. En cas d'infection précoce, les plantes sont naines et ne produisent plus de fruits.

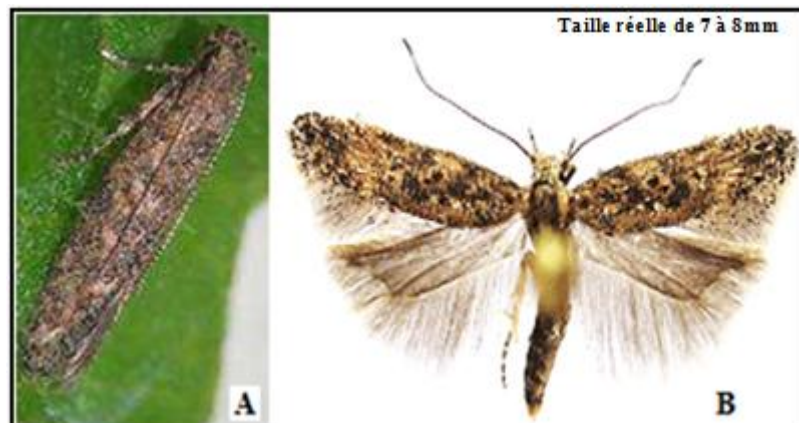
### I.1.5.4 Principaux ravageurs de la tomate

**Tableau 4:** Les principaux ravageurs de la tomate selon Bova (2012)

Ravageur	Symptômes
Nématodes <i>Meloïdogyne icognita</i> , et <i>Meloïdogyne arenaria</i> .	Présence de nombreuses nodosités (gales) sur les racines.
Acariens <i>Tetranychus urtica</i>	Arrêt de la végétation. Présence de petites ponctuations jaunes sur les folioles, présence de nombreuses toiles soyeuses, plages luisantes sur tiges, folioles de couleur vert bronze, dessèchement et chute des folioles et des feuilles.
Pucerons	Provoque l'enroulement des feuilles, crispation des jeunes folioles avec arrêt de croissance.
Aleurodes <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Production de miellat se couvrant de fumagine. vecteurs de virus ToCV et TICV
Noctuelles <i>Heliothes armigera</i> .	Provoquent la perforation des folioles, trous sur fruits provoquant la maturation précoce avec des cavités dans les fruits.
Thrips <i>Frankliniella schultzei</i>	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 entraînent les couleurs de fleurs.
Mouche blanche <i>Bemisia tabaci</i> .	vecteurs de virus ToCV et TYLCV
Mineuses	Provoquent des galeries sinueuses entre les épidermes .En cas de forte attaque dessèchement total du feuillage.



## I.2 La mineuse de tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917).



**Figure 4:** Adulte *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), (photo ; Lévai in Imre & Kálmán, 2011).  
A : adulte au repos ; B : adulte les ailes étalées.

L'expansion de la superficie cultivée de tomate a favorisé le développement de plusieurs bio-organismes nuisibles qui affectent considérablement le rendement de la récolte (Marchiori et al., 2004). Parmi ces nuisibles, la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) fig. (4); qui est un ravageur très nuisible avec une forte préférence pour les plantes de tomate (Erdogan & Babaroglu, 2014). La famille des Gelechiidae comprend des espèces nuisibles de première importance telle que la teigne de la pomme de terre, *Phthorimaea operculella* Zeller 1873 (Badaoui & Berkani, 2011) ; selon GUENAOUI et al (2010), ce Lépidoptère est multivoltine qui se développe rapidement dans les conditions favorables de l'environnement. Après sa découverte initiale dans l'Est de Espagne en 2006, il a rapidement envahi plusieurs d'autres européens et s'est étendu partout dans la cuvette méditerranéenne. Si aucune mesure de contrôle n'est prise, alors le ravageur peut causer jusqu'à 80 à 100% de pertes dans les récoltes de la tomate dans les régions envahies récemment ; et il peut être une menace pour la tomate sous serre et de plein champ (Desneux et al., 2010).

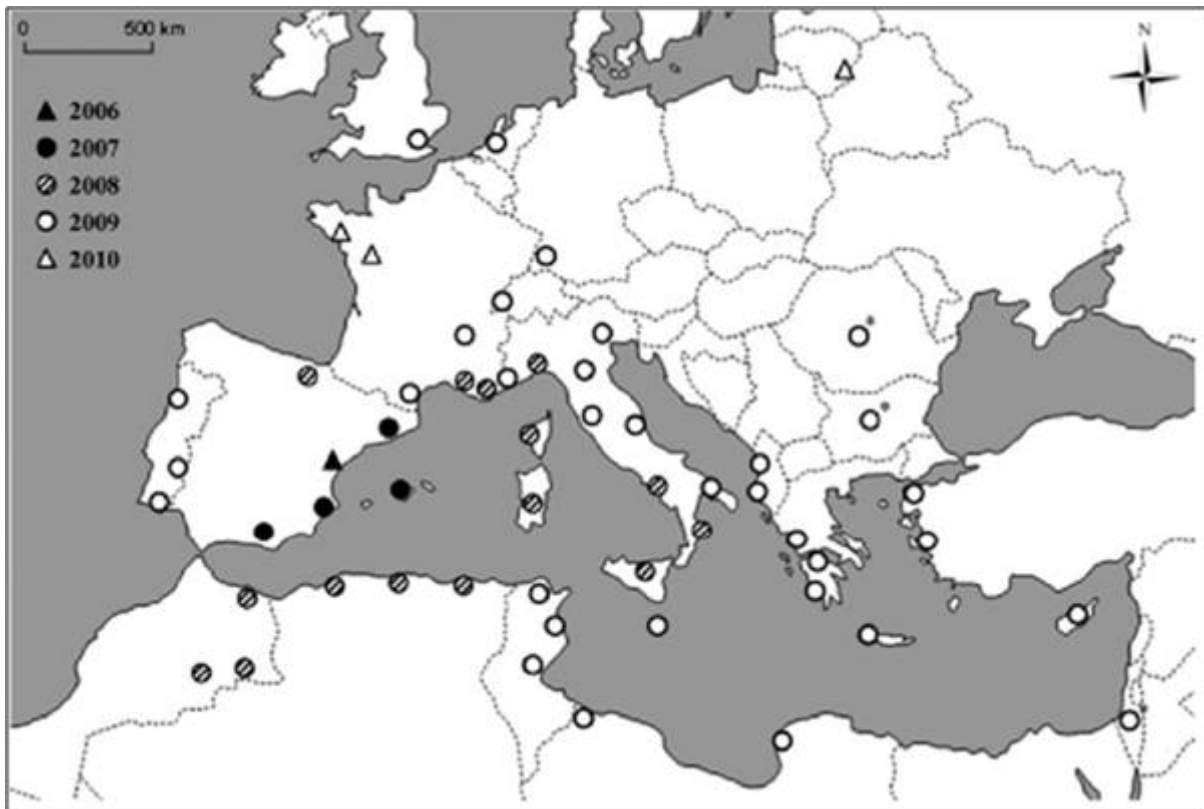
### I.2.1 Origine et répartition géographique

#### I.2.1.1 Origine

*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), est un microlépidoptère (fig. 4), originaire de l'Amérique latine, décrit par la première fois en Pirou en 1917 par Meyrick comme *Phthorimae absoluta* (Imre & Kálmán, 2011), et actuellement se trouve partout dans l'Amérique de Sud (Barrientos et al., 1998 in Shalaby et al., 2013) . Il a été observé en

Europe pour la première fois en 2006 dans la province de Castillon (Espagne). En 2007 et surtout 2008, plusieurs foyers ont été signalés sur le pourtour méditerranéen (Ramel, 2010). Inscrit depuis 2004 sur la liste (A1) de quarantaine de l'Organisation européenne de protection des plantes (Fraval, 2009).

### I.2.1.2 Répartition géographique



**Figure 5:** Répartition de *Tuta absoluta* (Meyrick) dans le bassin méditerranéen d'après Desneux *et al.* (2010).

Elle est signalée pour la première fois en Argentine en 1964 après une importation de tomate depuis le Chili. Sa découverte initiale dans le bassin Méditerranéen était en Espagne dans l'hiver de 2006/2007 (Urbaneja *et al.*, 2007); en mars 2007 de graves dégâts sont observés sur tomate à Valencia en Espagne. Ce fut la première signalisation de la présence de ce lépidoptère dans le pays (Vieira, 2008). Le ravageur était rapidement étendu sur toutes les cultures de tomate en causant de sérieux dégâts (Guenoui *et al.*, 2013), après quoi, il a été rapporté dans beaucoup de pays méditerranéens de l'Europe, l'Afrique du Nord, fig.(5), et le Moyen-Orient (Garcia & Vercher, 2010). En Algérie les premières découvertes de *Tuta absoluta* étaient dans le printemps 2008 dans une serre de la tomate localisée dans les environs

de Mostaganem (Guenoui, 2008). En juillet 2008, le ravageur a été enregistré sous contrôle officiel (INPV, 2008; EPPO, 2008).

## **I.2.2 Systématique**

Nommée en 1917 *Phthorimaea absoluta* par Edward Meyrick, maître d'école et lépidoptériste amateur britannique, l'espèce a appartenu successivement aux genres *Gnorimoschema* (en 1962), *Scrobipalpula* (en 1964) et *Scrobipalpuloides* (en 1987).

### **I.2.2.1 Taxonomie de la mineuse de tomate.**

**Règne :** Animalia

**Embranchement :** Arthropoda

**Classe :** Insecta

**Ordre :** Lepidoptera

**Sous-ordre :** Glossata

**Super famille :** Gelechioidea

**Famille :** Gelechiidae

**Sous-famille :** Gelechiinae

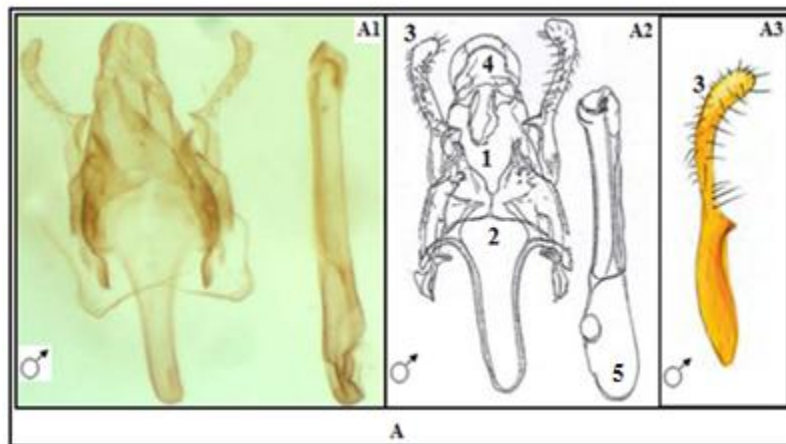
**Tribu :** Gnorimoschemini

**Genre :** *Tuta*

**Espèce :** *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)

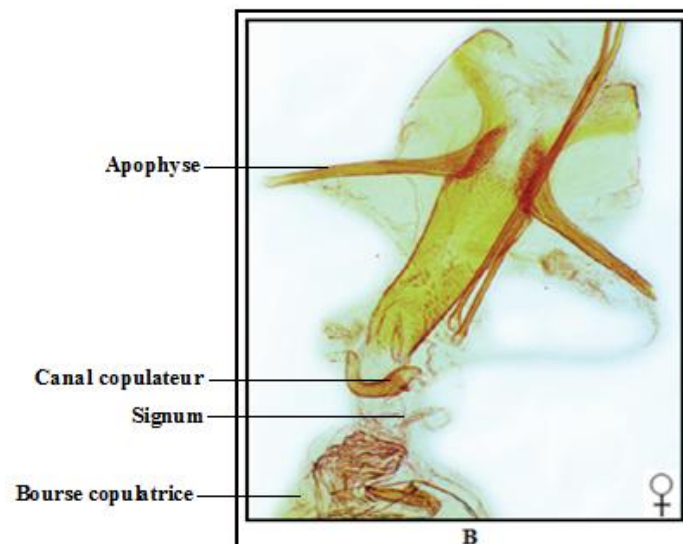
### I.2.2.2 Description du génitalia male et femelle de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)

Génitalia male et femelle d'après (Fernández et al, 2008) représentés dans les figures 6 et 7.



**Figure 6 :** Détails du génitalia male de *Tuta absoluta* (A); A1 : photo de génitalia males prise sous microscope ; A2 : dessin descriptif du génitalia male (A2-1 : Tégument, A2-2 : Sac ou vinculum, A2-3 : Valve, A2-4 : Gnathos A2-5 : Pénis ou Edéage) ; A3 : valve.

L'appareil reproducteur des mâles est constitué de plusieurs pièces fig. (6). La comparaison porte particulièrement sur les valves, le gnathos, le vinculum et le pénis (Badaoui, 2011).



**Figure 7 :** photo avec des légendes du génitalia femelle de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), prise sous microscope.

### **I.2.2.3 Différentes appellations de la mineuse de tomate *Tuta absoluta* :**

La tomate a plusieurs nominations qui diffèrent suivant le pays ou la langue, pour la désignée ; en anglais : Tomato borer, South American tomato moth, tomato leaf miner, South American tomato pinworm; en espagnole : polilla del tomate, polilla perforadora, cogollero del tomate, gusano minador del tomate, minador de hojas y tallos de la papa ; en portugais : traça-do-tomateiro. En français : mineuse de la tomate, La teigne de la tomate (OEPP/EPPO, 2005).

## **I.2.3 Biologie et développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)**

### **I.2.3.1 Biologie**

Adultes sont de mœurs nocturnes, se cachent dans la végétation pendant le jour. La femelle pond dans la partie aérienne de la plante hôte. Après éclosion, la jeune larve pénètre dans les feuilles, fruits ou tiges pour s'alimenter en provoquant des mines caractéristiques (Vieira, 2008 in Badaoui M.I. & Berkani A., 2011). C'est un insecte de grandes potentialités de reproduction, lorsque la nourriture est disponible. Possède 10 à 12 générations par an et un cycle biologique complet en espace de 29 à 38 jours selon les conditions ambiantes (BERKANI, 2008). Le cycle évolutif de la mineuse de la tomate « *Tuta absoluta* » comporte quatre états évolutifs (œuf, larve, chrysalide, adulte).

L'identification de la mineuse de tomate *Tuta absoluta* se fait grâce à l'étude des génitalia mâle. L'extraction de génitalia se fait par étapes, en premier, découper ou arracher l'abdomen, le mettre dans KOH à une concentration de 10% puis Chauffé pendant 5 à 8 mn pour dégraissage, Trois lavages à l'eau distillée pour neutraliser l'effet du KOH et en fin extraction du génitalia puis observation après fixation.

### **I.2.3.2 Cycle de vie**

#### **I.2.3.2.1 L'œuf**

Petit ; mesure 0.35 mm de long et 0.2 mm de diamètre, ovale-cylindrique, de couleur crème-blanc à jaune orange fig. (8), habituellement étendu du côté inférieur de la feuille, sur les bourgeons et le fruit vert (Devaiah & Muruvanda, 2012). Selon Margarid, (2008) in Berkani (2008), Les œufs sont pondus isolement ou en petits tas, l'incubation dure de 4 à 10 jours, l'éclosion est en 4 à 6 jours suivant la température.



**Figure 8:** Les œufs de *Tuta absoluta* sur le côté inférieur d'une feuille de tomate(Original, 2012).

Les œufs de *Tuta absoluta* sont aisément observés sur la face inférieure des feuilles ou sont à l'abri des prédateurs et des agressions climatiques fig. (8). L'éclosion des œufs et leur développement dépend de grande partie des variations thermiques (Tab. 5).

#### **I.2.3.2.2 Les larves**

Après éclosion, les jeunes larves pénètrent dans les feuilles, les fruits aériens ou les tiges. Sont de couleur crème tête colorée dans le jeune âge et vert rosâtre vers le quatrième stade, sombre et une bande oblique sombre qui ne couvre pas toute la partie dorsale. La durée des stades larvaires varie de 12 à 15 jours selon la température (Marcano, 2008 in Berkani, 2008). La larve, fig. (9), en sortant de l'œuf se met aussitôt à chercher de la nourriture, se faufile dans le limbe et dévore les tissus situés entre les deux épidermes de la feuille créant ainsi des galeries caractéristiques.

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



**Figure 9:** Larve du quatrième stade L4 de la mineuse de tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)(original, 2014). (A) : vue complète de la larve du stade L4 ;(B1) : vue ventrale de la tête de la larve du stade L4 ; (B2) : vue dorsale du thorax de la larve de stade L4.

Les Larves n'entrent pas en diapause aussi long que la nourriture est disponible. La durée de ce stade est de 13 à 15 jours sous les conditions favorables (Ostrauskas & Ivinskis, 2010).

#### **I.2.3.2.3 La chrysalide**

La nymphose se déroule dans un cocon aux fils peu serrés que la larve peut installer dans plusieurs types d'endroits, notamment sous des débris à même le sol, sur les feuilles et rarement dans les fruits. La chrysalide en forme de fuseau, est brune-verdâtre au début de son développement, arrivée à son terme, elle prend une couleur marron, la métamorphose dure de 9 à 11 jours (Margarida, 2008 in Berkani, 2008). Cette durée varie selon la température voir tableau 5.



**Figure 10:**Chrysalide de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) taille réelle de 7-8mm (originale, 2014).

#### I.2.3.2.4 L'adulte

Le papillon est de 7 à 8 mm d'envergure, gris argenté avec des taches noires sur les ailes antérieures. Actif au crépuscule (en vue de l'accouplement, fig. (11)), il se cache le jour entre les feuilles (Fraval, 2009).



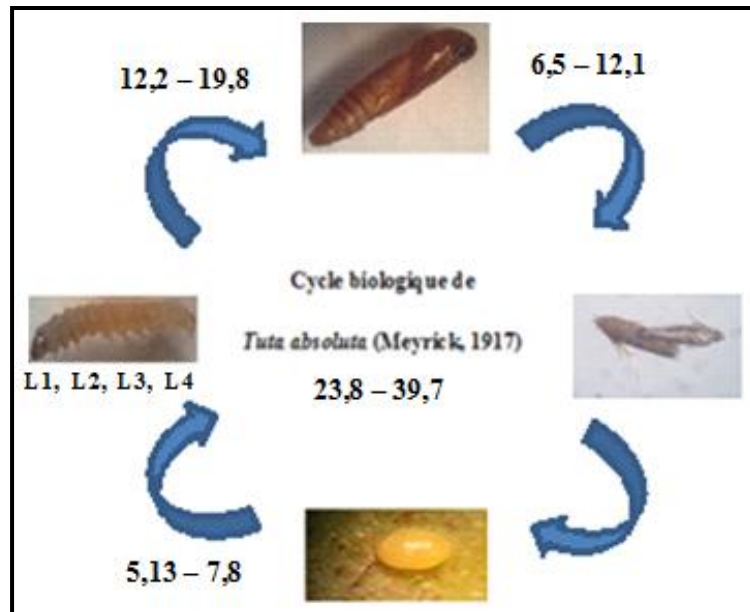
**Figure 11:** Couple adulte *Tuta absoluta* en accouplement (Original, 2013).

**Tableau 5:** Durée de développement (en jours) de *Tuta absoluta* de l'œuf à l'émergence de l'adulte (source : Lacordaire & Feuvrier, 2010)

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

D'après le tableau (5), le cycle de vie de *Tuta absoluta* dure 76,4 à une température de 14°C, une durée de 39,7 à 20°C et en fin 23,8 pour une température moyenne de 27°C. La durée de développement la plus courte est obtenue à la température moyenne de 27°C





**Figure 12:** Schéma représentatif de la durée du cycle biologique de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) en jours (Original, 2014).

Le développement du ravageur *Tuta absoluta* depuis l'œuf au stade imago se fait par l'intermédiaire de quatre stades larvaires, L1, L2, L3, L4 après l'éclosion de l'œuf puis la formation d'une chrysalide qui donne un papillon.

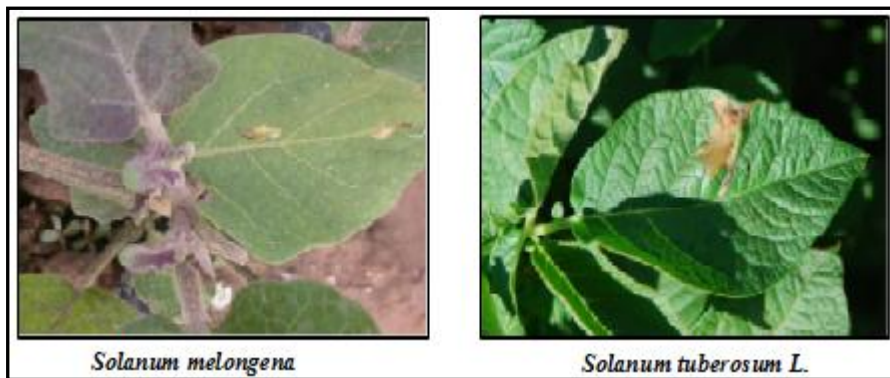
#### I.2.4 Plantes hôtes

La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), est un ravageur oligophage qui cause des dommages à l'aubergine, poivron vert et spécialement la tomate. Il est l'un des plus importants insectes ravageurs de la tomate dans la région néotropicale, principalement en Amérique du Sud (Suinaga et al, 2004). Il est évident que dans la nature, les insectes phytophages ne pondent pas leurs œufs de façon aléatoire sur toutes les plantes qu'ils rencontrent dans l'habitat. Certaines femelles de Lépidoptères sont effectivement capables de détecter à distance les arômes émanant des plantes-hôtes et utilisent ce stimulus pour choisir celles qui semblent les plus convenables pour la ponte (McNeil & Delisle, 1993). L'hôte préféré est la tomate, mais *T. absoluta* attaque également d'autres solanées sauvages ou cultivées (Fraval, 2009). Toutes les parties aériennes de la plante hôte peuvent être touchées. *Tuta absoluta* attaque également *Solanum melongena* (aubergine), *Solanum tuberosum* (pomme de terre), *Nicotina tabacum* (tabac) et *Capsicum annuum* (poivron). Certaines mauvaises herbes de la famille des solanacées comme la morelle de la

Caroline *Solanum carolinense* L, *Datura stramonium* et *Datura ferox* peuvent servir d'hôtes secondaires.



**Figure 13:** Mauvaises herbes les plus présentes dans ou près des cultures de tomate.



**Figure 14:** Cultures avoisinantes des cultures de tomate

Le cycle de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) peut s'effectuer sur plusieurs plantes secondaires (Kos & Trdan, 2011). Les figures ci-dessus (fig.13 et 14) représentent les quatre espèces de Solanacées (*Solanum nigrum*, *Datura stramonium*, *Solanum melongena* et *Solanum tuberosum*), les plus présentes dans les cultures de tomate, en bordure de plantations ou ce sont culture avoisinant la culture tomate (Parra & Mihsfeldt, 2002) et qui constituent des réservoirs potentiels pour le ravageur et un support naturel avant la contamination de l'hôte principal qui est la tomate.

### **I.2.5 Symptômes et Dégâts**

*Tuta absoluta* peut attaquer toutes les parties aériennes de la tomate (Kos & Trdan, 2011). Les dégâts causés sur les cultures de tomate surtout en plein champs ou la nourriture pour le ravageur est en abondance, peuvent aller jusqu'à 100% et causer des pertes économiques énormes (Straten et al., 2011)



**Figure 15:**Dégâts causés sur culture de tomate en plein champ (originale, 2013)

Selon Marchiori *et al.* (2004), *Tuta absoluta* présente un potentiel destructif élevé (figure 15), et peut attaquer les espèces hôtes à tous les stades phénologiques de leurs développements. C'est le plus important ravageur de la tomate *Lycopersicon esculentum*, ainsi que d'autres Solanacées cultivées. Après avoir éclos, les jeunes larves produisent des galeries dans les feuilles, creusent des mines dans les tiges, les bourgeons apicaux, les fruits vert et murs en causant des dégâts considérables et des pertes de rendement (Roditakis *et al.*, 2010 ; Oliveira *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 1998). *Tuta absoluta* est le principal ravageur de la tomate *Lycopersicon esculentum* en Afrique du nord depuis son introduction au Maroc en 2007. Ce microlépidoptère est une espèce multivoltine qui se nourrit des feuilles, tige, bourgeons, fleurs, fruits. Les dommages sont produits quand les larves s'alimentent en créant des mines d'extension mésophylliennes (s'alimentent du mésophylle) sans endommager l'épiderme de feuille de ce fait, affectent la capacité photosynthétique de ces dernières et par conséquent réduisent le rendement ce qui facilite la contamination par des pathogènes (Medeiros *et al.*, 2009).

### **I.2.5.1 Sur feuilles et tiges**

Les dégâts sont produits quand les larves se nourrissent du mésophylle des feuilles en formant des galeries en expansion élargies, fig. (17), ce qui affecte la capacité photosynthétique de la plante et en conséquence le rendement (Patricia *et al.*, 2006). Les attaques se manifestent sous forme de galeries blanchâtres renfermant chacune une chenille et ses déjections noirâtres. Avec le temps les galeries se nécrosent et brunissent. Les jeunes tiges

et pédoncules, fig. (16),attaqués par le ravageur de tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), présentent des points noirs et des nécroses.



**Figure 16:**Dégâts provoqués sur tige de tomate de plein champ par les larves de *Tuta absoluta* en 2013 (original)



**Figure 17:**Dégâts provoqués sur feuille de tomate de plein champ par les larves de *Tuta absoluta* en 2013 (original) ; A : mines créées par les larves mineuses de *Tuta absoluta* et B : mines créées par les larves de la mouche mineuse.



### I.2.5.2 sur fruits



**Figure 18:** Dégâts provoqués sur fruits de tomate en plein champ en 2013 (original) ; A : dégâts provoqués sur fruits murs, B : dégâts provoqués sur fruits verts.

Les tomates présentent des nécroses sur le calice ou des trous de sortie à leur surface. Aussi, les fruits verts et mûrs peuvent être attaqués. Les blessures font perdre aux fruits leurs valeurs économiques (Ramel *et al.*, 2008)

## I.2.6 Mesures de contrôle

### I.2.6.1 Mesures prophylactiques

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

- Réaliser un labour profond précoce pour détruire les chrysalides et créer un vide sanitaire;
- Gestion des déchets de fin de cycle (incinération ou enterrement);
- Désherbage des parcelles et de leurs abords avec l'incinération des mauvaises herbes ou leur enfouissement profond dans le sol ;

### I.2.6.2 Mesure biotechnologique

- Surveillance de la parcelle par l'installation des pièges à phéromone à raison de 4 à 5 pièges par hectare, (piège Delta), avant chaque plantation, pour la prévention et le suivi des populations.

- 20 à 25 pièges par hectare pour culture de tomate sous serre et de 40 à 50 pièges par hectare pour la culture de tomate de plein champ concernant le piège à eau (Amazouz, 2010).

### **I.2.6.3 Lutte biologique**

La lutte biologique consiste à utiliser des organismes vivants pour contrôler des espèces introduites devenues envahissantes dans les écosystèmes naturels ou devenues des « ravageurs des cultures » dans les agro-systèmes, afin d'en réduire les impacts écologiques et/ou les dommages économiques (Meyer, 2003). Plusieurs travaux ont été effectués pour la mise en place d'une lutte biologique intégrée contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* dans les pays d'origines de cet insecte et en méditerranée, l'aspect le plus important de la lutte biologique est la sélection d'agents de lutte biologique qui sont hautement spécifique à l'espèce-cible afin qu'ils ne s'attaquent pas à d'autres espèces. Cette lutte consiste à la réalisation des lâchers de prédateur ou parasitoïde de *Tuta absoluta* dans la culture de tomate. Parmi les ennemis naturels de ce ravageur, les lâchers de *Nesidiocoris tenuis* sont réalisés à raison de 1 à 2 individus par m<sup>2</sup>, *Macrolophus caliginosus* qui sont des punaises, le *Trichogramma sp* et *Bracon sp.* (Bernardo, 2009). En 2011, les punaises mirides collectées au niveau de l'unité d'élevage de l'INPV ont été acheminées et lâchées (400 individus) à raison de 1 ind. /m<sup>2</sup>, dans une serre protégée par le filet insect-proof et le piège à phéromone. Pour la deuxième année consécutive, l'opération de lâcher a concerné le site de l'école aux champs dans le but de vulgariser cette méthode de lutte auprès des agriculteurs avoisinants.

Par ailleurs, les recherches, ont fait recours à des plantes à activité insecticide. Selon Dagnoko (2009), les substances actives contenues dans certaines plantes agissent de différentes manières sur les insectes :

- Effet répulsif : les insectes sont repoussés par le goût et l'odeur de ces substances
- Effet insecticide : par contact ou/et ingestion des feuilles traitées avec les extraits végétaux.
- Effet sur le comportement sexuel : après traitement avec certaines plantes, on constate un changement de comportement ou de diminution de la capacité de reproduction pouvant aller jusqu'à la stérilité complète de l'insecte.

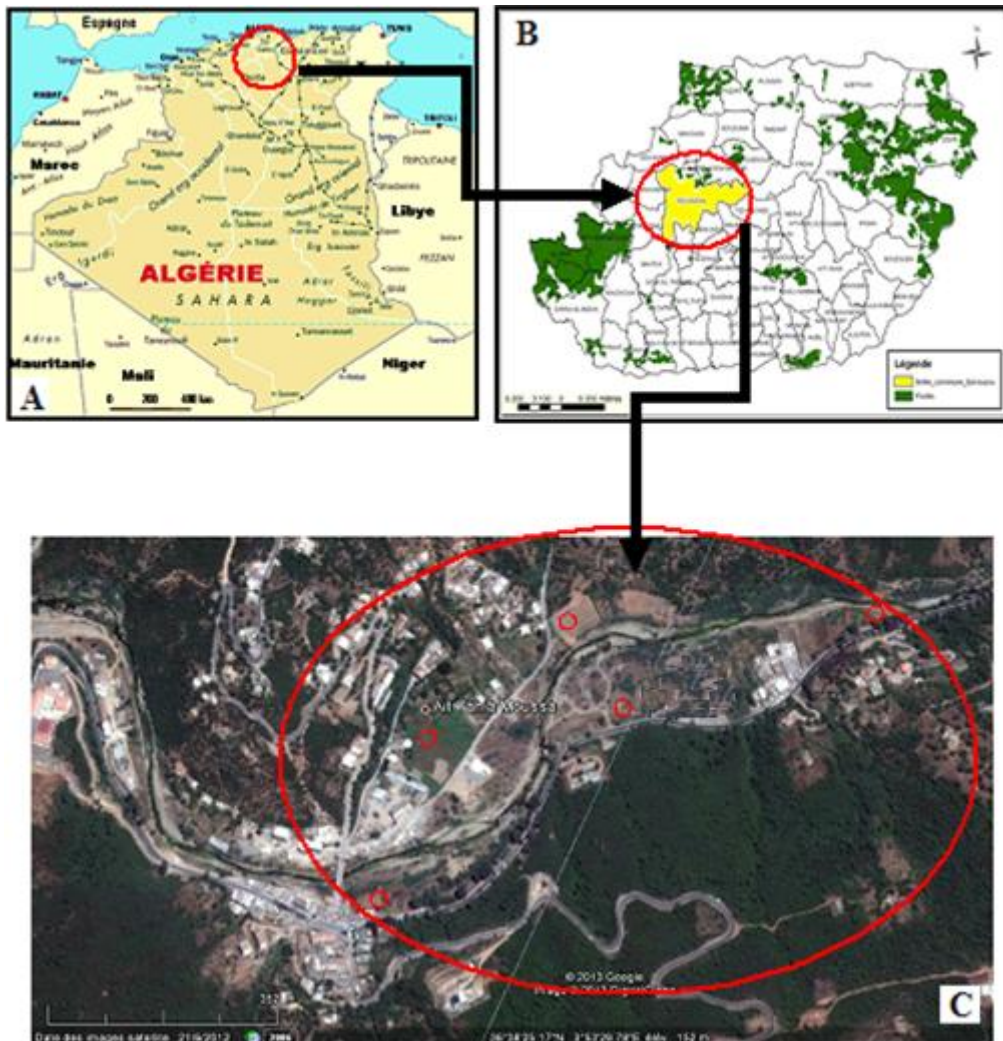
### **I-2-6-4 La lutte chimique**

La lutte chimique est la méthode principale pour contrôler la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Silva et al, 2011). Le contrôle chimique utilisant les insecticides organiques de synthèse. Cette méthode a l'inconvénient en plus des coûts

élevés des insecticides de détruire les populations des ennemis naturels (Braham et *al*, 2012). Le niveau de risque évalué par les captures journalières des adultes et par l'infestation permet de raisonner la lutte chimique contre ce ravageur (Michel, 2010). En effet une capture supérieure à 30 males par semaine demande trois traitements tous les 15 jours avec des insecticides organiques de synthèse à effet de choc tout en respectant le management de la résistance aux insecticides ; en Algérie plusieurs matières actives répondent à cette condition tel que la Cyromazine, l'association Lambda-cyhalothrine et Thiamethoxam, association Chlorantraniliprole et Thiamethoxam, association Abamectine et Chlorantraniliprole ; et la matière active Spinetoram (Ziri et Mouhouche 2011).

## Chapitre II. Région d'étude

### II.1 Situation géographique



A : carte géographique représentant l'Algérie (Google maps) ; B : Localisation de la commune d'Ait Yahia Moussa dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Meddour S. et al, 2010). C : Photo satellitaire prise en 2012 pour montrer le site des parcelles expérimentales d'Ait Yahia Moussa à partir de Google Earth

**Figure 19:** Situation géographique de la région d'étude et des parcelles expérimentales par rapport à l'Algérie et la wilaya de Tizi-ouzou.

La commune d'Ait Yahia Moussa, se situe dans le Sud-ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou, couverte à plus de 60% de forêt (Maquis), les parcelles d'étude étaient prises de façon éloignée et dispersée ; elles sont limitées au Nord la colline de Rabet et Vor Ellefth ; au Sud par un maquis plus ou moins dense et la route nationale N25, à l'Est par la colline de Tizi guezgarene, et à l'Ouest par le maquis d'Imoulak et Allila. Les essais ont été effectués en 2011 à 2013



## II.2 Caractéristiques climatiques

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants (Faurie *et al.*, 1978). D'après Dajoz (1982), les facteurs climatiques ont des actions multiples sur le comportement et la physiologie des insectes. Deux facteurs en l'occurrence, la température et les précipitations sont prépondérants pour le développement des êtres vivants et particulièrement la végétation. En région méditerranéenne, le climat est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (Aidoud, 1989). Le climat de l'Algérie se distingue par une influence marine au Nord et par une tendance continentale subdésertique provenant du Sud. Les vents dominants sont de direction Nord et Nord-est. La wilaya de Tizi-ouzou se situe au Nord de l'Algérie et près de la mer méditerranéenne, se trouve sous l'influence du climat méditerranéen, celui-ci est caractérisé par la sécheresse de saison estivale (sécheresse totale bien marquée se prolongeant de Juillet à Septembre) et des hivers relativement humides avec des précipitations torrentielles à grande irrégularité interannuelles. Les conditions environnementales telles que la température et l'humidité relative sont des facteurs influençant la physiologie et le comportement de l'insecte (Abolmaaty *et al.*, 2010).

### II.2.1 Température

Il est important de préciser que la température mesurée en météorologie est la température de l'air sous abri, à une hauteur voisine de 1,5 mètre. Il ne s'agit donc pas de la température physiologique ressentie qui dépend du vent, du rayonnement solaire et de l'humidité (Leroy, 2002). La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métabolique et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivant dans la biosphère (Ramade, 2003). La température a une influence directe sur l'activité ainsi que sur le développement des insectes. Elle influe sur le taux de croissance des insectes et leur développement ainsi que sur l'intensité de divers processus physiologiques et comportementaux tels que la vitesse de déplacement, le taux instantané de ponte, ainsi les températures plus élevées accélèrent le développement des insectes (Boivin & Sauphanor, 2005).

Faut de manque de données météorologiques de la station d'étude, des corrections étaient faites pour remédier à ce problème grâce à la méthode de SELTZER (1946). Cet

l'auteur considère que les températures maxima et minima diminuent respectivement de 0,7 °C et de 0,4°C pour chaque 100 mètre d'élévation altitudinale. La région d'étude se trouve à une hauteur de 152m d'altitude alors que la station météorologique se trouve à une hauteur de 153m d'altitude ; de ce fait la différence est négligeable et les données climatiques retenues sont celles de la station météorologique.

Les relevés obtenus sur les températures moyennes mensuelles exprimées en degrés Celsius dans la région d'étude pour les années d'études de 2011 à 2012 sont représentés dans les tableaux 6, 7 et 8.

**Tableau 6:** Températures moyennes (minimales, maximales et mensuelles) enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2011 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T° Moy en °C	10,6	10,3	13,4	17,5	19,7	23,1	27,5	28,5	24,7	19,7	15,7	13
T° Moy mini en °C	6,9	6,3	8,7	12,1	14,8	17,8	21,9	21,9	18,9	14,6	12,2	8,7
T° Moy max en °C	15,8	15,7	19,5	23,5	26	29,6	34,9	37,2	32,5	27,1	21,5	19,6

**Tableau 7:** Températures moyennes (minimales, maximales et mensuelles) enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2012 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T° Moy en °C	9,9	6,5	13,3	15,3	19,9	26,4	27,8	30,3	24,4	20,8	16,2	11,2
T° Moy mini en °C	5,5	2,7	9	11	14	20	21,6	23,4	18,7	15,8	12,6	7,2
T° Moy max en °C	16,3	11,9	19,7	21,1	27	34,2	35,7	39,1	32,2	28,1	21,8	16,7

**Tableau 8:** Températures moyennes (minimales, maximales et mensuelles) enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2013 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T° Moy en °C	10,8	9,3	14,3	15,8	17,5	22	26,7	26,9	24,1	23,1	13,5	11,8
T° Moy mini en °C	6,9	5,2	10,4	11,3	12,8	15,5	20,3	23,3	19,1	18,1	10,7	7,4
T° Moy max en °C	15,7	14,6	19,4	21,8	23,0	28,9	34,5	35,1	31,1	30,6	17,9	16,9

Les moyennes thermiques consignées dans les Tableaux 6, 7 et 8 montrent que les mois les plus froids sont Janvier, Février et Décembre respectivement avec des températures moyennes mensuelles de 10,6°C et 10,3°C et 13°C pour l'année 2011 ; 9,9°C et 6,5°C et 11,2°C pour l'année 2012 et en fin 10,8°C et 9,3°C et 11,8°C pour l'année 2013. Les mois les plus chauds de cette année sont Juillet et Aout respectivement avec une température moyenne mensuelle de 29°C et 27.6°C.

## II.2.2 Les précipitations

Les précipitations est un facteur très important qui est déterminé par la durée de chute et l'intensité. Ils sont caractérisés par une répartition inégale d'un point à un autre et d'une saison à une autre. Le volume annuel des pluies conditionne la distribution des espèces dans l'aire biogéographique (RAMADE, 1984). Il faut considérer l'importance totale des précipitations mais également leur répartition au cours de l'année. Avec la température, les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat (Faurie, 1980).

**Tableau 9:** Précipitations moyennes mensuelle en mm enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2011 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
P mm	90,9	146,9	99,9	106,5	153,1	41	1,7	0,2	7,5	34,1	156,4	86,9

**Tableau 10:** Précipitations moyennes mensuelle en mm enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2012 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Pmm	69,5	269,5	97,8	146,8	40,2	1,1	0	6,4	10,9	96,3	68,7	92,8

**Tableau 11:** Précipitations moyennes mensuelle en mm enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2013 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Pmm	221,8	185,7	93,5	64,5	151,6	0,0	0,3	11,3	37,6	39	164,9	103,7

D'après les Tableaux (9, 10, 11), les précipitations montrent une irrégularité au cours des 12 mois entre 2011 et 2013, le mois le plus pluvieux était Novembre avec 156,4mm de pluie et les mois les moins pluvieux étaient Juillet et Août respectivement avec une moyenne de 1,7mm et 0,2 mm pour l'année 2011 ; le mois le plus pluvieux était Février avec 269,5mm de

pluie et les mois les moins pluvieux étaient Juin et Juillet respectivement avec une moyenne de 1,1mm et 0,0 mm pour l'année 2012 et le mois le plus pluvieux était Janvier avec 221,8mm mm de pluie et les mois les moins pluvieux étaient Juin et Juillet respectivement avec une moyenne de 0,0mm et 0,3mm pour l'année 2013.

### II.2.3 L'Humidité

L'humidité relative intervient beaucoup plus en créant un milieu favorable ou non à l'insecte qu'en modifiant l'intensité de ses phénomènes vitaux. Chaque espèce a des exigences particulières à l'égard de ce facteur. L'humidité présente une importance moindre par rapport à la température et la pluviométrie car elle dépend de ces deux paramètres climatiques en plus de nombre de jours de pluie le vent et la topographie du terrain. Une humidité relative de 75% est jugée optimale. Elle permet d'avoir des légumes de bons calibres, avec moins de gerçures et sans défaut de coloration. Une humidité relative très élevée couplée à une température élevée, entraîne une végétation luxuriante avec un allongement des entre-nœuds. Elle favorise aussi le développement des maladies, notamment le botrytis et le mildiou (Mazollier, 2001). Ainsi la température et humidité relative sont les facteurs qui influencent la physiologie et le comportement des insectes (Abolmaaty et al., 2010).

**Tableau 12:** Valeurs mensuelles moyennes de l'humidité relative enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2011 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
HR%	84	83	78	76	76	75	68	68	68,7	74,8	81	81

**Tableau 13:** Valeurs mensuelles moyennes de l'humidité relative enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2012 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
HR%	84	88	81	76	71	61	60	49	65	70	79	86

**Tableau 14:** Valeurs mensuelles moyennes de l'humidité relative enregistrées à Tizi-Ouzou au cours de l'année 2013 (source O.N.M. de Tizi-Ouzou).

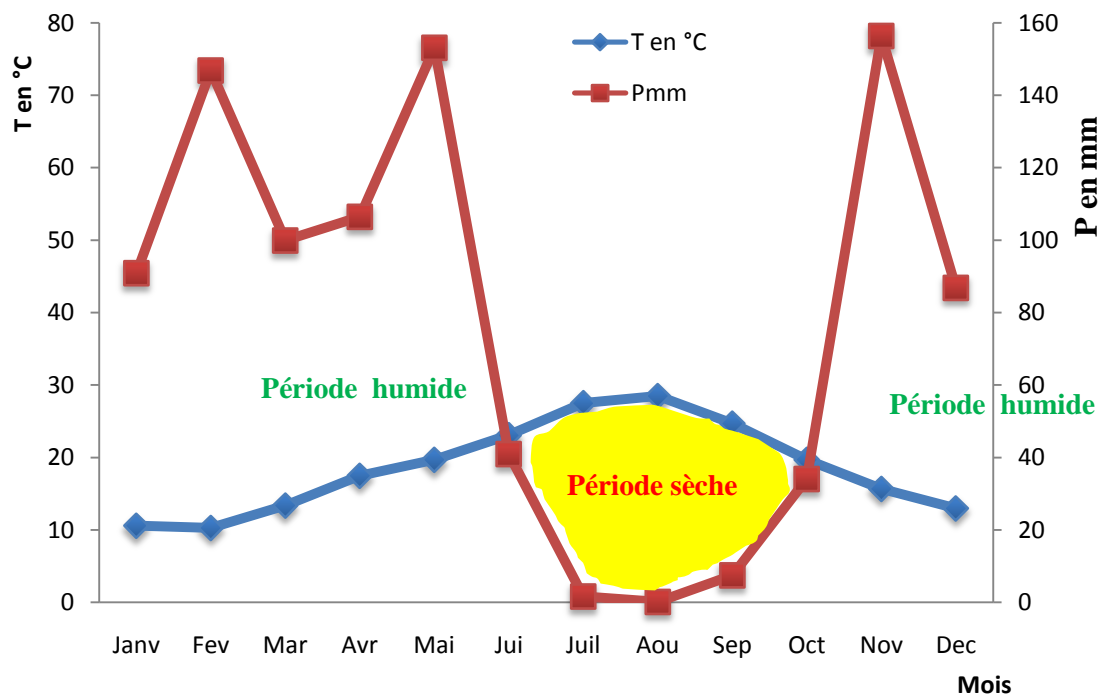
MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
HR%	80	79,7	72,8	77	77,8	64,8	64	59,7	73	68,7	83,1	83,3

L'humidité relative enregistrée pour chaque mois de l'année de 2011 à 2013, montrent que les mois les plus humides étaient les mois de Janvier avec 84%, Février avec 83% et les mois de Novembre et Décembre avec une moyenne de 81% chacun pour l'année 2011. Les mois le plus humide au cours de l'essai étaient le mois d'Avril et Mai avec 76% chacun pour l'année 2011 ; les mois les plus humides étaient Janvier, Février et Décembre avec des moyennes respectivement 84%, 88% et 86% pour l'année 2012. Les mois le plus humide au cours de l'essai étaient le mois d'Avril et Mai avec des moyennes respectives de 76% et 71% en 2012. Les mois les plus humides étaient Novembre, Décembre et Janvier avec des moyennes respectives de 83,1% et 83,3% et 80% pour l'année 2013 ; Les mois le plus humide au cours de l'essai étaient le mois d'Avril et Mai avec des moyennes respectives de 77% et 77,8% pour l'année 2013.

#### **II.2.4 Diagramme ombrothermique de Bagnols et Gaussen**

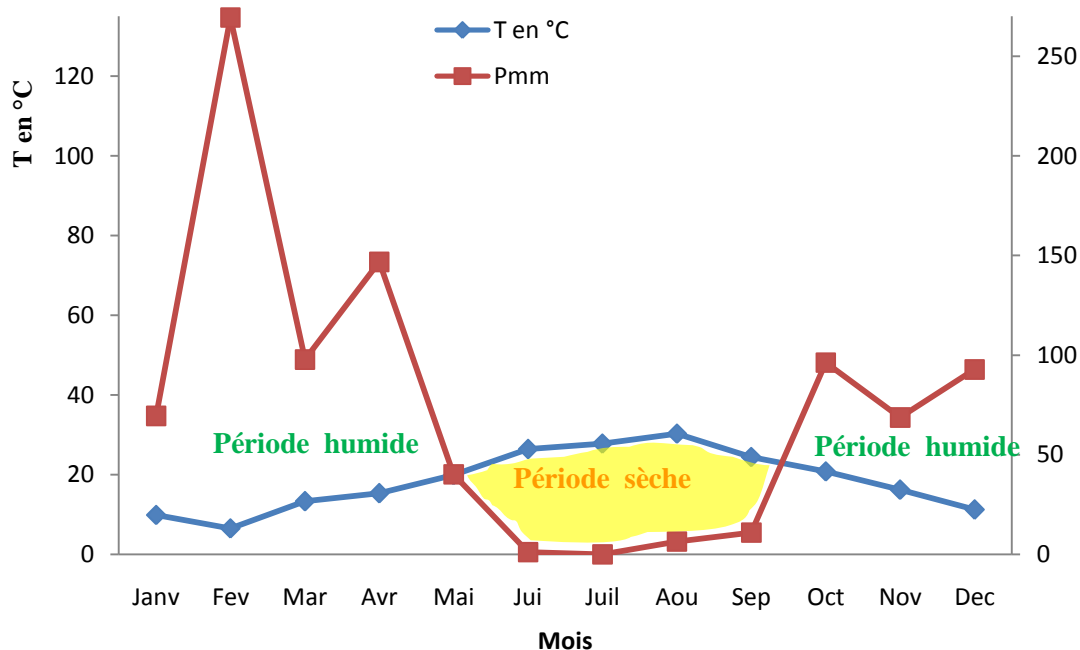
Le Diagramme ombrothermique est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (**P**) et les températures (**T**), avec  $P=2T$ . Les périodes d'aridité sont celles où la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique

Selon Bagnolset Gaussen (1953), un mois est considéré biologiquement sec, lorsque le cumul des précipitations (**P**) exprimé en mm est inférieur ou égal au double de la température (**T**) exprimée en °C. L'intersection de la courbe thermique avec la courbe ombrique détermine la durée de la période sèche. Cette dernière est une suite de mois secs. Elle peut s'exprimer par  $P < 2T$  (Bagnolset Gaussen, 1957). Sur la Figure 20, 21 et 22 caractérisant la région d'Ait Yahia Moussa, il est à remarqué que la courbe des précipitations forme trois zones distinctes, en se croisant avec celle des températures, Ceci laisse apparaître deux périodes humides et une période sèche.



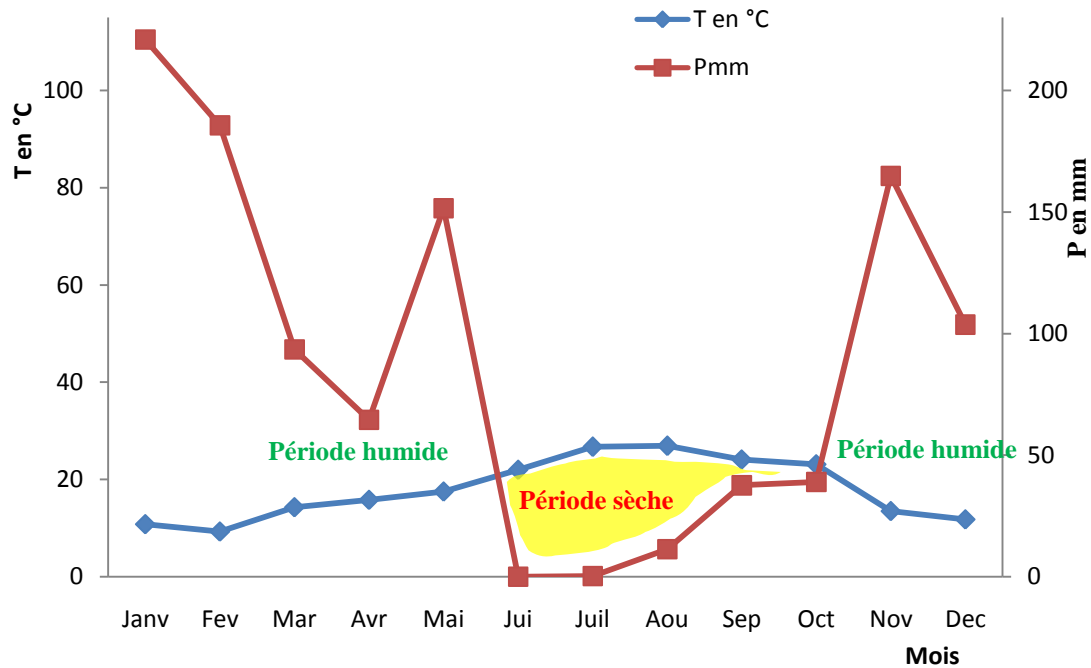
**Figure 20:** Diagramme Ombrothermique établi pour de la région de Tizi ouzou à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles de 2011.

Selon la figure 20, pour l'année 2011, la période humide s'étale sur une période de Janvier à la mi-juillet et de mi-octobre jusqu'à la fin de Décembre. Quand à la période sèche est délimitée entre la mi-juillet jusqu'à la mi-octobre sur une durée de quatre mois.



**Figure 21:** Diagramme Ombrothermique établi pour de la région de Tizi ouzou à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles de 2012.

Selon la figure 21, pour l'année 2012, la période humide s'étale sur une période allant du début de Janvier à la mi-mai et de du début de Octobre jusqu'à la fin de Décembre. Quand à la période sèche est délimitée entre le début de Juillet jusqu'au début de Septembre.



**Figure 22:** Diagramme Ombrothermique établi pour de la région de Tizi ouzou à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles de 2013.

Selon la figure 22, pour l'année 2013, la période humide s'étale sur une période allant du début de Janvier à la mi-juillet et de la mi-octobre jusqu'à la fin de Décembre. Quand à la période sèche elle s'étale sur une durée de 4 mois est délimitée entre la mi-juillet jusqu'au mi-aout.

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

## Chapitre III. Matériel et Méthodes

L'objectif de notre est de mettre en place une stratégie de lutte contre *Tuta absoluta* sur la culture de tomate basée sur la lutte préventive, le piégeage massif, une utilisation de quatre bio-pesticides et un extrait aqueux de l'inule visqueuse dans le but d'essayer de substituer l'emploi des insecticides organiques de synthèse afin d'éviter le phénomène de résistance, préserver l'environnement, protéger l'utilisateur et assurer l'innocuité du consommateur. Dans tous nos essais, les parcelles expérimentales avaient subi les mêmes traitements préventifs (travail du sol, engrais, irrigation et désherbage manuel).

La culture a nécessité une surveillance et une observation des plants au niveau de la pépinière. Cette surveillance se faisait de façon continue et régulière depuis le repiquage jusqu'à la récolte des fruits. Il était très important de détecter les premiers symptômes de l'infestation par la mineuse de tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) dans les plantations. La mise en place du piège à phéromone était effectuée dès le repiquage des plants de tomate dans les parcelles dotées d'un piège.

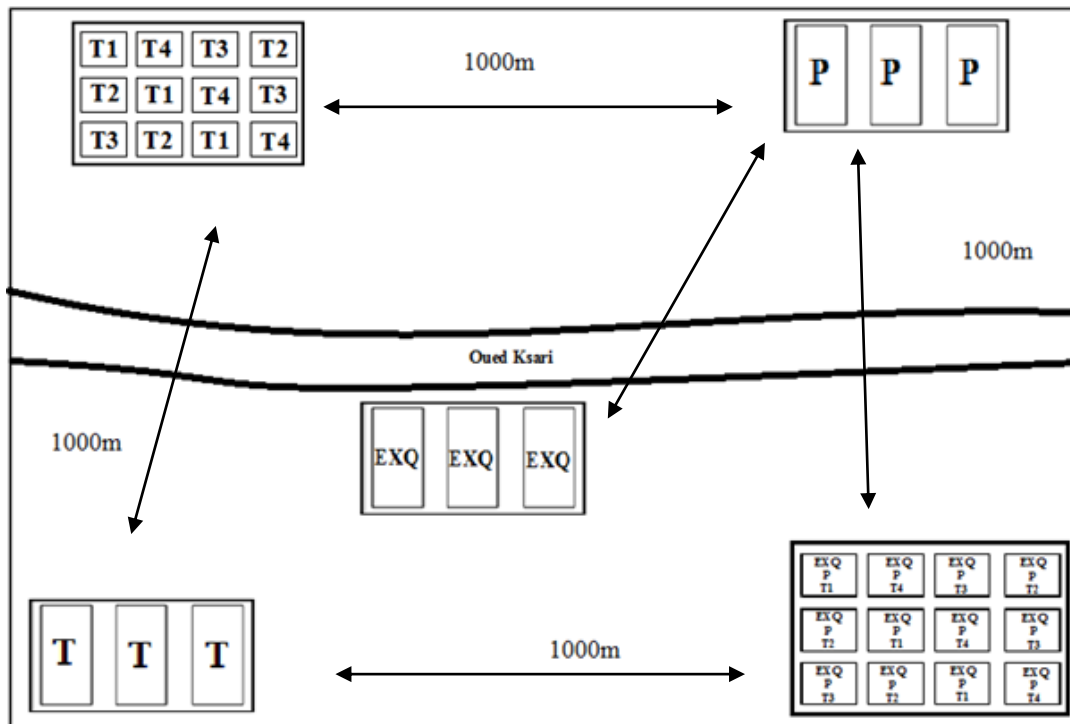
### III.3.1 Choix des stations

Dans la région de Tizi ouzou cinq parcelles étaient choisies pour comparer les différents traitements retenus pour effectuer une stratégie de lutte contre *Tuta absoluta*. Les parcelles étaient séparées par une distance de 1km pour éviter l'attraction des males adultes par la phéromone du piège installé ; excepté entre celle des traitements bio-insecticide et traité aqueux de *Inula viscosa*.

#### III.3.1.1 Présentation des parcelles étudiées

Chacune des parcelles avait une superficie de 134m<sup>2</sup> chacune sont caractérisées par un sol limono-sablonneux de couleur rougeâtres riche en minéraux du fait qu'il se trouve sur l'aval de l'oued d'Ait Yahia moussa (Oued Ksari) et il nécessite une irrigation continue en période printanière et estivale pour cela le système goutte à goutte était largement utilisé.





**T** : Témoin

**P** : Piège à phéromone

**EXQ** : Extrait Aqueux

**T1, T2, T3, T4** : représentent les quatre traitements de bio-insecticides qui étaient le Deffort, Tutafort, Abamectine benzoate et le *Bacillus thuringiensis*.

**Figure 17:** Schéma représentatif des parcelles d'étude et leur partage en parcelles élémentaires.

- Dans La première parcelle nous avons réalisé les essais de traitement avec les bio-insecticide afin d'estimer leur efficacités dans le but de leur homologation en Algérie. Il s'agit du Deffort et le Tutafort ;Abamectine benzoate et le *Bacillus thuringiensis*.
- Dans la deuxième parcelle, nous avons expérimenté l'efficacité du piégeage massif
- Dans la troisième parcelle nous avons traité la culture de tomate avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*).
- Dans la quatrième parcelle nous avons intégré les trois traitements, le piège à phéromone, l'extrait aqueux (EXQ) d'*Inula viscosa* et les bio-insecticides (Deffort et Tutafort, Abamectine benzoate et le *Bacillus thuringiensis*).

## III.2 Matériels utilisés

### III.2.1 Matériel végétal

#### III.2.1.1 la variété tomate, *Lycopersicon esculentum* MILL

Nous avons utilisé la semence d'une variété de la tomate industrielle, Rio Grande, fournie par la station horticole de l'ENSA d'El Harrach, c'est une tomate à croissance déterminée atteignant 1 m de long à port buissonnant et à feuillage dense, le fruit est de calibre moyen 67 à 85 mm d'une masse de 150 à 300 g, d'une forme allongée ovale et d'une couleur rouge vif et lisse. Cultivée principalement pour l'industrie de la conserve ainsi que pour le marché frais .beaucoup de pulpe et de bon gout. Le semis est effectué de Février à Avril, la récolte de Juin à Septembre.



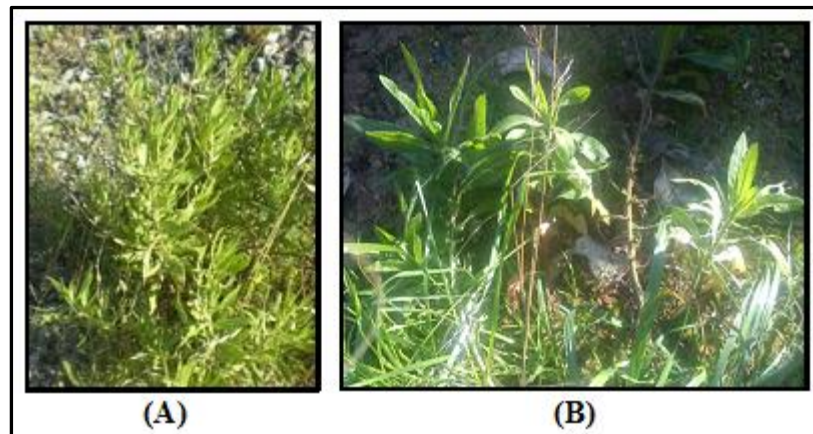
**Figure 23:** Une plante de tomate industrielle utilisée pour le semis au cours de notre étude expérimentale (original, 2013).

#### III.1.1.2 Inule visqueuse, *Inula viscosa*

##### III.1.1.2.1 Répartition géographique

Répandue dans tout le bassin méditerranéen, sur les sols salés, les prairies humides et les bords de cours d'eau (Quezel & Santa 1963), largement répandue en Algérie dans les rocailles et les terrains argileux (Benayache, 1991).

### III.1.1.2.2 Aspects botaniques



**Figure 24:** la plante buissonnante d'*Inula viscosa* récoltée dans la région de Tizi ouzou (original, 2013) ; **A** : forme buissonnante d'*Inula viscosa* prise dans la colline de thala ou attar ; **B** : simple plante d'*Inula viscosa* prise au près de la route au pont noir d'assif tlatha.

D'après Quezel et Santa (1963), *Inula viscosa* est une plante annuelle herbacée , vivace ; selon (Wenqiao et al., 2004), C'est un arbuste, qui pousse dans les champs « sauvages » dans les alentours du bassin méditerranéen , dans les collines , les zones humides et les bord de route : cet arbuste apprécie les sols secs et calcaires, il apparaît sous forme de buissons hauts de 0.5 à 1m, ligneux dans sa partie inférieure. Les feuilles sessiles sont ondulées, dentées, aiguës, rudes recouvertes sur les deux faces de glandes visqueuses qui dégagent pendant la phase végétative une odeur forte et âcre.



**Figure 25:** inflorescences de la plante de *Inula viscosa* (Original, 2013)

La floraison commence à partir du mois de Septembre, les inflorescences sont de longues grappes fournies de capitules jaunes. Les fleurs périphériques sont liguliformes, celles du centre sont tubulaires. Les fruits sont des akènes velus à aigrette grisâtre (Wenqiao et *al.*, 2004).

### **III.1.1.2.3 Taxonomie**

*Inula*, du grec : Inéo qui signifie je purge. (Allusion à une propriété thérapeutique de la plante). *viscosa* signifie visqueuse (Fauron et Moati, 1983 ; Fournier, 1947). Nom latin : *Inula viscosa* synonyme : *Capularia viscosa*, *Dittrichia viscosa* ; Nom vernaculaire/arabe : magramen مقرمان.

Selon Ciccarelli et *al* (2007) et Fournier P. (1947). *Inula viscosa* appartient

**Règne :** Plantae

**Embranchement :** Spermaphytes

**S/Embranchement :** Angiospermes

**Classe :** Dicotylédones

**S/Classe :** Gamopétales

**Ordre :** Campanulales

**Famille :** Compositae

**Genre :** *Inula*

**Espèce :** *Inula viscosa* L.

### **III.1.1.2.4 Parties utilisées**

Les parties aériennes de la plante, feuilles et tiges sont séchées et réduites en poudre (Cafarchia et *al.*, 1999).

### **III.1.1.2.5 Aspects photochimiques**

Les travaux de Benayache et *al.* (1991) rapportent que les parties aériennes d'*Inula viscosa* contiennent des Flavonoïdes, des acides sesquiterpéniques et des triterpènes esters ; et d'après Fournier (1947), les racines contiennent de nombreux composés : L'Inuline, l'Helénine ou camphre d'Aunée et de la Paraffine. Elle élabore 3 sesquiterpènes essentiels : l'Alantole, l'Alantolactone et l'Acide Allantique (Ulubelen et Goun, 1986). La plante contient

les carotanoïdes, flavanoïdes, la tomentosine, , sterols et saponines et d'autres substances dites mineures comportant des résines et des pectines constituant une matière noirâtre : la Phytomélane (Oksuz, 1976).

### III.1.1.2.6 Préparation de l'extrait aqueux

Une fois récoltées, les feuilles de l'inule visqueuse sont nettoyées à l'eau courante et mises à sécher dans les conditions ambiantes, pendant une durée de trois semaines à l'abri de la lumière, les feuilles de la plante sont finement broyées séparément à l'aide d'un broyeur type Moulinex, la poudre obtenue est tamisée dans un tamis à maille de 0,2mm de diamètre puis conservée à l'abri de la lumière et de l'humidité dans un flacon hermétiquement fermés.



**Figure 26:** Etapes de la préparation de l'extrait aqueux de l'Inule visqueuse (*Inula viscosa*)

La mise en solution est faite avec une quantité de 100 g de poudre de la plante était diluée dans les proportions (1/10) 1L (1000ml) d'eau distillée dans des flacons en verre avec bouchon à vis, L'extraction (solide/liquide) utilisée dans notre expérimentation est la

macération aqueuse qui consiste à maintenir la poudre de la plante en contact avec un solvant polaire constitué par l'eau distillée à une température ambiante pendant 72h sous agitateur horizontale afin de libérer les molécules actives présentes dans la plante selon la méthode (Djellout, 2009). Après ce temps, l'extrait est filtré à l'aide du papier WATTMAN de 3 mm d'épaisseur, dans des flacons en verre stérile, entièrement couvert par du papier aluminium afin d'éviter toute dégradation des molécules actives par la lumière et conservé au réfrigérateur à 4°C jusqu'au moment de son utilisation. ; La solution aqueuse de l'extrait de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*) contient 100g de poudre de plante pour un litre d'eau en référence des doses retenus à partir des travaux réalisés par Allal-Benfekih et al. (2011)

### **III-1-2 Matériel animal**

Les traitements bio-insecticides sont réalisés sur une population de *Tuta absoluta* naturellement présente dans les parcelles expérimentales de cultures de tomate. Le suivi et les observations sont faits sur tous les états de développement du ravageur à l'exception de l'état nymphal.

### **III.1.3 Produits Bio-insecticides**

Les bio-pesticides regroupent les microorganismes (virus, bactéries, champignons), les métabolites bactériens (antibiotiques) ou des pesticides naturels dérivés de plantes (Bertrand, 2013). Les bio-pesticides d'origine végétale peuvent constituer une solution alternative aux pesticides organiques de synthèses. Ces dernières décennies, les propriétés des bio-pesticides et leur relative innocuité environnementale en font des composés très intéressants pour les traitements phytosanitaires (Regnault et al, 2005).

Pour notre expérimentation deux bio-insecticides et un extrait aqueux de l'inule visqueuse ont été évalués pour leur efficacité dans le contrôle de *Tuta absoluta*(Meyrick, 1917), (Lepidoptera : Gelechiidae) sur les plants de tomate. Tutafort est une formulation d'origine naturel composé d'un extrait de Berberidaceae + Limonène (0,5%) + Bore (2%) , , sa dose d'emploi proposée est de 300 cc/hl .

Le Deffort c'est un extrait aqueux de plantes de la famille des Fabacées, utilisé à une dose de 250 cc/hl.

### III.1.3.1 Présentation des bio-insecticides utilisés

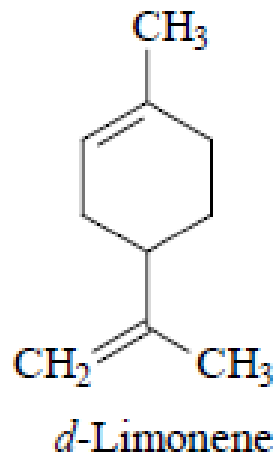
#### III.1.3.1.1 Tutafort

**Composition :** extrait de Berberidaceae (9%) + Limonène (0,5%) + Bore (2%) et les alcaloïdes (1%).

Tutafort contient des extraits de plantes de la famille des Berberidaceae et le limonène, qui sont responsables de l'effet de l'augmentation de la capacité naturelle des cultures d'auto-défense contre *Tuta absoluta*. Terpènes naturels, alcaloïdes, saponines, tanins et polyphénols à 9%.

**Limonène :** est un produit naturel extrait des végétaux du genre citrus, comme un additif dans des produits alimentaires. Il a été approuvé par l'U.S. U.S. Environmental Protection Agency (EPA) pour usage comme un pesticide et insecticide naturels.

- Nom chimique du limonène : (R)-1-méthyl-4-(1-méthylethényl) cyclohexène.
- Formule chimique du limonène : C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>
- Formule développée du limonène :



**Figure 27:** Formule développée du Limonène

#### Propriétés Physiques :

- Apparence: Liquide jaune-orange
- pH: 7,5 - 8,5
- Densité: 1,0 – 1,2 g/ml
- Bore soluble dans l'eau....2% p/p

**Action:** Tutafort modifie le goût du tissu de la plante, afin de le rendre désagréable pour l'organisme nuisible.

**Mode d'application :** Traitements hebdomadaires jusqu'à la fin de la culture.

**Utilisation**

**Dose :** 300 cc/hl

### III.1.3.1.2 Deffort

#### Composition

Extrait végétal 4% avec 1% d'alcaloïdes) et de saponines, tanins, et polyphénols. C'est un extrait aqueux stabilisé de plantes de la famille Fabacée. Il contient des alcaloïdes responsables de son activité insecticide. Il contrôle les larves de la plupart des ravageurs les plus courants dans les cultures d'arbres fruitiers et horticoles (lépidoptères, thrips, pucerons, acarien rouge, mouche blanche, psylle, mineuses, etc.). Il a un effet répulsif après son application. Il présente aussi une certaine activité contre les champignons pathogènes : activité inhibitoire sur la germination des conidies et sur la croissance des hyphes (mildiou). Les insecticides et les doses utilisés sur la culture de tomate de plein champ figurent dans le tableau ci-dessous.

#### Utilisations :

Affecte les chenilles, thrips, pucerons, acarien rouge, mouche blanche, psylle du poirier, mineuses Larve de Thrips Mineuse *Tuta absoluta* Mouche Larve de Blanche *Helicoverpa armigera* Acarien rouge, Chenilles, Trips, Acariens, Mouche blanche, Psylles du poirier et mineuses.

**Dose :** 2,5 à 6,5 l/ha

### III.1.3.1.3 Emamectin benzoate

L'Emamectin benzoate est un nouvel insecticide macrocyclique lactone, qui est un dérivé de la famille d'Avermectine des produits naturels, ces produits sont développés pour le contrôle des Lépidoptères ravageurs de divers cultures dans le monde.

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

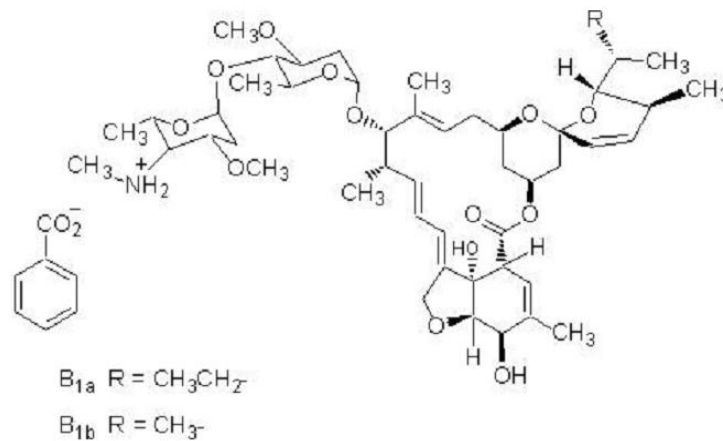
**Famille chimique:** Avermectine

**Matière active:** Emamectin benzoate

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



## Formule développée de l'Emamectin benzoate:



**Figure 28** : formule développée de l'Emamectin benzoate

### Propriétés physicochimiques :

Aspect:granulée blanc

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

Point d'ébullition: ne s'applique pas

Point de fusion :non disponible

Densité : 0,60 g/cm<sup>3</sup>

Odeur:non déterminé

Conditions à éviter : Chaleur et la lumière.

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

**Mode de pénétration** : ingestion

**Délai avant récolte**:7 Jours

### Toxicité :

DL50 Orale/lapin: 1516mg/kg

DL50 Cutané/rat: > 2000mg/kg

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

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

**Rémanence**:longue

**Résidus** : —

**Resistance**:pas de résistance avec tous les groupes de lépidoptères

**Effet sur l'environnement** : —

### III.1.3.1.4 *Bacillus thuringiensis*

**Nom commerciale ou formulation :** Bioprot Kurstaki 32000 UI/MG WG

Famille chimique : Produit microbien du type Bt

**Matière active:** *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*

**Utilisation :** 0,5Kg / Ha contre Lépidoptères sur cultures maraichères

**Durée avant récolte :** 3jours

**Firme :** mediterranea savia agricola

**Toxicité :** aiguë pour Mammifères

Pas de toxicité aiguë Toxicité à long terme aux personnes et autres Mammifères

Toxicité poissons: Faible

• risque de toxicité des eaux de ruissellement de la solution à la notation de poissons: Faible

Impact sur les ennemis naturels

• Evaluation générale de toxicité: faible

• Les impacts spécifiques: acarins prédateurs (faible), parasitoïdes (faible), les prédateurs généraux (basse)

**Impact sur abeilles :** Appliquer à tout moment avec une sécurité raisonnable pour les abeilles

**Mode de pénétration :** ingestion

Chenilles touchés cesseront d'alimenter en quelques heures, mais ne peuvent pas mourir pour 2-3 jours.

**Mode d'action :** action sur le tube digestif

Les bio-insecticides et les doses utilisés pour le contrôle de la mineuse de tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), sont représentés dans le tableau 14.

**Tableau 14 :** Les bio-insecticides et doses utilisés sur tomate de plein champ.

Matière active	Formulation	Dose homologuée	Dose utilisée
Extrait végétal :4% (1% alcaloïde)	Deffort	2,5 L/ha 250 cc/hl	0,144g/l
Limonène (0,5%)+ Bore (2%) + Alcaloïde (1%)	Tutafort	3 L/ha	0,1ml/l
Emamectin benzoate 5%	Proclaime	250g/ha	0,36g/l
Bacillus thuringiensis 32000 UI/MG WG	Bioprot Kurstaki	0,5Kg / Ha	

### **III.1.5 Piégeage**

Le réseau de piégeage a été réalisé grâce au piège à eau contenant une capsule de phéromone et un récipient contenant de l'eau mélangée à un détergeant dont lequel se noient les papillons mâles de *Tuta absoluta* placés sur une hauteur de 30cm du sol afin d'éviter son renversement par les animaux qui rodent dans les cultures. Ces pièges ne capturent que les mâles attirés par la phéromone contenue dans la capsule, le comptage régulier des adultes males piégés, permet de tracer un suivi de l'évolution des populations du ravageur étudié. Les relevés ont été effectués une fois par semaine. Les papillons capturés ont été comptabilisés et retirés du piège pour éviter d'être recomptés au relevé suivant. Les capsules à phéromone ont été échangées chaque quatre semaine ; dont ce but nous avons procédé à l'implantation de pièges à phéromone fournis par l'INPV d'El Harrach) pour la capture de *Tuta absoluta*.

### **III.1.6 Le matériel de traitement**

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

## **III.2 Méthodes utilisées**

### **III.2.1 Choix de l'emplacement de la pépinière**

La conduite culturale et sanitaire des jeunes plants est importante pour le devenir de la future culture ; le choix de compartiment de pépinière est essentiel ; celui-ci doit être bien aéré, installé de préférence dans un lieu isolé des autres cultures et de toute source de contamination, désinfecté et désherbé.

### **III.2.2 Préparation de la tourbe ou terreau**

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

est mis dans des alvéoles pour ensemencement avec le dépôt de deux graines de tomate par alvéole.

### III.2.3 Le suivi dans la pépinière

Nous avons effectué la pépinière sur le même lieu de culture. La bonne qualité des productions maraichères, dépend de la qualité physiologique, mais surtout de l'état phytosanitaire des plants utilisés (Fabregues *et al*, 2003). Le nettoyage et le désherbage sont effectués régulièrement au niveau de la pépinière ainsi qu'à son entourage voisin afin d'assurer le développement normal et sain des plantules de tomate. Les alvéoles contenant les graines de semences de tomate sont déposées dans une serre en plastique pour assurer les conditions favorables à la germination et à la croissance des semis. L'arrosage a été effectué quotidiennement suivant la variation thermique dans la serre et l'état du terreau dans les alvéoles ; ces derniers sont régulièrement nettoyés des mauvaises herbes afin de permettre un bon développement des plantules



**Figure 29:** Pépinière effectuée pour la culture de tomate de la saison 2012 (Original).

Des observations et des contrôles portant sur l'état sanitaire des plantules ont été notés chaque jour en mentionnant toute anomalie due aux attaques fongiques, virales et d'insectes ainsi que des carences. Et surtout une éventuelle présence de la mineuse de tomate « *Tuta absoluta* ». En cas d'observation des premiers symptômes, les plants atteints doivent être enlevés et brûlés.

### III.2.4 Le repiquage

En pépinière, on peut sélectionner les plantules en fonction de leur taux de croissance et de leur état de santé avant de les repiquer sur le terrain (Naika et *al*, 2005).Après avoir effectué les travaux du sol et irriguer la parcelle au moins trois jours avant le repiquage, nous avons placé les tuyaux d'irrigation goutte à goutte suivant les points de repiquage des plantules.



**Figure 30:** Le repiquage de la tomate dans le champ et la mise en place du système d'irrigation goutte à goutte (Original, 2011).

Le repiquage ainsi que les travaux culturales et le réseau d'irrigation été effectuer par des ouvriers fermiers qualifiés et expérimentés.

### III.2.5 Réalisation des essais de contrôle

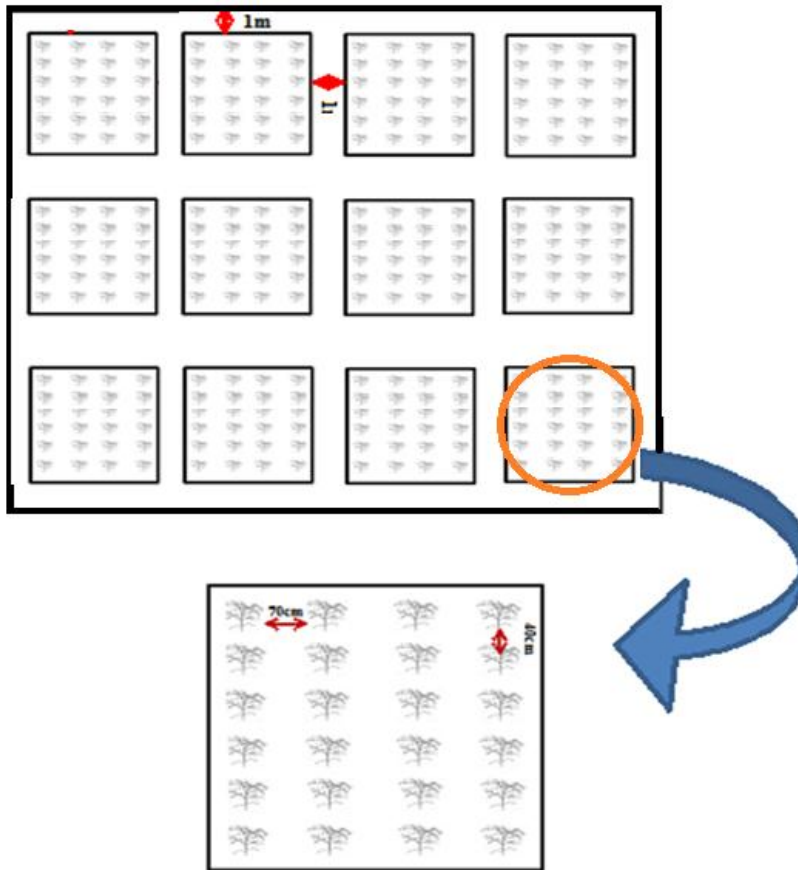
#### III.2.5.1 Dispositif expérimental adopté

Les parcelles expérimentales ont chacune une superficie de 134m<sup>2</sup>, sont subdivisée chacune suivant le traitement réalisé.

##### III.2.5.1.1 parcelle traitée avec les bio-insecticide et la méthode intégrée

Le dispositif expérimental adopté est en bloc aléatoire simple, il est composé de quatre traitements de bio-insecticides avec un nombre de répétitions égale à trois (03). La parcelle expérimentale été composée de 288 plants de tomate, l'écartement entre chaque deux ligne

successifs été de 70 cm. La distance entre deux plantes été de 40 cm. La parcelle expérimentale été entourées d'un espace désherbé de 1m de largeur, ce vide été un espace de terrain désherbée régulièrement. La parcelle était composée de 12 parcelles élémentaires dont chacune contient 24 plants de tomate.

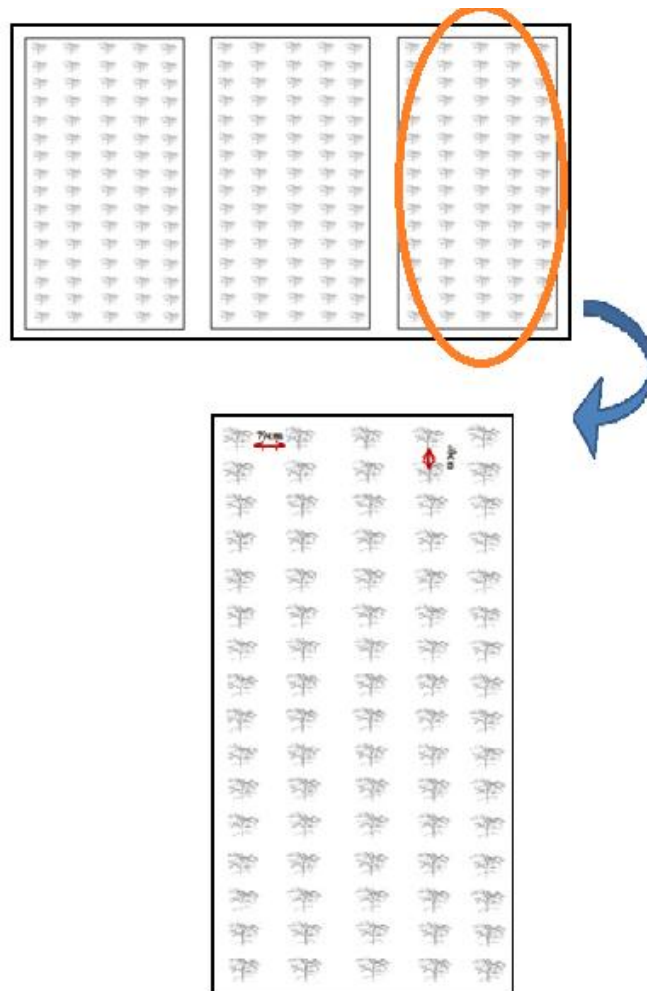


**Figure 31:** Schéma représentant le dispositif expérimental adopté pour l'essai des bio-insecticides et la méthode intégrée.

### III.2.5.1.2 parcelle dotée d'un piège à phéromone, traitée avec l'EXQ d'*Inula viscosa* et Témoin

Le dispositif expérimental adopté est en blocs simple, il est composé de trois répétitions de même intervention soit le cas du piégeage à phéromone, le traitement avec l'extrait aqueux de l'Inule visqueuse et le cas non traité représentant le témoin. La parcelle expérimentale été composée de 288 plants de tomate, l'écartement entre chaque deux ligne successifs été de 70 cm. La distance entre deux plantes été de 40 cm. La parcelle expérimentale été entourées d'un espace désherbé de 1m de largeur, ce vide été un espace de

terrain désherbée régulièrement. La parcelle était composée de 3 parcelles élémentaires dont chacune contient 96 plants de tomate.



**Figure 32:**Schéma représentant le dispositif expérimental adopté pour l'essai du piégeage massif, traitement avec l'EXQ d'*Inula viscosa* et le Témoin.

### III.2.5.2 Deuxième essai contrôle de *Tuta absoluta* par les Bio-insecticides

Afin de réaliser les traitements par les bio-insecticides nous avons subdivisé la parcelle expérimentale en 9 parcelles élémentaires de 5,04m<sup>2</sup> de superficie. Pour chaque traitement plus le Témoin le nombre de répétition est de trois.

### III.2.5.3 Troisième essai, contrôle par piégeage massif

La protection grâce au piégeage massif, réalisée avec des bacs remplis d'eau avec de l'huile au-dessus desquels on suspend un attractif à phéromone à raison de 25pièges/ha. En situation à risque élevé une lutte par des formulations chimiques s'impose. Le piégeage

massif est expérimenté depuis 2008 afin de proposer des solutions alternatives à la lutte chimique contre *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917).

### **III-2-5-3-1 Emplacement des pièges**

Le réseau de piégeage a été réalisé grâce au piège à eau à une raison de 25 pièges/ha, contenant une capsule de phéromone et un récipient contenant de l'eau mélangée à un détergeant dont lequel se noient les papillons mâles de *Tuta absoluta* placés sur un support à une hauteur de 30cm du sol afin d'éviter son renversement par les animaux qui rodent dans les cultures; la superficie de nos parcelles était de 134m<sup>2</sup> c'est pourquoi nous avons utilisé un seul piège. Ces pièges ne capturent que les mâles attirés par la phéromone contenue dans la capsule, le comptage régulier des adultes mâles piégés, permet de tracer un suivi de l'évolution des populations du ravageur étudié. Les relevés ont été effectués une fois par semaine. Les papillons capturés ont été comptabilisés et retirés du piège pour éviter d'être recomptés au relevé suivant. Les capsules à phéromone ont été échangées chaque quatre semaines.

### **III.2.5.4 Essai de contrôle de *Tuta absoluta* par l'extrait aqueux de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*).**

Les traitements de la culture de tomate par l'extrait aqueux de l'inule visqueuse se font en pulvérisant l'extrait sur les plants de tomate une fois par semaine de façon régulière jusqu'à la fin de période de culture.

### **III.2.5.5 Essai de contrôle de *Tuta absoluta* par les Bio-Insecticides combinés au piégeage massif et l'extrait aqueux de l'inule visqueuse.**

Le dispositif expérimental adopté a été le même que celui du premier essai. Les traitements par les bio-insecticides se font chaque semaine de façon régulière quatre jours après l'application de l'extrait aqueux sur la culture de tomate, en prélevant l'échantillon à examiner avant chaque application. A chaque semaine on compte le nombre d'adultes piégés dans les pièges à phéromone en les éliminant les anciens ; la capsule à phéromone est renouvelée chaque mois.

### **III.2.6 Technique d'échantillonnage**

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



l'échantillonnage, dans chaque parcelle élémentaire sur l'ensemble des plants nous avons choisi au hasard des plants pour prélever 100 feuilles pour chaque traitement. Les feuilles prélevées sont conservées dans des sachets en papier codifiés. Les échantillons sont examinés au laboratoire à la loupe binoculaire. Nous dénombrons les différents stades biologiques de *Tuta absoluta* sur les deux faces foliaires de chaque feuille en tenant compte de leurs états de développement.

Cet échantillonnage nous a permis de calculer :

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

Un suivi hebdomadaire des populations de *T. absoluta* a été effectué sur culture de tomate de plein champ dans la région d'Ait Yahia Moussa. L'étude a été effectuée dans toutes parcelles séparées l'une de l'autre de plus de 1000m,

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

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

Pour chaque traitement le nombre de feuilles observées est de  $20 \times 5 = 100$  feuilles pour chaque parcelle élémentaire et le tout sera multiplié par 4 qui représente les répétitions pour chaque traitement.

### III.2.7 Le travail du sol et désherbage

Nous avons effectué un labour profond quinze jours avant le repiquage des deux cultures, cela permet d'aérer le sol et d'éliminer les chrysalides des ravageurs de culture. La

troisième semaine de repiquage, nous avons pratiqué le binage et l'amendement d'engrais pour la culture à base de N, P, K. à égale proportion pour les trois éléments soit 25kg pour chacun, un sac de 75kg pour 400m<sup>2</sup>, qui représente la superficie de la parcelle, soit 18.75 × 10<sup>-2</sup> kg/m<sup>2</sup>. Le binage, le buttage et le déchaumage qui consistent à travailler superficiellement le sol et minimiser le risque de développement des adventices été appliqués pour les deux essais chaque fois que s'avère nécessaire. En plus du travail du sol nous avons effectué un désherbage régulier manuellement sans utilisation des herbicides. Toutes les parcelles expérimentales ont subies les mêmes traitements culturaux de façon égale.

### **III.2.8 Analyse statistique**

L'analyse statistique a été effectuée par le logiciel STATISTICA 6 pour

L'analyse de la variance par (ANOVA/MANOVA) et la comparaison des moyennes.

## Chapitre IV. Résultats et Discussion

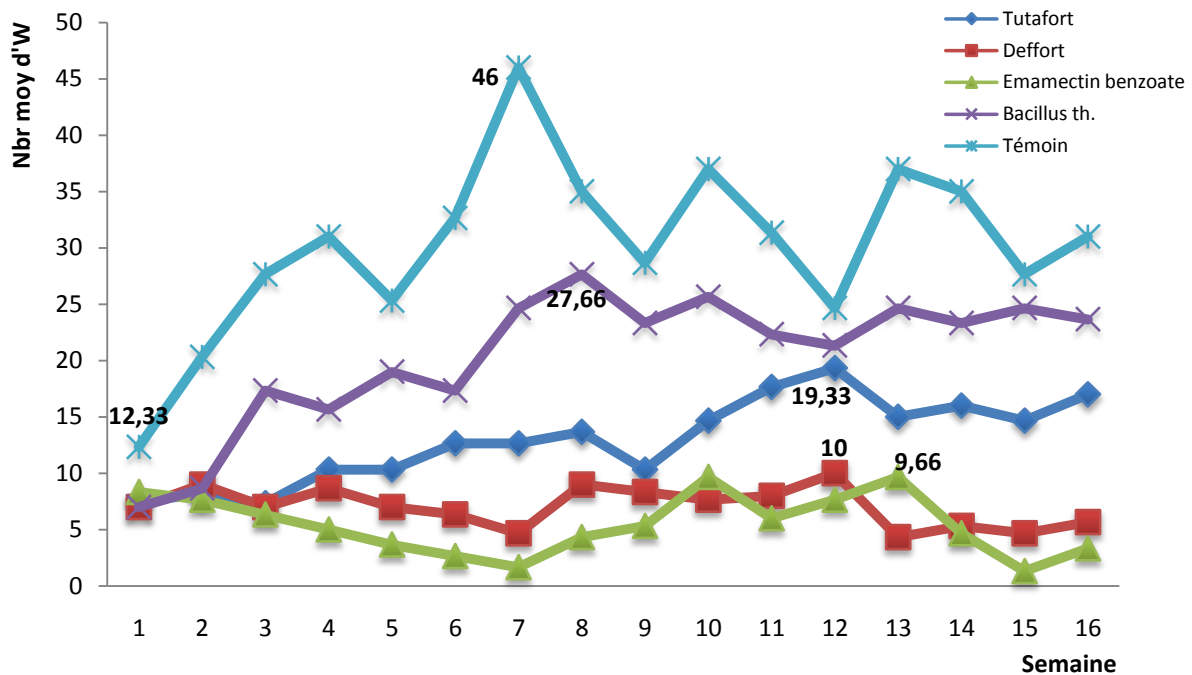
Cette partie de notre expérimentation été l'enchaînement d'un travail déjà effectué contribuant à mettre en évidence une stratégie de lutte intégrée basée sur l'utilisation de produits insecticides et l'installation de pièges de masse à phéromone (ZIRI & Mouhouche, 2011), en revanche l'utilisation des insecticide de synthèse engendre toujours des risques soit sanitaire ou environnementaux, pour cela afin d'améliorer le mode intégré pour le contrôle de la mineuse de tomate *Tuta absoluta* (Meyrick), nous avons opter pour l'utilisation des insecticides d'origine végétale dont les risques sont négligeables voire nul. Des travaux déjà effectués ont montrés l'efficacité de ces bio-insecticides ou insecticides d'origine végétale sur *T. absoluta* et dont l'efficacité été vérifiée tel que les travaux de Durmusoglu et *al.* (2011) ; Ferreira et *al.* (2012) et C Moreno et *al.* (2011). Dans notre étude nous avons combiné l'application des bio-insecticides sur culture de tomate de plein champ et le piégeage à phéromone de masse ainsi que l'extrait aqueux de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*), dans le cadre de la lutte intégrée de façon à prévenir l'attaque du ravageur et le maintenir hors d'état de nuire.

### IV.1 Essai de contrôle par les Bio-insecticides

Les pesticides naturels d'origine végétale, constituent une alternative intéressante face aux insecticides conventionnels. Le choix de ces molécules, relativement récentes, permet de répondre non seulement aux problèmes liés à la résistance vis-à-vis des insecticides classiques, mais s'accorde aussi aux principes de développement durable, du fait de leur faible impact éco-toxicologique (Chaabane et *al.*, 2012). Quatre bio-insecticides été évalués pour leur efficacité dans le contrôle de *Tuta absoluta*(Meyrick, 1917), (Lepidoptera : Gelechiidae) sur les plants de tomate de plein champ. Les biochimiques insecticides, l'extrait de Berberidaceae + Limonène (0,5%) + Bore (2%) pour le Tutafort 300 cc/hl et l'extrait végétal 4% (1% alcaloïdes), saponines, tanins, alcaloïdes et polyphénols pour le Deffort 250 cc/hl, l'Emamectine benzoate et le *Bacillus thuringiensis*.

Les applications des insecticides seront faites en fonction des captures dans les pièges à Phéromones. Quand le nombre d'adultes de *T. absoluta* capturés dans la parcelle dépasse 30 individus par semaine, la lutte chimique est à entreprendre avec une application tous les 7 à 10 jours. Si aucun piège n'est installé dans la parcelle, les traitements insecticides sont conseillés lorsque 1 plante sur 5 présente une larve vivante (Wyckhuys et *al.*, 2013).

#### IV.1.1 Effet sur les œufs



**Figure 33:** variation du nombre moyen des œufs dénombrés dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides et la parcelle Témoin.

D'après la figure 33, les bio-insecticides agissent différemment sur les œufs de la mineuse de tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) ; l'Emamectine benzoate et le Deffort présentaient un effet relativement similaire sur les œufs de *T. absoluta* avec une moyenne maximale de 10 œufs et une moyenne totale de 7,02 œufs pour le Deffort et 9,66 œufs et une moyenne totale de 4,563 œufs pour l'Emamectine benzoate. L'action du Tutafort était moyenne avec un maximum d'œufs dénombré de 19,33 ; et en dernier lieu on trouve le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* avec un maximum d'œufs dénombré de 27,66 œufs.

Les allures graphiques montrent que les résultats obtenus dans les parcelles traitées étaient inférieurs à ceux obtenus dans la parcelle Témoin qui était d'un minimum de 12,33 œufs au début de la culture et d'un maximum de 46 œufs relevé vers la 7<sup>ème</sup> semaine. L'Emamectine benzoate présente les meilleurs résultats qui confirmé par les résultats des travaux de Guenaoui et al. (2012), par suivi du Deffort puis le Tutafort et le *Bacillus thuringiensis*. Ainsi les résultats obtenus concernant le *Bacillus thuringiensis* par (Kaoud, 2014) et (Cabrera et al., 2011), confirment nos résultats, et ce bio-insecticide à un effet très faible voir négligeable sur les œufs de *Tuta absoluta* dont les résultats se rapprochaient de ceux du Témoin. Selon Giustolin et al (2001), le *Bacillus thuringiensis* à une action de mortalité sur tous les stades larvaires de *Tuta absoluta* excepté les œufs.

**Tableau 15:** Résultats de l'analyse de la variance à deux facteurs des moyennes des œufs dénombrés sur culture de tomate traitée par les bio-insecticides.

Effet	DL	W SC	W MC	W F	W P
Nbr. d'app	14	2607,53	186,25	22,714	0,00
Traitement	3	5044,22	1681,41	205,050	0,00
Traitement* Nbr. d'app	42	1883,44	44,84	5,469	0,00
Erreur	120	984,00	8,20		
Total	179	10519,20			

Les résultats du Tableau (15), sont très hautement significatifs pour le facteur traitements avec  $F = 205,050$  et  $P = 0,00$  ; et pour le facteur nombre d'applications des traitements avec  $F = 22,714$  et  $P = 0,00$  ainsi que pour l'interaction entre les deux facteurs avec  $F = 5,469$  et  $P = 0,00$ . De cela nous pouvons dire que le facteur traitements a un effet significatif sur le nombre moyen d'œufs, et il est influencé par le nombre d'applications des traitements.

**Tableau 16:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des œufs dénombrés sur culture de tomate traitée par les bio-insecticides.

Facteur: Traitements					
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
Emamectine benzoate	4,563	A			
Deffort	7,020		B		
Tutafort	12,29			C	
Bacillus thuringiensis	19,16				D
Témoin	22,33				D

Le test de NEWMAN-KEULS au seuil 5% pour l'action des traitements bio-insecticides sur les œufs de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) sur tomate de plein champ, fait paraître quatre groupes homogènes A, B, C et D.

Le premier groupe A comporte l'Emamectine benzoate avec une moyenne de 4,563. Dans le deuxième groupe B on trouve le Deffort avec une moyenne de 7,020 suivis de Tutafort dans le groupe C avec une moyenne de 12,29. Le dernier groupe homogène, groupe D, comporte le *Bacillus thuringiensis* et le Témoin avec des moyennes respectives de 19,16 et 22,33 (tab.16).

**Tableau 17:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrés sur culture de tomate de plein champ traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate.

Effet	DL	W SC	W MC	W F	W P
Nbr d'app	15	108,996	8,172	2,010	0,000
Erreur	32	98,511	3,104		
Total	47	207,507			

L'analyse de la variance du nombre moyen des œufs dénombrés dans les parcelles traitées avec l'Emamectine benzoate (tab. 17), est hautement significative pour le facteur nombre d'application du bio-insecticide avec  $F= 2,010$  et  $P= 0,000$ . De cela le nombre d'application augmente l'efficacité du bio-insecticide.

**Tableau 18:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrés sur culture de tomate de plein champ traitée avec le bio-insecticide Deffort.

Effet	DL	W SC	W MC	W F	W P
Nbr d'app	15	147,646	9,843	2,1673	0,032555
Erreur	32	145,333	4,542		
Total	47	292,979			

L'analyse de la variance du nombre moyen des œufs dénombrés dans les parcelles de tomate traitées avec le Deffort est significative pour le facteur nombre d'application du bio-insecticide avec  $F= 2,1673$  et  $P= 0,032555$ .

**Tableau 19:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrés sur culture de tomate de plein champ traitée avec le bio-insecticide le *Bacillus thuringiensis*.

Effet	DL	W SC	W MC	W F	W P
Nbr d'app	15	1621,81	108,12	10,6786	0,00
Erreur	32	324,00	10,12		
Total	47	1945,81			

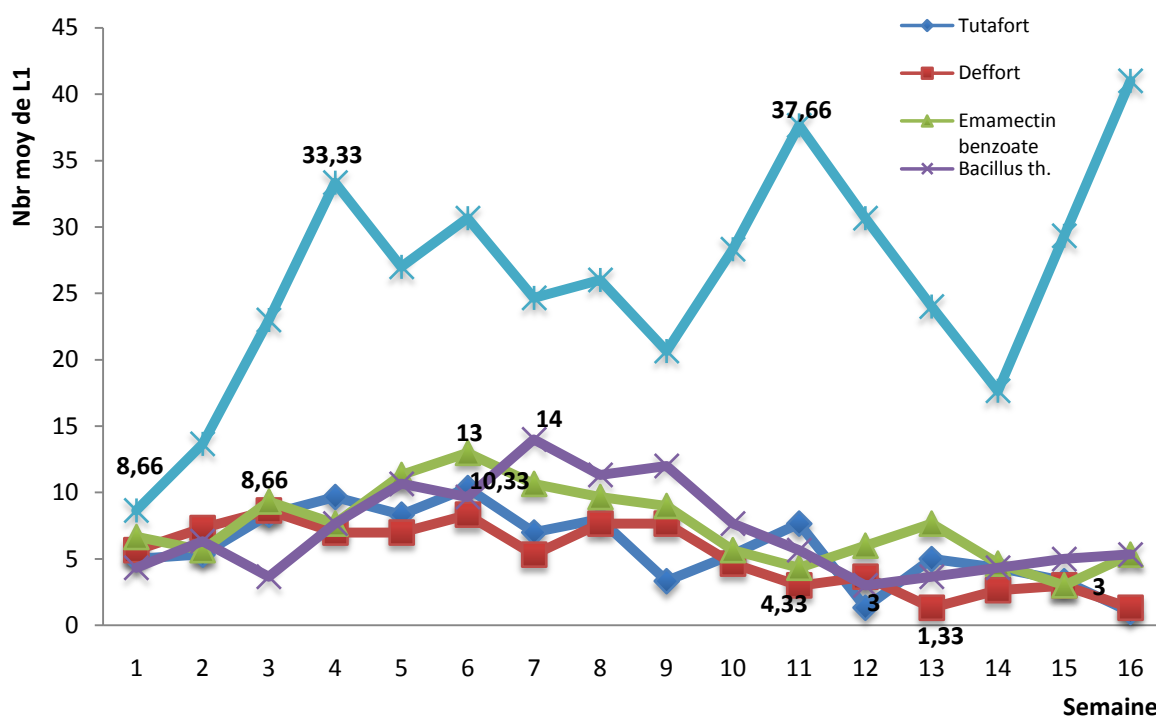
L'analyse de la variance à un facteur pour le nombre moyen des œufs dénombrés dans la parcelle traité avec le *Bacillus thuringiensis* donne des résultats hautement significatifs pour le facteur nombre d'application du produit avec  $F= 8,695$  et  $P= 0,00$ .

**Tableau 20:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrés sur culture de tomate de plein champ traitée par le bio-insecticide Tutafort.

Effet	DL	W SC	W MC	W F	W P
Nbr d'app	15	611,917	40,794	3,3819	0,001854
Erreur	32	386,000	12,062		
Total	47	997,917			

L'analyse de la variance pour le nombre moyen des œufs dénombrés dans les parcelles de tomate traitées avec le Tutafort montre des résultats très significatifs avec  $F=3,3819$  et  $P=0,001854$ .

#### IV.1.2 Effet sur les larves du premier stade L1



**Figure 34:** Variation du nombre moyen des larves du premier stade L1 de *Tuta absoluta* dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides et la parcelle Témoin.

Les résultats obtenus sur les larves du premier stade larvaire L1 de *Tuta absoluta* (Meyrick), montrent d'après la figure 34, que ceux du Témoin avec un maximum de 37,66 larves se tiennent très éloignés de ceux des traitements bio-insecticides. Les allures dessinées par le développement du nombre moyen des larves L1 en fonction du le temps sont presque identique ; avec le Deffort qui présente un maximum de 8,66 larves et un minimum de 1,33 larves vers la 13<sup>ème</sup> semaine, le Tutafort montre aussi des résultats appréciables avec un

maximum de 10,33 larves 6<sup>ème</sup> semaine et un minimum de 4,33 11<sup>ème</sup> semaine. Puis viens le l'Emamectine benzoate et le *Bacillus thuringiensis* avec des moyennes maximales respectives de 13 et 14 larves et un minimum de valeurs respectives de 4,33 et 3 larves. D'après (Moussa et al, 2013.Gacemi & Guenaoui, 2012) l'Emamectine benzoate donne de bon résultats sur les larves du premier stade avec une mortalité de 24% ; ainsi (Shalaby et al, 2013) rapporte que le *Bacillus thuringiensis* présente des mortalités de 13,3% sur les larves du premier stade dans étude au laboratoire.

**Tableau 21:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticides.

Effet	DL	L1 SC	L1 MC	L1 F	L1 P
Nbr. d'app	14	361,30	25,81	4,721	0,000001
Traitement	3	8155,13	2718,38	497,264	0,00
Traitement* Nbr. d'app	42	1550,12	36,91	6,751	0,00
Erreur	120	656,00	5,47		
Total	179	10722,55			

A partir de ce tableau 21, l'étude de la variance montre des résultats très significatifs pour les deux facteurs ainsi que pour leur interaction. Depuis cette analyse, le facteur traitement agit sur le nombre des larves du premier stade larvaire en fonction du nombre d'application du produit insecticide qui progresse dans le temps ; avec  $F= 4,721$  ;  $P= 0,000001$  pour le facteur nombre d'application des traitements et  $F= 497,264$  et  $P= 0,00$  pour le facteur traitement et en fin  $F= 6,751$  et  $F= 0,00$  pour l'interaction entre d'autres facteurs.

**Tableau 22:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du premier stade L1 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticides.

Facteur: Traitement				
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
Deffort	5,533	A		
Tutafort	6,111	A		
Emamectine benzoate	6,5		B	
Bacillus thuringiensis	7,729		B	
Témoin	21,866			C

La comparaison des moyennes concernant le premier stade larvaire de *Tuta absoluta* met en évidence trois groupes homogènes A, B et C dont le premier groupe (A) contient le



Deffort et le Tutafort avec des moyennes respectives de 5,533 et 6,111, le deuxième groupe (B) comprend l'Emamectine benzoate et le *Bacillus thuringiensis* avec des moyennes respectives de 6,5 et 7,72. Dans le dernier groupe C on trouve le Témoin avec une moyenne de 21,86 (tab. 22).

**Tableau 23:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate.

Effet	DL	L1 SC	L1 MC	L1 F	L1 P
Nbr d'app	15	646,667	33,421	7,978	0,0011283
Erreur	32	270,083	13,062		
Total	47	916,75			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du premier stade de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dénombrés dans les parcelles traitées avec l'Emamectine benzoate montrait des résultats significatifs avec  $F = 7,978$  et  $P = 0,0011283$ .

**Tableau 24:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort.

Effet	DL	L1 SC	L1 MC	L1 F	L1 P
Nbr d'app	15	281,479	18,765	3,9506	0,000538
Erreur	32	152	4,750		
Total	47	433,479			

L'effet du facteur nombre d'application du traitement bio-insecticide Deffort pour le contrôle de la mineuse de tomate *Tuta absoluta*, était hautement significatif c'est d'après le tableau de l'analyse de variance à un facteur avec  $F = 3,9506$  et  $P = 0,000538$ .

**Tableau 25:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée par le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis*.

Effet	DL	L1 SC	L1 MC	L1 F	L1 P
Nbr d'app	15	266,146	17,743	3,8537	0,000661
Erreur	32	147,333	4,604		
Total	47	413,479			

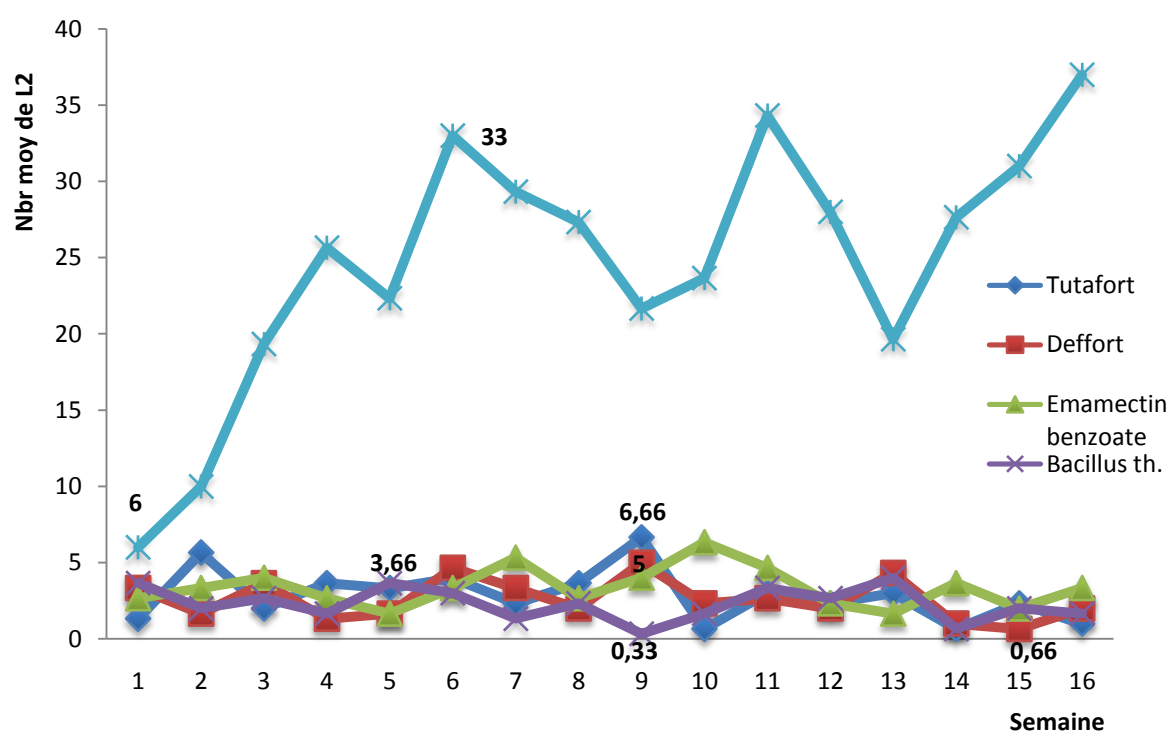
L'analyse de la variance pour le facteur nombre d'application du bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* du nombre moyen des larves du premier stade larvaire de *Tuta absoluta* ; donne des résultats hautement significatifs avec  $F= 3,8537$  et  $P= 0,000661$ .

**Tableau 26:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée par le bio-insecticide Tutafort.

Effet	DL	L1 SC	L1 MC	L1 F	L1 P
Nbr d'app	15	346,667	23,111	5,6889	0,000019
Erreur	32	130,000	4,062		
Total	47	476,667			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du premier stade de *Tuta absoluta* dans les parcelles traitées avec le Tutafort montrait des résultats très hautement significatifs avec  $F= 5,6889$  et  $P= 0,000019$ .

#### IV.1.3 Effet sur les larves du deuxième stade L2



**Figure 35:** variation du nombre moyen des larves du deuxième stade L2 de *Tuta absoluta* dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides et la parcelle Témoin.

L'action des bio-insecticides sur les larves du deuxième stade semble efficace avec des résultats qui étaient inférieurs à 6,66 larves durant toute la période d'essai. Le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* présentait de très bons résultats avec un maximum de 3,66 larves vers la 5<sup>ème</sup> semaine et un minimum de 0,33 larves vers la 9<sup>ème</sup> semaine. Suivi du Deffort avec une moyenne maximale de 5 larves vers la 9<sup>ème</sup> semaine et un minimum de 0,66 larves vers la 15<sup>ème</sup> semaine. Tous les résultats obtenus sont inférieurs à ceux obtenus dans la parcelle témoin (fig.35).

**Tableau 26:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate de plein champ traitée avec les bio-insecticides.

Effet	DL	L2 SC	L2 MC	L2 F	L2 P
Nbr. d'app	14	126,467	9,033	2,989	0,000592
Traitement	3	2459,244	819,748	271,24	0,00
Traitement* Nbr. d'app	42	606,422	14,439	4,777	0,00
Erreur	120	362,667	3,022		
Total	179	3554,800			

Le tableau de l'analyse de variance pour les deux facteurs, concernant le deuxième stade larvaire de *Tuta absoluta* montre des résultats significatifs pour les deux facteurs avec  $F= 271,24$  et  $P= 0,00$  pour le facteur traitement et  $F= 2,989$  et  $P= 0,000592$ , ainsi que pour l'interaction entre les deux facteurs avec  $F= 4,777$  et  $P= 0,00$ .

**Tableau 27:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticides.

Facteur: Traitement				
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
Bacillus thuringiensis	2,520	A		
Deffort	2,644	A		
Tutafort	2,666		B	
Emamectine benzoate	2,719		B	
Témoin	11,266			C

La comparaison des moyennes pour les larves du deuxième stade larvaire L2 de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) en utilisant le test de NEWMAN-KEULS mis en évidence trois groupes homogènes ; A, B et C. Le *Bacillus thuringiensis* et le Deffort se

situent dans le groupe A avec des moyennes respectives de 2,520 et 2,644. Dans le groupe B se trouve le Tutafort et l'Emamectine benzoate avec des moyennes respectives de 2,666 et 2,719 et en fin dans le dernier groupe se trouve le Témoin avec une moyenne de 11,266 (Tab. 26).

**Tableau 28:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate.

Effet	DL	L2 SC	L2 MC	L2 F	L2 P
Nbr d'app	15	328,469	13,3125	5,9981	0,021211
Erreur	32	213,723	7,5817		
Total	47	542,192			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du deuxième stade L2 de *Tuta absoluta* dans les parcelles traitées avec l'Emamectine benzoate montrait des résultats peu significatifs avec  $F= 5,9981$  et  $P=0,021211$ .

**Tableau 29:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée par le bio-insecticide Deffort.

Effet	DL	L2 SC	L2 MC	L2 F	L2 P
Nbr d'app	15	78,1458	5,2097	2,3371	0,021512
Erreur	32	71,3333	2,2292		
Total	47	149,4792			

L'analyse de la variance à un facteur du nombre moyen des larves du deuxième stade larvaire montre des résultats significatifs pour le facteur nombre d'application de traitement sur culture de tomate contre le ravageur *Tuta absoluta* avec  $F= 2,3371$  et  $P= 0,021512$

**Tableau 30:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée par le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis*.

Effet	DL	L2 SC	L2 MC	L2 F	L2 P
Nbr d'app	15	73,9792	4,9319	1,6440	0,116411
Erreur	32	96,0000	3		
Total	47	169,9792			

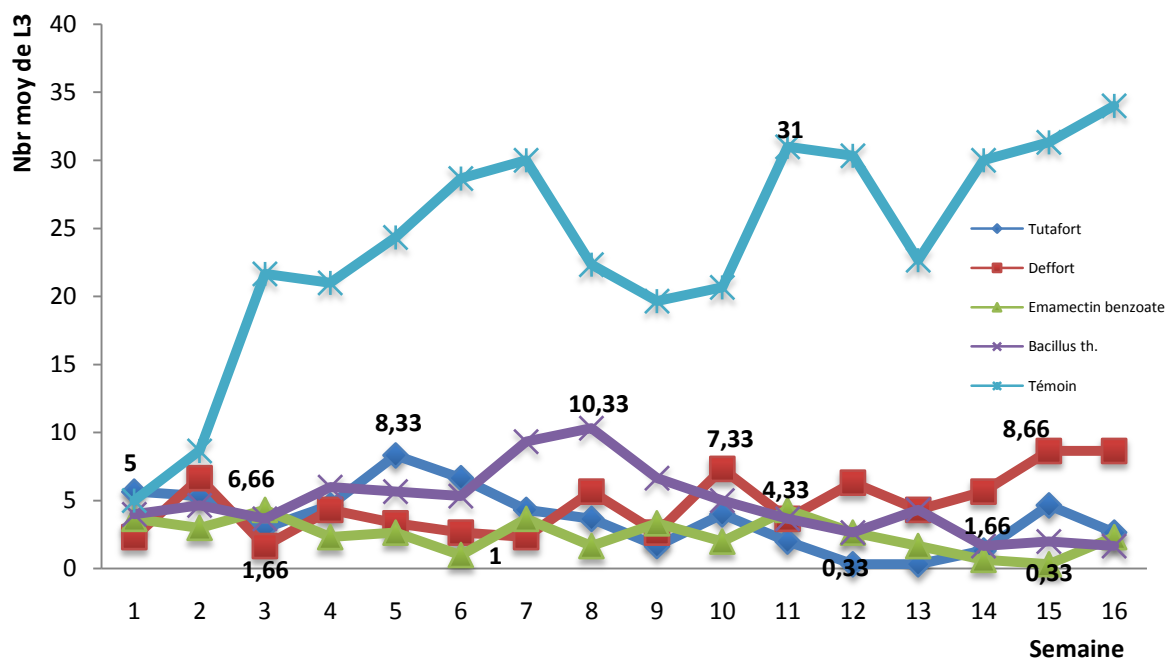
Le facteur nombre d'application pour le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* a un effet non significatif sur la variation du nombre moyen des larves du deuxième stade larvaire de *Tuta absoluta* (Meyrick) établi avec l'analyse de la variance à un facteur pour  $F= 1,6440$  et  $P= 0,116411$

**Tableau 31:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée par le bio-insecticide Tutafort.

Effet	DL	L2 SC	L2 MC	L2 F	L2 P
Nbr d'app	15	128,5833	8,5722	3,2917	0,002272
Erreur	32	83,3333	2,6042		
Total	47	211,9167			

L'analyse de la variance à un facteur pour le nombre moyen des larves du deuxième stade dans les parcelles traitées avec le Tutafort insecticide montre que le nombre d'application du bio-insecticides avait un effet significatif sur les larves L2 avec  $F= 3,2917$  et  $P= 0,002272$ .

#### IV.1.4 Effet sur les larves du troisième stade L3



**Figure 36:** variation du nombre moyen des larves du troisième stade L3 de *Tuta absoluta* dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides et la parcelle Témoin.

L'action des bio-insecticides sur les larves du troisième stade L3 était remarquable ; celui qui marquait les résultats appréciables était le bio-insecticide Emamectine benzoate avec un minimum enregistré de 0,33 larves vers 12<sup>ème</sup> semaine et un maximum de 4,33 larves vers la 11<sup>ème</sup> semaine ; le Deffort agissait significativement sur les larves L3 de *Tuta absoluta* avec une moyenne totale de 3,711 larves et un minimum de 1,66 larves vers la 3<sup>ème</sup> semaine et un maximum de 7,33 vers la 10<sup>ème</sup> semaine jusqu'à la 15<sup>ème</sup> semaine ou nous avons relevé une moyenne de 8,66 larves ; le Tutafort maintenait le nombre moyen des larves du troisième stade inférieur à 8,33 larves jusqu'à la fin de la culture avec une moyenne totale de 4,24 larves. Le *Bacillus thuringiensis* marquait des résultats appréciable à partir de la 10<sup>ème</sup> semaine jusqu'à la fin de la culture, avec un maximum de 6,66 larves vers la 8<sup>ème</sup> semaine et un minimum de 1,66 larves vers la 14<sup>ème</sup> semaine, la moyenne totale était de 5,977 larves.

**Tableau 32:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée par les bio-insecticides.

Effet	DL	L3 SC	L3 MC	L3 F	L3 P
Nbr. d'app	14	240,111	17,151	5,948	0,00
Traitement	3	1717,750	572,583	198,58	0,00
Traitement* Nbr. d'app	42	669,667	15,944	5,530	0,00
Erreur	120	346	2,883		
Total	179	2973,528			

L'analyse de la variance pour les effectifs du troisième stade larvaire L3 donne des résultats significatifs pour les deux facteurs, le nombre d'application des insecticides avec  $F=5,948$ ,  $P= 0,00$  et le traitement avec  $F=198,58$ ,  $P= 0,00$  ainsi que leur interaction entre eux avec  $F=5,530$ ,  $P= 0,00$ .

**Tableau 33:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticides.

Facteur: Traitement				
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
Emamectine benzoate	3,281	A		
Deffort	3,711	A		
Tutafort	4,244	A	B	
<i>Bacillus thuringiensis</i>	5,977		B	
Témoin	11,511			C

La comparaison des moyennes pour les larves du troisième stade (L3) en utilisant le test de NEWMAN-KEULS met en évidence trois groupes homogènes (A, B et C). Le groupe A comprend l'Emamectine benzoate et le Deffort avec des moyennes significatives de 3,281 et 3,711. Dans le groupe B on trouve le *Bacillus thuringiensis* avec une moyenne non significative de 5.977, dans le groupe C on trouve le Témoin avec une moyenne de 11,511, en plus des trois groupe il ya un groupe intermédiaire qui comprend le Tutafort avec une moyenne de 4.244 (Tab.25).

**Tableau 34:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate.

Effet	DL	L3 SC	L3 MC	L3 F	L3 P
Nbr d'app	15	210,251	13,9711	4,83	0,0000
Erreur	32	88,328	4		
Total	47	298,579			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du troisième stade larvaire L3 échantillonnées sur culture de tomate de plein champ traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate est très hautement significative avec  $F= 4,83$  et  $P= 0,0000$ .

**Tableau 34:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort.

Effet	DL	L3 SC	L3 MC	L3 F	L3 P
Nbr d'app	15	235,3125	15,6875	5,4173	0,000031
Erreur	32	92,6667	2,8958		
Total	47	327,9792			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du troisième stade larvaire échantillonnées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort est très hautement significative avec  $F= 5,4173$  et  $P= 0,000031$ .

**Tableau 35:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis*.

Effet	DL	L3 SC	L3 MC	L3 F	L3 P
Nbr d'app	15	371,250	24,750	10,0678	0,00
Erreur	32	78,667	2,458		
Total	47	449,917			

L'analyse de la variance du facteur nombre d'application du traitement pour le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* des larves du troisième stade de développement de la mineuse de tomate *Tuta absoluta* (Meyrick), est hautement significative avec  $F= 10,0678$  et  $P= 0,00$ .

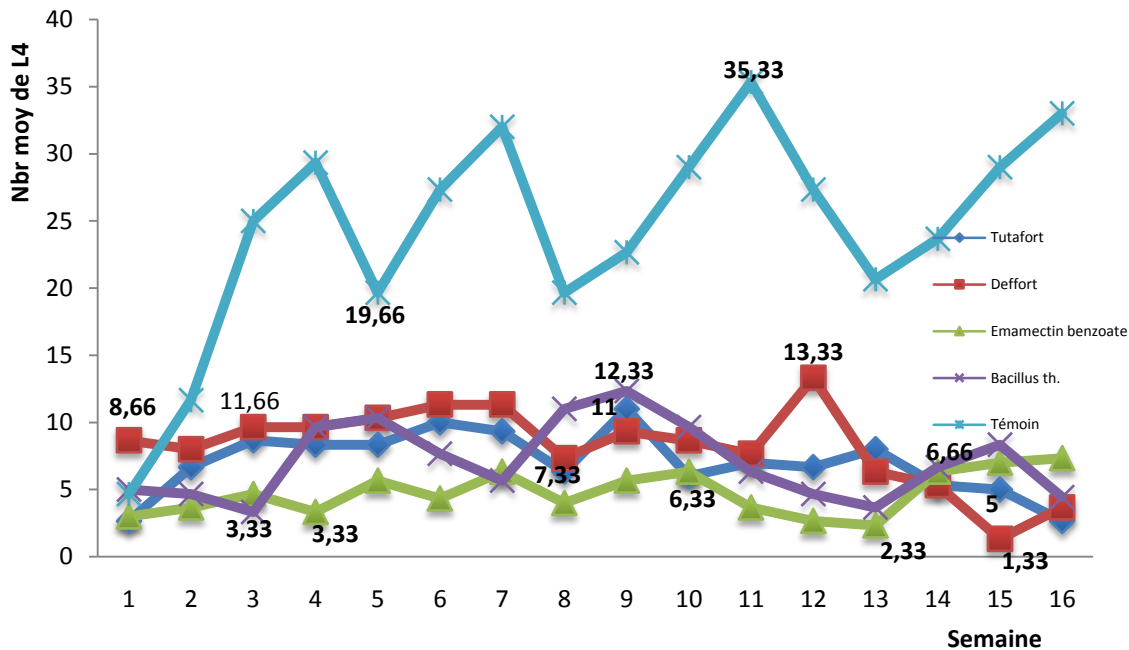
**Tableau 36:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort.

Effet	DL	L3 SC	L3 MC	L3 F	L3 P
Nbr d'app	15	228	15,2000	6,3443	0,000006
Erreur	32	76,6667	2,3958		
Total	47	304,6667			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves L3 par ANOVA à un facteur est très hautement significatives pour le facteur nombre d'application du bio-insecticide avec  $F= 6,3443$  et  $P= 0,000006$ .



#### IV.1.5 Effet sur les larves du quatrième stade L4



**Figure 37:** variation du nombre moyen des larves du quatrième stade L4 de *Tuta absoluta* dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides et la parcelle Témoins.

Le quatrième stade larvaire L4 de *Tuta absoluta*, semblait plus résistant à l'action des bio-insecticides mais les résultats obtenus sont toujours inférieurs de loin par rapport à ceux de la parcelle Témoins qui restaient supérieurs à 19,66 larves relevée à la 5<sup>ème</sup> semaine jusqu'à la fin de la culture avec maximum de 35,33 larves vers la 11<sup>ème</sup> semaine et une moyenne totale de 17,8 larves ; l'Emamectine benzoate agissait efficacement sur les larves du quatrième stade de développement de *Tuta absoluta* par rapport aux autres bio-insecticides, avec une moyenne totale de 3,281 larves, un minimum enregistré à la 13<sup>ème</sup> semaine était de 2,33 larves et un maximum relevé de 6,66 vers la 7<sup>ème</sup> et la 14<sup>ème</sup> semaine et une moyenne totale de 6,563 larves ; les résultats obtenus dans les parcelles traitées avec le Tutafort étaient moyenne avec un minimum enregistré de 5 vers la 15<sup>ème</sup> semaine et un maximum de 11 larves vers la 9<sup>ème</sup> semaine et une moyenne totale de 7,37 larves.

Le Deffort présente une très bonne efficacité sur les œufs, les larves du stade L1, L2 et L3 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick), suivi par l'Emamectine benzoate qui agissait efficacement sur les œufs et les larves du stade L3 et L4 ; puis le Tutafort avec une bonne efficacité sur œufs et les larves L4 de développement de *Tuta absoluta* et en fin le *Bacillus thuringiensis* qui été très efficace sur les larves du deuxième stade L2

**Tableau 37:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée par les bio-insecticides.

Effet	DL	L4 SC	L4 MC	L4 F	L4 P
Nbr. d'app	14	589,74	42,12	12,961	0,00
Traitement	3	3431,57	1143,86	351,956	0,00
Traitement* Nbr. d'app	42	1136,34	27,06	8,325	0,00
Erreur	120	390,00	3,25		
Total	179	5547,66			

Pour le quatrième stade larvaire L4 l'analyse de la variance montre des résultats hautement significatifs pour les deux facteurs avec  $F= 12,961$  et  $P= 0,00$  pour le nombre d'application des bio-insecticides et  $F=351,956$  et  $P= 0,00$  pour le facteur traitement ainsi que pour leur interaction dont  $F= 8,325$  et  $P= 0,00$ .

**Tableau 38:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée par les bio-insecticides.

Facteur: Traitement					
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
Emamectine benzoate	6,563	A			
Tutafort	7,377	A	B		
<i>Bacillus thuringiensis</i>	7,466		B		
Deffort	8,444			C	
Témoin	17,800				D

La comparaison multiple des moyennes pour les larves du quatrième stade larvaire de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), en utilisant le test de NEWMAN-KEULS met en évidence quatre groupes homogènes (A, B, C et D). Le témoin se trouve dans le dernier groupe D avec une moyenne de 17,800 et dans le troisième groupe C on trouve le Deffort avec une moyenne de 8,444. Dans le deuxième groupe on trouve le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* avec une moyenne de 7,466; et dans le premier groupe on trouve l'Emamectine benzoate avec une moyenne de 6,563 ; en fin dans le groupe intermédiaire on trouve le bio-insecticide Tutafort avec une moyenne de 7,377 (tab.38).

**Tableau 39:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate.

Effet	DL	L4 SC	L4 MC	L4 F	L4 P
Nbr d'app	15	199,898	12,417	3,46	0,000
Erreur	32	95,319	4,321		
Total	47	295,217			

L'analyse de la variance à un facteur du nombre moyen des larves du quatrième stade L4 de développement du ravageur de la tomate *Tuta absoluta* pour le facteur nombre d'application du produit bio-insecticide Emamectine benzoate est très hautement significatif avec  $F= 3,46$  et  $P= 0,000$ .

**Tableau 40:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée p avec le bio-insecticide Deffort.

Effet	DL	L4 SC	L4 MC	L4 F	L4 P
Nbr d'app	15	237,979	15,865	5,641	0,000020
Erreur	32	90,000	2,813		
Total	47	327,979			

L'analyse de la variance à un facteur du nombre moyen des larves du quatrième stade de développement de la mineuse de tomate pour le facteur nombre d'application du traitement est très hautement significatif avec  $F= 5,641$  et  $P= 0,000020$ .

**Tableau 41:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis*.

Effet	DL	L4 SC	L4 MC	L4 F	L4 P
Nbr d'app	15	723,333	48,222	19,451	0,00
Erreur	32	79,333	2,479		
Total	47	802,667			

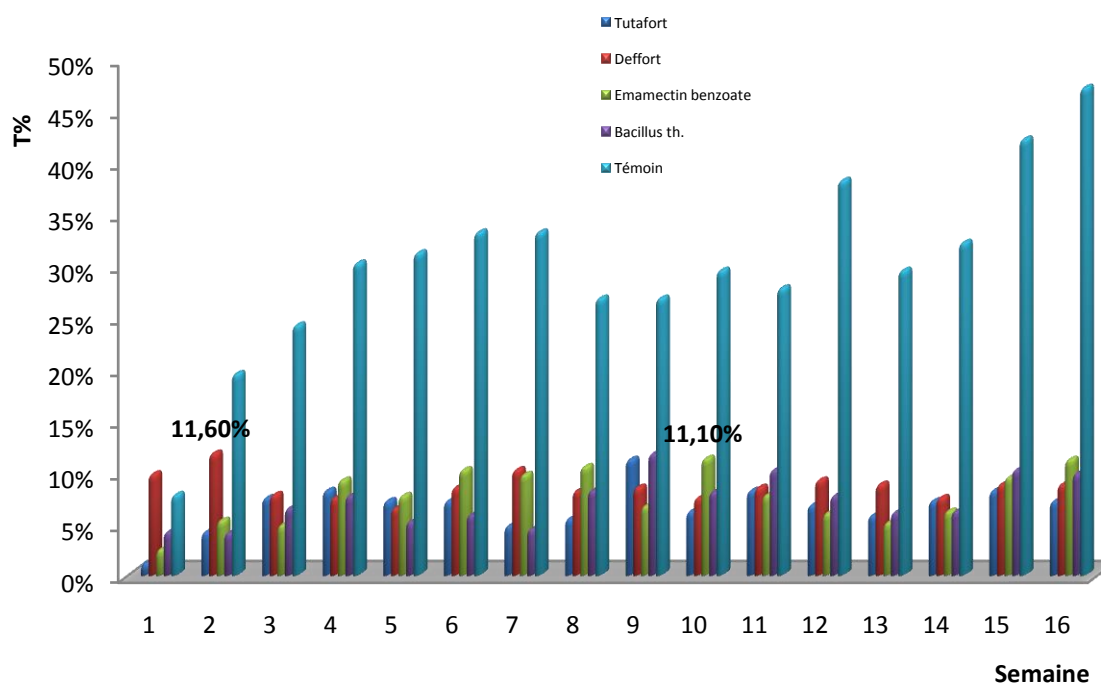
L'analyse de la variance à un facteur pour les larves du quatrième stade L4 de développement du ravageur *Tuta absoluta* (Meyrick), est hautement significative avec  $F= 19,451$  et  $P=0,00$ .

**Tableau 42:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort.

Effet	DL	L4 SC	L4 MC	L4 F	L4 P
Nbr d'app	15	251,333	16,756	5,3263	0,000036
Erreur	32	100,667	3,146		
Total	47	352			

L'analyse de la variance à un facteur du nombre moyen des larves du quatrième stade de développement du ravageur de tomate *Tuta absoluta* pour le facteur nombre d'application du produit phytosanitaire le Tutafort est très hautement significatif avec  $F=5,3263$  et  $P=0,000036$ .

#### IV.1.6 Taux d'infestation



**Figure 38:** Taux d'infestation calculé pour les parcelles traitées avec les bio-insecticides et pour la parcelle Témoin.

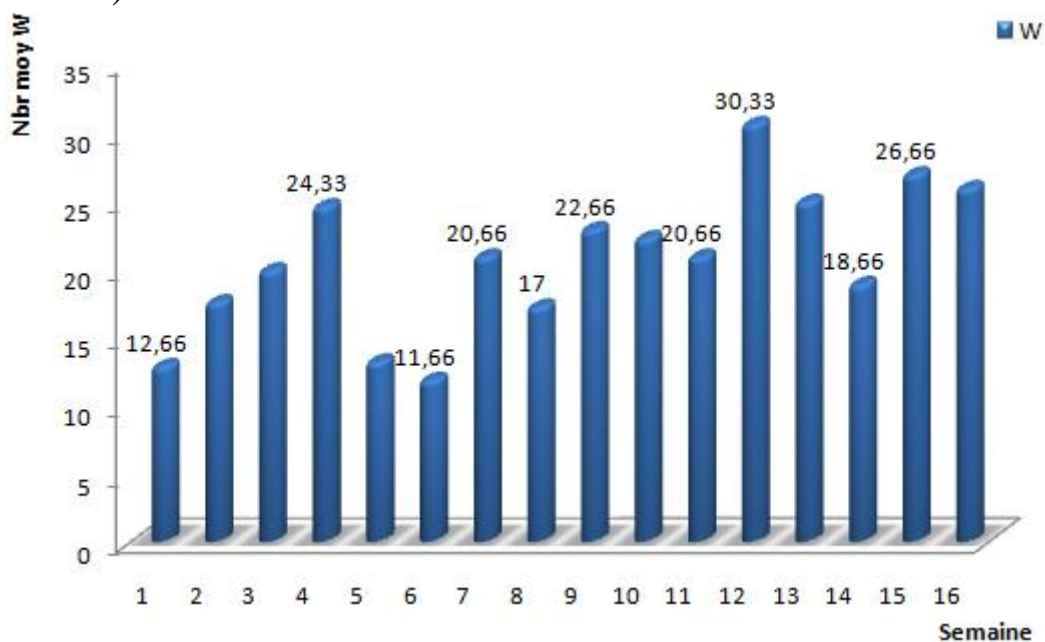
Le taux d'infestation calculé pour chaque parcelle traitée et pour le témoin avait révélé des résultats très appréciables pour les bio-insecticides qui présentaient un taux d'infestation calculé de 11,6% jusqu'à la fin de la culture de tomate, le Tutafort montre de meilleurs résultats avec un taux d'infestation maximum de 11% lors de la 9 semaine après repiquage et le reste de la durée de culture le taux d'infestation calculé demeure inférieur ou égale à 8%.

Suivi par l'Emamectine benzoate qui présente des résultats calculés d'un taux d'infestation toujours inférieur à 11,1% 10<sup>ème</sup> semaine et 11% vers la 16<sup>ème</sup> semaine ; il demeure inférieur à 10,3 pendant la durée de l'essai.

## IV.2 Essai de contrôle de *Tuta absoluta* avec l'extrait aqueux d'*Inula viscosa*.

Les plantes insecticides sont un outil important parmi les nouvelles alternatives pour lutter contre les insectes ravageurs dans les systèmes IPM parce qu'elles réduisent l'usage d'insecticides synthétiques, en conservant santé humaine et l'environnement (Brunherotto et al., 2010).

### IV.2.1 Effet du traitement avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*) sur le nombre des œufs.



**Figure 39 :** variation du nombre moyen des œufs dans la parcelle dotée d'un piège à phéromone et traitée avec l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa*.

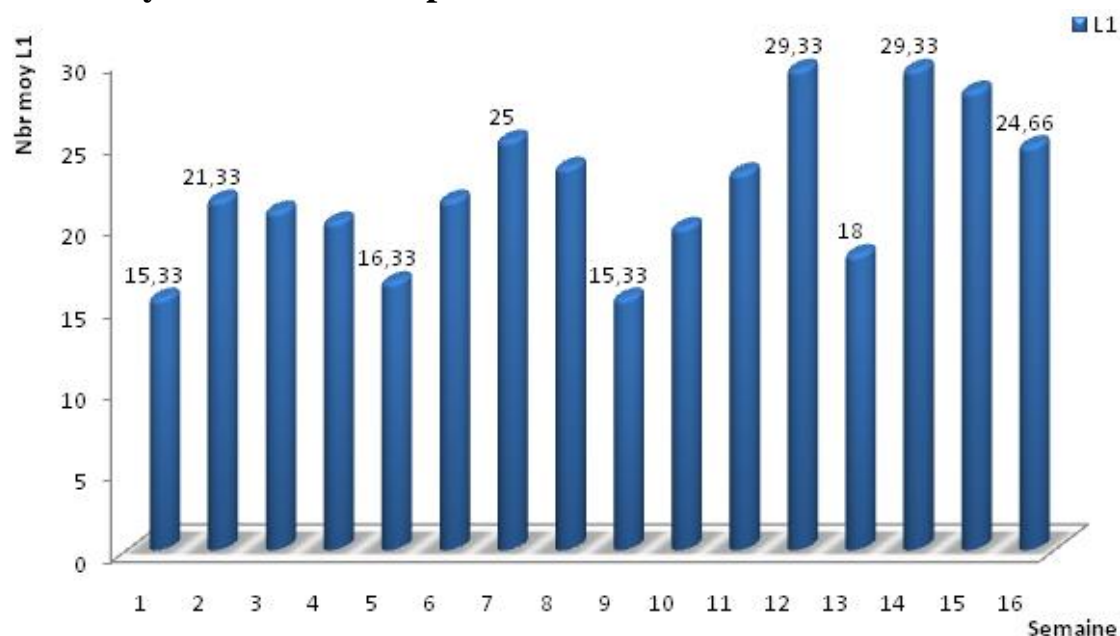
Au début de la culture, le nombre moyen des œufs été de 12,66 après quoi il augmente pour atteindre une moyenne de 24,33 puis il diminue jusqu'à 11,66 afin de reprendre sa croissance pour enregistrer une moyenne de 20,66 vers la 7<sup>ème</sup> semaine. Le nombre moyen des œufs atteint un maximum de 30,33 vers 12<sup>ème</sup> semaine après repiquage pour diminuer à nouveaux et atteindre une moyenne de 18,66 œufs puis augmenter encore pour enregistrer une moyenne de 26,66

**Tableau 43:** Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des œufs dénombrés sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*).

Effet	DL	W SC	W MC	W F	W P
Nbr d'app EXQ	26	1394,54	53,64	2,2143	0,022305
Erreur	27	654,00	24,22		
Total	53	2048,54			

L'analyse de la variance pour le nombre moyen des œufs sur culture de tomate dans parcelle traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse, montre des résultats significatifs avec  $F= 2,2143$  et  $P=0,022305$ .

#### IV.2.2 Effet du traitement avec l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* sur le nombre moyen des larves du premier stade L1.



**Figure 40 :** variation du nombre moyen des larves du premier stade L1 dans la parcelle traitée avec l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa*.

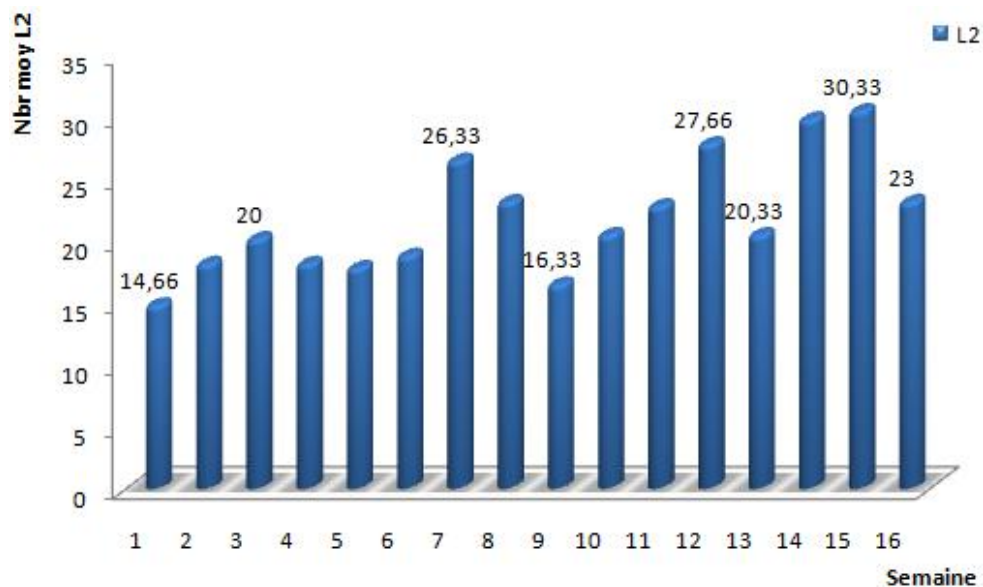
La variation du nombre moyen des larves du premier stade de développement de *Tuta absoluta* dans la parcelle traitée avec l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* été de 15,33 larves au début depuis quoi augmenta jusqu'à 21,33 larves puis enregistrer une moyenne de 16,33 larves vers la 5<sup>ème</sup> semaine après repiquage depuis reprend sa croissance et atteindre une moyenne de 25 larves la 7<sup>ème</sup> semaine puis décroît à 15,33 vers la 9<sup>ème</sup> semaine à partir de quoi il augmente pour atteindre un maximum de 29,33 la 12<sup>ème</sup> semaine (fig. 40).

**Tableau 44 :** Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*).

Effet	DL	L1 SC	L1 MC	L1 F	L1 P
Nbr d'app EXQ	26	935,39	62,36	7,912	0,000001
Erreur	27	252,20	7,88		
Total	53	1187,60			

L'analyse de la variance pour le nombre moyen des larves échantillonnés sur culture de tomate dans parcelle traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*), montre des résultats significatifs avec  $F=2,4206$  et  $P=0,012969$ .

#### IV.2.3 Effet du traitement avec l'extrait aqueux de *Inula viscosa* sur le nombre moyen des larves du deuxième stade L2.



**Figure 41 :** variation du nombre moyen des larves du deuxième stade L2 de développement de *Tuta absoluta* dans la parcelle traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse.

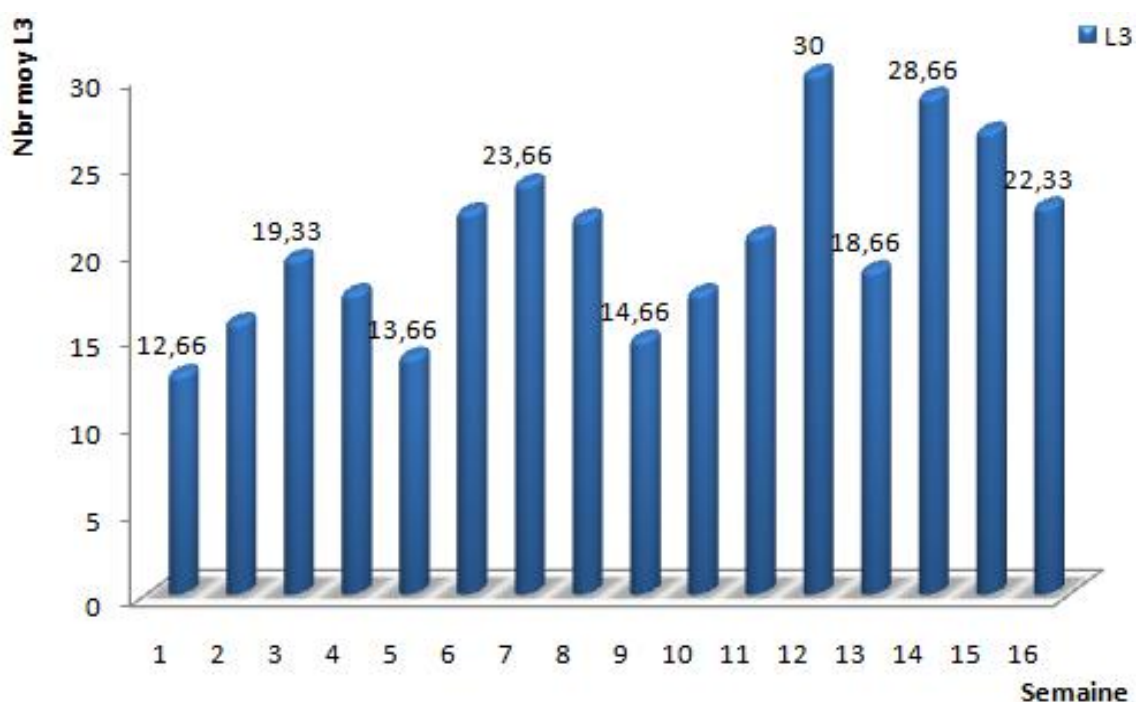
Le nombre moyen des larves du deuxième stade dénombré sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse été de 14,66 au début de l'essai puis augmenta pour atteindre une moyenne de 20 larves la 3<sup>ème</sup> semaine après repiquage et 26,33 la 7<sup>ème</sup> semaine pour diminuer vers la 9<sup>ème</sup> semaine à un nombre moyen de 16,33 larves et enregistrer un maximum de 33,33 larves vers la 15<sup>ème</sup> semaine après repiquage.

**Tableau 45 :** Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves L2 du deuxième stade dénombrées sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*).

Effet	DL	L2 SC	L2 MC	L2 F	L2 P
Nbr d'app EXQ	26	968,40	64,56	9,022	0,000
Erreur	27	228,98	7,16		
Total	53	1197,38			

L'analyse de la variance pour le nombre moyen des larves du deuxième stade L2 échantillonnées sur culture de tomate dans parcelle traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*), montre des résultats très hautement significatifs avec  $F=9,022$  et  $P=0,000$ .

#### IV.2.4 Effet du traitement avec l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* sur le nombre moyen des larves du troisième stade L3.



**Figure 42 :** variation du nombre moyen des larves du troisième stade L3 dans la parcelle dotée d'un piège à phéromone et traitée avec l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa*.

Le nombre moyen des larves du troisième stade L3 de développement de *Tuta absoluta* dans la parcelle traitée avec l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* été de 12,66 larves au début de l'essai puis s'accroître jusqu'à 19,33 larves la troisième semaine après repiquage

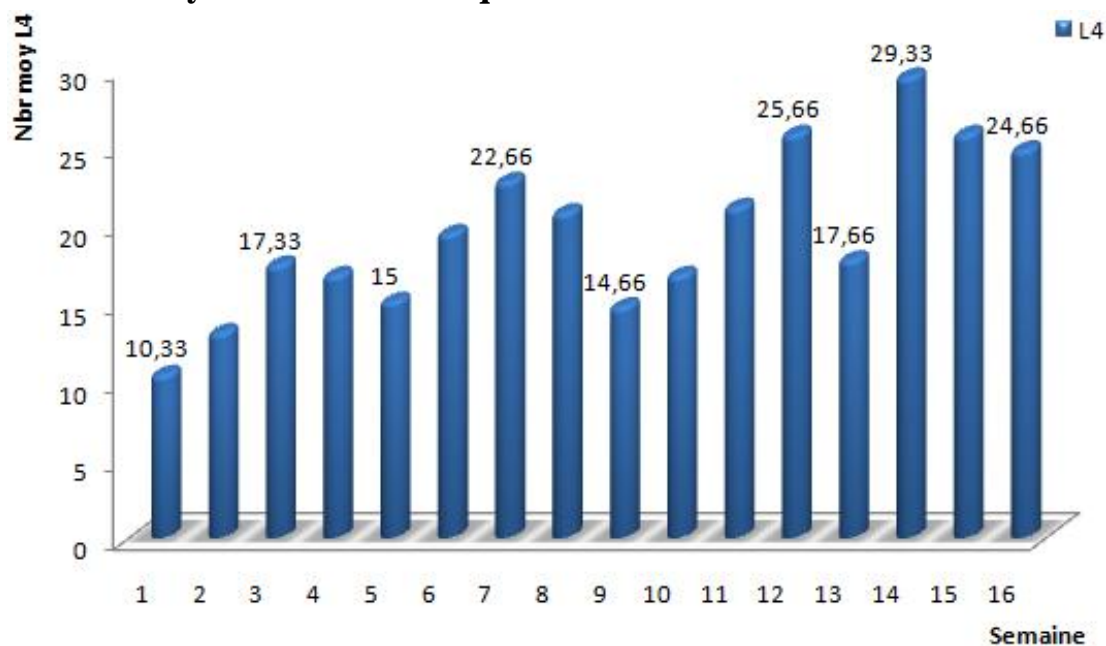


pour diminuer en suite jusqu'à 13,66 larves vers la 5<sup>ème</sup> semaine. On enregistre une moyenne de 23,66 larves autour de la 7<sup>ème</sup> semaine et un maximum d'un nombre moyen de 30 larves vers la 11<sup>ème</sup> semaine après repiquage et un nombre moyen enregistré de 22,33 larves vers la fin de la culture (fig. 42).

**Tableau 46 :** Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves L3 du troisième stade dénombrées sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*).

Effet	DL	L3 SC	L3 MC	L3 F	L3 P
Nbr d'app EXQ	26	1178,64	78,58	7,020	0,000002
Erreur	27	358,19	11,19		
Total	53	1536,83			

#### IV.2.5 Effet du traitement avec l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* sur le nombre moyen des larves du quatrième stade L4.



**Figure 43 :** variation du nombre moyen des larves du quatrième stade L4 dans la parcelle de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa*.

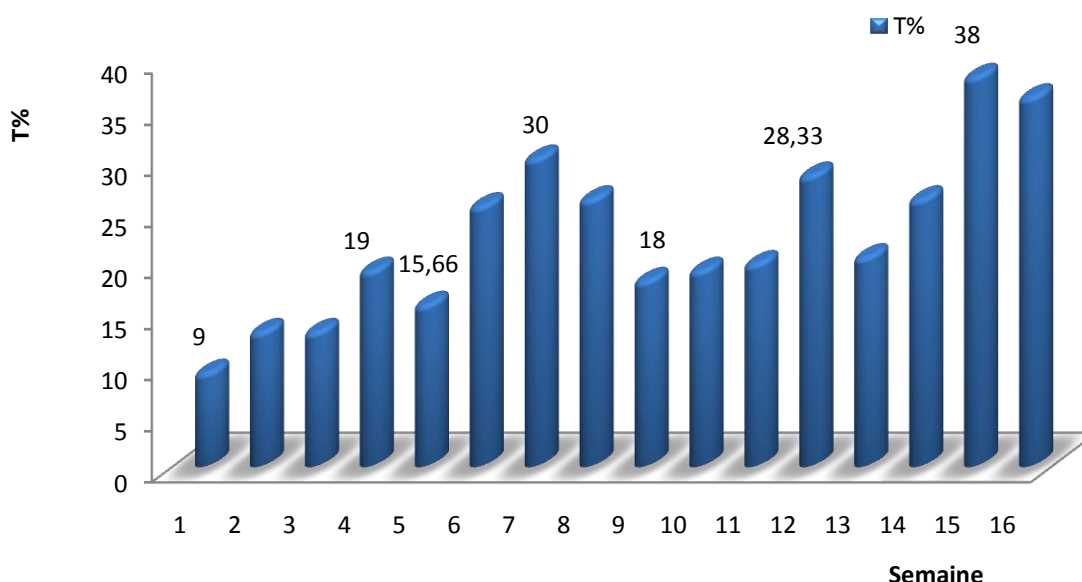
Le nombre moyen des larves L4 de *Tuta absoluta* augmentait de 10,33 larves au début de la culture pour atteindre un nombre moyen de 17,33 larves vers la troisième semaine après repiquage pour diminuer jusqu'à 15 larves vers la 5<sup>ème</sup> semaine puis augmenta pour atteindre

un nombre moyen de 22,66 larves la 7<sup>ème</sup> semaine après repiquage ; un maximum enregistré était 29,33 larves vers la 14<sup>ème</sup> semaine et un nombre moyen final de 24,66 larves (fig. 43).

**Tableau 47 :** Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves L4 du quatrième stade dénombrées sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*).

Effet	DL	L4 SC	L4 MC	L4 F	L4 P
Nbr d'app EXQ	26	1220,42	81,36	8,171	0,00000
Erreur	27	318,65	9,96		
Total	53	1539,07			

#### IV.2.6 Taux d'infestation



**Figure 44:** Le taux d'infestation calculé pour la parcelle traitée avec l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* sur culture de tomate de plein champ.

Selon la figure 44, le taux d'infestation calculé pour les parcelles traitées avec l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* sur culture de tomate de plein champ ; était faible au début de la culture avec 9% puis augmente pour atteindre un taux calculé de 19%, à la 5<sup>ème</sup> semaine sa valeur était de 15,66 puis atteignait une valeur de 30% la 8<sup>ème</sup> semaine, 28,33 la 13<sup>ème</sup> semaine et un maximum de 38% vers la 15<sup>ème</sup> semaine.

**Tableau 48 :** Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des feuilles minées dénombrées sur culture de tomate traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*).

Effet	DL	F. minées SC	F. minées MC	F. minées F	F. minées P
Piégeage +EXQ	26	3849,56	148,06	2,0988	0,030341
Erreur	27	1904,75	74,17		
Total	53	5754,31	70,55		

Le nombre moyen de feuilles minées varie significativement sous l'effet du facteur piégeage + EXQ avec  $F= 2,0988$  et  $P= 0,030341$  pour  $\alpha=0,05$ .

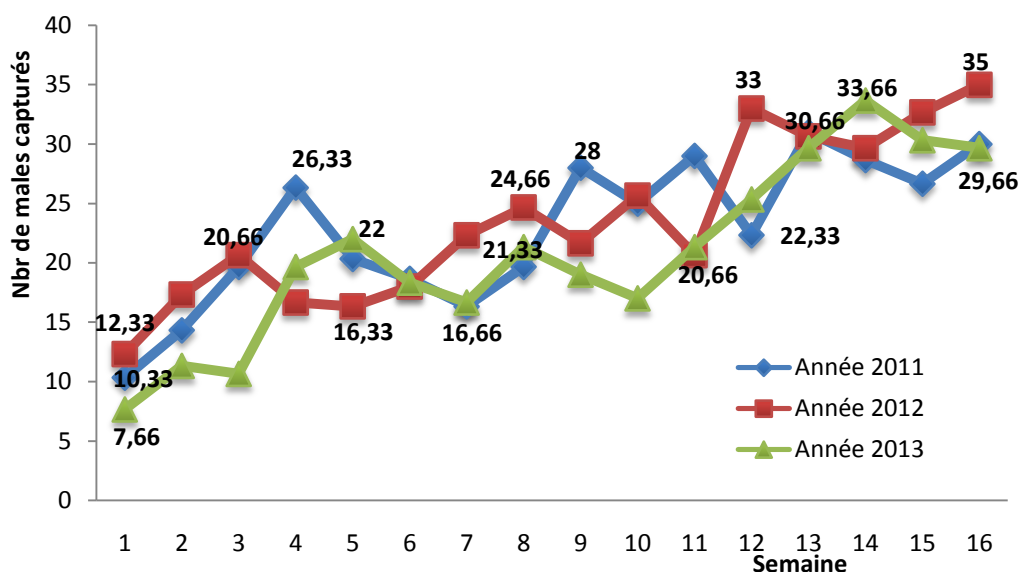
Le nombre moyen de feuilles minées ne dépassait pas 27 feuilles au cours de toute la première moitié de la durée de la culture de tomate, puis augmentait de façon continue les dernières Cinq semaines pour atteindre un maximum de 43 feuilles. La plus faible moyenne été enregistrée la première semaine du mois de Mai.

### **IV.3 Essai de contrôle de *Tuta absoluta* sur tomate de plein champ par le piégeage massif**

#### **IV.3.1 dynamique des populations**

L'infestation de la culture de tomate a eu lieu dès la première semaine de repiquage. Nous avons observé une faible infestation, suivie d'un accroissement de la population avec une dominance des œufs et des larves du premier stade, et cela peut être du aux conditions climatiques favorables des températures moyennes et l'humidité relative pour les mois au cours desquels nous avons réalisé nos essais de chaque année (Avril :  $T^{\circ}C= 17,5$  et  $HR\% = 76$  en 2011 ; Avril :  $T^{\circ}C= 15,3$  et  $HR\% = 76$  en 2012 et Avril :  $T^{\circ}C= 15,8$  et  $HR\% = 77$  en 2013). D'après le cycle de développement établi par Ziri & Mouhouche (2011) ; à une température moyenne mensuelle enregistrée de  $23,5^{\circ}C$  le cycle de développement était d'une durée de près de 33 jours. ; Lacordaire & Feuvrier (2010), mentionnent qu'à  $14^{\circ}C$  la durée était de 76,4 jours ; à une température moyenne de  $20^{\circ}C$  la durée était de 39,7 jours et en fin à une température moyenne de  $27^{\circ}C$  était de 23,8 jours.

Les 4 mois dont nous avons réalisé nos essais, la moyenne thermique du mois d'Avril, Mai, Juin, Juillet varie entre  $17,5$  à  $27,5^{\circ}C$  d'une moyenne de  $23,3^{\circ}C$  pour l'année 2011; de  $15,3$  à  $27,8^{\circ}C$  d'une moyenne de  $22,35^{\circ}C$  pour l'année 2012 et de  $15,8$  à  $22^{\circ}C$  d'une température  $19,33$  moyenne de pour l'année 2013.



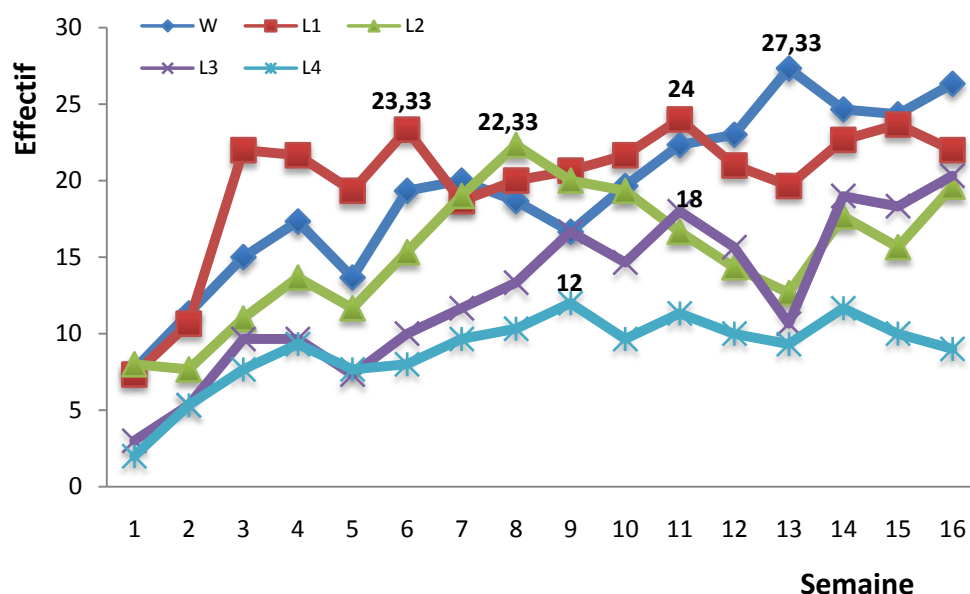
**Figure 45:** Evolution du nombre moyen des males adultes de *Tuta absoluta* capturés dans le piège à phéromone en fonction du temps sur culture de tomate de plein champ de 2011, 2012 et 2013.

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

L'évolution du nombre des captures dans les pièges à phéromone en 2011, 2012 et 2013 présente un accroissement continu dans le temps. Au cours de la première semaine le nombre de males capturés en 2011 était de 10,33 papillons, 12,33 papillons en 2012 et 7,66 papillons en 2013, la courbe effectuée pour l'année 2011 montre un accroissement rapide jusqu'à atteindre un nombre capturé de 26,33 papillons vers la 4<sup>ème</sup> semaine, à partir du quel elle descend pour atteindre un nombre moyen de 16,66 papillons vers la 7<sup>ème</sup> semaine puis reprend sont accroissement pour enregistrer un autre pic de 28 papillons capturés au cours de la 9<sup>ème</sup> semaine puis forme un dernier pic vers la 13<sup>ème</sup> semaine de 30,66 papillons. Pour l'année 2012 la formation du premier pic était vers la 8<sup>ème</sup> semaine d'un nombre moyen capturé de 24,66 papillons puis redescend pour atteindre un nombre moyen de 20,66 papillons depuis quoi elle augmente pour atteindre un nombre moyen de 33 papillons formant le 2<sup>ème</sup> pic vers la 12<sup>ème</sup> semaine. Pour l'année 2013, le nombre moyen de males de *Tuta absoluta* capturés augmentait de façon continue de 7,66 papillons la première semaine pour atteindre un nombre moyen de 22 papillons vers la 5<sup>ème</sup> semaine formant ainsi le premier pic ; le nombre de

males capturés ne cessait pas d'augmenter pour former un deuxième pic vers la 13ème semaine avec un nombre moyen de males capturés de 33,66 papillons.

Selon Cochereau (1969), les mêmes conditions expérimentales in vivo ou in vitro (même laboratoire, stations d'étude, équipement et même pratique culturales et manœuvres), nous permettent d'effectuer des expériences avec une continuité dans le temps et dans l'espace afin d'homogénéiser les résultats avec une certaine fiabilité.



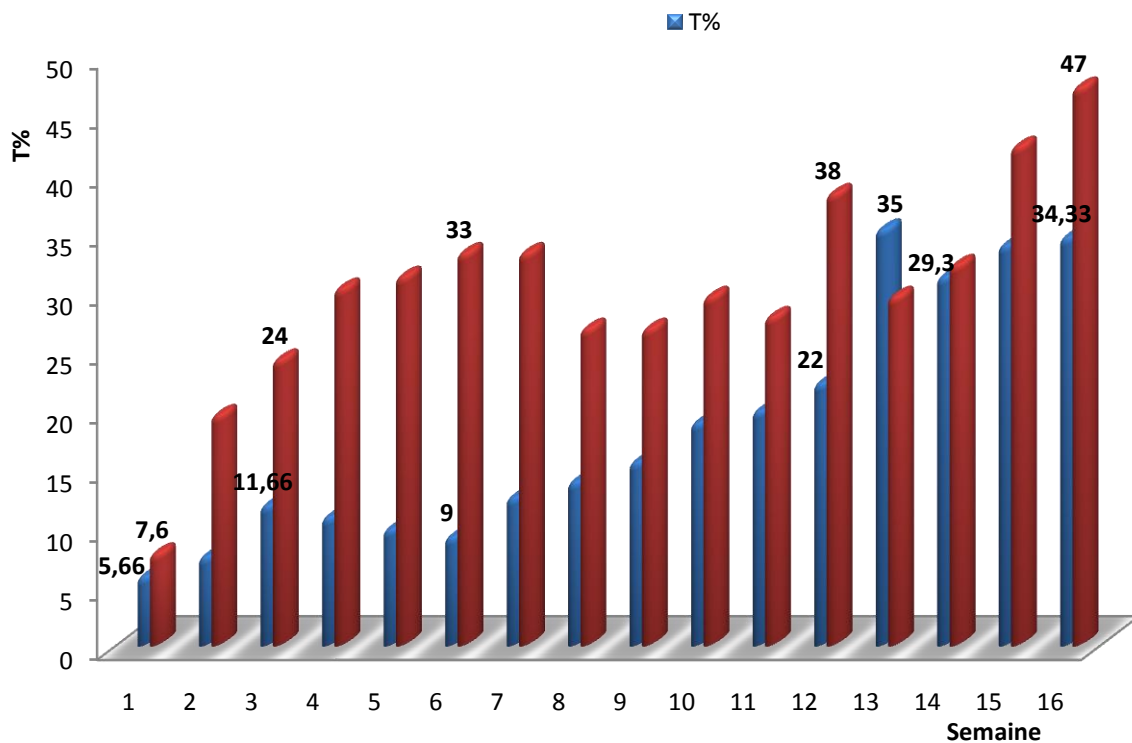
**Figure 46:** Evolution du nombre moyen des effectifs des différents stades de développement de *Tuta absoluta* sur culture de tomate pour les trois années d'essai.

D'après la figure 46, les différents stades de développement de *Tuta absoluta* sont présents simultanément sur culture de tomate, le nombre moyen de tous les stades de développement était inférieur à 15 individus jusqu'à la 2ème semaine, après quoi ils présentaient un accroissement rapide en dessinant des allures qui se ressemblent avec la dominance des œufs et du premier stade larvaire avec un nombre moyen maximum supérieur à 27 pour les œufs et supérieur à 23 pour les larves du premier L1, les larves du deuxième et du troisième stade sont très proches morphologiquement et il est un peu difficile de faire la différence entre eux sur terrain ce qui explique la grande similitude des deux courbes d'évolution avec un nombre moyen maximum de 22,33 pour les larves L2 et un nombre moyen maximum de 18 pour L3. Les larves du quatrième stade sont aussi présentes depuis le début d'échantillonnage mais d'un nombre moyen toujours inférieurs aux autres stades avec un maximum moyen dénombré de 12 larves vers la 9ème semaine.

### IV.3.2 Taux d'infestation

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

La présence des différents stades évolutifs du ravageur *Tuta absoluta* est simultanée, ce qui mène à une croissance progressive du taux d'infestation de la culture allant de 5,66% à 34,33% vers la fin de la culture (fig.46).



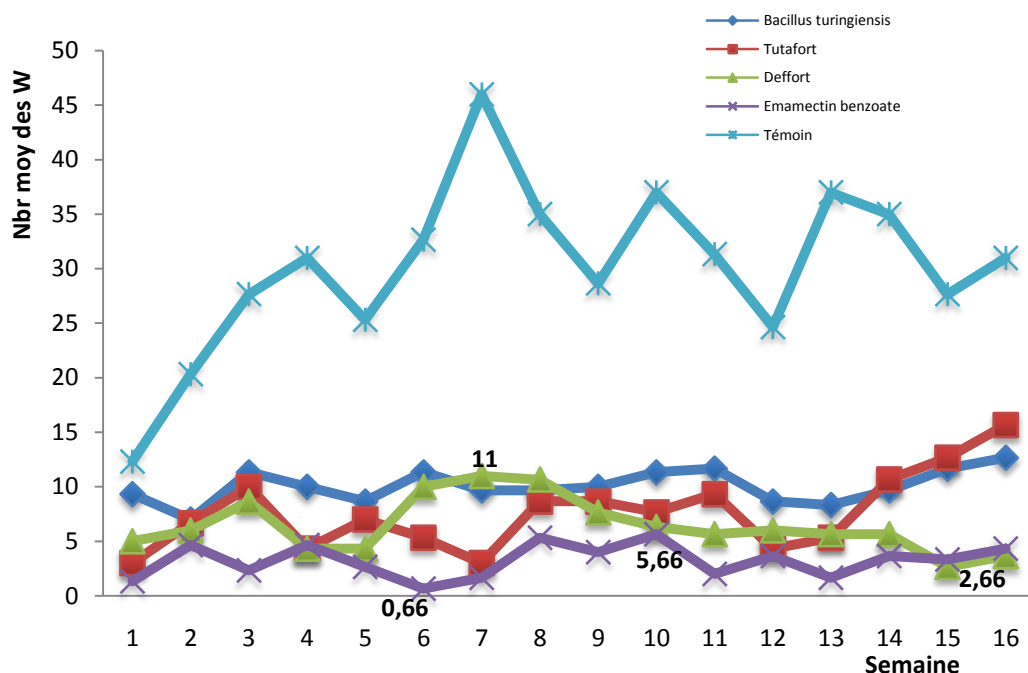
**Figure 47:** Taux d'infestation calculé pour la parcelle dotée du piégeage massif sur culture de tomate de plein champ et celui du Témoin.

Au début de la culture, le taux d'infestation provoquée par les larves mineuses de *Tuta absoluta* était petit, d'une valeur calculée pour la première semaine d'échantillonnage égale à 5,66% par rapport à 7,6% calculé pour la parcelle témoin, vers la 3eme semaine le taux d'infestation calculé était de 11,66% par rapport à 24% calculé pour le Témoin, après quoi il diminuait progressivement pour atteindre un taux calculé de 9% par rapport à 33% calculé pour la parcelle témoin vers la 6eme semaine ; il reprend son accroissement pour

atteindre une valeur maximale calculée e 35%, et 29,3 calculé pour le Témoin, le taux finale calculé était de 34,33% pour la parcelle protégée avec le piégeage massif contre *Tuta absoluta* et 47% pour la parcelle Témoin.

## IV.3 Contrôle biologique par l'intégration du piégeage, l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* et les bio-insecticides

### IV.3.1 Effet sur les œufs



**Figure 48:** Variation du nombre moyen des œufs dans les parcelles traitées avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone ainsi que dans la parcelle Témoin.

D'après la figure (48), l'Emamectine benzoate associé à l'EXQ de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone présente les meilleurs résultats en maintenant le nombre moyen des œufs inférieur à 6 œufs jusqu'à la fin de la culture avec un minimum de 0.66 vers la sixième semaine œufs et un maximum de 5.66 œufs vers la dixième semaine et une moyenne totale de 3,933 (Tab.50) ; suivi par le Deffort associé à l'EXQ de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone avec une moyenne minimale de 2.66 œufs, moyenne maximale de 11 œufs et une moyenne totale de 6,458 œufs.

**Tableau 49:** Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des œufs dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	W SC	W MC	W F	W P
Nbr. d'app	15	1182,36	78,82	10,079	0,00
Traitements	4	19638,13	4909,53	627,750	0,00
Traitement* Nbr. d'app	60	2209,74	36,83	4,709	0,00
Erreur	160	1251,33	7,82		
Total	239	24281,56			

Les résultats du Tableau 39, sont très hautement significatifs pour le facteur traitement et le facteur nombre d'applications du facteur traitements ainsi que pour l'interaction entre les deux facteurs. De cela nous pouvons dire que le facteur traitement a un effet hautement significatif sur le nombre moyen des œufs en fonction du nombre d'application de traitement avec  $F= 10,079$  et  $P= 0,00$  pour le facteur nombre d'application des traitements,  $F=627,750$  et  $P= 0,00$  pour le facteur traitements (bio-insecticides + EXQ+ piégeage massif à phéromone) et  $F=4,709$  et  $P= 0,00$  pour l'interaction entre les deux facteurs.

**Tableau 50:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour le nombre moyen des œufs dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Facteur: Traitements					
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
Emamectine benzoate +EXQ	3,933	A			
Deffort+EXQ	6,458		B		
Tutafort+EXQ	7,437		B		
<i>Bacillus thuringiensis</i>	9,708			C	
Témoin	29,020				D

Le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% pour l'action des traitements insecticides associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* sur les œufs de *Tuta absoluta* (Meyrick) sur tomate de plein champ, mis en évidence quatre groupes homogènes.

Le premier groupe A comporte le traitement (Emamectine benzoate +EXQ + piégeage massif à phéromone) avec une moyenne de 3,933, dans le deuxième groupe il y'a le (Deffort + EXQ + piégeage massif à phéromone) et le (Tutafort + EXQ + piégeage massif à phéromone) avec des moyennes respectives de 6,458 et 7,437 ; dans le troisième groupe C on



trouve (*Bacillus thuringiensis* + EXQ + piégeage massif à phéromone) avec une moyenne de 9,708, dans le dernier groupe D il y'a le Témoin avec une moyenne de 6,714 et le avec une moyenne de 6,928. Le deuxième groupe B comprend le Témoin à lui seul avec une moyenne de 29,020

**Tableau 51:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	W SC	W MC	W F	W P
Nbr d'app	15	174,479	11,632	2,515	0,0139
Erreur	32	148	4,625		
Total	47	322,479			

Le résultat de l'analyse de la variance du nombre moyen des œufs dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone ; étaient significatifs pour le facteur nombre d'application du traitement avec  $F= 2,515$  et  $P= 0,0139$ .

**Tableau 52:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	W SC	W MC	W F	W P
Nbr d'app	15	383	25,533	3,404	0,001763
Erreur	32	240	7,500		
Total	47	623			

L'analyse de la variance du nombre moyen des œufs dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Tutafort associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone a donné des résultats significatifs pour le facteur nombre d'application du traitement avec  $F= 3,404$  et  $P= 0,001763$ .

**Tableau 53:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	W SC	W MC	W F	W P
Nbr d'app	15	278,583	18,572	2,5470	0,012942
Erreur	32	233,333	7,292		
Total	47	511,917			

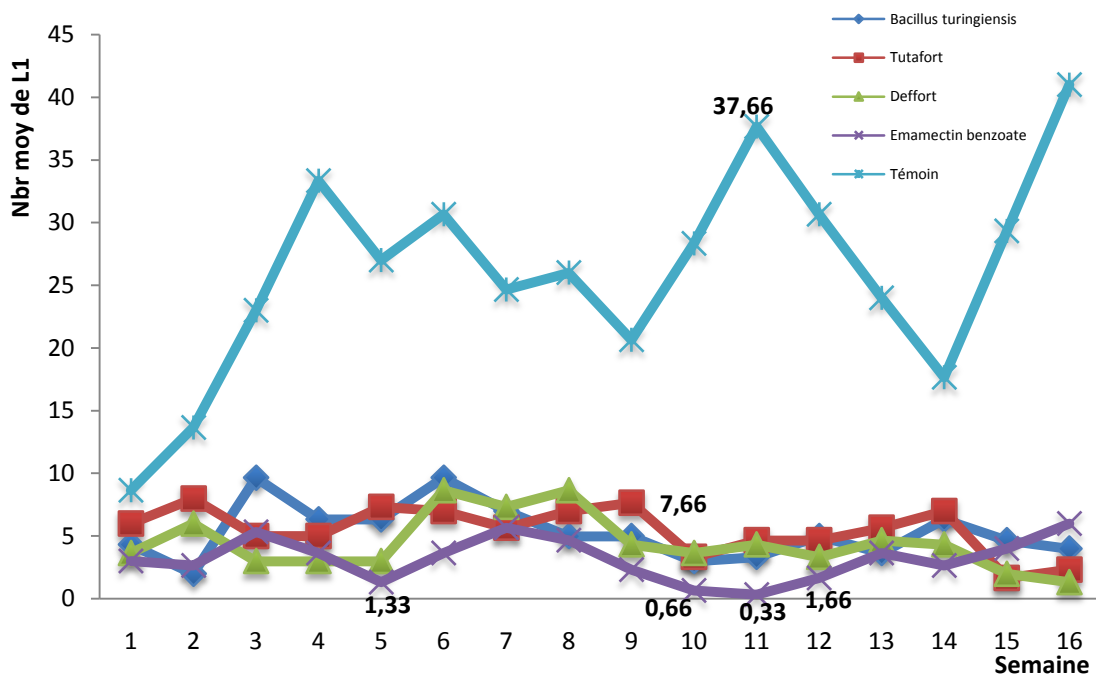
L'analyse de la variance à un facteur du nombre moyen des œufs dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Deffort associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone a donné des résultats significatifs pour le facteur nombre d'application du traitement avec  $F= 2,5470$  et  $P= 0,012942$ .

**Tableau 54:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des œufs dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone

Effet	DL	W SC	W MC	W F	W P
Nbr d'app	15	90,145	6,009	1,494	0,1657
Erreur	32	128,666	4,020		
Total	47	218,812			

Le résultat de l'analyse de la variance du nombre moyen des œufs dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone ; étaient non significatifs pour le facteur nombre d'application du traitement avec  $F= 1,494$  et  $P= 0,1657$ .

### IV.3.2 Effet sur les larves du premier stade L1



**Figure 49** : Variation du nombre moyen des larves du premier stade L1 dans les parcelles traitées avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone ainsi que dans la parcelle Témoin.

D'après la figure (49), toujours l'Emamectine benzoate présente des résultats appréciables, enregistrés lors de la 5<sup>ème</sup> semaine avec une moyenne de 1,33 larves et 10<sup>ème</sup> jusqu'au la 12<sup>ème</sup> semaine avec des moyennes respectives de 0,66 ; 0,33 et 1,66 larves et avec une moyenne totale de 3,937 larves, suivi par les résultats obtenus dans les parcelles traitées avec le Deffort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone d'une moyenne totale de 4.5 larves ; tous les résultats obtenus sont beaucoup trop éloignés de ceux obtenus dans la parcelle Témoin qui dépasse la moyenne de 37,66 larves avec une moyenne totale de 29,02 larves.

**Tableau 55:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L1 SC	L1 MC	L1 F	L1 P
Nbr. d'app	15	422,33	28,16	4,171	0,000002
Traitement	4	12265,13	3066,28	454,264	0,00
Traitement* Nbr. d'app	60	835,94	13,93	2,064	0,000179
Erreur	160	1080,00	6,75		
Total	239	14603,40			

A partir de ce tableau 55, l'étude de la variance montre des résultats étaient hautement significatifs pour les deux facteurs (traitements et nombre d'application des traitements), ainsi que pour leur interaction entre eux. Depuis cette analyse, le facteur traitements agissait sur le nombre des larves du premier stade en fonction du nombre d'application des traitements qui agissaient en fonction du temps ; avec  $F= 4,171$  et  $P= 0,000002$  pour le facteur nombre d'application des traitements et  $F= 2,064$  et  $P= 0,00$  pour le facteur traitements et en fin  $F= 2,064$  et  $F= 0,000179$  pour l'interaction entre les deux facteurs.

**Tableau 56:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du premier stade L1 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Facteur: Traitement				
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
Emamectine benzoate	3,937	A		
Deffort+EXQ	4,5	A	B	
<i>Bacillus thuringiensis</i>	5,333		B	
Tutafort+EXQ	5,562		B	
Témoin	22,645			C

Le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% pour l'action des traitements insecticides associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* sur les larves du premier stade L1 de *Tuta absoluta* (Meyrick) sur tomate de plein champ répartit les traitements en trois groupes homogènes.

Le premier groupe A comporte le traitement (Emamectine benzoate +EXQ + piégeage massif à phéromone) avec une moyenne de 3,937 ; dans le deuxième groupe on trouve le (*Bacillus thuringiensis* + EXQ + piégeage massif à phéromone) et le (Tutafort +

EXQ + piégeage massif à phéromone) avec des moyennes respectives de 5,333 et 5,562 ; dans le dernier groupe qui est le groupe C se trouve le Témoin avec une moyenne de 22,645. En plus de ces trois groupes on trouve un groupe intermédiaire entre le A et B représenté par (Deffort + EXQ + piégeage massif à phéromone) avec une moyenne de 4,5 (tab.56).

**Tableau 57:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L1 SC	L1 MC	L1 F	L1 P
Nbr d'app	15	239,312	15,954	2,4703	0,015572
Erreur	32	206,667	6,458		
Total	47	445,979			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du premier stade de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone ; montre des résultats significatifs avec  $F= 2,4703$  et  $P= 0,015572$ .

**Tableau 58:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L1 SC	L1 MC	L1 F	L1 P
Nbr d'app	15	134,333	8,956	1,1974	0,322625
Erreur	32	239,333	7,479		
Total	47	373,667			

Les résultats obtenus après l'analyse de la variance du nombre moyen des larves du premier stade de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Tutafort associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone ; sont des résultats non significatifs avec  $F= 1,1974$  et  $P=0,322625$ .

**Tableau 59:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L1 SC	L1 MC	L1 F	L1 P
Nbr d'app	15	202	13,466	2,292	0,023996
Erreur	32	188	5,875		
Total	47	390			

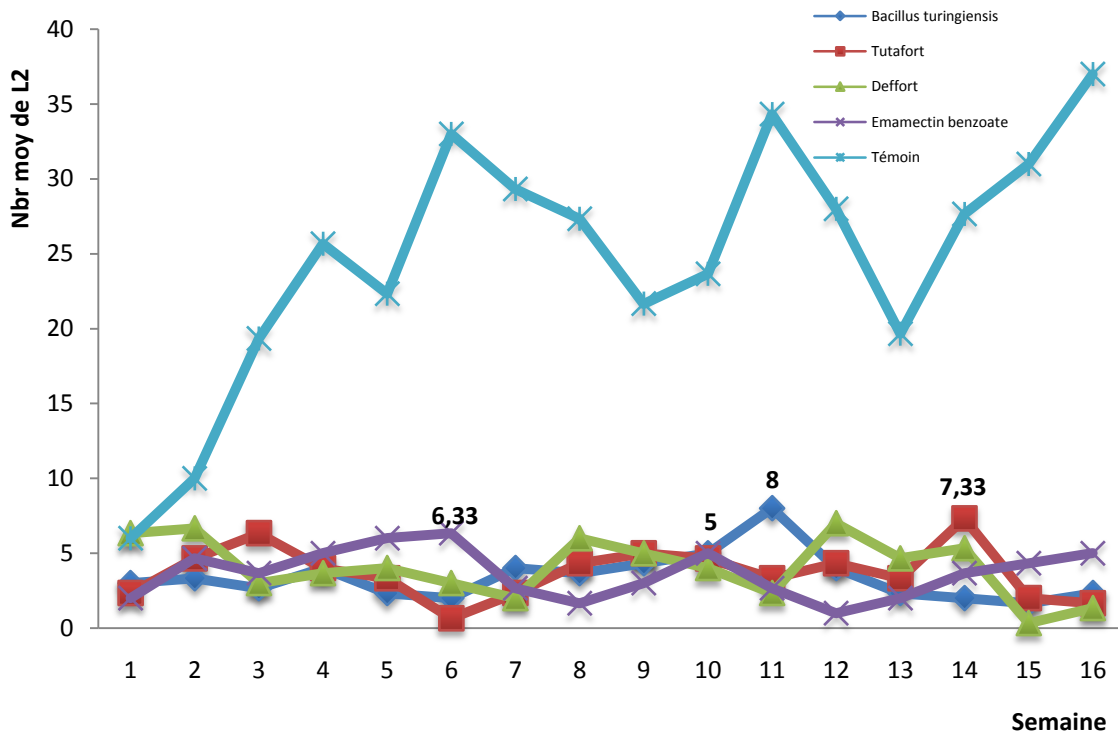
Les résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves du premier stade de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Deffort associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone ; sont significatifs avec  $F= 2,292$  et  $P=0,023996$ .

**Tableau 60:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du premier stade L1 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L1 SC	L1 MC	L1 F	L1 P
Nbr d'app	15	92,8125	6,187	1,5	0,163712
Erreur	32	132	4,125		
Total	47	224,8125			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du premier stade de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone révèle des résultats non significatifs avec  $F= 1,5$  et  $P=0,163712$ .

### IV.3.3 Effet sur les larves du deuxième stade L2



**Figure 50:** Variation du nombre moyen des larves du deuxième stade L2 dans les parcelles traitées avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone ainsi que dans la parcelle Témoin.

A partir de la figure (50), le traitement avec *Bacillus thuringiensis* associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone, maintient le nombre moyen des larves du deuxième stade L2 inférieur à 5 larves jusqu'à la 10<sup>ème</sup> semaine marquant ainsi de bons résultats vis-à-vis au ravageur *Tuta absoluta* à ce stade de développement, après quoi on enregistre un maximum de 8 larves au bout de la 11<sup>ème</sup> semaine ; la moyenne totale est de 3,458 larves ; aussi les trois autres traitements à savoir le Tutafort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone, le Deffort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone et l'Emamectine benzoate associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone ; présentent des résultats appréciables dont la moyenne maximale ne dépasse pas 7,33 larves enregistrée dans les parcelles traitées en association avec le Tutafort.

**Tableau 61:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L2 SC	L2 MC	L2 F	L2 P
Nbr. d'app	15	162,696	10,846	2,046	0,015172
Traitement	4	3913,542	978,385	184,601	0,00
Traitement* Nbr. d'app	60	997,658	16,628	3,137	0,00
Erreur	160	848	5,300		
Total	239	5921,896			

L'étude de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur cultures de tomate de plein champ traitées traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone. Révèle des résultats significatifs pour les deux facteurs (traitements et nombre d'application des traitements) ainsi que pour l'interaction entre ces deux facteurs avec  $F = 0,015172$  et  $P = 0,015172$  pour le facteur nombre d'applications et très hautement significatifs pour le facteur traitements avec  $F = 184,601$  et  $P = 0,0$  ; et d'une valeur de  $F = 3,137$  et  $P = 0,00$  pour l'interaction.

**Tableau 62:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Facteur: Traitement			
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
<i>Bacillus thuringiensis</i> +EXQ	3,458	A	
Tutafort+EXQ	3,729	A	
Deffort+EXQ	4,062	A	
Emamectine benzoate	4,104	A	
Témoin	13,916		C

Le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% pour l'action des traitements insecticides associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* sur les larves du deuxième stade L2 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick) sur tomate de plein champ fait paraître deux groupes homogènes.

Le premier groupe A comporte les traitements (*Bacillus thuringiensis* + EXQ + piégeage massif à phéromone), (Tutafort + EXQ + piégeage massif à phéromone), (Deffort +



EXQ + piégeage massif à phéromone) et (Emamectine benzoate +EXQ + piégeage massif à phéromone) avec des moyennes respectives de 3,458 ; 3,729 ; 4,062 et 4,104. Dans le deuxième groupe B on trouve le Témoin avec une moyenne de 13,916 (tab. 62).

**Tableau 63:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L2 SC	L2 MC	L2 F	L2 P
Nbr d'app	15	100,1458	6,6764	1,4501	0,183870
Erreur	32	147,3333	4,6042		
Total	47	247,4792			

Les résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves du deuxième stade L2 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone; sont non significatifs avec  $F= 1,4501$  et  $P= 0,183870$ .

**Tableau 64:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L2 SC	L2 MC	L2 F	L2 P
Nbr d'app	15	138,5833	9,2389	1,7882	0,082211
Erreur	32	165,3333	5,1667		
Total	47	303,9167			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du deuxième stade L2 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Tutafort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone; montre des résultats non significatifs avec  $F= 1,7882$  et  $P= 0,082211$ .

**Tableau 65:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

<b>Effet</b>	<b>DL</b>	<b>L2 SC</b>	<b>L2 MC</b>	<b>L2 F</b>	<b>L2 P</b>
<b>Nbr d'app</b>	15	167,4792	11,1653	2,0378	0,044699
<b>Erreur</b>	32	175,3333	5,4792		
<b>Total</b>	47	342,8125			

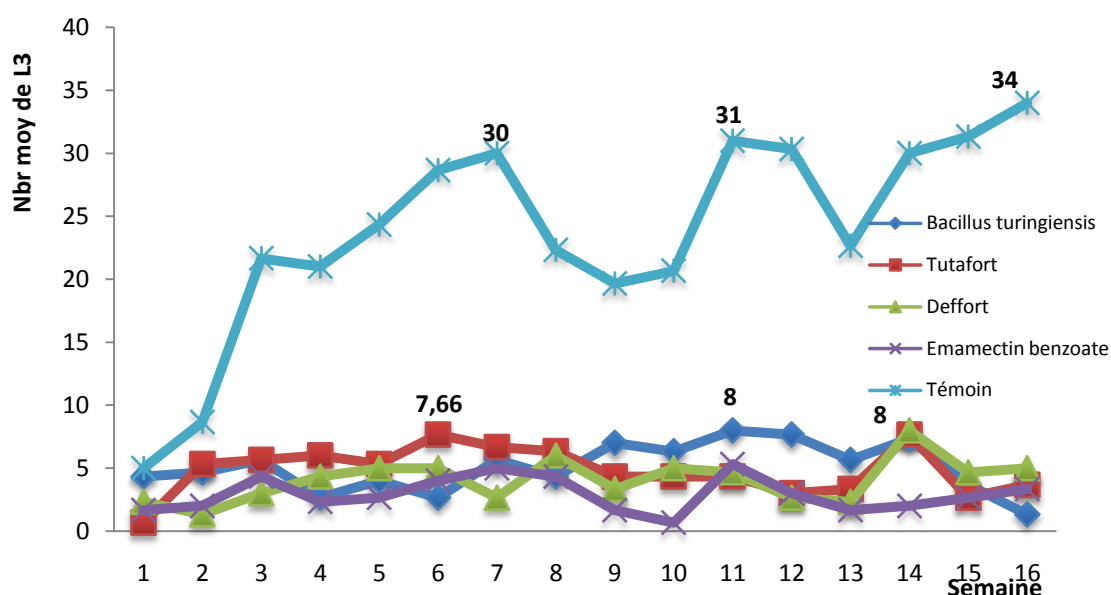
Les résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves du deuxième stade L2 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Deffortassocié à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone; sont significatifs avec  $F= 2,0378$  et  $P=0,044699$ .

**Tableau 66:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associée à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

<b>Effet</b>	<b>DL</b>	<b>L2 SC</b>	<b>L2 MC</b>	<b>L2 F</b>	<b>L2 P</b>
<b>Nbr d'app</b>	15	93,1458	6,2097	1,7533	0,089457
<b>Erreur</b>	32	113,3333	3,5417		
<b>Total</b>	47	206,4792			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du deuxième stade L2 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associée à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone; sont non significatifs avec  $F= 1,7533$  et  $P=0,089457$ .

### IV.3.4 Effet sur les larves du troisième stade L3



**Figure 51:** Variation du nombre moyen des larves du troisième stade L3 dans les parcelles traitées avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone ainsi que dans la parcelle Témoin.

Les traitements exerçaient presque une même action sur les larves du troisième stade de développement de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick), et le nombre moyen des larves dénombrées ne dépassait pas 8 larves dans toutes les parcelles traitées qui se tiennent très loin du Témoin dont le maximum moyen dénombré été de 34 larves vers la dernière semaine.

**Tableau 67:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L3 SC	L3 MC	L3 F	L3 P
Nbr. d'app	15	312,917	20,861	3,303	0,000081
Traitement	4	2089,558	522,390	82,7	0,000000
Traitement* Nbr. d'app	60	682,042	11,367	1,8	0,001994
Erreur	160	1010,667	6,317		
Total	239	4095,183			

L'étude de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur cultures de tomate de plein champ traitées traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait

aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone. Révèle des résultats hautement significatifs pour les deux facteurs (traitements et nombre d'application des traitements) ainsi que pour l'interaction entre ces deux facteurs avec  $F= 3,303$  et  $P= 0,000081$  pour le facteur nombre d'applications et très hautement significatifs pour le facteur traitements avec  $F= 82,7$  et  $P= 0,0$  ; et pour l'interaction entre les deux facteurs d'une valeur de  $F= 1,8$  et  $P= 0,001994$ .

**Tableau 68:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour les moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Facteur: Traitement				
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
Emamectine benzoate	3,72917	A		
Deffort+EXQ	4,08333	A	B	
Tutafort+EXQ	4,81250	A	B	
<i>Bacillus thuringiensis</i>	5,12500		B	
Témoin	11,70833			C

Le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% pour l'action des traitements insecticides associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* sur les larves du troisième stade L3 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick) sur tomate de plein champ fait paraître deux groupes homogènes A, B et C.

Le premier groupe A comporte les traitements (Emamectine benzoate +EXQ + piégeage massif à phéromone) avec une moyenne de 3,72917, dans le groupe B on trouve (*Bacillus thuringiensis* + EXQ + piégeage massif à phéromone) avec une moyenne calculée de 5,12500 et dans le dernier groupe C, il y'a le Témoin avec une moyenne de 11,70833. Dans le groupe intermédiaire AB on trouve les deux traitements Deffort + EXQ + piégeage massif à phéromone) et (Tutafort + EXQ + piégeage massif à phéromone), avec des moyennes respectives de 4,08333 et 4,81250.

**Tableau 69:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L3 SC	L3 MC	L3 F	L3 P
Nbr d'app	15	139,646	9,310	1,5097	0,160043
Erreur	32	197,333	6,167		
Total	47	336,979			

Les résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves du troisième stade L3 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone; sont non significatifs avec  $F= 1,5097$  et  $P= 0,160043$ .

**Tableau 70:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L3 SC	L3 MC	L3 F	L3 P
Nbr d'app	15	151,917	10,128	1,7487	0,090470
Erreur	32	185,333	5,792		
Total	47	337,250			

Les résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des larves du troisième stade L3 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Tutafort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone; sont non significatifs avec  $F= 1,7487$  et  $P=0,090470$ .

**Tableau 71:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L3 SC	L3 MC	L3 F	L3 P
Nbr d'app	15	127,6667	8,5111	1,5835	0,134479
Erreur	32	172,0000	5,3750		
Total	47	299,6667			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du troisième stade L3 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-

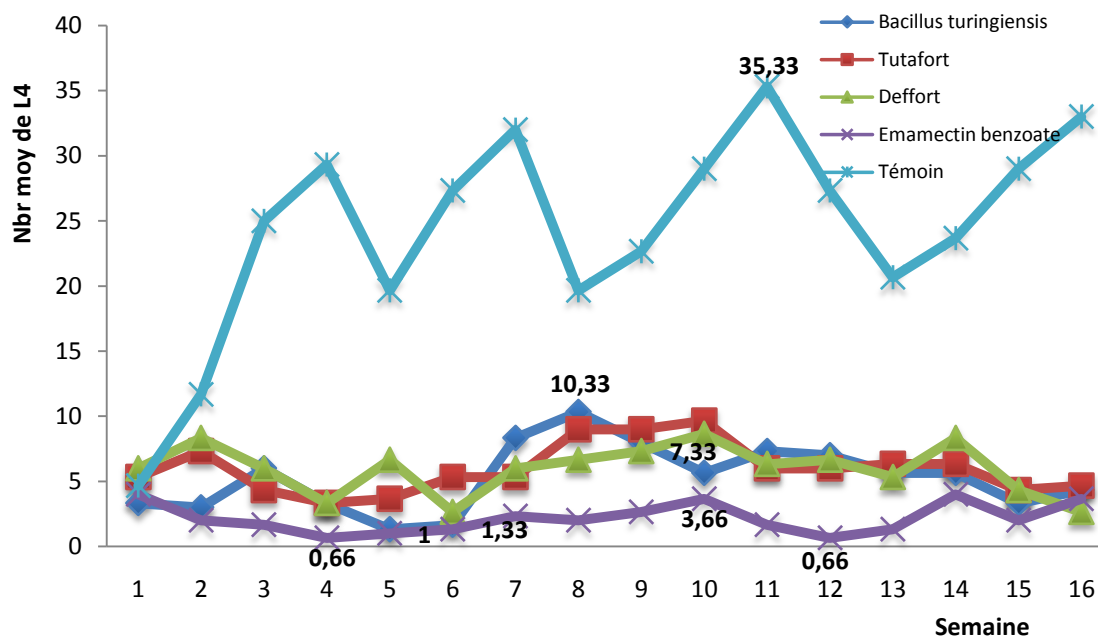
insecticide Deffort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone; montre des résultats qui sont non significatifs avec  $F= 1,5835$  et  $P= 0,134479$ .

**Tableau 72:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du troisième stade L3 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L3 SC	L3 MC	L3 F	L3 P
Nbr d'app	15	78,1458	5,2097	1,6783	0,107211
Erreur	32	99,3333	3,1042		
Total	47	177,4792			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du troisième stade L3 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone; montre des résultats qui sont non significatifs avec  $F= 1,6783$  et  $P= 0,107211$ .

#### IV.3.5 Effet sur les larves du quatrième stade L4



**Figure 52:** Variation du nombre moyen des larves du quatrième stade L4 dans les parcelles traitées avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone ainsi que dans la parcelle Témoin.

L'Emamectine en association présentait une action très efficace sur les larves du quatrième stade, avec un minimum de 0,66 larves vers la 4ème et la 12ème semaine et un maximum de 3,66 larves vers la 10ème semaine, suivi par le Deffort en association d'une moyenne minimale de 1,33 larves vers la 6ème semaine et maintien le nombre moyen inférieur à 7,33 larves jusqu'à la 10ème semaine, puis le *Bacillus thuringiensis* en association avec une moyenne minimale de 1 larve vers la 5ème et la 6ème semaine et en dernier lieu le Tutafort associé. Tous les résultats dans les parcelles traitées étaient inférieurs à ceux obtenus dans la parcelle témoin.

**Tableau 73:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du deuxième stade L2 dénombrés sur culture de tomate traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L4 SC	L4 MC	L4 F	L4 P
Nbr. d'app	15	491,13	32,74	5,239	0,000
Traitement	4	8670,17	2167,54	346,807	0,000
Traitement* Nbr. d'app	60	1004,77	16,75	2,679	0,000
Erreur	160	1000,00	6,25		
Total	239	11166,06			

L'étude de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur cultures de tomate de plein champ traitées traitée avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone. Révèle des résultats hautement significatifs pour les deux facteurs (traitements et nombre d'application des traitements) ainsi que pour l'interaction entre ces deux facteurs avec  $F= 5,239$  et  $P= 0,000$  pour le facteur nombre d'applications et très hautement significatifs pour le facteur traitements avec  $F= 346,807$  et  $P= 0,0$  ; et pour l'interaction entre les deux facteurs d'une valeur hautement significative de  $F=2,679$  et  $P= 0,00$ .

**Tableau 74:** Résultats du test de NEWMAN-KEULS pour le nombre moyen des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée par les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif.

Facteur: Traitement				
LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
Emamectine benzoate	2,77083	A		
<i>Bacillus thuringiensis</i>	5,31250		B	
Tutafort+EXQ	5,93750		B	
Deffort+EXQ	5,93750		B	
Témoin	19,72917			C

Le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% pour l'action des traitements insecticides associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* sur les larves du quatrième stade L4 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick) sur tomate de plein champ fait paraître deux groupes homogènes A, B et C (tab. 47).

Le premier groupe A comporte seul le traitement avec (Emamectine benzoate +EXQ + piégeage massif à phéromone) avec une moyenne de 2,77083, dans le deuxième groupe B on trouve trois traitements qui sont le (*Bacillus thuringiensis* + EXQ + piégeage massif à phéromone) avec une moyenne calculée de 5,31250, le traitement (Tutafort + EXQ + piégeage massif à phéromone) avec une moyenne de 5,93750 et le (Deffort + EXQ + piégeage massif à phéromone) avec une moyenne de 5,93750 ; dans le dernier groupe on trouve le Témoin avec une moyenne de 19,72917

**Tableau 75:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L4 SC	L4 MC	L4 F	L4 P
Nbr d'app	15	283,667	18,911	3,5738	0,001212
Erreur	32	169,333	5,292		
Total	47	453,000			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du quatrième stade L4 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage



massif à phéromone; montre des résultats qui sont très significatifs avec  $F= 3,5738$  et  $P=0,001212$ .

**Tableau 76:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Tutafort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

<b>Effet</b>	<b>DL</b>	<b>L4 SC</b>	<b>L4 MC</b>	<b>L4 F</b>	<b>L4 P</b>
<b>Nbr d'app</b>	15	263,146	17,543	4,6523	0,000129
<b>Erreur</b>	32	120,667	3,771		
<b>Total</b>	47	383,812			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du quatrième stade L4 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Tutafort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone; révèle aussi des résultats très significatifs avec  $F= 4,6523$  et  $P=0,000129$ .

**Tableau 77:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Deffort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

<b>Effet</b>	<b>DL</b>	<b>L4 SC</b>	<b>L4 MC</b>	<b>L4 F</b>	<b>L4 P</b>
<b>Nbr d'app</b>	15	164,813	10,988	1,7758	0,084725
<b>Erreur</b>	32	198,000	6,188		
<b>Total</b>	47	362,813			

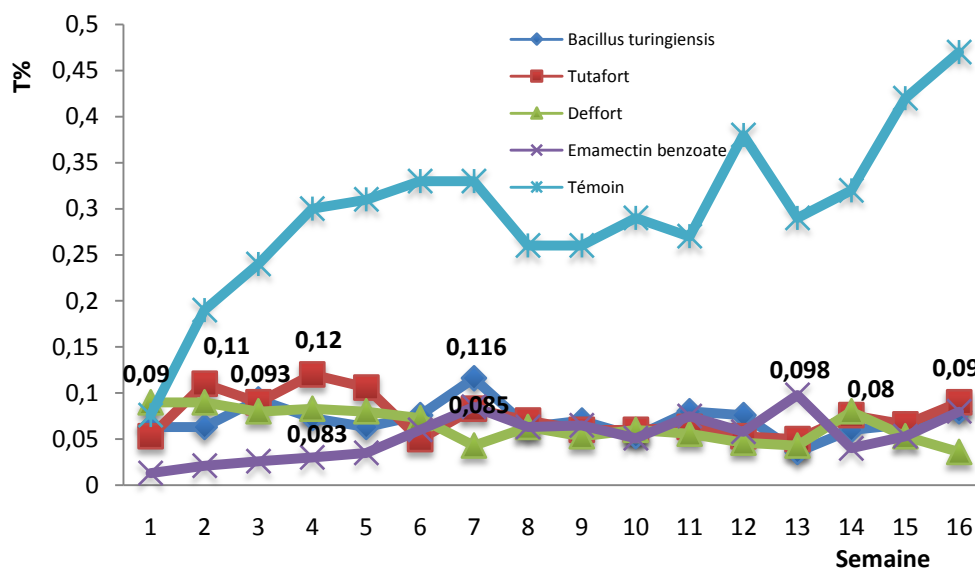
L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du quatrième stade L4 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Deffort associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone; révèle aussi des résultats non significatifs avec  $F= 1,7758$  et  $P= 0,084725$ .

**Tableau 78:** Résultats de l'analyse de la variance des moyennes des larves du quatrième stade L4 dénombrées sur culture de tomate traitée avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone.

Effet	DL	L4 SC	L4 MC	L4 F	L4 P
Nbr d'app	15	49,1458	3,2764	1,1479	0,357774
Erreur	32	91,3333	2,8542		
Total	47	140,4792			

L'analyse de la variance du nombre moyen des larves du quatrième stade L4 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), dans les parcelles traitées avec le bio-insecticide Emamectine benzoate associé à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone; révèle aussi des résultats non significatifs avec  $F= 1,1479$  et  $P= 0,357774$ .

#### IV.3.6 Taux d'infestation



**Figure 53:** Taux d'infestation calculé dans les parcelles traitées avec les bio-insecticide associés à l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif à phéromone ainsi que dans la parcelle Témoïn.

Dans les quatre parcelles traitées, le taux d'infestation calculé ne dépassait pas 0.12 c'est-à-dire 12% ; le bio-insecticide Deffort associé à l'EXQ de l'*Inula viscosa* et le piégeage massif, présentait une action satisfaisante dans le contrôle de la mineuse de Tomate en plein champ par rapport aux autres trois traitements, en maintenant le taux d'infestation inférieur ou égale à 0.09 soit 9% du début jusqu'à la fin de la culture ; suivi par l'association Emamectine benzoate avec l'EXQ d'*Inula viscosa* et le piégeage massif agissait significativement sur les

différents stades de développement de *Tuta absoluta* sur culture de tomate en plein champ avec des taux d'infestation calculés toujours inférieurs à 0,085 soit 8,5% excepté celui calculé vers la 13<sup>ème</sup> semaine, d'un taux d'infestation maximum de 0,098 soit 9,8%. Le *Bacillus thuringiensis* exerçait aussi une action appréciable sur les larves de *Tuta absoluta* sur culture de tomate en association avec le piégeage massif et l'EXQ de l'*Inula viscosa*, avec un taux maximum calculé de 0,11 soit 11% vers la 7<sup>ème</sup> semaine, et ne dépassait pas 0,09 soit 9% pour le reste de la durée de culture. Les résultats obtenus pour les parcelles traitées avec le Tutafort associé à l'EXQ d'*Inula viscosa* et le piégeage massif restent moyennement appréciables avec un taux maximum calculé de 0,12 soit 12%, qui diminuait vers la 6<sup>ème</sup> semaine et restait inférieur à 0,09 soit 9%.

Sur les œufs la lutte par combinaison des méthodes de lutte, présente de très bons résultats sur les œufs avec un minimum de 0,66 œuf, un maximum de 5,66 œufs et une moyenne totale de 3,933 œufs ; dans l'Emamectine benzoate associé, avec suivi par le Deffort associé à avec une moyenne minimale de 2,66 œufs, moyenne maximale de 11 œufs et une moyenne totale de 6,458 œufs. Dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides, l'Emamectine benzoate présentait par rapport à moyenne maximale de 10 œufs et une moyenne totale de 7,02 œufs pour le Deffort et 9,66 œufs et une moyenne totale de 4,563 œufs, dans les parcelles traitées avec l'extrait aqueux un minimum moyen de 11,66 œufs relevé et un maximum moyen de 30,33 œufs. Dans le cas du contrôle par le piégeage massif un nombre moyen maximum supérieur à 27 pour les œufs était relevé.

Pour les larves du premier stade L1, la lutte intégrée présentait des résultats très satisfaisants avec, avec un minimum de 0,33 larves et une moyenne totale de 3,93 larves dans la parcelle traitée avec le Deffort en association suivi par les résultats obtenus dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides dont Le Deffort qui présentait un maximum de 8,66 larves et un minimum de 1,33, le Tutafort un maximum de 10,33 larves et un minimum de 4,33, puis les parcelles traitées avec l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* avec un minimum de 15,33 larves et un maximum de 29,33 larves et en dernier lieu le contrôle par le piégeage massif à phéromone dont nous avons relevé un minimum moyen de 22,33 larves.

Pour le deuxième et le troisième stade larvaire les parcelles traitées avec les bio-insecticides manifestaient les meilleurs résultats par le *Bacillus thuringiensis* présentait de très bons résultats avec un maximum de 3,66 larves et un minimum de 0,33 larves et le Deffort avec une moyenne maximale de 5 larves et un minimum de 0,66 larves. *Bacillus*

*thuringiensis* associé maintien le nombre moyen des larves inférieur à 5 larves jusqu'à la 10<sup>ème</sup> semaine marquant ainsi de bons résultats, et une moyenne totale est de 3,45 larves sur les larves L2 et Emamectine benzoate avec un minimum de 0,33 larves et un maximum de 4,33 larves ; le Deffort une moyenne totale de 3,71 larves, un minimum de 1,66 larve et un maximum de 7,33 larves sur les larves L3 ; les parcelles traitées avec l'extrait aqueux était peu appréciable, avec un minimum de larves dénombrées de 14,66 et un maximum moyen de 33,33 aussi pour les parcelles de la lutte intégrée dont le traitement Emamectine benzoate associé se trouve dans le groupe A avec une moyenne de 3,72 larves

Pour le quatrième stade larvaire la lutte intégrée donnait les meilleurs résultats par l'Emamectine en association présentait une action très efficace avec un minimum de 0,66 larves et un maximum de 3,66 larves et le Deffort en association d'une moyenne minimale de 1,33 larves et maintien le nombre moyen inférieur à 7,33 larves jusqu'à la 10ème semaine suivi des résultats obtenus dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides par l'Emamectine benzoate, avec une moyenne totale de 3,28 larves, un minimum de 2,33 larves et un maximum relevé de 6,66 et du Tutafort était moyenne avec un minimum de 5 larves et un maximum de 11 larves et une moyenne totale de 7,37 larves, l'extrait aqueux était très modeste avec un minimum de 10,33 larves et un maximum de 29,33 ainsi que pour le piégeage massif avec un maximum moyen de 12 larves

Le Tutafort montrait un taux d'infestation maximum de 11% et le reste de la durée de culture le taux d'infestation calculé demeure inférieur ou égale à 8%, l'Emamectine benzoate inférieur à 11,1% et demeurait inférieur à 10,3% dans les parcelles traitées avec les bio-insecticides et était relativement élevé, d'un minimum de 15,66% et un maximum de 38% vers la fin de la culture dans les parcelles traitées avec l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* ainsi que pour le piégeage massif avec un taux d'infestation provoquée par les larves mineuses de *Tuta absoluta* était important, avec un minimum de 11,66% par rapport à 24% calculé pour le Témoin, et un maximum de calculée de 35% par rapport à 47% pour la parcelle Témoin. Les parcelles traitées avec l'intégration des méthodes présentaient de très bons résultats dont le taux d'infestation calculé ne dépassait pas 0.12 soit 12% ; le Deffort associé présentait une action satisfaisante en maintenant le taux d'infestation inférieur ou égale à 0.09 soit 9% du début jusqu'à la fin de la culture ; suivi par Emamectine benzoate associé qui agissait significativement sur les différents stades de développement de *Tuta* avec des taux d'infestation calculés inférieurs à 0,085 soit 8,5%, d'un taux d'infestation maximum de 0,098 soit 9,8%. Le *Bacillus thuringiensis* associé exerçait aussi une action appréciable avec un taux

maximum calculé de 0,11 soit 11%, et ne dépassait pas 0,09 soit 9% pour le reste de la durée de culture ; le Tutafort associé restent moyennement appréciables avec un taux maximum calculé de 0,12 soit 12%.

## Conclusion

L'estimation de la fiabilité de l'intégration de trois méthodes de lutte à l'égard de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), en réalisant quatre essais correspondant à différentes modalités de traitement sur tomate de plein champ dans la région d'Ait Yahia Moussa de la willaya de Tizi-ouzou qui ont été effectués dans la même période et subit les mêmes conditions culturales de travail du sol, irrigation et amendement d'engrais.

Le premier essai été l'application de quatre bio-insecticides sur tomate de plein champ pour le contrôle chimique de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae). Les biochimiques insecticides sont, l'extrait de Berberidaceae + Limonène (0,5%) + Bore (2%) pour le Tutafort 300 cc/hl et l'extrait végétal 4% (1% alcaloïdes), saponines, tanins, alcaloïdes et polyphénols pour le Deffort 250 cc/hl, l'Emamectine benzoate et le *Bacillus thuringiensis*. L'action de l'ensemble des bio-insecticides sur les œufs de *Tuta absoluta* manifestait une efficacité modeste, ils agissaient différemment sur les œufs. Le Deffort et l'Emamectine benzoate présentaient un effet relativement similaire avec une moyenne maximale de 10 œufs et une moyenne totale de 7,02 œufs pour le Deffort et 9,66 œufs et une moyenne totale de 4,563 œufs pour l'Emamectine benzoate. L'Emamectine benzoate se trouve dans le groupe A avec une moyenne de 4,563 œufs, le Deffort dans le groupe B avec une moyenne de 7,02 œufs. L'action du Tutafort était moyenne avec un maximum d'œufs dénombré de 19,33 œufs ; et en dernier lieu on trouve le bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* avec un maximum d'œufs de 27,66 œufs. Le Tutafort se trouve dans le groupe C avec une moyenne de 12,29 œufs. Le *Bacillus thuringiensis* dans le même groupe D avec le Témoin avec des moyennes respectives de 19,16 et 22,33 œufs. L'Emamectine benzoate présente les meilleurs résultats suivi par le Deffort puis le Tutafort et en fin le *Bacillus thuringiensis*.

L'effet sur les larves du premier stade était bon. Le témoin se distingue de très loin des bio-insecticides utilisés avec un maximum de 37,66 larves et se trouve dans le groupe C avec une moyenne de 21,86 larves. Le Deffort qui présente un maximum de 8,66 larves et un minimum de 1,33 larve vers la 13<sup>ème</sup> semaine, le Tutafort montre des résultats appréciables avec un maximum de 10,33 larves 6<sup>ème</sup> semaine et un minimum de 4,33 11<sup>ème</sup> semaine. Le Deffort et le Tutafort se trouvent groupe A avec des moyennes respectives de 5,53 et 6,11 larves. L'Emamectine benzoate et le *Bacillus thuringiensis* présentaient des moyennes maximales respectives de 13 et 14 larves et un minimum de valeurs respectives de 4,33 et 3 larves. L'Emamectine benzoate et le *Bacillus thuringiensis* se trouvent dans le groupe B avec des moyennes respectives de 6,5 et 7,72 larves. Sur les larves du deuxième stade L2. L'action des bio-insecticides semble efficace avec des résultats inférieurs à 6,66 larves durant toute la période d'essai. Le *Bacillus*

*thuringiensis* présentait de très bons résultats avec un maximum de 3,66 larves et un minimum de 0,33 larves ; suivi par le Deffort avec une moyenne maximale de 5 larves et un minimum de 0,66 larves. Le *Bacillus thuringiensis* et le Deffort se trouvent dans le groupe A avec des moyennes respectives de 2,520 et 2,644 larves. Dans le groupe B se trouve le Tutafort et l'Emamectine benzoate avec des moyennes respectives de 2,66 et 2,71 larves et le Témoin se trouve dans le groupe C avec une moyenne de 11,26 larves. L'effet sur les larves du troisième stade L3 était remarquable. Emamectine benzoate marquait les résultats appréciables avec un minimum de 0,33 larves et un maximum de 4,33 larves ; le Deffort agissait significativement avec une moyenne totale de 3,71 larves, un minimum de 1,66 larve et un maximum de 7,33 larves. Le groupe A comprend l'Emamectine benzoate et le Deffort avec des moyennes de 3,28 et 3,71 larves. Le Tutafort maintenait le nombre moyen des larves inférieur à 8,33 larves jusqu'à la fin de la culture avec une moyenne totale de 4,24 larves ; le *Bacillus thuringiensis* marquait des résultats appréciables avec un maximum de 6,66 larves et un minimum de 1,66 larve. Le *Bacillus thuringiensis* se trouve dans le groupe B avec une moyenne de 5,97 larves, dans le groupe C se trouve le Témoin avec une moyenne de 11,51 larves et le Tutafort dans le groupe intermédiaire avec une moyenne de 4,24 larves. L'action des bio-insecticides sur les larves du quatrième stade L4 ; sont toujours inférieurs de loin de ceux du Témoin, avec maximum de 35,33 larves et une moyenne totale de 17,8 larves. L'Emamectine benzoate agissait efficacement par rapport aux autres bio-insecticides, avec une moyenne totale de 3,28 larves, un minimum de 2,33 larves et un maximum relevé de 6,66 et une moyenne totale de 6,563 larves qui se trouve dans le groupe A avec une moyenne de 6,56 larves. L'action du Tutafort était moyenne avec un minimum de 5 larves et un maximum de 11 larves et une moyenne totale de 7,37 larves et il se trouve dans le groupe intermédiaire avec une moyenne de 7,37 larves. Le *Bacillus thuringiensis* se trouve dans le groupe B avec une moyenne de 7,46 larves. Le Deffort se trouve dans le groupe C avec une moyenne de 8,44 larves, le Témoin se trouve dans le groupe D avec une moyenne de 17,8 larves. Le taux d'infestation calculé au cours de cet essai avait révélé des résultats appréciables d'un taux calculé de 11,6% jusqu'à la fin de la culture, le Tutafort montrait de meilleurs résultats avec un taux d'infestation maximum de 11% et le reste de la durée de culture le taux d'infestation calculé demeure inférieur ou égale à 8%. Suivi par l'Emamectine benzoate qui présente des résultats inférieur à 11,1% et demeurait inférieur à 10,3%. Le Deffort présente une bonne efficacité sur les œufs, les larves du stade L1, L2 et L3 de développement de *Tuta absoluta* (Meyrick), suivi par l'Emamectine benzoate qui agissait efficacement sur les œufs et les larves du stade L3 et L4 ; puis le Tutafort avec une bonne efficacité sur œufs et les larves L4 et en fin le *Bacillus thuringiensis* qui était efficace sur les larves du deuxième stade L2.

Le premier essai été l'application de l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* sur tomate de plein champ pour le contrôle chimique de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae). L'effet du traitement sur les œufs était modeste avec un minimum de 11,66 œufs et un maximum de 30,33 œufs. Sur les larves du stade L1 était, aussi modeste avec un minimum de 15,33 larves et un maximum de 29,33 larves. Sur les larves L2 était peu appréciable, avec un minimum de larves dénombrées de 14,66 et un maximum moyen de 33,33 larves. Le nombre moyen des larves du troisième stade L3 était d'un minimum de 12,66 larves et un maximum de 30 larves. L'action sur les larves L4 était très modeste avec un minimum de 10,33 larves et un maximum de 29,33 larves. Le taux d'infestation calculé pour les parcelles traitées avec l'extrait aqueux de l'*Inula viscosa* sur culture de tomate de plein champ ; était relativement élevé, d'un minimum de 15,66% et un maximum de 38% vers la fin de la culture.

Le troisième essai pour le contrôle de *Tuta absoluta* sur tomate de plein champ était le piégeage massif en 2011, 2012 et 2013. L'évolution des captures des adultes de *Tuta absoluta* en 2011 délimitait trois pics le premier était vers la 4<sup>ème</sup> semaine d'un nombre moyen de 26,33 papillons ; le deuxième vers la 9<sup>ème</sup> semaine de 28 papillons et un dernier vers la 13<sup>ème</sup> semaine avec de 30,66 papillons ; en 2012 délimitait deux pics, le premier pic était vers la 8<sup>ème</sup> semaine avec 24,66 papillons et un deuxième vers la 12<sup>ème</sup> semaine d'un nombre moyen capturé de 33 papillons. Pour l'année 2013, le premier pic était formé vers la 5<sup>ème</sup> semaine avec 22 papillons capturés; et un deuxième pic vers la 13<sup>ème</sup> semaine avec 33,66 papillons capturés. Les différents stades de développement de *Tuta absoluta* était présent simultanément sur culture de tomate, il y'avait une dominance des œufs et du premier stade larvaire avec un nombre moyen maximum supérieur à 27 pour les œufs et supérieur à 23 pour les larves, les larves du deuxième et du troisième étaient présent avec un nombre moyen maximum de 22,33 pour les larves L2 et un nombre moyen maximum de 18 pour L3. Les larves du quatrième stade étaient d'un nombre moyen inférieurs aux autres stades avec un maximum moyen de 12 larves. Le taux d'infestation provoquée par les larves mineuses de *Tuta absoluta* était important, avec un minimum de 11,66% par rapport à 24% calculé pour le Témoin, et un maximum de calculée de 35% par rapport à 47% pour la parcelle Témoin.

Le quatrième essai était le contrôle biologique par l'intégration du piégeage, l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* et les bio-insecticides, les résultats obtenus montrent une sensible efficacité sur les œufs, L'Emamectine benzoate associé présente les meilleurs résultats en maintenant le nombre moyen des œufs inférieur à 6 jusqu'à la fin de la culture avec un minimum de 0,66 œuf, un maximum de 5,66 œufs et une moyenne totale de 3,933 œufs ; l'Emamectine benzoate associé se trouve dans le groupe A avec une moyenne de 3,933 œufs, suivi par le Deffort associé à avec une moyenne minimale de 2,66 œufs, moyenne maximale de 11 œufs et une



moyenne totale de 6,458 œufs ; le Deffort associé et Tutafort associé se trouvent dans le groupe B avec des moyennes respectives de 6,45 et 7,43 œufs. Le *Bacillus thuringiensis* associé se trouve dans le groupe C avec une moyenne de 9,70 œufs ; le Témoin dans le groupe D avec une moyenne de 29,020 œufs. Sur les larves du premier stade L1 ; l'Emamectine benzoate associé présentait des résultats appréciables, avec un minimum de 0,33 larves et une moyenne totale de 3,93 larves et se trouve dans le groupe A avec une moyenne de 3,93 larves, suivi par le Deffort associé d'une moyenne totale de 4,5 larves qui se trouve dans le groupe intermédiaire AB avec une moyenne de 4,5 larves ; le *Bacillus thuringiensis* associé avec le Tutafort associé dans le groupe B avec des moyennes respectives de 5,33 et 5,56 larves ; dans le groupe C le Témoin avec une moyenne de 22,64 larves. Les résultats obtenus sont beaucoup trop éloignés de ceux du Témoin qui dépasse la moyenne de 37,66 larves avec une moyenne totale de 29,02 larves. Sur les larves du deuxième stade L2, le *Bacillus thuringiensis* associé maintient le nombre moyen des larves inférieur à 5 larves jusqu'à la 10<sup>ème</sup> semaine marquant ainsi de bons résultats, et une moyenne totale est de 3,45 larves ; aussi les trois autres traitements à savoir le Tutafort, le Deffort associé et l'Emamectine benzoate associé présentaient des résultats appréciables dont la moyenne maximale ne dépasse pas 7,33 larves enregistrée dans les parcelles traitées en association avec le Tutafort. Tous les bio-insecticides en association se trouvent dans le groupe A avec des moyennes respectives de 3,45 ; 3,72 ; 4,06 et 4,1 larves. Dans le deuxième groupe B se trouve le Témoin avec une moyenne de 13,91 larves. Pour les larves du troisième stade, les traitements exerçaient presque une même action d'un nombre moyen des larves dénombrées ne dépassait pas 8 larves dans toutes les parcelles traitées qui se tiennent très loin du Témoin dont le maximum moyen dénombré était de 34 larves. Le traitement Emamectine benzoate associé se trouve dans le groupe A avec une moyenne de 3,72 larves, *Bacillus thuringiensis* associé se trouve dans le groupe B avec une moyenne de 5,12 larves ; le Témoin avec une moyenne de 11,7 larves. Le Deffort associé et Tutafort associé se trouvent dans le groupe intermédiaire AB avec des moyennes respectives de 4,08 et 4,81 larves. Sur les larves du quatrième stade L4, L'Emamectine en association présentait une action très efficace avec un minimum de 0,66 larves et un maximum de 3,66 larves qui se trouve dans le groupe A avec une moyenne de 2,77 larves. Suivi par le Deffort en association d'une moyenne minimale de 1,33 larves et maintient le nombre moyen inférieur à 7,33 larves jusqu'à la 10<sup>ème</sup> semaine, puis le *Bacillus thuringiensis* en association avec une moyenne minimale de 1 larve les autres bio-insecticides se trouvent dans le groupe B ; dans le groupe C le Témoin avec une moyenne de 19,729 larves. Tous les résultats dans les parcelles traitées étaient inférieurs à ceux obtenus dans la parcelle témoin. Le taux d'infestation calculé ne dépassait pas 0,12 soit 12% ; le Deffort associé présentait une action satisfaisante en maintenant le taux d'infestation inférieur ou égale à 0,09 soit 9% du début jusqu'à la fin de la culture ; suivi par

Emamectine benzoate associé qui agissait significativement sur les différents stades de développement de *Tuta* avec des taux d'infestation calculés inférieurs à 0,085 soit 8,5%, d'un taux d'infestation maximum de 0,098 soit 9,8%. Le *Bacillus thuringiensis* associé exerçait aussi une action appréciable avec un taux maximum calculé de 0,11 soit 11%, et ne dépassait pas 0,09 soit 9% pour le reste de la durée de culture ; le Tutafort associé restait moyennement appréciables avec un taux maximum calculé de 0,12 soit 12%.

## Références bibliographiques

- 1- **Abolmaaty S.M., Hassanein M.K., Khalil A.A., et Abou-Hadid A.F., 2010-** Impact of Climatic Changes in Egypt on Degree Day's Units and Generation Number for Tomato Leaf miner Moth *Tuta absoluta*, (Meyrick) (Lepidoptera Gelechiidae). *Nature and Science*, 8(11).
- 2- **Aidoud A., 1989** – Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens, Laboratoire d'Écologie Végétale, Université de Rennes 1, Complexe Scientifique de Beaulieu. 50p.
- 3- **Alhag Dow M. M., 2006-** Caractérisation fonctionnelle de la GDP-d-mannose -3,5- epimerase et galactono -1,4- lactone déshydrogénase, enzyme de la voie de biosynthèse de la vitamine C chez la tomate. 1- Thèse en vue d'obtenir le grade de docteur en Science du Vivant, Géosciences, Sciences de l'Environnement. L'Université de Bordeaux 1 ; 245p.
- 4- **Al-Jboory I. J., Katbeh- Bader A., Al-Zaidi A. et Shakir, 2012-** First observation and identification of some natural enemies collected from heavily infested tomato by *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Jordan. *Middle-East Journal of Scientific Research*, IDOSI Publications 11 (4): 435-438.
- 5- **Amazouz S., 2010-** Gestion en lutte intégrée de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae). *Koppert Biological Systems*, 18p.
- 6- **Amarni B., 2010-** Actualités : Agriculture, Alimentation, Environnement et méditerranée, La filière de la tomate en Algérie. *Revue de presse, CIHEAM*. 36p.
- 7- **Badaoui M.I. et Berkani A., 2011-** Morphologie et comparaison des appareils génitaux de deux espèces invasives *Tuta absoluta* Meyrick 1917 et *Phthorimaea operculella* Zeller 1873 (Lepidoptera: Gelechiidae). *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* ; **63** (3), 191-194. 4p.
- 8- **Bagnols F. et Gaussen G., 1953-** Période de sécheresse et végétation. *Les comptes rendus de l'Académie des sciences*, n 236 : 1076-1077.
- 9- **Bagnols F. et Gaussen G., 1957-** Climats biologiques et leur classification. *Annales de Géographie*; n 355 : 193-220.
- 10- **Balajas J., Martin P. et Bellagamba JM., 2008** - Evaluation de systèmes de lutte contre lamineuse des agrumes (*Phyllocnistiscitrella*). *Rapport résultats d'essai, station d'expérimentation Areflec*, 10p.
- 11- **Balestri A. et Lacombe G., 2000-** La protection intégrée des cultures de tomate. *Direction de l'Information et de la Communication, INRA*. 2p.

- 12- **Benayache S., Banayache F., Dendoughi J., 1991-** Les Flavonoïdes d'*Inula viscosa* L.-  
*Plantes médicinales et phytothérapie*. Tome 25, n° 4. 170-176
- 13- **Benfekih L. A., M. Bellatreche M., Bounaceur F., Tail G. et Mostfaoui H., 2011-** première  
approche de l'utilisation d'extrait aqueux d'*Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Urtica urens*  
contre sur les stades endophytes de *Tuta absoluta* (Lepidoptera Gelechiidae) ravageur invasif  
de la tomate en Algérie. AFPP – *Neuvième conférence internationale sur les ravageurs en  
agriculture*, Montpellier, 9p.
- 14- **Berkani A., 2008** – Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera :  
Gelechiidae), *INRA* 16p.
- 15- **Bertrand C., 2013-** Bio-pesticides organiques d'origine naturelle. *Laboratoire de Chimie  
des Biomolécules et de l'Environnement*. Univ. de Perpignan – Via Domitia, 21p.
- 16- **Bernardo U., 2009** - Un nuovo lepidottero segnalato in Italia *Tuta absoluta* (Meyrick),  
*Regione Campania Napoli, Istituto per la Protezione delle Piante (IPP) (CNR) - Sezione di  
Portici Via Università-133*. 28p.
- 17- **Boivin T. et Sauphanor B., 2005-** Réchauffement climatique « Conséquences en  
arboriculture », changement climatique et démographie du Carpocapse des pommes. *UMR  
INRA-UAPV Ecologie des Invertébrés INRA, Mallemort*. 18p.
- 18- **Bouchet V., Soissons P., Tinturier R. et Stockphoto I., 2010-** La tomate et la biodiversité.  
Les cahiers d'information de Limagrain, 6p.
- 19- **Bova Fabien, 2012-** La tomate en 2011-*Bilan de campagne*. Franceagrimer, 12p.
- 20- **Brunherotto R., Vendraim J. D., G Oriani M. A., 2010-** Pest management-efeito de  
genótipos de tomateiro e de extratos aquosos de folhas de *Melia azedarach* e de sementes de  
*Azadirachta indica* sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae).  
*Neotropical Entomology* 39(5):784-791.
- 21- **Cafarchia C., De- Laurentism, Mililloma P. Y., 1999** – Research of antifungal activity of  
flowers and leaves of *Inula viscosa*. *Parasitologia*; 82p.
- 22- **Celis A., Mendoza C., Pachon M., Cardona J., Delgado W., Cuca L., 2008-**  
Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperácea. *Una  
Revisión, Agronomía Colombiana*. 26: 97-106.
- 23- **Chaabane M., Benchaabane B., Kilani-Morakchis S. et Aribi N., 2012-** Physiotoxicité du  
Spinosad évalué sur deux générations, chez une espèce invasive, *Tuta absoluta* (Lepidoptera),

et chez un model de référence *Drosophila melanogaster* (Diptera), Pesticides naturels. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 137(1-4) : 61-72.

- 24- **Chaouki A., 1998-***La culture de la tomate*, Ed. SASMA, 130p.
- 25- **Moreno C., Carvalho A., Picanc C., Morais G.F., et Pereira M-**Bioactivity of compounds from *Acmella oleracea* against *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) and selectivity to two non-target species. *Pest management, Society of Chemical Industry*; 8p.
- 26- **Dajoz R., 1982 -** *Précis d'écologie, écologie fondamentale et d'érigée*, Ed. Gauthier-villars. 493 p.
- 27- **Deleva E. A., Harizanova V.B., 2014-**Efficacy evaluation of insecticides on larvae of the tomato borer *Tuta absoluta*, (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae), under laboratory conditions. *Journal of International Scientific Publications: Agriculture and Food*. Volume 2, ISSN 1314-8591 (Online), Publié à: <http://www.scientific-publications.net>.
- 28- **De Moraes G. L. V., 2014-**INOVAÇÃO EM MARKETING: integrando técnicas de pesquisa e de geomarketing para analisar o processo de decisão de compra dos consumidores de tomate de mesa, en vue de l'obtention du grade de Maître Professionnel dans Administration du Centre Universitaire UNIT, 231p.
- 29- **Desneux N, Wajnberg E, Wyckhuys KAG, Burgio G, Arpaia S, Narváez-Vasquez CA, González-Cabrera J, Catalá Ruescas D, Tabone E, Frandon J, Pizzol J A 2010-** Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83, 1–19.
- 30- **Devaiah A. et Muruvanda P. D., 2012-** Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta*- Surveillance Protocol for NAPPO member countries. Plants protection and quarantine, USDA, APHIS.22P.
- 31- **Djellouth H., 2009 -** Evaluation du pouvoir antibactérien de quatre plantes spontanées. Thèse. Ing. Phytopathologie. Univ. Blida. 60p.
- 32- **Durmusoglu E. Hatipoglu A. et Balci H., 2011-**Efficiency of some plant extracts against *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) under laboratory conditions. *Turk. entomol. derg.*, 35 (4): 651-663.
- 33- **EPPO, 2008-** First report of *Tuta absoluta* in Spain. EPPO Reporting service no.1 – 2008-01-01. <http://archives.eppo.org/EPPO.reporting>.
- 34- **EPPO, 2008-** First record of *Tuta absoluta* in Algeria. EPPO Reporting Service n°7, 2008/135 [http://archives.eppo.org/EPPO.reporting/Reporting\\_Archives.htm](http://archives.eppo.org/EPPO.reporting/Reporting_Archives.htm).

- 35- **Erdogan P. et Babaroglu E.N., 2014**-Life Table of the Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Journal of Agricultural Faculty of GaziosmanpasaUniversity, 31 (2), 80-89.
- 36- **Eriksson C., Mansson P., Sjodin K., Schlyter F., 2008**- Antifeedants and feeding stimulants in barkextracts of tenwoody non-host species of the pine weevil, *Hylobiusabietis*. *Journal of ChemicalEcology*. 34, 1290-1297.
- 37- **Fabregues J., 2003** - Règlements et conseils techniques pour la production de plants maraichers de qualité à l'île de la réunion, 67p.
- 38- **F.A.O., 1988**- Organisation des nations unis pour l'Alimentation et l'Agriculture – développement économique et social « *recueil et évaluation des données, sur les pertes des céréales vivrières causés par les ravageurs et les maladies avant la récolte* », ROME, 1983, 132p.
- 39- **Faurie, 1980** – *Ecologie*, classe de seconde, premières et terminales des lycées agricoles. Ed. J-B. Baillière, 171p.
- 40- **Fauron R., Moati R. et Donadieu Y., 1983**- *Guide pratique de phytothérapie*. Ed. MALOINE. 811p.
- 41- **Fernández M.C., García D., Padillo P., Benavides P.Y. et Méndez S., 2008**- *Tuta absoluta* Meyrick - Polilladel tomate. *Ficha* 353, 2p.
- 42- **Ferreira F.T.R., Vendramim J.D. et Forim M.R., 2012**-Bioactivity of neem nano formulations on tomato pinworm. *Ciência Rural, Santa Maria*, v.42, n.8, p.1347-1353.
- 43- **Fraval A., 2009** - Un insecte à la page : la mineuse Sud-américaine de la tomate malvenue dans l'Ancien Monde. *Revue INSECTES* 12 N° 154 (3). 2p.
- 44- **Fournier P., 1947**- Livre des plantes médicinales et vénéneuses de France. Ed. LECHEVALIER. Tome 1 ; p. 176.
- 45- **Gianessi L. et Williams A., 2012**- Insecticides Have Key Role in Controlling *Tuta absoluta* in Mediterranean Tomatoes. *International Pesticide Benefits Case Study No. 73*, Crop Life Foundation, 1p.
- 46- **Garcia F., et Vercher R., 2010**- Descripcion, origin y expansion de *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae). *Phytoma Espania*N° 217,16- 20
- 47- **Giove Roberta M. et AbisSébastien, 2007**- Place de la Méditerranée dansla production mondiale de fruits et légumes. *Les notes d'analyse*, CIHEAM. N°23, 22p.

- 48- **Giustolin T. A., Vendramim J. D., Alves S. B., Vieira S. A. et Pereira R. M., 2001-** Susceptibility of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae) reared on two species of *Lycopersicon* to *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. J. Appl. Ent. 125, 551-556.
- 49- **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, au printemps 2008. *Phytoma* n 617, pp.18-19.
- 50- **Guenaoui Y, Bensaad F and Ouezzani K., 2010.** First experiences in managing tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in the Northwest area of the country. Preliminary studies in biological control by use of indigenous natural enemies. *Phytoma Espana* n 217, pp. 112-113.
- 51- **Guenaoui Y., Dahliz A., Bensaad R., Ouezzani k., 2013-** Five years after the first record of *Tuta absoluta* (Meyrick) in Algeria, what do we expect from its native natural enemies.IV International Symposium, Agrosym ; pp. 678-682.
- 52- **Hmimina M., 2008-** les données climatiques en tant que moyens de prévision et d'avertissement en phytoprotection : cas des ravageurs. *Département de Zoologie. la V Hassan II. CCEE, Maro.*53-56.
- 53- **Imre F. et Kálmán S., 2011-** A paradicsom-sarlósmoly (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)) magyarországi elterjedése (1.) - Data on of the distribution of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) in Hungary (No. 1) (Lepidoptera: Gelechiidae). *e-Acta Naturalia Pannonica*, 2 (2) 141-146.
- 54- **INPV, 2008-** Nouveau prédateur : Etat des lieux et programme d'action- Note de l'INPV. Ministère de l'agriculture, Algérie, 11p.
- 55- **Isman M. B., 1997-**Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. *Phytoparasitica*. 25, 339-344.
- 56- **Kouamé C., Kamga R., Wanduku N. et Chendjou R., 2008-**Legume fruit : La tomate. The World Vegetable Center, Regional Center for Africa, AVRDC; 2p.
- 57- **Kos K. et Trdan S., 2011-**Možnosti biotičnega tiranja aparata dižnikove gamolje (*Tuta absoluta* Povolny, Lepidoptera, Gelechiidae). COBISS koda 1.02, *Acta agriculturae Slovenica*, 97 - 3, str. 313 – 318
- 58- **Lacordaire A.I., Feuvrier E., 2010 -** Tomate, traquer *Tuta absoluta*. *La défense des végétaux, dossier moyens alternatifs*, *Phytoma*, n°632, 40-44.
- 59- **Leroy M., 2002 -** La mesure au sol de la température et des précipitations, les techniques instrumentales. *La Météorologie*, Météo-France - Direction des systèmes d'observation, 39, 7- 5.

- 60- Lhoste J. et Normand M. L., 1987-** Lutte contre les insectes nuisibles à l'agriculture et son influence sur l'environnement. *Cah. Liaison O.P.I.E.* Vol. 21 (3), 66, 39-41.
- 61- Long Z., Hock S., Hung S., 2006-** Screening of Chinese medicinal herbs for bioactivity against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research.* 43, 290-296.
- 62- Marchiori C.H., Silva C.G. et Lobo A. P., 2004 -** Parasitoids of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) collected on tomato plants in Larvas, state of Minas, Brazil. *Gerai. Braz. J. Biol.*, 64(3A): 551-552.
- 63- Mazollier C., 2001-** Le maraichage en agriculture biologique : quelques principes de base. *Alter Agri* N° 50, 4p.
- 64- McNeil J.N. et Delisle J., 1993 -** Le potentiel de l'écologie chimique dans la lutte contre les insectes nuisibles, *Phytoprotection*, vol. 74, n° 1, 1993, P. 29-39.
- 65- Meddour-Sahar O. et Derridj A., 2010-** Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie - Le cas de la wilaya de Tizi Ouzou, Algérie (période 1986-2005). *Sécheresse* ; 21 (3) : 187-95
- 66- Medeiros M.A., Sujii E.R., Morais H.C., 2009-** Effect of plant diversification on abundance of South American tomato pinworm and predators in two cropping systems. *Hortic. bras.* v. 27, n. 3, 7p.
- 67- Meyer J.-Y., 2003-** La lutte biologique contre les espèces introduites envahissantes. *Fiche technique, solution miracle ou méthode risquée « Le principe de la lutte biologique ».* 16p.
- 68- Michel P., 2010 –** Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1919). Union des industries de la protection des plantes -Des produits utiles- des entreprises responsables- *UIPP, LNPV Angers*, 15p.
- 69- Moury F. et Job-Bazille I., 2014-** Agriculture et Agroalimentaire, une affaire d'experts ; La note de conjoncture Agriculture et Agroalimentaire. *PRISME*, n 4, 13p.
- 70- Naïka A., 2005-** *La culture de la tomate-production, transformation et commercialisation-* Ed. Fondation Agromisa et CTA. 105 p.
- 71- Nelson S. C., 2008-** Late Blight of Tomato (*Phytophthora infestans*). *Plant Disease*, PD-45 ; 10p.
- 72- OEPP/EPPO, 2005-** Data sheets on quarantine pests- Fiches informatives sur les organismes de quarantaine, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 35, 434-435.



- 73- **Oksuz S., 1976** –Taraxas terolocetate from *Inula viscosa*. *Planta medica* ; vol 29. 343-345
- 74- **Oliveira F. A., Silva D., Leite G., Jham G. N. et Picanco M., 2009-** Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Scientia Horticulturae* 119, 182–187.
- 75- **Ostrauskas H. et Ivinskis P., 2010-** Records of the tomato pinworm (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)) – Lepidoptera: Gelechiidae – in Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica*, V. 20, N°2, 152-155.
- 76- **Parra J-R. P. et Mihsfeldt L. H., 2002-** Bioecology and biological control of *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera, Gelechiidae). IBMA Forum: *The Biocontrol Industry and its place in Food Production*. Fruit Logistica, Berlin, February 7.
- 77- **Patricia C. Pereyra et Norma E. Sanchez, 2006-** Effect of two Solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Crop protection, Neotropical Entomology* 35(5):671-676
- 78- **Ponti L., Gutierrez A.P., Altieri M.A., 2012-** Holistic management of invasive species: the case study of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae). *Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia Anno LX*, 125-136.
- 79- **Pitrat M. et Fourry C., 2003-** *Histoire de légumes - Des origines à l'orée du XXIe siècle*. Editions INRA. 410p.
- 80- **Preedy V. et Watson R., 2008-** *Tomatoes and Tomato Products- Nutritional, Medicinal and Therapeutic Properties*. Ed. Science Publishers, Enfield, New Hampshire 03748. 664p.
- 81- **Quezel P. et Santa S., 1963-** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales*. Centre national de la recherche scientifique. Tome 2, 940 p.
- 82- **Ramade F., 1984** – *Elément d'écologie, écologie fondamentale*. Ed. McGraw-Hill, 28. 397 p.
- 83- **Ramade F., 2003** - *Eléments d'écologie –écologie fondamentale*. Ed. Dunod, 690 p.
- 84- **Ramel J. M., et Oudard E., 2008-** *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), éléments de reconnaissance - *L.N.P.V. station d'entomologie*, 5p.
- 85- **Ramel J. M., 2010** - *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) - Éléments de reconnaissance - *L.N.P.V. station d'entomologie*, 3p.

- 86- **Ranc Nicolas, 2010-** Analyse du polymorphisme moléculaire de gènes de composantes de la qualité des fruits dans les ressources génétiques sauvages et cultivées de tomate ; recherche d'associations gènes/QTL. Thèse en vue d'obtenir le grade de Docteur en Sciences. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier ; 275p.
- 87- **Regnault R. C., Philogene B.J.R. et Fabres G., 2005-** *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement*. Lavoisier Tec and Doc, Paris ; 1013p.
- 88- **Rey F. et Jacques L., 2005-**Fiche Technique Semences Biologiques -Les tomates. *Bulletin Semences et Plants bio* en LR - N° 7, 24p.
- 89- **Roditakis E., Papachristos D. et Roditakis N. E., 2010-**Currentstatus of the tomato leafminer *Tuta absoluta* in Greece. *Journal compilation, OEPP/EPPO Bulletin* 40, 163–166.
- 90- **Sanchez C. L. E., Osornio J. J. et María América Delgado-Herrera D. M., 2010-** Secondary metabolites of the Annonacées, Solanacées and Melliacées used as biological control of insects. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12, 445 -462
- 91- **Shalaby H. H., Faragalla F. H., El-Saadany H.M. and Ibrahim A. A., 2013-** Efficacy of threentomopathogenic agents for control the tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae).*Nature and Science*; 11(7). <http://www.sciencepub.net/nature>
- 92- **Silva C., Jham G. N., Picanco M. et Leite G.,1998-** Comparison of leafchemical composition and attack patterns of *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) in three tomato species. *AgronomiaLusitana*, 46, 61–71.
- 93- **Snoussi Sid-Ahmed, 2011-** Etude de base sur la Tomate en Algérie - Rapport de mission, FAO. 53p.
- 94- **Straten M. J., Potting R. P. et Linden A., 2011-**Introduction of the tomato leafminer *Tuta absoluta* into Europe. *PROC. NETH. ENTOMOL. SOC. MEET.* – V. 22, 23-30.
- 95- **Tropea Garzia G., Siscaro G., Biondi A., Zappala L., 2012-***Tuta absoluta* a South American pest of tomato now in the EPPO region: biology, distribution and damage. *EPPO Bulletin* 42, 205-210.
- 96- **Trottin P., Grasselly L. et Millot, 1995 –** *Maitrise de la protection sanitaire – tomate sous serre et abris*. Ed. Ctifl. 174 p.
- 97- **Ulubelen A. et Goun S., 1986-**Sesquiterpeneacidsfrom*Inula viscosa*. *Phytochemistry*. vol 26 n° 4 1223-1224.

- 98- Urbaneja A., Vercher R., Garcia mari F., Porcuna J. L., 2007-** La popilla del tomate, *Tuta absoluta*. *Phytoma España*, 194, 16-23.
- 99- Valchev N., Yankova V., Markova D., 2013-** protection products against *Tuta absoluta* (Meyrick) in tomato grown in greenhouses. *Agricultural Science and Technology*, Vol. 5, No 3, pp 318 – 321.
- 100- Vernenghi A. et Ravise A., 1985-** Stimulation de la réaction de défense de la tomate contre le *Phytophthora parasitica* par le phosétyl A et par des éliciteurs fongiques. *Fruits* - vol. 40, n° 7-8.
- 101- Verolet J-F., Raffin R., Jagu L. et Berry D., 2001-**Tomate- sous grand tunnel froid. Fiche technique en agriculture biologique, 9p.
- 102- Vieira M., 2008-** Mineira do tomateiro *Tuta absoluta* un nova ameaça a produção de tomate. Vseminaire internationale de tomate industrielle.
- 103- Wenqiao B. H., Ben-Daniel S. et Yigal C., 2004-** Control of Plant Diseases by Extracts of *Inula viscosa*. *Phytopathology*, vol. 55, pp. 142-147
- 104- Witzgall P., Kirsch P., Cork A., 2010** –Sex pheromones and their impact on pest management. *J. Chem. Ecol.*, 36: 80-100.
- 105- Wyckhuys K., Bordat D., Desneux N. et Quintero F., 2013-** Nouveaux ravageurs et maladies invasives, *Tuta absoluta* (Meyrick) : Un ravageur invasif des cultures maraîchères pour l’Afrique sub-saharienne. COLEACP PIP, 14p.
- 106- Yankova, V. et Ganeva D., 2013-**Possibilities for control of tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) by application of insecticides in tomato greenhouse growing. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 19: 728-731.
- 107- Ziri S., 2011-** *Contribution à la lutte intégrée contre Tuta absoluta sur tomate en plein champ*. Thèse en vue de l’obtention du diplôme de magister en science agronomiques, Ecole nationale supérieure agronomique ENSA, El-Harrach. 92 p.