

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE  
L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE  
EN SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Filière: Sciences Agronomiques

Spécialité: Phytopharmacie Appliquée

**Thème:**

***Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) sous serre et au champ à  
Fouka Marine: piégeage par phéromones et inventaire de  
la faune associée**

Présenté par:

**ALILI Dahmane**

Devant le jury composé de:

M <sup>me</sup>	GUENDOUZ-BENRIMA A.	Pr	USDB	Présidente
M.	DOUMANDJI S.	Pr	ENSA	Promoteur
M.	BOUNACEUR F.	MCA	Univ. Tiaret	Examineur
M.	DJAZOULI Z.	MCA	USDB	Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2011 – 2012

## Liste des abréviations:

FAO: *Food and Agriculture Organization*

ITCMI: Institut technique des cultures maraîchères et Industriels

INPV: Institut national de la protection des végétaux

IRAC: Insecticide resistance action committee

M.A.D.R.: Ministère de l'agriculture et du développement rural

N: Nord

OEPP: Organisation européenne de protection des plantes

OILB: Organisation internationale de lutte biologique

p.b.i.: Protection biologique intégrée

*TDTA*: Tetradecatrienyl acetate

UFC: Unité Formant Colonies

VF: Viande – foie

***Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) sous serre et au champ à Fouka Marine:  
Piégeage par phéromones et inventaire de la faune associée**

**Résumé**

Les infestations par *Tuta absoluta* sont toujours plus élevées dans la serre à pratiques locales (71,7 %) contre 56,7 % dans la serre protégée par le filet Insect-Proof (différence très hautement significative). Il existe une corrélation significative ( $r = 0,54$ ;  $p < 0,01$ ) entre la température sous serre (Insect-Proof) et le taux d'infestation et entre la température sous serre à pratique locales et les taux d'infestations. Le zéro de développement déterminé est de 9,2 °C. L'existence de 7 générations entre le 10 décembre 2011 et le 12 mai 2012 sont mises en évidence grâce aux captures par les pièges delta mis à l'entrée de la serre près du filet Insect-Proof. A l'entrée de la serre à pratiques locales il est mis en évidence 5 générations seulement. Le nombre d'adultes de *Tuta absoluta* pris dans les pièges delta mis dans la serre des pratiques locales est plus élevé que celui trouvé dans la serre munie d'Insect-Proof (différence très hautement significative). La comparaison entre les nombres des papillons capturés d'une part dans le piège delta placé dans la serre à pratiques locales et ceux interceptés dans le même type de piège en plein champ à Fouka Marine montre des valeurs très différentes puisque 8.658 mâles sont capturés en plein champ contre seulement 5.209 individus sous serre (différence très hautement significative). La faune associée à *Tuta absoluta* est étudiée grâce aux piégeages avec des pots Barber dans la serre protégée par Insect-Proof en décembre (23 espèces) dont *Anthicus floralis* (AR% = 30,4 %), espèce la plus fréquente, suivie par *Tetramorium biskrensis* (AR % = 19,3 %) et en janvier, 18 espèces. 25 espèces sont piégées dans les pots Barber en décembre dans la serre à pratiques locales et 5 espèces en février 2012 avec Entomobrydae sp. indé. (AR % = 59,8 %), Neamuridae sp. indé. (AR% = 22,4 %) et *Sminthurus* sp. (AR % = 14,0 %). Au sein de la serre, 18 espèces sont comptées en mars et 34 espèces en mai 2012 avec *Sciapus* sp. (AR % = 34,9 %) et *Sciara* sp.2 (AR % = 16,7 %). La méthode des assiettes jaunes placées sous-serre a permis la capture de 74 espèces dont Neanuridae sp.2 (A.R. % = 15,8 %), *Tetramorium biskrensis* (A.R. % = 13,4 %) et Aphidae sp.3 indé. (A.R. % = 12,9 %). L'analyse microbiologique des fèces de *Tuta absoluta* récoltées dans les feuilles et fruits de tomate montre que la flore dominante est constituée par *Escherichia coli*. Les levures et les moisissures sont représentées principalement par l'espèce *Aspergillus niger* et les germes telluriques et ubiquistes par *Clostridium* sulfito-réducteur.

**Mots-clefs:** *Tuta absoluta*, Mineuse de la tomate, filet Insect-Proof, Serres, tomate, Pot Barber, assiettes jaunes.

## ملخص

*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) في البيوت البلاستيكية وفي الحقول بفوكة البحرية : " إحتجازيفرومون وإحصاء الكائنات الحية المرتبطة بها"

إن الاصابات *Tuta absoluta* في البيوت البلاستيكية ذات التطبيقات المحلية في تزايد مستمر بنسبة (71%) مقابل 56.7% في البيوت المحمية بشبكة الحشرات "بروف" وهذا بفارق جد معتبر:

توجد مقارنة تعديلية ( $r = 0,54; p < 0,01$ ) بين درجة الحرارة بالبيت ذو الحماية بالشبكة المضادة للحشرات (Insect-Proof) و نسبة الاصابات. و درجة الحرارة في البيت البلاستيكي للتطبيقات المحلية وكذلك نسبة الاصابات.

يبدأصفر النمو عند درجة الحرارة المقدرة ب 9.2 °م ، إن تواجد 7 أجيال ما بين 10 ديسمبر 2011 و 12 ماي 2012 كان بفعل الاحتجاز بواسطة الفخ دالتا المنصوبة عند مدخل البيت ذو الحماية بالشبكة المضادة للحشرات ونلاحظ عند مدخل البيت ذو التطبيقات المحلية تواجد 5 أجيال فقط

إن نسبة *Tuta absoluta* الكاملة النمو المضبوطة في الفخ دالتا هي نسبة عالية في البيت ذو التطبيقات المحلية مقارنة مع البيت البلاستيكي ذو الحماية بالشبكة المضادة للحشرات

تظهر المقارنة من جهة بين عدد الفراشات المحجوزة في الفخ دالتا والمنصوبة في البيت البلاستيكي للتطبيقات المحلية وعدد الفراشات المحجوزة بنفس الفخ في الحقول المفتوحة في فوكة البحرية من جهة أخرى فارق عددي هام حيث حصلنا على احتجاز 8655 ذكر في الحقول المفتوحة مقارنة بـ 5208 فرد فقط محتجز في البيت البلاستيكي (الفارق جد معتبر)

إن دراسة الكائنات الحية المشتركة مع *Tuta absoluta* تمت بواسطة نصب فخ وعاء بربرار وذلك في البيت المحمي بالشبكة المضادة للحشرات في شهر ديسمبر أظهرت تواجد 23 نوع من بينهم ( $AR\% = 30,4$ ) *Anthicus floralis* وهو النوع الأكثر تواجد متبوع بـ ( $AR\% = 19,3$ ) *Tetramorium biskrensis* وفي 3 من شهر جانفي أحصينا 18 نوع. وتم إحصاء 25 نوع تم احتجازهم بفخ وعاء بربرار في شهر ديسمبر عند البيت ذو التطبيقات المحلية و5 أنواع في شهر فيفري 2012 حيث احصينا العائلات التالية: Entomobrydae sp. indét. بنسبة ( $AR\% = 59,8$ )، Neamuridae sp. Indét بنسبة ( $AR\% = 22,4$ ) ( $AR\% = 14,0$ ) بنسبة *Sminthurus* sp. و.

وفي داخل البيت البلاستيكي تم إحصاء 18 نوع في شهر مارس 2012 و34 نوع في شهر ماي 2012 حيث وجدنا نسبة النوع *Sciapus* sp. بنسبة ( $AR\% = 34,9$ ) و *Sciara* sp. 2 بنسبة ( $AR\% = 16,7$ ).

إن طريقة الصحن الاصفر الموضوع في الكيس البلاستيكي سمحت لنا بحجز 74 نوع من بينهم العائلة 2 *Neanuridae* sp. بنسبة ( $A.R.\% = 15,8$ ) والنوع *Tetramorium biskrensis* بنسبة ( $A.R.\% = 13,4$ ) وعائلة 3 *Aphidae* sp. indét. بنسبة ( $A.R.\% = 12,9$ ).

إن حصيلة التحاليل الميكروبيولوجية لفضلات *Tuta absoluta* المتواجدة على أوراق وثمار الطماطم تبين تواجد كائنات حية مكونة بالأغلبية من *Escherichia coli*

وتتمثل الخمائر والتعفنات أساسا من نوع *Aspergillus niger* والميكروبات telluriques و ubiquistes → *Clostridium sulfito-réducteur*

**كلمات مفتاح:** *Tuta absoluta* ، شبكة مضادة للحشرات (بروف)، بيت بلاستيكي، طماطم، وعاء بربرار، الصحن الاصفر

***Tuta absoluta* (Meyrick, on 1917) under greenhouse and in the field to Fouka Marine:  
Trapping by pheromones and inventory of the associated fauna**

**Summary**

Infestations by *Tuta absoluta* are always more brought up in the greenhouse to local practices (71.7 %) against 56.7 % in the greenhouse protected by the net Insect Proof (very highly significant difference). There is a significant correlation ( $r = 0.54$ ;  $p < 0.01$ ) enter the temperature under greenhouse (Insect Proof) and the rate of infestation and between the temperature under greenhouse practice local and the rates of infestations. The zero of definite development is  $9.2^{\circ}\text{C}$ . The existence of 7 generations between December 10th, 2011 and May 12th, 2012 are revealing thanks to captures by the traps delta put in the entrance of the greenhouse near the net Insect Proof. In the entrance of the greenhouse to local practices are brought to light 5 generations only. The number of adults of *Tuta absoluta* taken in the traps delta put in the greenhouse of the local practices is more raised than that found in the greenhouse provided with Insect Proof (very highly significant difference). The comparison between the numbers of the butterflies captured on one hand in the trap delta placed in the greenhouse with local practices and those intercepted in the same type of trap in full field to Fouka Marine shows very different values because 8.658 males are captured in full field against only 5.209 individuals under greenhouse ( very highly significant difference). The fauna associated with *Tuta absoluta* is studied thanks to trappings with jar to Annoy in the greenhouse protected by Insect Proof in December (23 species) of which *Anthicus floralis* (AR % = 30.4 %), the most frequent species, followed by *Tetramorium biskrensis* (AR % = 19.3 %) and in January, 18 species. 25 species are trapped in jars to Annoy in December in the greenhouse with local practices and 5 species in February, 2012 with *Entomobrydae* sp. indefinite. (AR % = 59.8 %), *Neamuridae* sp. indefinite. (AR % = 22.4 %) and *Sminthurus* sp. (AR % = 14.0 %). Within the greenhouse, 18 species are counted in March and 34 species in May, 2012 with *Sciapus* sp ( AR % = 34.9 %) and *Sciara* sp.2 (AR % = 16.7 %). The method of the placed yellow plates Sub-greenhouse allowed the capture of 74 species of which *Neamuridae* sp.2 (a.r. % = 15.8 %), *Tetramorium biskrensis* (a.r. % = 13.4 %) and *Aphidae* sp.3indefinite. (A.r. % = 12.9 %). The microbiological analysis of the faeces of *Tuta absoluta* collected in leaves and fruits of tomato shows that the dominant flora is constituted by *Escherichia coli*. Yeasts and molds are mainly represented by the species *Aspergillus Niger* and the telluric germs and ubiquitous by *Clostridium* sulfito-reducing.

**Words-keys:** *Tuta absoluta*, Mineuse of the tomato, the net Insect-Proof, Greenhouse, the tomato, Jar to Annoy, yellow plates.

### Liste des tableaux:

Tableau 01	Principales variétés de tomate à croissance indéterminée en Algérie	05
Tableau 02	Exigences climatiques de la culture de la tomate en fonction des différents stades de développement	08
Tableau 03	Production mondiale de la tomate en 2005 (Faostat, 2005).	09
Tableau 04	Evolution de la production de la tomate en Algérie entre 1990-2006 Anonyme 2009	11
Tableau 05	Durée en jours du développement des différents stades selon la température	29
Tableau 06	Inventaire de la faune auxiliaire de <i>T. absoluta</i> dans le monde (Urbaneja, 2009)	36
Tableau 07	Moyennes des températures mensuelles dans le Littoral algérois pour la période (1997-2007) (I.T.C.M.I., 2009)	43
Tableau 08	Moyennes des températures mensuelles dans le Littoral algérois (campagne agricole 2008-2009) (I.T.C.M.I., 2009)	44
Tableau 09	Pluviométries mensuelles moyennes obtenues dans le Littoral algérois lors de la décennie (1997-2007) (I.T.C.M.I., 2009)	44
Tableau 10	Pluviométrie mensuelle dans le Littoral algérois (campagne 2008-2009) (I.T.C.M.I., 2009)	45
Tableau 11	Moyennes de l'humidité relative maximale et minimale dans le Littoral algérois d'une décennie (1997-2007) (I.T.C.M.I., 2009)	46
Tableau 12	Humidité relative maximale et minimale du littoral algérois (2008-2009) (I.T.C.M.I., 2009)	46
Tableau 13	Conditions de culture pour la recherche des germes dans les Excréments et fèces	66
Tableau 14	Comparaison entre les infestations de la tomate dans la serre Insect Proof et dans celle à pratiques locales à Fouka	70
Tableau 15	Détails de l'analyse de la variance entre le taux d'infestation dans la serre munie d'Insect Proof et celui dans la serre à pratiques locales	71
Tableau 16	Test de corrélation de Pearson (test paramétrique) entre la température sous serre (Insect Proof) et le taux d'infestation	72
Tableau 17	Test de corrélation de Pearson (test paramétrique) entre la température sous serre (Insect Proof) et le taux d'infestation	73
Tableau 18	Recherche du zéro de développement à 20°C. et à 26°C.	74
Tableau 19	Résultats des captures de <i>Tuta absoluta</i> par les pièges delta dans la serre munie d'Insect Proof et dans la serre pratique locale	76
Tableau 20	Détails de l'analyse de variance des captures dans la serre munie d'Insect Proof comparée à celles faites dans la serre en pratiques locales	77
Tableau 21	Captures de <i>Tuta absoluta</i> dans les pièges delta dans la serre témoin 2 à pratiques locales et en plein champ	79
Tableau 22	Détails de l'analyse de la variance des captures de <i>T. absoluta</i> dans la serre à pratiques locales comparées à celles obtenues en plein champ	81

Tableau 23	Nombres d'individus, richesse totale et abondances relatives, des espèces trouvées dans la serre protégée par Insect Proof en décembre	82
Tableau 24	Nombres d'individus, abondances relatives, et richesses totales des espèces trouvées dans la serre pratiques locales en décembre	83
Tableau 25	Nombres d'individus, abondances relatives, et richesses totales des espèces trouvées dans la serre protégée par insecte proof en janvier	85
Tableau 26	Nombres d'individus, abondances relatives, et richesses totales des espèces trouvées dans la serre à pratiques locales par insecte proof en janvier	86
Tableau 27	Nombres d'individus, richesse totale et abondances relatives, des espèces trouvées dans la serre protégée par Insect Proof en février (11 II 2012)	87
Tableau 28	Nombres d'individus, abondances relatives, et richesses totales des espèces trouvées dans la serre à pratiques locales en février (11 II 2012)	87
Tableau 29	Nombres d'individus, richesse totale et abondances relatives	89
Tableau 30	Nombres d'individus, abondances relatives, et richesses totales des espèces trouvées dans la serre pratiques locales en mars (23 III 2012)	90
Tableau 31	Nombres d'individus, richesse totale et abondances relatives, des espèces trouvées dans la serre protégée par Insect Proof en mai (23 V 2012)	91
Tableau 32	Nombres d'individus, abondances relatives, et richesses totales des espèces trouvées dans la serre pratiques locales en mai (23 V 2012)	92
Tableau 33	Effectifs, richesse totale, abondance relative (AR%) et fréquence d'occurrence (FO%) des insectes piégés dans les assiettes jaunes (serre protégée par filet Insect-Proof)	93
Tableau 34	Effectifs, richesse totale, abondance relative (AR%) et fréquence d'occurrence (FO%) des insectes piégés dans les assiettes jaunes (serre pratiques locales)	96
Tableau 35	Effectifs, richesse totale, abondance relative (AR%) et fréquence d'occurrence (FO%) des insectes piégés dans les assiettes jaunes (serre pépinière)	99
Tableau 36	Analyse bactériologique des six excréments de <i>Tuta absoluta</i> (en Log UFC/mL)	101
Tableau 37	Analyse bactériologique des six fèces de rats retrouvés dans la serre pépinière (en Log UFC/mL)	102
Tableau 38	Les espèces adventices collectées dans la serre à pratiques locales	104

## Liste des figures:

Figure 01	Distribution de <i>Tuta absoluta</i> dans le monde (Anonyme, 2009)	22
Figure 02	Invasion de <i>T. absoluta</i> à travers les pays du bassin méditerranéen	23
Figure 03	Généralias mâle de <i>Tuta absoluta</i> (Mahdi, 2011)	26
Figure 04	Généralias femelle de <i>Tuta absoluta</i> (Mahdi, 2011)	27
Figure 05	Adulte de <i>Tuta absoluta</i> (Ababsia, 2011)	28
Figure 06	Galerias des chenilles de <i>Tuta absoluta</i> sur des feuilles de tomate (Sannino et Espinosa, 2010)	30
Figure 07	Galerias des chenilles de <i>Tuta absoluta</i> sur des tiges (Monserrat, 2007)	30
Figure 08	Dégâts des chenilles de <i>Tuta absoluta</i> sur tomate en fruits (Monserrat, 2007)	31
Figure 09	Adulte de <i>Nesidiocoris tenuis</i> (Ababsia, 2011)	33
Figure 10	3 premiers stades larvaires de <i>N. tenuis</i> produits au laboratoire (Ababsia, 2011)	34
Figure 11	Situation géographique du Sahel et du littoral algérois (Mutin, 1977)	42
Figure 12	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Fouka marine, année 2010.	48
Figure 13	Localisation du Littoral algérois dans le climagramme d'Emberger	49
Figure 14	Localisation de la région de Fouka marine	50
Figure 15	Ecole aux Champ à Fouka marine (Tipaza)	50
Figure 16	Station de l'école aux champs à Fouka (Tipaza) (original)	51
Figure 17	Serre pépinière	52
Figure 18	Serre protégée par Insect-Proof	52
Figure 19	Serre non protégée par Insect-Proof (Pratique locale: témoin 1)	53
Figure 20	Serre non protégée par Insect-Proof (Pratique locale: témoin 2)	53
Figure 21	Expérience en plein champ	54
Figure 22	Piège à glu type delta	55
Figure 23	Pièges à phéromones à eau	56
Figure 24	Serre couverte de filet anti insectes (Insect- Proof)	57
Figure 25	Mise en place sur le terrain des pots Barber (Photographie originale)	59
Figure 26	Mise en place dans la serre des pièges jaunes colorés (Photographie originale)	60
Figure 27	Schéma du dispositif expérimental	61
Figure 28	Variétés de tomates d'étude (kawa, khalida et 5900 F1)	63
Figure 29	Cage expérimentale protégée par insect Proff	64
Figure 30	Mise à l'étuve des feuilles infestées par <i>Tuta absoluta</i>	64
Figure 31	Aspect microscopique des excréments de <i>T. absoluta</i> (G. 6,3 . 10)	65
Figure 32	Aspect macroscopique des fientes des rats collectés au niveau de la pépinière	65
Figure 33	Comparaison entre les infestations dans la serre Insect Proof et dans celle à pratiques locales à Fouka	71
Figure 34	Test de corrélation de Pearson (test paramétrique) entre la température sous serre (Insect Proof) et le taux d'infestation	72
Figure 35	Test de corrélation de Pearson (test paramétrique) entre la température sous serre (pratiques locales) et le taux d'infestation	73

Figure 36	Captures de <i>Tuta absoluta</i> par les pièges Delta dans la serre pratiques locales	75
Figure 37	Comparaison des captures de <i>Tuta absoluta</i> dans la serre Insect Proof et de celles dans la serre des pratiques locales	77
Figure 38	Captures de <i>Tuta absoluta</i> dans la serre témoin 2 et en plein champ	80
Figure 39	Résultats de la flore microbienne dans les excréments de <i>Tuta absoluta</i>	101
Figure 40	Résultats de la flore microbienne des six fèces de rats retrouvés dans la serre pépinière	103

# **Introduction**

## **Introduction**

La tomate est, après la pomme de terre, le légume le plus consommé dans le monde, soit frais soit après transformation. Elle est cultivée sous toutes les latitudes dans des conditions très variées (climats, modes de production...), ce qui démontre une grande plasticité originelle et témoigne de l'efficacité du travail des sélectionneurs. La production mondiale de tomates a progressé régulièrement au cours du XX<sup>ème</sup> siècle et s'est accrue considérablement durant les trois dernières décennies. Elle est passée de 48 millions de tonnes en 1978, à 74 millions en 1992, à 89 millions en 1998, et a atteint 124 millions en 2006 (FAO, 2007). Parmi les 16 pays qui ont produit chacun 1 million de tonnes ou plus, 6 sont largement au dessus de 5 millions de tonnes (FAO, 2007). La proportion de tomates transformées est estimée à 30 %. Ce pourcentage est très différent d'un pays à l'autre. La consommation par individu, que ce soit en tomates fraîches ou transformées, ne cesse d'augmenter à l'échelle mondiale. Les pays méditerranéens en sont de gros consommateurs en toutes saisons. La production mondiale en tomates a atteint, en 2008, près de 130 millions de tonnes. La Chine se classe en premier avec une production de 33,8 millions de tonnes, A l'échelle de l'Europe, c'est la Turquie qui arrive au premier rang avec une production proche de 14 millions de tonnes. Ensuite, l'Italie intervient avec 6 à 7 millions de tonnes, puis l'Espagne, la Grèce avec 1 à 2 millions de tonnes et enfin, les Pays Bas avec une production annuelle de 0,75 million de tonnes (Snoussi, 2010). En Amérique, les USA, avec un total produit de 12,6 millions de tonnes.

L'importance des dégâts occasionnés aux cultures par les bioagresseurs a toujours, dans un contexte de production, contraint les agriculteurs à recourir à des mesures de protection. La découverte et la mise au point, au milieu du siècle dernier, de pesticides de synthèse semblaient pouvoir apporter une solution définitive au problème de la protection des cultures. Cependant, les inconvénients de cette technique de lutte contre les ravageurs, telles que la pollution de l'environnement ou l'apparition de résistances chez les espèces visées, ont progressivement obligé les utilisateurs à raisonner son emploi. De plus, durant les dernières décennies les questions environnementales sont devenues une préoccupation internationale majeure et croissante.

Les serres procurent un environnement idéal à la croissance des plantes, du fait du contrôle des facteurs climatiques et agronomiques comme la température, l'humidité relative de l'air, l'ensoleillement, la composition gazeuse de l'air, l'irrigation et la fertilisation. Les cultures y sont protégées des facteurs extrêmes notamment du gel, de la forte chaleur, du vent et de la grêle. Les conditions de croissance, optimales pour les plantes, le sont également pour

un certain nombre de ravageurs de ces cultures (Kestali, 2011). *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) est un de ces cas les plus emblématiques de ces dernières années. Cet insecte appartient à la famille des Gelechiidae. Depuis plus d'une quinzaine d'années, il est passé du stade de ravageur d'importance secondaire à celui de ravageur majeur de nombreuses cultures, à l'échelle mondiale même. Découvert en zone tempérée depuis peu, selon Guenaoui (2008), la mineuse de la tomate est introduite pour la première fois dans la région de Mostaganem. De là, l'aire de dispersion de cette espèce s'est élargie à d'autres régions du pays comme à Oran, Jijel, à Alger, et à Boumerdès. Elle provoque des pertes de 80 à 100% dans la culture de la tomate. En effet, la gravité des dégâts occasionnés et les difficultés de contrôle des populations, ont obligé les chercheurs et les producteurs à trouver des méthodes de lutte alternative. C'est ainsi qu'à l'heure de la prise de conscience générale des enjeux environnementaux, la protection biologique intégrée (PBI) se généralise sous les serres. C'est dans ce cadre, qu'en collaboration avec l'INPV d'Alger une étude bioécologique sur *Tuta absoluta* est menée sous serre et au champ à Fouka Marine impliquant un piégeage par phéromones et un inventaire de la faune associée. Cette étude consiste à :

- Etudier la symptomatologie et les dégâts.
- Déterminer le taux d'infestation des populations de *T. absoluta* dans les serres d'étude soit avec les pratiques locales et soit avec la protection à l'aide d'un filet insect-proof et en plein champ.
- Mettre en œuvre des méthodes de lutte contre *Tuta absoluta*
- Inventorier la faune associée.
- Effectuer une analyse microbiologique des fèces de *Tuta absoluta* récoltées dans les feuilles et les fruits
- Analyser microbiologiquement d'autres fèces recueillis dans la serre

Ce présent travail s'articule autour de plusieurs chapitres. La présentation des régions d'études constitue le chapitre I. Quant au chapitre II, il est consacré à l'étude du matériel biologique. La partie matériel et méthodes utilisés au cours de ce travail se retrouve dans le chapitre III. Les résultats sont exposés dans le chapitre IV. Enfin, ces résultats sont discutés dans le chapitre V. Ce travail se termine par une conclusion assortie de perspectives.

## **Chapitre I:**

**Données bibliographiques sur la tomate  
*Lycopersicon esculentum* Mill et sur la  
mineuse de la tomate**

## **Chapitre I - Données bibliographiques sur la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) et sur la mineuse de la tomate**

Dans un premier temps l'origine et la description de la tomate sont traités. Elles sont suivies par les exigences botaniques du modèle végétale choisi. Les maladies et les ravageurs de la tomate sous abris-serres sont développés. Une attention particulière est réservée à la mineuse de la tomate: *Tuta absoluta*. Il est question ensuite de la protection biologique intégrée.

### **1. - Origine et description**

#### **1.1. - Origine de la tomate**

La tomate vient de "tomatl" en aztèque, car elle est originaire d'Amérique tropicale, plus particulièrement de la Bolivie, du Mexique et du Pérou. Elle est d'abord introduite en Europe par les conquistadores espagnols vers le XVI<sup>ème</sup> siècle sous le nom de pomme du Pérou ou pomme d'amour ou encore pomme d'or, ce qui lui a valu son appellation dans certains pays arabes de banadoura. Avant la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle, les européens ne la cultivent qu'à des fins ornementales. Et ce n'est qu'en 1780 qu'elle est prise en considération comme un légume par les français. C'est au cours du même siècle, soit vers la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle qu'elle est introduite au Maghreb par les Morisques, et elle commence à être cultivée en Algérie vers la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Sa culture est entreprise, d'abord en Oranais avant de s'étendre en Algérie étant donné que les conditions du sol et du climat sont propices. La tomate s'est répandue dans le reste du monde durant le XIX<sup>ème</sup> siècle.

#### **1.2. – Description de *Lycopersicum esculentum***

La tomate (*Lycopersicum esculentum*) est une plante annuelle grimpante ou rampante de la famille des Solanaceae. C'est une espèce diploïde, chez laquelle il existe de nombreux mutants. Ce sont des herbes annuelles ou vivaces. Les feuilles sont alternes, sans stipules, simples assez découpées (Miege, 1998). Les nombreuses variétés qui existent donnent des fruits très différents, de forme ronde, ovoïde ou longue, de couleur verte, jaune à rouge et de taille variant de celle d'une cerise à celle d'un petit melon. Le fruit à péricarpe charnu, contient

des pépins. La pulpe charnue est divisée en quartiers contenant les graines dans un mucilage (Calvert, 1965).

### **1.3. - Principales variétés de tomates en Algérie**

L'intérêt porté aux différentes variétés et mutants et l'accumulation des connaissances en génétique moléculaire ont poussé les chercheurs à une révision de la classification de *Lycopersicum esculentum*. Ainsi, la NCBI (national center for biotechnology information) des États-Unis en donne la classification suivante (Cook, 1999).

Les variétés de tomate sont classées selon leur mode de croissance, en deux types: d'un côté les variétés à croissance déterminée et de l'autre celles à croissance indéterminée. Ceci correspond au développement de la tige principale. Les variétés de tomate utilisées pour la production en frais sont principalement de type indéterminé. Le développement de la tige est continu dans le temps. Celle-ci est constituée par une succession de sympodes et atteint plus de 10 m, en une seule saison de culture de tomate sous-serre. Dans le cas des variétés déterminées, il n'y a que deux feuilles entre les inflorescences. La croissance de la tige s'arrête avec l'apparition de l'inflorescence terminale (Al-Sayed, 2007). En Algérie, il existe 22 variétés hybrides de tomate (Tab. 1). Ce sont nedjma, zahra, agora, carmello, tafna, bouchra, actana, toufen, berberana, khalida, assala, vernon, nissma, don José, dawcen, tavira, tyera, chourouk, bond, mordjane, avram et boudoun. 25 variétés sont homologuées, en Algérie. Il s'agit de sahara, top 48, el khamar, super red, gs12, santiago, luxor, farouna, Joker, lamantine, baheyia, mondial, karima, noemy, amely, hector, assila, chenoua, touer, doukhalia, ouezna, red-princess, tomaland, zigana et super sahra. Par ailleurs, il n'existe que 6 variétés à croissance déterminée: top 48, super red, suzana, tomaland, zigana et super sahra (Tab. 1).

**Tableau 1** - Principales variétés de tomate à croissance indéterminée en Algérie (Snoussi, 2010)

<b>Variétés</b>	<b>Rendements</b> (qx/ha)	<b>Poids du fruit</b> (g)
agora	980	180 à 220
nedjma	900	200 à 250
zahra	900	200 à 250
tyera	1.200	200 à 300
tavira	1.100	200 à 250
dawcen	900	180 à 220
actana	1.300	200 à <b>250</b>
toufen	1.200	180 à 250
bond	900	200 à 250

## **2. – Exigences botaniques de *Lycopersicum esculentum***

Deux aspects retiennent l'attention d'une part les exigences de la plante et d'autre part son importance sur le plan économique.

### **2.1. - Exigences de la culture**

Elles sont de diverses natures, pédologiques et climatiques.

#### **2.1.1. - Exigence pédologique de la tomate**

Certainement le type de sol joue un rôle important que ce soit par sa nature, son pH, sa salinité, ou par sa richesse en fertilisants.

##### **2.1.1.1. – Importance de la nature des sols pour la culture de la tomate**

*Lycopersicum esculentum* se cultive sur divers types de sols. Cependant les sols légers, perméables et notamment riches en humus lui conviennent particulièrement bien (Laumonier, 1979). Il est conseillé cependant d'éviter autant que possible les sols trop battants

et mal structurés en profondeur du fait des risques d'asphyxie racinaire (Chaux et Foury, 1994). La tomate peut convenir alors à toutes textures, allant des sols argileux aux sables dunaires à condition que les travaux du sol soient effectués convenablement.

#### **2.1.1.2. - pH du sol et micro-éléments**

La tomate est une culture indifférente au pH du sol. Effectivement le rendement varie peu avec la variation du pH, tout comme sur les sols à pH basique qui sont d'ailleurs les plus fréquents au Maroc. Certains micro-éléments sont souvent peu disponibles pour la plante, tels que le cuivre, le zinc, le magnésium n'induisant presque aucun symptôme de carence. Cependant, le manque de fer apparaît en général à un stade avancé de la culture. Dans ce cas, une correction ferrique par un apport d'engrais foliaire ou en fustigation est nécessaire (I.N.R.A., 2008).

#### **2.1.1.3. – Sensibilité de la tomate au sel présent dans le sol**

La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis-à-vis de la salinité. Cette tolérance diffère selon les stades végétatifs de la plante.

#### **2.1.1.4. - Exigences de *Lycopersicum esculentum* en éléments fertilisants**

Il se présente deux cas, selon que la culture bénéficie d'une fumure d'origine organique ou minérale.

##### **2.1.1.4.1. - Fumure organique**

La matière organique améliore les propriétés physiques du sol et enrichit ce dernier en flore microbienne (Roose, 1996). Cependant son emploi exclusif même très décomposé ne donnera pas à lui seul des résultats satisfaisants. C'est la raison pour laquelle la fertilisation minérale en particulier phosphatée et potassique s'impose. L'influence des éléments minéraux est considérable sur la précocité, les rendements et la résistance des plantes aux maladies. Pour assurer des rendements conséquents, l'apport en fumure organique équilibrée, au moment opportun, reste indispensable à raison de 30 à 40 tonnes par hectare au labour d'été.

#### **2.1.1.4.2. - Fumure minérale**

La tomate se classe parmi les espèces les plus exigeantes en éléments fertilisants. La quantité d'engrais minéral à apporter doit tenir compte de la richesse du sol, et des besoins de la plante (ITCMI, 1994). Les principaux éléments nutritifs utilisés pour le développement de la culture de la tomate sont le phosphore sous la forme  $P_2O_5$  à raison de 200 kg/ha, le potassium  $K_2O$  soit 150 kg/ha et l'azote N avec 100 kg/ha (ITCMI, 1994).

#### **2.1.2. - Exigences climatiques de la tomate**

##### **2.1.1.1. – Besoins en chaleur**

La tomate est la plante des saisons chaudes, du fait qu'elle exige beaucoup de chaleur (Tab. 2). Elle nécessite aussi une alternance en thermo-périodisme entre les températures diurnes et les températures nocturnes. Les gelées détruisent la plante (Laumonier, 1976), tandis que les fortes chaleurs en été, provoquent peu de dégâts à condition que la demande en eau soit satisfaite.

##### **2.1.1.2. - Exigence en lumière de la tomate**

D'après Descomps et Déroche (1973), le développement végétatif de la tomate est très sensible à l'éclairement journalier. La lumière intervient sur la croissance, la fructification et la qualité de la tomate par sa durée et son intensité. Un éclairement de 14 h par jour est nécessaire pour une bonne nouaison. Toutefois, la photopériode ne doit pas dépasser 18h par jour (Tableau 2).

##### **2.1.1.3. - Besoin en humidité de *Lycopersicum esculentum***

L'humidité doit être en pépinière supérieure à 75 % pour une bonne germination et une bonne croissance des jeunes plants. Par contre, elle doit être comprise entre 55 à 60 % lors de la pollinisation car si l'humidité relative est très faible, les stigmates se dessèchent rapidement et la période de la fécondation est très courte. Mais dans le cas où l'humidité relative est très forte, le pollen est libéré difficilement et le développement des maladies cryptogamiques est plus important (Tab. 2).

**Tableau 2** - Exigences climatiques de la culture de la tomate en fonction des différents stades de développement

	Température de l'air (°C)		Température du sol (°C)	Taux d'humidité (%)	Lumière (lux)
	jours	nuits			
Germination	20	20	25	75	Nul
Croissance	20-26	13-17	15-17	75	1200
Floraison	20-25	13-17	15-20	65-70	maximale
Fructification	22-22	14-16	18-20	60-70	5000

(Chaux et Foury, 1972 cités par Laumonier, 1979)

Alors que la fructification nécessite une forte luminosité, la floraison a besoin de l'intensité de la lumière la plus élevée possible (Tab. 2). Ce n'est pas le cas de la germination qui peut se faire même à l'obscurité.

#### **2.1.1.4. - Exigence de la tomate en eau**

*Lycopersicum esculentum* est une plante sensible à la présence d'eau surtout lorsque celle-ci est en excès ou déficitaire. Les besoins en eau se situent entre 4.000 à 5.000 m<sup>3</sup>/ha. Cependant, trois phases physiologiques correspondent à des besoins en eau différents. Durant la première phase qui va de la plantation jusqu'à la première floraison, appelée phase de croissance lente, les besoins en eau sont peu élevés. La deuxième phase qui part de la floraison jusqu'à la maturation ou phase de croissance rapide, les besoins en eau sont élevés. En fin de récolte, ce qui correspond à la phase de vieillissement, les besoins en eau sont réduits.

## 2.2. - Importance économique de la tomate

Cette culture est largement répandue dans le monde durant le 19<sup>ème</sup> siècle. La tomate est de loin le légume le plus important, représentant dans les années 1990, 15 % de la production légumière mondiale, produites sur environ 9,5 millions d'hectares (Chaux et Foury, 1994). Selon ces mêmes auteurs, elle est répartie dans toutes les zones climatiques, car elle est cultivée sous abri dans les régions les plus froides. Le tableau 3 rassemble les données portant sur la production mondiale de la tomate en 2005.

**Tableau 3** - Production mondiale de la tomate en 2005 (Faostat, 2005).

<b>Pays</b>	<b>Quantité de Production (1000 tonnes)</b>	<b>%</b>	<b>Pays</b>	<b>Production (tonnes)</b>	<b>%</b>
<b>Ensemble</b>	150166	100	<b>Ouzbékistan</b>	1 317	0,88
<b>Méditerranée</b>	38 930	25,92	<b>Chili</b>	1 230	0,82
<b>Chine</b>	31 644	21,07	<b>Maroc</b>	1 206	0,80
<b>U.S.A.</b>	11 043	7,35	<b>Portugal</b>	1 085	0,72
<b>Turquie</b>	10050	6,69	<b>Nigeria</b>	1 057	0,70
<b>Inde</b>	8 586	5,72	<b>Algérie</b>	1 023	0,68
<b>Egypte</b>	7 600	5,06	<b>Tunisie</b>	960	0,64
<b>Italie</b>	7 187	4,79	<b>Syrie</b>	946	0,63
<b>Iran</b>	4 781	3,18	<b>Canada</b>	839	0,56
<b>Espagne</b>	4 651	3,10	<b>Cuba</b>	803	0,53
<b>Brésil</b>	3 453	2,30	<b>France</b>	790	0,53
<b>Mexique</b>	2 800	1,86	<b>Japon</b>	758	0,50
<b>Fédérat. russe</b>	2 296	1,53	<b>Argentine</b>	660	0,44
<b>Grèce</b>	1 712	1,14	<b>Pays-Bas</b>	660	0,44
<b>Ukraine</b>	1 472	0,98	<b>Roumanie</b>	627	0,42

En termes de quantités de tomates produites, il est à remarquer que les plus grands producteurs sont des pays industriels (Tab. 3). Dans les pays du Maghreb, la production tunisienne en 2001 a atteint 430.000 tonnes, nettement supérieure à celle de l'Algérie (270.000 t.) et du Maroc (150.000 t.). En Algérie Le pré-bilan de la campagne 2007-2008 fait

état de la plantation d'une superficie de 17.863 hectares environ. Une hausse de 54% est enregistrée par rapport à la campagne précédente, selon les informations recueillies auprès de la cellule de communication du ministère de l'Agriculture et du Développement rural le 19 octobre 2008. Les wilayas potentielles pour la production de la tomate sont Annaba, Skikda, El Taraf, Guelma Mostaganem, Boumerdès et Tipaza réalisant à elles seules environ 92% de la superficie plantée en Algérie. Toujours, selon le ministère de l'Agriculture, l'opération de récolte, qui a commencé durant la deuxième décade de juin 2008, a affiché une quantité de 47.996,09 tonnes de tomate fraîche, dont 44.416,15 tonnes récoltées dans les wilayas potentielles. Il faut rappeler qu'en 1995 et en 1996, l'Algérie produisait plus de 70.000 tonnes de double concentré de tomate, quantité couvrant largement les besoins nationaux. Bien plus, l'Algérie a même réussi des tentatives d'exportation de quelques dizaines de milliers de tonnes de ce produit. Aujourd'hui, l'Algérie est passée du statut de pays exportateur à celui d'importateur. L'augmentation de la superficie et de la production sont dues à la consommation élevée de ce légume (Tab. 4). Il est à remarquer aussi une augmentation du rendement, ce qui peut être expliqué par la maîtrise de la culture de la tomate.

**Tableau 4** - Evolution de la production de la tomate en Algérie entre 1990-2006 (ITCMI, 2009)

Années	Tomate fraîche		
	Superficies (ha)	Productions (qtx)	Rendements (qx/ha)
<b>1990</b>	18.020	2.958.920	164,2
<b>1991</b>	18.840	3.153.570	167,4
<b>1992</b>	17.030	2.813.490	165,2
<b>1993</b>	15.490	3.038.610	196,2
<b>1994</b>	13.380	2.462.390	184,0
<b>1995</b>	15.690	3.043.800	194,0
<b>1996</b>	15.720	2.818.680	179,3
<b>1997</b>	15.290	3.294.060	215,4
<b>1998</b>	16.010	3.167.530	197,8
<b>1999</b>	19.250	3.612.310	187,7
<b>2000</b>	16.710	3.414.470	204,3
<b>2001</b>	16.760	3.735.340	222,9
<b>2002</b>	17.820	4.013.640	225,2
<b>2003</b>	18.650	4.569.330	245,0
<b>2004</b>	19.432	5.121.950	263,6
<b>2005</b>	21.089	5.137.795	243,6
<b>2006</b>	20.436	5.489.336	268,6

### **3. - Maladies et ravageurs de la tomate sous abris-serres**

La mineuse, les aleurodes, les acariens et le botrytis sont considérés comme les ennemis les plus importants de la tomate sous abris. Les périodes critiques se situent généralement en automne d'une part et au printemps-début de l'été d'autre part. Les maladies sont traitées en premier, puis les ravageurs.

### **3.1. - Maladies à germes d'origine tellurique**

Les maladies provoquées par des organismes d'origine tellurique, c'est-à-dire qui vivent dans le sol et pénètrent dans la plante par les racines induisent des pertes importantes dans de nombreuses cultures au moment de la récolte. Le niveau de ces pertes est difficile à chiffrer car le diagnostic de ces maladies est difficile du moment que l'observateur n'a pas un accès direct au système racinaire des plantes (Povolny, 1975). Par ailleurs, il est à rappeler que des causes multiples peuvent être responsables des symptômes de la fonte des semis, du jaunissement et du flétrissement du végétal. La fréquence accrue de ces maladies, relevée par de nombreux observateurs, est certainement une conséquence de l'intensification de la production agricole et de la simplification des techniques culturales (Povolny, 1975). Après les germes pathogènes d'origine tellurique, les organismes non telluriques seront traités avant les maladies bactériennes et les maladies virales.

#### **3.1.1. - Principaux pathogènes présents dans le sol**

*Sclerotinia* est un agent pathogène dont les trois principales espèces (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Scelerotinia minor* et *Scelerotinia trifoliorum*) attaquent de nombreuses plantes. Selon Briard *et al.* (1997), ce genre est à l'origine de la pourriture blanche, maladie qui se traduit par l'apparition de taches d'aspect huileux à la surface des organes atteints. Selon ces mêmes auteurs, une pourriture humide s'y développe, recouverte rapidement par un feutrage blanc assez épais qui caractérise la maladie. Selon les espèces de *Sclerotinia*, différents organes peuvent être touchés, soit les racines, les collets, les tiges, les feuilles, les bourgeons ou les fleurs. Selon les auteurs, les sclérotés peuvent se maintenir longtemps dans le sol, pendant près de 10 ans (Briard *et al.*, 1997). Le genre *Pythium* comporte de nombreuses espèces pathogènes. Il est fortement responsable des fontes de semis en cultures maraîchères. Le champignon peut se maintenir dans le sol sous la forme d'oospores durant de nombreuses années successives. Sous cette forme, il peut résister entre autres au gel et à la dessiccation. Cependant ces champignons apparaissent très sensibles face à la compétition imposée par avec d'autres microorganismes (Monnet et Reverchon, 2001). *Phytophthora* est un genre comprenant une soixantaine d'espèces, presque toutes pathogènes. Certaines sont très polyphages (*Phytophthora cinnamomi* ou *Phytophthora palmivora*). D'autres, comme *Phytophthora parasitica* et *Phytophthora capsici*, sont inféodées à quelques hôtes seulement. Ces champignons ne sont jamais des pathogènes secondaires (Tsao, 1990).

### 3.1.2. - Maladies d'origine non telluriques

En culture de tomate sous serre, il existe des risques permanents d'attaque par des champignons pathogènes. Ils sont responsables de très nombreuses maladies des végétaux ou maladies cryptogamiques. Leurs symptômes sont la résultante de l'action parasitaire du champignon et de la réaction de l'hôte, tels que la pourriture grise (*Botrytis cinerea*), l'oïdium (*Levellula taurica*), le mildiou (*Phytophthora infestans*) et l'alternariose (*Alternaria solani*) (Kestali, 2011). En effet, la serre est un milieu très propice au développement des pathogènes. Pour lutter contre les maladies provoquées par ces organismes, la protection intégrée est largement utilisée depuis plusieurs années. Elle consiste à associer différents moyens de lutte en réservant l'usage des produits chimiques aux situations pour lesquelles, il n'existe pas d'autres solutions; elle intègre les moyens naturels de protection des cultures comme la lutte biologique intégrée, l'action sur les facteurs climatiques sous serre et les techniques culturales (Kestali, 2011).

#### 3.1.2.1. - Mildiou (*Phytophthora infestans* Mont de Bary)

Le mildiou est considéré parmi la maladie la plus redoutable de la tomate en plein champ et en culture sous abri. Il est rencontré dans toutes les zones productrices de la tomate. La gravité de son action sur la plante dépend des conditions climatiques notamment la température et la pluviométrie. De ce fait ce champignon est observé à différents niveaux d'infestations variant en fonction de la zone et de la période de l'année et même d'une année à l'autre. Les premiers symptômes sont des taches huileuses sur les feuilles lesquelles se couvrent bientôt d'un duvet blanc grisâtre au niveau de la face inférieure. Ces symptômes sont notés également sur les pétioles et la tige sous la forme de plages brunes d'aspect huileux (Kestali, 2011). Au bout de quelques jours les tâches brunissent et les feuilles fortement attaquées se dessèchent. Sur les fruits des plages brunes marbrées à surface bosselée sont visibles. Par temps froid et humide, le mildiou se développe rapidement. Il est polycyclique et peut être épidémique. Une fois installée, la maladie devient difficile à maîtriser (Kestali, 2011).

#### 3.1.2.2. - Pourriture grise (*Botrytis cinerea* Pers)

La pourriture grise comme le mildiou est considérée comme étant l'une des maladies les plus redoutables de la culture de la tomate sous serre. Elle est

présente dans toutes les zones de production de la tomate. Sa sporulation fréquente dans la nature et abondante font du botrytis une maladie courante mais grave et redoutée par tous les producteurs de fruits, de légumes et de fleurs (Kestali, 2011). Le champignon peut se développer sur toutes les parties de la plante principalement sur les feuilles, la tige et les fruits. Sur les feuilles, la maladie se manifeste sous forme de taches beiges en anneaux concentriques parfois en forme de flamme. Lorsque l'humidité est élevée, le champignon fructifie et forme un duvet de teinte grise au dessus de la tache. Sur la tige, le champignon se développe généralement à partir des blessures causées lors de l'effeuillage, de l'ébourgeonnage ou du tuteurage. Les fructifications conidiennes apparaissent gris beige légèrement déprimés avec un duvet cendré. Sur le fruit, l'observateur fait état d'une pourriture molle avec un affaiblissement des tissus qui débute généralement au niveau des sépales ou pétales desséchés. Lorsque le fruit est encore vert, des anneaux circulaires blanchâtres appelés taches fantômes sont remarquées (Fermaud et *al.*, 2011).

#### 3.1.2.3. - Oïdium

*Erysiphe cichoracearum* l'oïdium est une maladie très commune de la tomate. Elle peut apparaître à n'importe quel moment de l'année, partout dans les différentes régions productrices de *Lycopersicon esculentum*. La maladie attaque uniquement les feuilles. Les premiers signes sont décelés souvent sur les vieilles feuilles. Ils sont sous la forme de tâches jaunes de taille variable sur la face supérieure et finissent par se nécroser. Sur la face inférieure, un feutrage blanc fait son apparition. Ces tâches peuvent être angulaires et sont limitées par les nervures, symptômes rappelant ceux de la cladosporiose. En cas de forte infestation, les feuilles tombent réduisant la surface photosynthétique, ce qui a pour conséquence directe une chute du rendement.

#### 3.1.2.4. - Alternariose (*Alternaria solani* Ell et Mart.; *Alternaria dauci*)

C'est une maladie très commune de la tomate qu'est l'alternariose. Elle peut faire son apparition dans toutes les régions productrices de tomate que ce soit en plein champ ou sous-serre. *Alternaria solani* peut se développer sur toutes les parties de la plante, non seulement sur les feuilles et les tiges, mais aussi sur les fruits. Sur les feuilles et les tiges des tâches brunes ou noires arrondies ou angulaires, à contours bien délimités, avec des cercles concentriques caractéristiques sont bien visibles. Sur les feuilles, ces taches entourées souvent

d'un halo jaune rappelant les symptômes de la moucheture bactérienne, apparaissent en premier sur les feuilles basses. Ces signes progressent peu à peu sur les feuilles supérieures (Kestali, 2011).

### **3.1.3. - Maladies bactériennes.**

Elles sont responsables de bactérioses qui se traduisent par différents types de symptômes tels que des nécroses ou gales bactériennes de la tomate, des flétrissements et des pourritures molles (Kestali, 2011).

### **3.1.4. - Maladies virales.**

Les maladies virales provoquent des viroses dont les symptômes sont variés. L'observateur peut déceler des décolorations du feuillage désignées par mosaïque, des enroulements des feuilles, des déformations accompagnées de nanisme, des marbrures sur les fruits et des nécroses. Toutes les parties de la plante peuvent exprimer des symptômes de maladies virales. Sur la culture de la tomate sous serre, différentes maladies virales sont observées dont les plus importantes sont les suivantes :

#### **3.1.4.1. - Virus des feuilles jaunes en cuillère (TYLCV) Tomato Yellow Leaf Curl**

##### **Virus**

La maladie des feuilles jaunes en cuillère est considérée parmi les maladies les plus graves de la tomate. Actuellement elle est mentionnée dans la plupart des régions productrices de la tomate sous-serre et en plein champ. La maladie est transmise par la mouche blanche ou aleurode. Cette virose est économiquement préjudiciable (Arnold - Gaulhiac, 2002).

#### **3.1.4.2. - Virus de la mosaïque du concombre (CMV: Cucumber Mosaic Virus)**

Les symptômes de la maladie sur *Lycopersicum esculentum* varient selon l'origine du virus. Pour certaines souches, il est observé un rétrécissement prononcé des feuilles qui deviennent dans le cas extrême filiformes. Elles peuvent présenter aussi une

mosaïque verte. D'autres souches provoquent des nécroses sur les feuilles, les pétioles et la tige (Arnold – Gaulhiac, 2002).

#### 3.1.4.3. - Virus de la mosaïque du tabac (TMV) et Virus de la mosaïque de la tomate (TOMV)

Ces deux virus appartiennent au groupe des Tobacco virus et causent des symptômes similaires. Ils se caractérisent par un éclaircissement des nervures. Après ce symptôme, une mosaïque vert clair et vert sombre fait son apparition. Les parties vert sombre peuvent être cloquées. Les feuilles deviennent légèrement filiformes. Les plantes attaquées à l'état de jeunes stades demeurent petites; c'est un nanisme. Les symptômes varient selon la souche du virus, la période d'infection, la variété, et les conditions de l'environnement (Arnold – Gaulhiac, 2002).

#### 3.1.4.4. - Virus Y de la pomme de terre (PVY)

Les symptômes provoqués par le PVY sur la tomate dépendent de la souche du virus, de la variété de la tomate, de l'âge de la plante et des conditions climatiques. Le PVY appartient au groupe des potyvirus et attaque essentiellement les solanacées. Il est transmis par les pucerons notamment *Myzus persicae* et *Aphis gossypii*. (Arnold – Gaulhiac, 2002).

### 3.2. – Ravageurs de *Lycopersicum esculentum*

Au sein des espèces déprédatrices de la tomate, celles qui apparaissent les plus importantes par leurs méfaits sont les aleurodes, les mouches mineuses, les pucerons et les acariens. Une place particulière est réservée à *Tuta absoluta*.

#### 3.2.1. – Aleurodes

Ces insectes sont des ravageurs de première importance, notamment à cause des transmissions de virus (Byrne et Bellows, 1990). Les espèces les plus fréquentes sont: *Trialeurodes vaporariorum* et *Bemisia tabaci*, principalement sur la tomate et les cucurbitacées. Récemment une nouvelle espèce a été signalée sur solanacées; il s'agirait

d'*Aleurotrachelus trachoides*, originaire de la région américaine (Ryckewaert et Fabre, 2001). Les aleurodes sont des espèces très polyphages. Les dégâts directs se produisent suite au prélèvement de la sève et la production du miellat qui favorise le développement de champignons comme *Fumago salicina*. (Fungi, Ascomyceta) et *Capnodium oleaginum*. Le développement de ces derniers donne une couche noire désignée par fumagine. De ce fait la surface photosynthétique se retrouve réduite. Mais le grand danger des mouches blanches réside dans la transmission de maladies virales principalement celle des feuilles jaunes en cuillère (TYLCV: Tomato Yellow Leaf Curl Virus). Cette maladie peut causer des dégâts considérables. La mouche blanche est comme le problème le plus important de ce type de culture dont le développement est ralenti en raison des dommages occasionnés par cet insecte. Il est également prouvé qu'une pulvérisation quotidienne des cultures n'empêche pas la mouche de propager le virus.

### 3.2.2. - Mouches mineuses

Les principales espèces observées sont *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach) et *Liriomyza trifolii*. (Burgess). Les dommages causés par les mouches mineuses sont de deux ordres :

- Les dégâts directs sont provoqués par la pourriture engendrée par les larves à l'intérieur des feuilles et par les piqûres nutritionnelles des adultes. Une forte densité de mines peut considérablement réduire la surface photosynthétique et assurer une dessiccation et une chute prématurée des feuilles même sur les plants adultes. De même un nombre élevé de piqûres nutritionnelles est fort préjudiciable pour les jeunes plants en pépinière.

- Les dégâts indirects sont représentés par la possibilité de vexion de virus par les adultes de *Liriomyza* sur le céleri et la pastèque (Zitter et Tsai, 1977). Peu de travaux sont réalisés pour mettre en évidence une relation entre le nombre de mines par feuille et les pertes de rendements. Une première approche du seuil de nuisibilité est réalisée par Ledieu et Helyer (1982), qui le fixe à 15 mines par feuille pour *Liriomyza bryoniae* si les feuilles sont adjacentes au fruit. Une corrélation élevée est obtenue entre le rendement d'un bouquet et le pourcentage de mines présentes sur les feuilles surplombant le bouquet (Wyatt *et al.*, 1984). La chute de rendement est directement liée au nombre de mines. Il est reconnu que 30 mines par feuille correspondent à 10 % de pertes et que 60 mines par feuille engendrent une diminution de rendement égale à 20 %. Il a pu être démontré par Johson *et al.* (1983) que les

taux de photosynthèse sont considérablement réduits dans les feuilles présentant de nombreuses mines de *Liriomyza*.

### **3.2.3. – Pucerons**

Les principales espèces qui retiennent l'attention sont *Aphis gossypii* (Galver), *Aphis fabae*, *Myzus persicae* (Sulzer), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) et *Aulacorthum solani*. Ces différentes espèces se distinguent d'une part selon des critères morphologiques, et grâce à la connaissance des plantes sur lesquelles les pucerons sont observées et d'autre part au type de dégâts éventuellement provoqués. Cette identification est indispensable si l'on veut mener une lutte à l'aide d'auxiliaires, notamment sous serre. On trouve souvent de grandes colonies de pucerons à la surface inférieures des feuilles. Ils se nourrissent en suçant la sève des plants et excrètent une substance collante, le miellat, à la surface du plant. Parmi les symptômes de l'infestation, citons l'accumulation de miellat et la présence d'exuvies blanches sur les feuilles, les tiges et les fruits. Même s'ils sont relativement peu nombreux, les pucerons peuvent causer des pertes économiques importantes en détruisant les fleurs quand ils s'alimentent et en déposant le miellat sur les fruits. Le miellat permet l'installation de champignons noirs désignés aussi par fumagine qui interrompt la photosynthèse. De graves infestations de pucerons provoquent un rabougrissement et des déformations du plant, des feuilles et même leur chute. Parfois, leur seule présence, entraîne la dévalorisation de certains légumes comme la laitue. Par ailleurs, ils sont capables de transmettre des virus aux plantes d'autant plus qu'ils se multiplient extrêmement vite et se dispersent facilement sur de longues distances.

### **3.2.4. – Acariens (Arachnida)**

Les acariens les plus importants sur la tomate sont *Tetranychus urticae* (Koch) et *Aculops lycopersici* (Masse). Certaines serres sont aux prises avec des problèmes d'acariose bronzée de la tomate, chaque année, dès le mois de mai ou un peu plus tard, selon les conditions climatiques (Ryckewaert, 2006). Dans certains cas, l'acariose peut se manifester très tôt. En raison de leur taille minuscule, ces acariens passent inaperçus. Quand le cultivateur s'aperçoit des tous premiers dégâts désignés par le bronzage des tiges, ils sont déjà très nombreux et l'attaque est généralisée. Trois grands groupes d'acariens ravageurs se distinguent notamment les tarsonèmes et les phytoptes. Le troisième groupe est formé par des

acariens prédateurs pouvant jouer un rôle important dans les équilibres naturels ou même dans la lutte biologique (Ryckewaert, 2006). *Tetranychus urticae* présente plusieurs générations par an entre 7 à 9 parfois plus dans les serres. Il passe l'hiver à l'état de femelles abritées dans des cachettes variées tels que des débris des végétaux et des crevasses du sol. Après l'éclosion des oeufs, le développement de *Tetranychus urticae* comporte avant l'état adulte trois formes différentes qui s'immobilisent chaque fois un certain temps avant de muer. Le développement de *Tetranychus urticae* est favorisé par les températures élevées et par la faible hygrométrie qui règne parfois dans les abris. Les dégâts de tétranyques peuvent se confondre avec ceux de certains thrips et il faut vérifier la présence de l'un ou de l'autre. Les acariens se dispersent lentement et de proche en proche d'une plante à l'autre. Mais ils sont facilement transportés par le vent, les animaux et les vêtements. De la sorte, ils se développent au départ généralement à partir d'un foyer.

### **3.2.5. – Thrips**

Ce groupe d'Insecta est représenté surtout par *Thrips tabaci* (Lindeman) et *Frankliniella occidentalis* (Pergande). La principale espèce qui provoque des dommages sous-serre est le thrips des petits fruits ou thrips californien (*Frankliniella occidentalis*). Cette espèce, dont les adultes mesurent environ 0,75 mm de long, est de couleur jaunâtre et son stade de pupes se fait dans le sol (Duval, 1998). La durée du cycle de développement varie en fonction de la nourriture et de la température (environ 19 jours à 20°C pour *Frankliniella occidentalis*). Les œufs, les larves et les adultes se développent sur le végétal, alors que la nymphose a lieu dans le sol ou à la surface dans des abris divers. Si les conditions sont favorables, la reproduction a lieu toute l'année. Les femelles hivernent généralement cachées dans un quelconque abri ou dans le sol. Les dégâts sont essentiellement provoqués par la prise de nourriture sur les organes végétaux comme les feuilles et les fruits. Les cellules mortes perdent leur coloration et forment des plages argentées. Les effets indirects peuvent être graves, car ces espèces sont susceptibles de transmettre le virus de la mosaïque bronzée de la tomate (TSWV), non seulement à cette plante mais aussi à de nombreuses autres cultures, notamment à celles du poivron et de la laitue.

#### **4. Mineuse de la tomate: *Tuta absoluta***

Plusieurs aspects retiennent l'attention, d'abord la position systématique de la mineuse de la tomate, puis sa répartition géographique dans le monde et en Algérie, ensuite sa description et sa bio-écologie et enfin les dégâts qu'elle provoque et les moyens de lutte à lui opposer.

##### **4.1. - Taxonomie et nomenclature**

Un bref historique de la systématique de *Tuta absoluta* est présenté suivi par ses appellations vernaculaires.

##### **4.1.1. Historique de la taxonomie et la nomenclature**

*Tuta absoluta* est nommée pour la 1<sup>ère</sup> fois *Phthorimaea absoluta* par Meyrick en 1917. Depuis, le genre va être successivement changé en *Gnorimoschema absoluta* Clarke en 1962 et en *Scrobipalpula absoluta* en 1964. Cette espèce sera placée en 1987 dans un nouveau genre, celui de *Scrobipalpuloides*. Le nom le plus usité aujourd'hui pour cette espèce est *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) Povolny, 1994 (OEPP, 2005). Selon Vargas (1970) et l'organisation européenne de la protection des plantes (OEPP, 2005), la position systématique de la mineuse de la tomate est la suivante:

Embranchement:	Arthropoda
Classe:	Insecta
Ordre:	Lepidoptera
Famille:	Gelechiidae
Sous famille:	Gelechiinae
Genre:	<i>Tuta</i>
Espèce:	<i>Tuta absoluta</i>

##### **4.1.2. Noms communs de la mineuse de la tomate**

Dans le monde, elle est nommée en français mineuse sud-américaine de la tomate, en anglais tomato borer, south american tomato moth, tomato leaf miner ou south american tomato pinworm. En espagnol elle est dite 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 et en arabe حفارة أنفاق الطماطم (OEPP, 2005).

## 4.2. - Répartition géographique

La répartition de *Tuta absoluta* est présentée d'abord dans le monde, puis sur le pourtour du Bassin Méditerranéen et enfin en Algérie.

### 4.2.1. – Présence de la mineuse de la tomate dans le monde

La mineuse sud-américaine de la tomate *Tuta absoluta* est un ravageur originaire d'Amérique du Sud où il est considéré comme l'un des ravageurs les plus redoutables des cultures de tomate (Barrientos *et al.*, 1998; Estay, 2000). Elle a gagné l'Argentine en 1964 par le Chili. Aujourd'hui, elle est présente également en Bolivie, au Brésil, en Colombie, en Equateur, au Paraguay, au Pérou, en Uruguay et au Venezuela. Seule la Cordillère des Andes est indemne de *T. absoluta* où elle est absente à plus de 1000 m d'altitude, zone caractérisée par de basses températures (OEPP, 2005). En Asie, c'est au Japon que Clarke signale sa présence en 1962, sur *Solanum lyratum* (OEPP, 2005). Depuis, aucune signalisation n'a été effectuée dans cette région (Fig. 1).



L'échelle 1/300.000.000

Fig. 1 – Distribution de *Tuta absoluta* dans le monde (ITCMI, 2009)

Aux Pays Bas, *T. absoluta* est vue en janvier 2009 près de Venlo, puis dans le Sud-Est de l'Angleterre (OEPP, 2009). Au cours de 2009, *T. absoluta* gagne plusieurs pays d'Europe, comme la Russie en avril, dans la région de Kaliningrad, en mai, l'Ile de Malte, en juin la

Grèce, en juillet le Portugal, puis les cultures de tomate sous serre en Suisse, près de Genève et en septembre la Bulgarie. En Allemagne, le ravageur est présent dans la région de Baden-Württemberg, dans les stations d'emballage et sur des cultures de tomate en septembre. En Roumanie, *T. absoluta* envahit la tomate sous serre. A Chypre, des attaques sont signalées sur des cultures de tomate protégées en novembre, enfin, la Slovénie note sa présence sous serre en décembre. Ce redoutable papillon continue sa progression vers la Hongrie sur des cultures de tomate sous serre en février 2010 (Kehlenbek *et al.*, 2010), ainsi que vers l'Albanie, la Turquie, l'Ukraine, l'Egypte, la Bande de Gaza en Palestine, la Jordanie, la Syrie, le Liban, l'Irak et même l'Arabie Saoudite (Fig. 2).

#### **4.2.2. – Présence de *Tuta absoluta* dans le Bassin Méditerranéen**

*Tuta absoluta* est mentionnée en premier en 2006, en Espagne dans différentes provinces notamment en Catalogne, en Andalousie et en Extremadura (Urbaneja *et al.*, 2007; Biurrun, 2008) (Fig. 2). D'après ces mêmes auteurs, plusieurs foyers sont identifiés en 2007, le long de la côte méditerranéenne près de Valence et sur l'île d'Ibiza. Au printemps 2008, c'est au tour de l'Italie d'être envahie par *T. absoluta* en particulier en Calabrie, en Campania, dans les Abruzzes, en Sardaigne et en Sicile (OEPP, 2009). La France n'est pas épargnée. Le déprédateur est signalé en automne 2008 en Corse, dans le Var et dans les Bouches-du-Rhône selon Ramel et Oudard (2008). Quelques mois auparavant, en avril 2008, c'est au Maroc que *T. absoluta* est signalée à Bouareg dans le Nador (El Fadl et Chtaina, 2010).



Fig. 2 - Invasion de *T. absoluta* à travers les pays du bassin méditerranéen

#### 4.2.3. - En Algérie

D'après Guenaoui (2008), l'attention des entomologistes est attirée par des maraîchers à la fin de l'hiver 2008 sur la présence de galeries inhabituelles sur des feuilles de tomate sous serre. Les premiers foyers sont observés dans la commune de Mazargan (Mostaganem). Les fruits verts et mûrs ne sont sévèrement infestés qu'à partir de mai 2008. Afin de préciser l'identité de cet insecte, des feuilles infestées par des larves âgées ont été récoltées et placées dans des boîtes pour suivre son développement ultérieur. Il a fallu attendre l'émergence des adultes pour pouvoir déterminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera ; Gelechiidae) appelée communément mineuse de la tomate. Selon Berkani et Badaoui (2008), il est difficile de donner avec précision les voies d'introduction de *T. absoluta*. Sa présence en Algérie obéit au même itinéraire suivi par deux espèces ayant envahi par le passé l'Algérie (*A. floccocus* et *P. citrella*). En effet, lorsqu'un insecte est signalé pour la première fois en Espagne, il est noté peu après en Algérie avec un décalage d'une année environ. Il faut préciser que les côtes espagnoles ne sont pas très éloignées des côtes algériennes. Les facteurs climatiques comme les vents, le trafic important des voyageurs et les échanges commerciaux très intenses entre les deux pays sont autant de voies de pénétration.

### **4.3. - Morphologie et bioécologie de *Tuta absoluta***

L'identification de *T. absoluta* est faite à l'aide de 3 outils scientifiques. Ce sont sa morphologie externe, ses génitalia et/ou la caractérisation moléculaire. La bioécologie de ce ravageur est prise en considération en deuxième partie.

#### **4.3.1. - Morphologie externe**

L'un des éléments d'identification de *T. absoluta* est la morphologie des nervures de ses ailes. Comme tous les Gelechiidae, *T. absoluta* possède deux paires d'ailes. Celles de la 1<sup>ère</sup> paire sont recouvertes d'écailles et de forme trapézoïdale à apex pointu (Povolny, 1994). Les antennes de cet insecte sont filiformes et représentent les 5/6 de la taille des ailes (Ramel et Oudard, 2008).

##### **4.3.1.1. - Examen des génitalia mâles**

L'examen des génitalia des lépidoptères en général, est important et très utilisé en systématique et parfois le seul critère possible de détermination (Sangmi, 2009). Les valves sont à la même hauteur que le *Gnathos*. Elles sont aplaties, légèrement courbées avec une entaille dans leurs parties internes. Dans leurs parties centrales, elles présentent une forte expansion en forme de dent. Le *Viniculum* est plus long que large. L'édeage ou pénis est épais, muni d'un organe crochu au sommet (Sangmi, 2009; Mahdi, 2011).

##### **4.3.1.2. - Génitalia femelles**

Le canal copulateur est indépendant de la bourse copulatrice. Cette dernière a la forme d'un entonnoir conique dans ses deux tiers (Fig 3 et 4) (Gonzales, 1989; Sangmi, 2009).

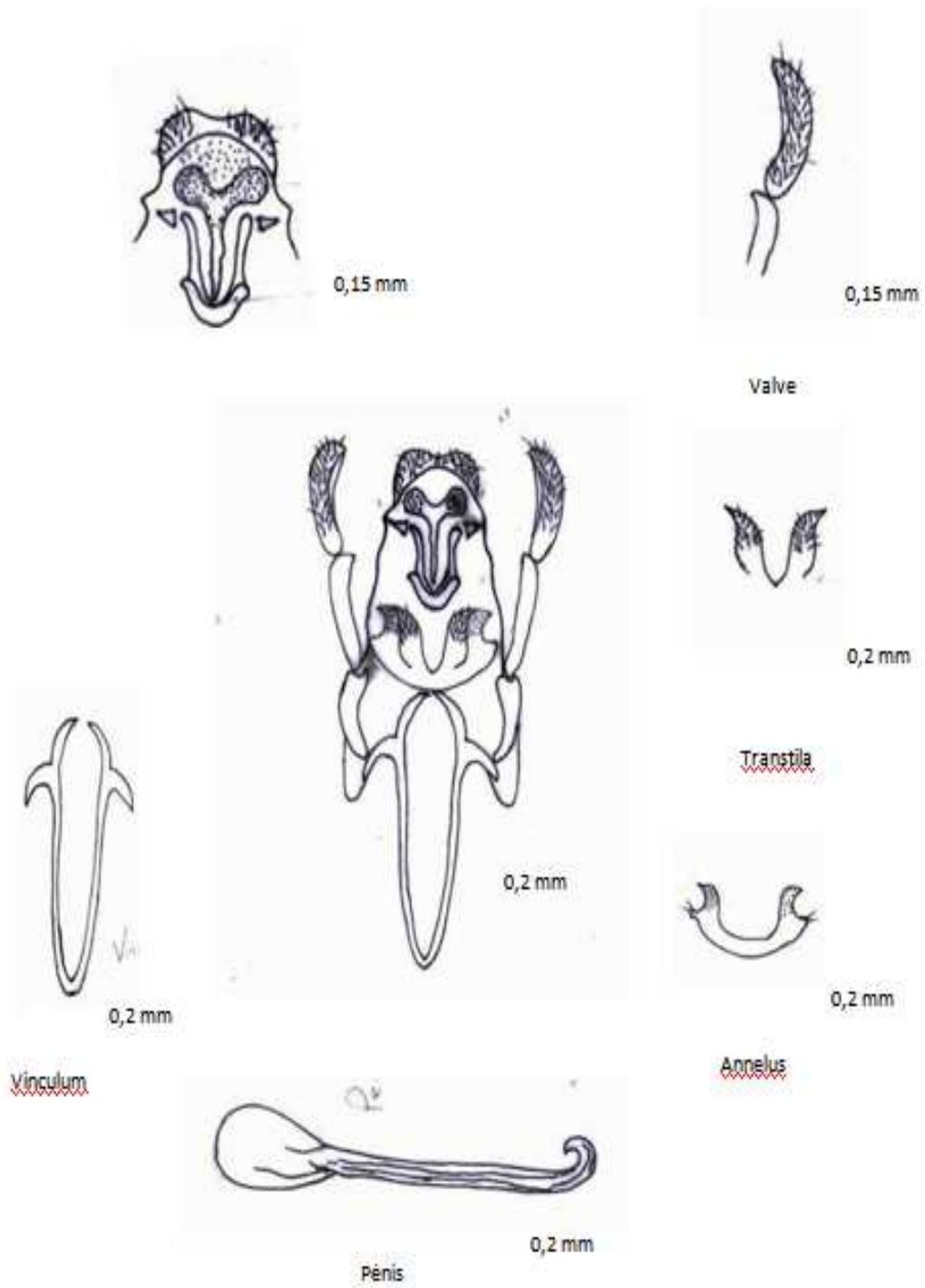


Fig. 3 – Génitalias mâle de *Tuta absoluta* (Mahdi, 2011)

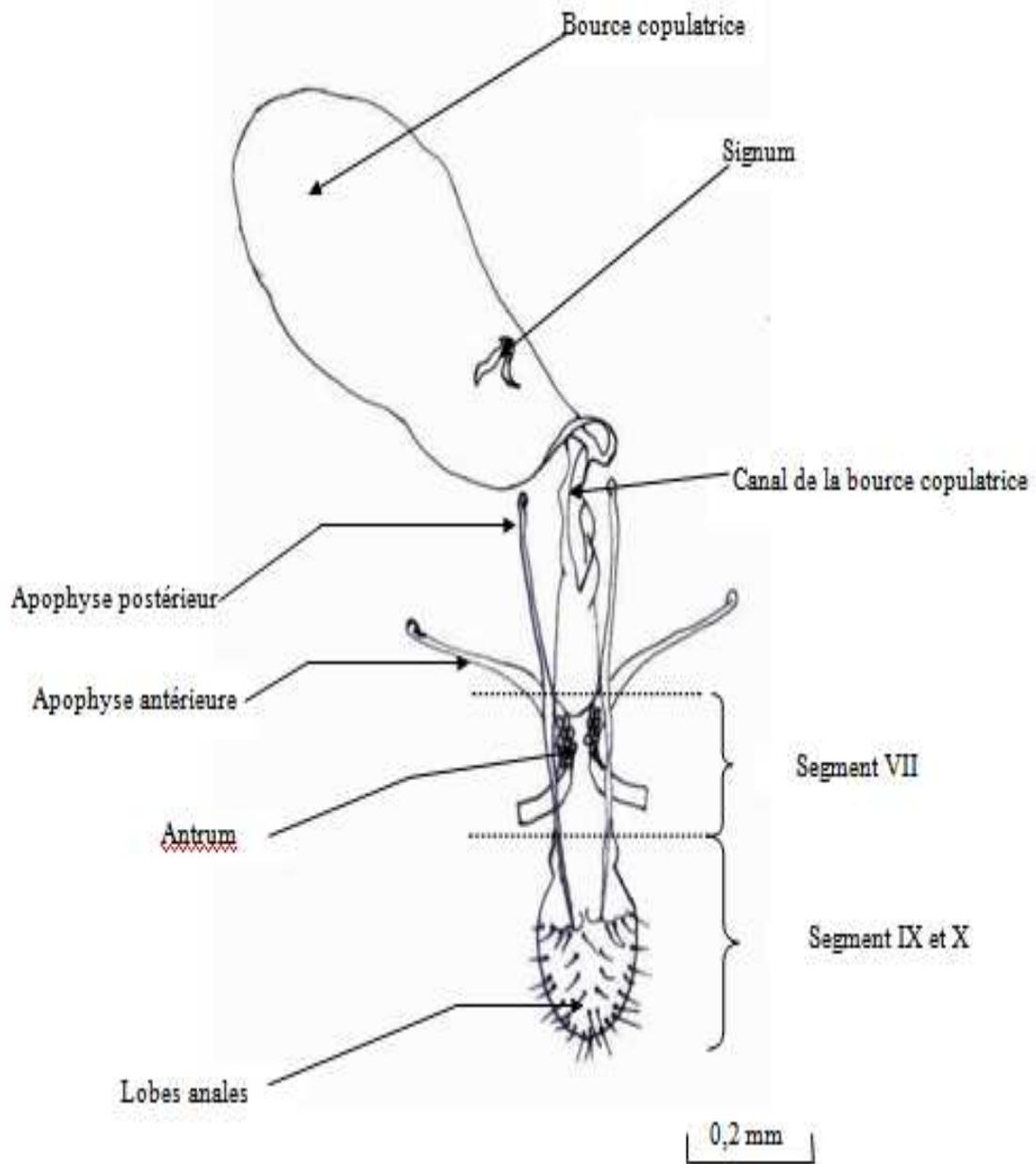


Fig. 4 – Génitalias femelle de *Tuta absoluta* (Mahdi, 2011)

#### 4.3.2. – Adulte de *Tuta absoluta*

La taille du papillon est de 10 mm de long et de 8 à 10 mm d'envergure. Les antennes sont filiformes. Des écailles gris argentées ornent les ailes, avec des taches noires sur les ailes antérieures (Fig. 5) (Ramel et Oudard, 2008).



Fig. 5 – Adulte de *Tuta absoluta* (Ababsia, 2011)

L'adulte aux mœurs nocturnes, se cache entre les feuilles des plantes pendant la journée. Les adultes sont actifs à partir de 7°C (Amazouz, 2008). Cet insecte n'est pas présent à des altitudes supérieures à 1000 m. C'est une limite climatique (ITCMI, 2009). La femelle pond ses œufs sur la partie aérienne de la plante, préférentiellement sur les jeunes feuilles. Elle possède un fort potentiel de reproduction et peut émettre plus de 260 œufs, durant toute sa vie. *T. absoluta* passe après l'éclosion, par 4 stades larvaires, un stade nymphal et un stade imaginal. L'hivernation s'effectue soit à l'état adulte, au stade chenille ou soit à l'état d'œuf (Biurrun, 2008). Le nombre de générations par an en Espagne et Italie est de 10 à 12 (Biurrun, 2008; Sannino et Espinosa, 2010). Par contre en Argentine, il en réalise 5. Le cycle biologique est bouclé en 28 à 38 jours (Biurrun, 2008). Cela dépend des conditions environnementales. Les études montrent que le cycle dure 76,3j à 14°C, 39,8j à 19,7°C et 23,8j à 27,1°C (OEPP, 2005). Barrientos *et al.* (1998) montrent que des durées de développement varient selon la température. Elles sont portées dans le tableau 5.

**Tableau 5** – Durée en jours du développement des différents stades selon la température

Stades de développement	Nbr. jours à 14 °C	Nbr. jours à 20 °C	Nbr. jours à 27 °C
Œuf	14,1	7,2	5,13
Chenilles	38,1	19,8	12,2
Chrysalide	24,2	12,1	6,5
Durée du cycle de l'œuf à l'adulte	76,4	39,7	23,8

Nbr.: Nombres

#### **4.4. - Plantes hôtes**

Selon Urbaneja *et al.* (2007), la principale plante hôte de *T. absoluta* est la tomate (*Lycopersicon esculentum*). Par ailleurs, cet insecte peut causer des dégâts sur la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) (Notz, 1992). L'aubergine (*Solanum melongera*), le pepino (*S. muricatum* Aiton) et les Solanaceae adventices comme *S. nigrum*, *S. elaeagni-folium*, *Puberulum solanum*, *Datura* sp. et *Nicotiana glauca* peuvent héberger *T. absoluta* (Mallea *et al.*, 1972). En Argentine, le tabac peut être attaqué par la mineuse de la tomate (OEPP, 2005). En 2009, l'Italie a signalé la présence de *T. absoluta* sur des plants de *Phaseolus vulgaris* en Sicile (OEPP, 2009).

##### **4.4.1. - Symptomatologie et dégâts**

La mineuse de la tomate s'attaque aux feuilles, aux tiges, aux fleurs et aux baies de la tomate.

###### **4.4.1.1. – Détériorations sur les feuilles**

En infestant les feuilles, les chenilles créent des galeries ou mines et se nourrissent du tissu foliaire, laissant derrière elles leurs déjections de couleur noire, l'épiderme restant intact. Les galeries que les chenilles creusent sont les lésions les plus communes (Fig. 6) (Ferguson et Shipp, 2004).



Fig. 6 – Galeries des chenilles de *Tuta absoluta* sur des feuilles de tomate  
(Sannino et Espinosa, 2010)

#### 4.4.1.2. – Dégâts sur les tiges

Les galeries dans les tiges modifient le développement général des plantes. Les plants de tomate peuvent être attaqués à tout stade végétatif, du plant en pépinière au plant en production (Fig. 7). L'organisme nuisible est généralement facile à trouver, car il préfère les bourgeons apicaux (fleurs ou fruits nouveaux), sur lesquels la sciure noire est visible (Notz, 1992).



Fig. 7 – Galeries des chenilles de *Tuta absoluta* sur des tiges (Monserrat, 2007)

#### 4.4.1.3. – Altérations des fruits

Les plants de tomate peuvent subir des dommages plus directs quand certaines chenilles âgées pénètrent dans les fruits qui se trouvent à leur portée, en creusant une galerie au-dessous du calice. Le fruit de la tomate peut être infesté dès la nouaison. L'entrée des galeries est un très petit trou pas plus grand qu'une tête d'épingle, marqué par la présence d'un petit tas de "sciure" ou "chiure", il s'agit des excréments de l'insecte (Fig. 8).



Fig.8 – Dégâts des chenilles de *Tuta absoluta* sur tomate en fruits (Monserrat, 2007)

Les entrées des galeries situées sous le calice sont très discrètes et peuvent passer facilement inaperçues au moment de la mise en conserve. Il arrive aussi que les chenilles creusent des galeries dans le pourtour des tomates lorsque l'infestation est forte. Les galeries provoquées par la chenille constituent une porte d'entrée pour différents phytopathogènes, qui induisent des pourritures au fruit.

#### **4.4.2. - Impact économique**

L'impact économique de l'infestation des parcelles de tomate par le déprédateur *T. absoluta* est traité par rapport à la situation dans le mondial. Il est suivi par la situation en Algérie.

##### 4.4.2.1. – Situation dans le monde

En Amérique Latine, *T. absoluta* est considérée comme un ravageur majeur de la culture de tomate sous-serre et en plein champ. La production en quantité et en qualité de la tomate a connu une réduction significative, à cause des dégâts directs et indirects

provoqués par ce ravageur. Les attaques sévères sur les fruits ont engendré une baisse de la qualité, les fruits devenant impropres à la consommation. Ainsi 50 à 100 % de baisse de la production de tomate sont enregistrés en Amérique Latine (Lopez, 1991; Apablaza, 1992).

#### 4.4.2.2. – Impact des ravages faits par *Tuta absoluta* sur la tomate en Algérie

A l'heure actuelle, aucune étude économique portant sur l'impact de ce ravageur sur la production nationale de tomates sous-serre n'a été effectuée, à notre connaissance. Quelques informations ponctuelles font état de 100 % de ravages dans des serres près d'Ouargla en 2011 et de 30 % de pertes sur la tomate sous-serre près d'Ain Taya (com. pers., Doumandji-Mitiche; Mahdi).

## 5. - Protection biologique intégrée

Selon l'expérience des pays méditerranéens, une seule méthode de lutte ne peut pas contrôler à elle seule *Tuta absoluta* qu'elle soit biologique ou chimique. En Amérique Latine il est développé pour la 1<sup>ère</sup> fois une stratégie de lutte appelée "Protection biologique intégrée" (*Integred Pest Management* : PBI ou IPM) pour la lutte contre la mineuse de la tomate (Urbaneja, 2009). Néanmoins, il s'avère nécessaire de donner quelques définitions.

### 5.1. - Définition de la lutte biologique

C'est l'utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs aux productions végétales (O.I.L.B., 1971). Dans ce cadre un agent biologique performant est présenté : *Nesidiocoris tenuis*.

#### 5.1.1. - *Nesidiocoris tenuis*

La position systématique de l'espèce est précisée, suivie par son origine et sa distribution naturelle, par son cycle biologique et sa bioécologie trophique

##### 5.1.1.1. - Taxonomie et morphologie de *N. tenuis*

Sanchez (2009) classe cet insecte de la manière suivante :

Ordre: Heteroptera

Famille: Miridae

Genre: *Nesidiocoris*

Espèce: *N. tenuis* (Reuter, 1895)

syn. *Cyrtopeltis javanus* (Poppius, 1914)

syn. *Cyrtopeltis tenuis* (Reuter, 1895)

Les œufs sont non visibles car ils sont cachés, insérés dans les feuilles et les tiges. La larve est de couleur verte plus homogène alors que les antennes et les pattes sont grisâtres. L'adulte mesure environ 4 mm de longueur, d'une couleur vert pâle avec des taches plus foncées sur les ailes et sur le pronotum (Fig. 9 et 10). Les premiers articles des antennes ont une couleur noire suivies par d'autres grisâtres (Wagner, 1970).



Fig. 9 – Adulte de *Nesidiocoris tenuis* (Ababsia, 2011)



**1<sup>er</sup> stade larvaire**

**2<sup>ème</sup> stade larvaire**

**3<sup>ème</sup> stade larvaire**

Fig. 10 – 3 premiers stades larvaires de *N. tenuis* produits au laboratoire (Ababsia, 2011)

#### 5.1.1.2. - Origine et distribution naturelle de *N. tenuis*

*Nesidiocoris tenuis* a une distribution très large. Une enquête réalisée en 1971 a montré que cette punaise est présente dans plusieurs continents tels que l'Amérique, l'Afrique, l'Asie, l'Europe et même l'Australie. En effet, cette punaise est observée en Floride (USA) et au Venezuela. Parmi les autres pays où l'espèce est notée il y a le Maroc, l'Algérie, la Libye, l'Ethiopie, l'Egypte, l'Arabie saoudite, l'Iran, l'Iraq et la Turquie. Depuis, cette punaise s'est répandue, et aujourd'hui elle est présente dans toute la région méditerranéenne, y compris dans les pays du Sud de l'Europe. *N. tenuis* est l'espèce de la famille des Miridae la plus abondante dans les cultures de tomate de cette région (Tavella et Goula, 2001; Sanchez *et al.*, 2003; Arno *et al.*, 2009).

#### 5.1.1.3. – Cycle biologique et bioécologie trophique de *N. tenuis*

Après l'embryogenèse la punaise passe par 5 stades larvaires avant de subir la mue imaginale. Le temps de développement, la fécondité, la longévité des adultes et la survie sont fortement dépendants de la température, de l'humidité, de la disponibilité alimentaire ainsi que de la plante hôte. L'incubation des œufs peut aller de 6,3 jours à 35° C à 30,8 jours à 15° C. La somme des degrés utiles pour l'embryogenèse est de 148,6 degrés / jours et le seuil thermique le plus bas se situe à 10,3°C. La durée des stades larvaires passe de 55,9 jours à 15°C à 8,6 jours à 35°C. Le seuil inférieur de température pour le développement se situe à 11,7 °C. C'est à 20 °C que la meilleure oviposition durant 18 jours est obtenue (El-

Dessouki *et al.*, 1976; Sanchez *et al.*, 2009). À une température constante de 40°C, les larves ne sont pas en mesure de se développer et les femelles sont tout juste aptes à se reproduire (Sanchez *et al.*, 2008). Le seuil de développement est de 10,3° C pour les œufs et 11,7 degrés pour les larves. Le temps de développement de l'œuf à l'adulte varie de 92 jours à 15°C à 14 jours à 32°C. À 15°C, ce sont seulement 52% des larves qui arrivent jusqu'à l'état adulte (Hughes *et al.*, 2009). Son adaptation au climat chaud et sa préférence aux Solanaceae et aux Cucurbitaceae, font de *N. tenuis* l'un des agents de lutte biologique les plus intéressants, en présence des aleurodes. En effet, *Nesidiocoris tenuis* est une punaise prédatrice très commune dans les zones à saisons chaudes, typique de la région méditerranéenne (Sanchez, 2009). A tous les stades mobiles, elle se comporte en prédatrice très active de petits insectes comme des aleurodes *Trialeurodes vaporariorum* et *Bemisia tabaci* dont les œufs, les larves et les adultes constituent autant de proies. La punaise utilise son rostre pour les vider de leur contenu. *N. tenuis* est polyphage. La punaise consomme également les oeufs et les chenilles de papillons, les pucerons, les acariens, les thrips et d'autres insectes à corps mous. Elle peut également se nourrir de la sève des plantes, mais dans ce cas les femelles ne pondent pas beaucoup d'œufs et les nymphes ne pourront pas réaliser complètement leur développement (Urbaneja *et al.*, 2005).

#### 5.1.1.4. – Utilisation de la punaise *Nesidiocoris tenuis* en lutte biologique

L'introduction de *N. tenuis* à la dose de 1 individu par m<sup>2</sup> dans des essais de tomate sous-serre, montre une réduction de la population de *Bemisia tabaci* pouvant atteindre plus de 90 % par rapport au témoin sans lâcher (Calvo *et al.*, 2009). Urbaneja *et al.* (2007) ont testé les capacités de *Macrolophus pygmaeus* et de *Nesidiocoris tenuis* à consommer *Tuta absoluta*. Les résultats montrent que les deux espèces de Miridae peuvent consommer ce ravageur et contribuent au contrôle des effectifs de la population de *Tuta absoluta*. Les résultats des lâchers réalisés dans des serres de tomate en Espagne et au Maroc en 2009 confirment la capacité de *N. tenuis* à contrôler *Tuta absoluta* (Calvo *et al.*, 2010).

### 5.1.2. – Autres ennemis naturels de *Tuta absoluta*

*Tuta absoluta* est sujette aux attaques de plusieurs ennemis naturels (Tableau 6). Parmi ces derniers, sont à citer les punaises prédatrices des œufs et des larves autres que *Nesidiocoris tenuis*, comme *Macrolophus caliginosus* et *Amblyseius swirskiont*, les parasitoïdes des œufs tels que *Trichogramma* sp., les champignons et les bactéries entomopathogènes comme *Beauveria*, *Metarhizium* et *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Urbaneja, 2009). La lutte biologique est la composante principale de la lutte intégrée qui doit englober de façon harmonieuse les autres moyens de lutte. Ainsi, les autres moyens de lutte: Etanchéité, piégeage de masse, élimination manuelle des galeries et les traitements chimiques compatibles doivent être entrepris en attendant les prédateurs (Amazouz, 2009).

**Tableau 6** – Inventaire de la faune auxiliaire de *T. absoluta* dans le monde (Urbaneja, 2009)

Espèces	Mode d'action	Origine
<i>Nesidiocoris tenuis</i> (Heteroptera , Miridae)	Prédateur (œuf et L1)	Région méditerranéenne
<i>Macrolophus caliginosus</i> (Heteroptera)	Prédateur	Région méditerranéenne
<i>Orius</i> (Heteroptera)	Prédateur	Région méditerranéenne
<i>Nabis pseudoferus ibericus</i> (Heteroptera)	Prédateur	Région méditerranéenne
<i>Vespidae</i> (Hymenoptera)	Prédateur	Région méditerranéenne
<i>Xylocaris</i> sp. (Coleoptera)	Prédateur	Amérique du Sud
<i>Cycloneda sanguinea</i> (Coleoptera)	Prédateur	Amérique du Sud
<i>Phlaeothripidae</i> (Thysanoptera)	Prédateur	Amérique du Sud
<i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera)	Prédateur	Amérique du Sud
<i>Dicyphus</i> sp (Heteroptera)	Prédateur	Région méditerranéenne
<i>Trichogramma achaea</i> (Hymenoptera)	Parasitoïde d'œufs	Espagne
<i>Trichogramma pretosium</i> (Hymenoptera)	Parasitoïde d'œufs	Amérique du Sud
<i>Trichogramma bactrae</i> (Hymenoptera)	Parasitoïde d'œufs	Amérique du Sud
<i>Bracon lucilae</i> (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Necremnus artynes</i> (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Espagne, Maroc
<i>Neochrysocharis formosa</i> (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Habrobracon hebetor</i> (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Dolichogenidea gelechiidivoris</i> (Hymen.)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud

<i>Orgilus lepidus</i> (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Compoplex haywardi</i> (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Orgilus</i> spp. (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Chelonus</i> spp. (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Diadegma</i> spp. (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Temelucha</i> spp. (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Agathis</i> spp. (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Goniosus nigrifemur</i> (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Pseudoapanteles dignus</i> (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Dineulophus phthorimaea</i> (Hymenoptera)	Parasitoïde (L1 à Ln)	Amérique du Sud
<i>Cornua</i> sp. (Hymenoptera)	Parasitoïde (chrysal.)	Amérique du Sud

L1 à Ln: chenilles des stades de 1 à n; chrysal.: chrysalide.

L'un des insectes prédateurs utilisés fréquemment en lutte biologique en général, et contre *Tuta absoluta* en particulier est *Nesidiocoris tenuis*. L'éthologie et le mode d'action de ce prédateur sont précédemment détaillés.

## 5.2. - Définition de la lutte intégrée

C'est la conception de la protection des cultures dont l'application fait intervenir un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois écologiques, économiques et toxicologiques, en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance (FAO, 1970; O.I.L.B., 1973; Brader 1975). La protection intégrée désigne un système de lutte comparable au précédent (OILB-SROP, 1973 in Milaire, 1995).

## 5.3. - Définition de la protection biologique intégrée (p.b.i.)

Elle est définie comme une protection phytosanitaire des cultures donnant la priorité à la lutte biologique contre les ravageurs, au moyens de lâchers d'auxiliaires, mais aussi de méthodes favorisant le développement des auxiliaires naturels et introduits (Mary *et al.*, 2000). Ainsi, la lutte biologique est intégrée dans un système de protection biologique intégrée, dans lequel l'utilisation de pesticides sélectifs, préservant la faune auxiliaire est aménagée. Il est nécessaire de connaître la

biologie du ravageur ciblé et de son cortège parasitaire, afin de déterminer l'impact de cette faune auxiliaire sur le ravageur. La p.b.i. intègre aussi les techniques culturales, l'utilisation des plantes résistantes aux ravageurs et d'autres techniques (Knutson *et al.*, 2002). L'utilisation des agents biologiques de contrôle se fait de trois façons :

- Introduction d'un certain nombre d'entomophages exotiques, n'existant pas dans le milieu.
- Valorisation de l'entomofaune indigène
- Augmentation du nombre des populations de l'entomofaune indigène.

La PBI a prouvé son efficacité. C'est une méthode raisonnée, qui demande un bon niveau de technicité (Mary *et al.*, 2000). Les principaux auxiliaires utilisés en PBI sont des Hyménoptères, des Coléoptères, des Hémiptères, des Névroptères, des Tétranyques ou encore des Bactéries. Cette lutte combinée porte en premier sur des mesures prophylactiques, la lutte physique, la lutte biotechnologique, la lutte biologique et enfin la lutte chimique.

#### **5.4. - Mesures prophylactiques**

Elles renferment toutes les pratiques visant à réduire le taux d'infestation au démarrage de la culture et la prolifération de l'insecte (Urbaneja, 2009; El Fadl et Chtaina, 2010).

Ces mesures sont les suivantes au niveau régional

- Traitement et destruction des débris végétaux avant l'arrachage des cultures de tomate infestées avec des produits de choc tels que chlorpyriphosphoéthyle ou méthyle
- Bonne gestion des déchets de fin de cycle: compostage ou enterrement
- Rigueur dans le travail de l'ensemble des producteurs: mise en place d'une stratégie de lutte commune dans toute la région

#### **Mesures à prendre au niveau de la ferme**

- Respect d'au moins 6 semaines entre la serre nettoyée et la plantation
- Labour jusqu'à 30 cm pour remonter les chrysalides à la surface pour qu'elles se dessèchent au soleil
- Paillage intégral du sol

- Étanchéité des serres
- Mise en place de SAS (Un sas est un caisson muni de deux portes étanche)
- Désherbage des serres et de leurs abords
- Traitement insecticide de la structure de la serre avant plantation
- Utilisation des plants sains, indemnes de toute attaque
- Nettoyage et destruction chaque semaine de toutes les folioles infestées sur la culture. Cette pratique, si elle est correctement menée, contribue à hauteur de 50% de réduction de pertes causées par ce ravageur.

### **5.5. - Lutte physique**

L'étanchéité des serres est d'une importance primordiale dans la lutte contre *T. absoluta*. Un filet anti-insecte de maille 6×9 fils/cm et imperméable aux adultes du ravageur, doit être bien posé. Son entretien régulier et la confection des SAS des portes d'entrées étanches doivent être assurés (Arnó et Gabarra, 2010). Une bonne étanchéité des serres réduit la pression d'environ 80 %.

### **5.6. - Lutte biotechnologique**

La lutte biotechnologique consiste en l'utilisation des phéromones dans la lutte contre *T. absoluta*. Elle se base sur le principe de la reproduction sexuelle des lépidoptères. Les essais menés avec la confusion sexuelle n'ont pas montré une efficacité satisfaisante. Par contre, le piégeage de masse des mâles a prouvé des efficacités variables de 10 à 90 %. Selon la pression du ravageur, cette pratique est plus efficace sur de faibles populations, ce qui veut dire qu'il faut la mettre en œuvre dès la plantation (Ferrara *et al.*, 2001). Afin d'atteindre les résultats escomptés, il est conseillé d'installer 20 à 40 pièges à eau par ha, selon le stade végétatif de la culture (Urbaneja, 2009), de façon à couvrir l'ensemble des serres en vue de minimiser les chances d'accouplement entre les mâles et les femelles. D'autre part, le choix de la phéromone est capitale, de même que son renouvellement. Il est recommandé de les renouveler toutes les 4 à 6 semaines (Amazouz, 2009). Par ailleurs les phéromones sont utilisées en 1<sup>er</sup> lieu dans le monitoring de *T. absoluta* (Urbaneja, 2009). La phéromone de *T. absoluta* a été décrite pour la 1<sup>ère</sup> fois en 1995 et a pour formule 3E, 8Z, 11Z- Tétradécatriényl acetate (TDTA) (Attygalle, 1995).

## 5.7. - Lutte chimique

Afin de minimiser les risques liés à l'utilisation des insecticides, il convient d'appliquer le produit adéquat au moment opportun et de respecter pour chaque produit, le nombre d'applications par an, les doses prescrites, l'alternance des matières actives d'un traitement à l'autre et le délai avant la récolte (Bielza, 2010). La lutte chimique doit être raisonnée en fonction du niveau de risque déterminé par rapport aux captures hebdomadaires des adultes de *T. absoluta* dans les pièges Delta et en fonction du niveau d'infestation sur la culture. Par ailleurs, il est primordial de tenir compte des effets secondaires sur les auxiliaires lors du choix des produits à utiliser (Amazouz., 2009). En Europe plusieurs matières actives sont employées contre ce bio-agresseur, comme le thiacloprid, l'imidacloprid, l'indoxacarb, le neem, le spinosad, l'abamectine, et le lufenuron (Urbaneja, 2009; Al-Jboory, 2009). La lutte intégrée avant l'introduction de *T. absoluta* revenait plus chère que la lutte chimique à cause de la polyvalence, la diversité et le coût souvent faible des produits classiques utilisés contre la mouche blanche et les acariens. Mais compte tenu de la spécificité des pesticides conseillés contre *T. absoluta* et l'absence de diapause chez ce ravageur, la lutte intégrée est devenue moins chère que la lutte conventionnelle. D'autre part, la forte demande des produits phytosanitaires dans les différents pays touchés par ce ravageur a fait que les fournisseurs n'arrivent plus à satisfaire l'explosion de la demande. Cette situation a rendu la lutte intégrée plus sécurisante. En outre, les mois d'avril, mai, et juin se sont montrés difficiles à franchir en n'utilisant que des pesticides à raison de 2 à 3 applications par semaine, à cause des conditions favorables pour le ravageur. Comme inconvénient important, la difficulté de respecter les délais avant la récolte oblige l'agriculteur à chercher d'autres types de lutte que l'emploi de pesticides (Amazouz, 2009). En Algérie, le Ministère de l'agriculture et du développement rural (M.A.D.R.) à travers l'Institut national de la protection des végétaux (I.N.P.V.) a mis en œuvre une stratégie de lutte intégrée depuis l'été 2008, afin de combattre *T. absoluta*, qui avait sérieusement compromis la production de tomate en Algérie. Cette stratégie s'articule autour d'un ensemble de moyens de lutte basés essentiellement sur la lutte biotechnologique (INPV, 2008). Ce ministère soutient la lutte contre *T. absoluta* par le biais d'un fond financier, afin d'accompagner les maraîchers dans leur lutte contre ce nouveau bioagresseur. Le plan offensif proposé par l'I.N.P.V. a débuté dès l'apparition de ce papillon, en 2008. Il s'articule autour de 2 axes: la prophylaxie et la lutte.

# **Chapitre II:**

## **Materiel et méthodes**

## Chapitre II - Matériel et méthodes

### 2.1. - Présentation de la région d'étude

Les points qui sont présentés concernent la situation géographique de la région d'étude comprenant le Sahel et le Littoral algérois, ainsi que les facteurs abiotiques et biotiques qui la caractérisent. Le littoral algérois s'étend depuis Tipaza à l'ouest jusqu'à Surcouf à l'Est. Il est constitué par la façade maritime du Sahel à l'ouest et par une étroite bande côtière de la Mitidja à l'est (Fig. 11) (Bigre et Marzin, 1970).

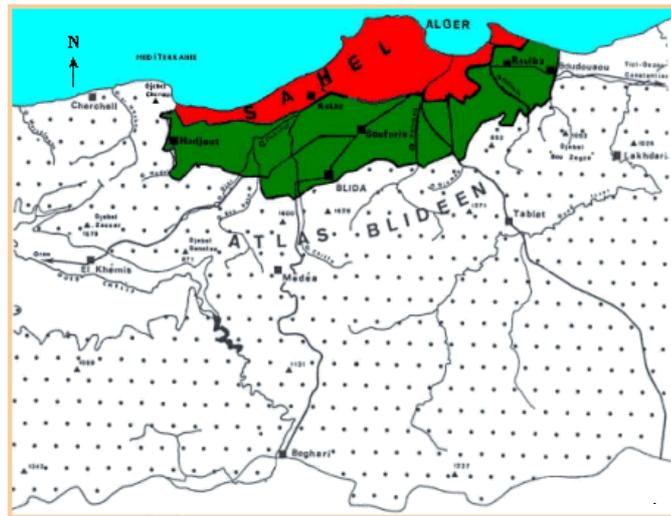


Fig.11 – Situation géographique du Sahel et du littoral algérois (Mutin, 1977)

Echelle: 1 / 1.000.000 km

### 2.2. - Caractéristiques édaphiques de la région

Deux aspects retiennent l'attention. Ils sont d'ordres pédologiques et physiques.

#### 2.2.1. – Aspects pédologiques de la région d'étude

Les sols du Littoral algérois sont, dans leur ensemble, sableux, convenables aux cultures maraîchères. La nature des sols du Littoral est variable d'une région à l'autre. A l'ouest d'Alger, il est recouvert par des sols sableux. Du centre jusqu'à Ain Taya, la texture est sablo-argileuse. Celle-ci est sableuse humifère jusqu'à Dellys (Anonyme, 1979). Le seul inconvénient de ces sols est que leur teneur en colloïdes, argile et humus, est très faible. En conséquence leur capacité de rétention en eau est faible, ce qui implique le besoin d'apports d'amendements organiques (Rouag, 1988).

## 2.2.2. – Aspects physiques de la région d'étude: relief

La majeure partie du territoire de la région se compose de plaines légèrement en collines constituées de terrains sablonneux (Tamzait, 1990).

## 2.3. - Caractéristiques climatiques du Sahel et du Littoral algérois

Le climat avec toutes ses composantes est un facteur limitant de tous les êtres vivants. Il règle non seulement leurs activités et leurs cycles de vie, mais aussi leurs répartitions dans l'espace et dans le temps (Faurie *et al.*, 1984). Dans le cadre de ce travail, il est tenu compte de tous les facteurs climatiques.

### 2.3.1. – Températures de la région d'étude

C'est un facteur essentiel pour expliquer certains résultats et comportements des êtres vivants. Ce facteur agit surtout par son intensité. Ce sont surtout les valeurs extrêmes qui montrent l'effet de celui-ci sur les insectes (Dajoz, 1985). Dans les tableaux 7 et 8 ci-dessous, les valeurs des températures prélevées dans la station météorologique de l'Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles (I.T.C.M.I.) de Staoueli en 2008-2009 et les moyennes d'une décennie sont indiquées. Sur le tableau 7, les valeurs des moyennes de températures mensuelles au cours d'une décennie, dans le Littoral algérois sont rassemblées.

**Tableau 7** – Moyennes des températures mensuelles dans le Littoral algérois pour la période (1997-2007) (I.T.C.M.I., 2009)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
T °C	T.max	16,09	16,44	17,82	20,26	23,60	28	30,80	31,72	28,05	25,7	19,96	17,10
	T.min.	8,54	9,23	9,89	12,99	15,75	18,80	21,70	20,59	19,70	17,40	10,61	10,40
	T.moy.	12,32	12,84	13,86	16,63	19,68	23,40	26,30	26,16	23,88	21,50	15,29	13,70

T (°C): Température en degré Celsius.; max: Maximum ; min: Minimum, Moy.: Moyenne.

Les différentes valeurs enregistrées au cours de la décennie (1997-2007) indiquent que les moyennes les plus élevées des maxima sont enregistrées en juillet (26,3 °C) et que le mois le plus froid est janvier (12,3°C) (Tab. 7). Les moyennes des températures mensuelles ayant

prédominé dans le Littoral algérois, lors de la campagne 2008-2009 sont portées dans le tableau 8.

**Tableau 8** – Moyennes des températures mensuelles dans le Littoral algérois (campagne agricole 2008-2009) (I.T.C.M.I., 2009)

		2008								2009			
	Mois	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
T °C	T.max	22,80	26,90	31	31,20	28,70	25	19,30	15,90	15,90	16,60	19,20	20
	T.min	15,80	18,30	22,70	23,50	21,30	17,80	11,80	9,20	10	9,20	10,40	12
	T.moy	19,30	22,60	26,90	27,40	25	21,40	15,60	12,60	13	12,70	14,80	16

T °C : Température en degré Celsius; max : Maximum; min : Minimum; Moy. : Moyenne.

Les données de la campagne agricole 2008-2009, indiquent que les moyennes des températures les plus basses sont observées en décembre, janvier et février ( $12,6\text{ °C} \leq T\text{ °C} \leq 13\text{ °C}$ ). La moyenne des températures les plus élevées est enregistrée en août avec  $27,4\text{ °C}$  (Tab. 8).

### 2.3.2. – Pluviométrie de la région d'étude

La pluviométrie est un facteur essentiel pour déterminer les périodes sèches et les périodes humides au cours de l'année. Les quantités de pluie de chaque mois durant la décennie (1997-2007) sont présentées (Tableau 9).

**Tableau 9** – Pluviométries mensuelles moyennes obtenues dans le Littoral algérois lors de la décennie (1997-2007) (I.T.C.M.I., 2009)

	Mois											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>H (mm)</b>	80,4	55,4	40,4	34,5	47,3	1,8	0,9	5,1	25,1	24	105,7	199,7
<b>Jours</b>	9,4	8	6,8	6,1	4,2	0,5	0,3	0,9	4,2	3,2	9,5	10,5

H (mm): Hauteurs de pluie en millimètres; Jours: Nombre de jours.

Pour la décennie (1997-2007), une irrégularité dans la pluviométrie est à noter (Tab. 9). Ainsi avec 199,7 mm, le mois de décembre apparaît le plus pluvieux, alors que juillet s'érige comme étant le plus sec avec seulement 0,9 mm en moyenne (Tableau 9).

La pluviométrie de chaque mois durant la campagne agricole 2008-2009 est présentée (Tableau 10).

**Tableau 10** – Pluviométrie mensuelle dans le Littoral algérois (campagne 2008-2009)  
(I.T.C.M.I., 2009)

Mois	2008								2009				Cumul
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	
Hauteur en mm	67,40	11,70	16,80	0	64,80	42,10	135,40	154	59,60	10,80	48	70,70	610,6
Nbr. de jours	7	4	2	0	8	9	10	12	15	7	7	13	94

H mm: Hauteur de pluie en millimètres, N jours : Nombres de jours.

Pour ce qui concerne les précipitations durant la campagne 2008-2009, il est à remarquer qu'elles sont irrégulières. Mais du point de vue quantitatif, les pluies sont importantes durant les mois d'automne, d'hiver et de printemps, notamment en mai, septembre, novembre et décembre de l'année 2008 ; et pendant les mois de janvier, mars et avril en 2009 (Tableau 10).

### 2.3.3. – Vents de la région d'étude

Le vent peut être caractérisé par sa direction et sa vitesse. Il joue le rôle de facteur de dispersion des insectes (Dajoz, 1985). Tamzait en 1990 note que dans la région de Staoueli, la vitesse moyenne des vents est de 3 m/s avec une direction vers l'ouest en hiver et en automne. Elle est nord/nord - est au printemps et en été. En réalité deux types de vents retiennent l'attention de l'agriculteur à cause de leurs méfaits. Ce sont les vents forts et le sirocco. Les vents forts peuvent arracher des arbres et endommager les serres. Quant au sirocco, il est redouté à cause de l'évapo-transpiration qu'il accélère et le dessèchement qu'il engendre.

### 2.3.4. – Hygrométrie dans la région d'étude

Selon Faurie *et al.* (1984), l'humidité dépend de plusieurs facteurs notamment de la quantité d'eau tombée, du nombre de jours de pluie, de la forme de ces précipitations, orage ou pluie fine, de la température, des vents et de la situation la station prise en considération. Selon les mêmes auteurs, l'humidité relative est le rapport en pourcentage entre la tension de la vapeur d'eau observée à une température donnée et la tension maximale de cette vapeur

d'eau à la même température. Dans le tableau 11, les valeurs moyennes sur 10 ans (1997-2007) sont portées.

**Tableau 11** – Moyennes de l'humidité relative maximale et minimale dans le Littoral algérois d'une décennie (1997-2007) (I.T.C.M.I., 2009)

		Mois											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
HR %	H.max (%)	79,4	77,5	75,8	73,9	77,8	75,8	74	73,1	65,9	77,5	78,2	78,6
	H.min (%)	53,9	51,8	45,8	43,4	46,5	38,3	38,6	40,3	39,2	42,7	51,2	52

HR % : Humidité relative; H.max (%) : Humidité maximale; H min (%) : Humidité minimale

D'une manière générale les valeurs de HR % sont élevées. Elles commencent à diminuer vers la fin de l'hiver jusqu'au début de l'automne.

Dans le tableau 12, les valeurs de l'humidité relative de l'air concernent la période allant de mai 2008 à avril 2009.

**Tableau 12** – Humidité relative maximale et minimale du littoral algérois (2008-2009) (I.T.C.M.I., 2009)

		Mois											
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
HR (%)	H.max	69,50	65,30	70,90	67	67,13	76,60	70,50	73,40	82,20	84	83,40	81,10
	H.min	59,10	56,30	60,10	57	60,70	72,60	67,60	67,90	68	51,80	53,60	58,10

HR (%) : Humidité relative; H.max (%) : Humidité maximale; H min (%) : Humidité minimale

La période annuelle allant de mai 2008 à avril 2009 est particulièrement humide. Toutes les valeurs mêmes minimales sont élevées.

## **2.3.5. - Synthèse climatique**

### **2.3.5.1. – Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен**

La répartition des saisons sèche et humide est déterminée par le diagramme ombrothermique de Gausсен, réalisé à l'aide de l'équation :  $P=2T$ .

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

La répartition de saisons sèches et humides est déterminée par le diagramme ombrothermique de Gausсен, effectué à l'aide de la relation :  $P = 2T$ . Dajoz (1985) considère que la sécheresse s'établit lorsque pour un mois donné, le total des précipitations exprimées en millimètres sont inférieures au double de la température exprimée en degré Celsius :  $P < 2T$ . Pour tracer le graphe, les mois sont portés en abscisses et les températures en ordonnées à gauche et les précipitations à droite.

Le diagramme de l'année 2010 (Fig. 12) fait ressortir deux périodes, l'une humide et l'autre sèche. La période humide s'étale de mars à avril et pendant les mois de janvier, septembre et décembre. La période sèche s'étale du mois de mai à août, d'octobre à novembre et durant le mois de février.

Le diagramme ombrothermique a été réalisé à l'aide de données de la station météorologique de l'Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles de Staoueli (I.T.C.M.I).

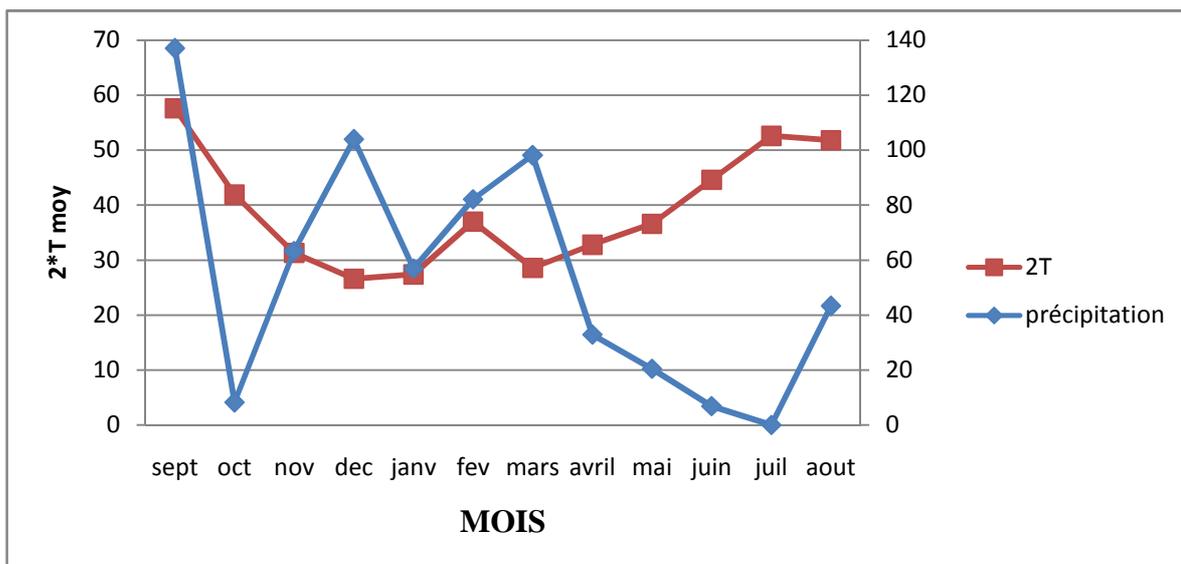


Fig. 12 – Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Fouka marine, année 2010.

### 2.3.5.2. – Climagramme d’Emberger

Emberger (1952) a défini un quotient pluviothermique permettant de distinguer les différentes nuances du climat méditerranéen. Il est calculé selon la formule suivante :

$$Q_2 = 3,43 (P / (M - m))$$

**P** : Pluviométrie annuelle exprimée en mm.

**M** : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimé en °C.

**m** : Moyenne des températures minima du mois le plus froid exprimé en °C.

Pour calculer ce quotient, les données de la décennie 1997-2007 sont prises en considération,

P = 620,27 mm.

M = 31,72 °C.

m. = 8,54 °C.

$$Q_2 = 3,43 \times (620,27 / (31,72 - 8,54)) ; Q_2 = 91,78$$

En reportant la valeur **Q<sub>2</sub>** qui est **91,78** et **m** qui est **8,54°C** dans le climagramme d’Emberger (Fig. 13), il en ressort que le littoral algérois se situe dans l’étage bioclimatique **Sub humide à hiver chaud**.

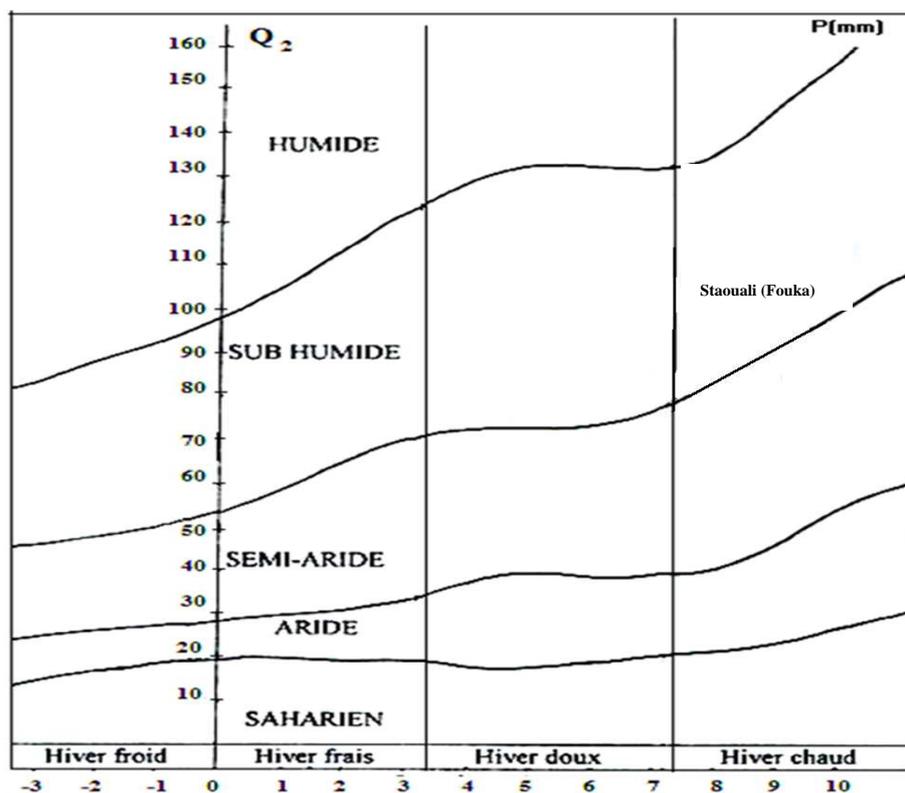


Fig. 13 - Localisation du Littoral algérois dans le climagramme d'Emberger

#### 2.4. - Présentation de la station “école aux champs” à Fouka (Tipaza)

Il s'agit d'une exploitation agricole individuelle (EAI n°48) Chahid Abed Hamid ex domaine 82, se situant à Fouka marine. La nature du sol est sablo-limoneuse, à texture légère. Elle est limitée au sud par la route nationale n°11 et Koléa, à l'ouest par le port de Fouka et Bou-Smail, à l'est par Douaouda et au nord par la mer Méditerranée. Sa superficie est de 7,65 hectares (Fig. 14, 15 et 16). Elle comprend 30 serres, irriguées à la goutte à goutte grâce à 4 point d'eau et à 01 bassin. Sa vocation maraîchère et la rigueur de sa gestion a fait qu'elle est choisie dans le programme des écoles aux champs soutenue par la FAO en Algérie. En effet, dans cette exploitation, les maraîchers se réunissent une fois par semaine, afin d'apprendre à reconnaître les divers bioagresseurs des cultures maraîchères et à se familiariser avec les nouvelles techniques bio-technologiques de l'agriculture. Ce programme est accompagné par un facilitateur qui est représenté par un technicien, cadre du ministère de l'agriculture.



Fig. 14 - Localisation de la région de Fouka marine



Fig. 15 - Ecole aux Champ à Fouka marine (Tipaza) (Photographie originale)



Fig. 16 - Station de l'école aux champs à Fouka (Tipaza) (Photographie originale)

## **2.5. - Méthodes adoptées sur le terrain et au laboratoire**

Pour la réalisation de ce présent travail plusieurs méthodes sont adoptées que se soit sur le terrain ou au laboratoire.

### **2.5.1. – Techniques employées sur le terrain**

Dans cette partie les méthodes d'étude des taux d'infestation de *T. absoluta* dans différentes serres de tomate, en pépinière, soit deux serres à pratiques locales et une serre protégée par un filet Insect-Proof) et en plein champs durant la période du 10/XII/ 2011 au 19/V/2012 (Fig. 17 à 21) sont expliquées. Deux moyens de lutte bio-technologiques, soit les pièges à phéromones à eau et à delta ainsi que le filet Insect-Proof sont étudiés.



Fig. 17 - Serre pépinière (Photographie originale)



**texinov**  
 TEXTILES TECHNIQUES  
 TECHNICAL TEXTILES

100% Polyéthylène traité ar.  
 100% UV Stable Polyethylene

STANDARDIS: 1 | 1m5, 2m, 3m, 4m, 5m  
 et toutes possibilités de C  
 L'UN JUS À 10mètre 200Mètre et

SI STANDARDIS: 1 | 100 / 200cm ou sur demande

RACTERISTIQUES MECANIKUES Mécanical characteristics

À LA RUPTURE	SP Sans Production	BT S
1300 café	1000 café	1000 café

AUTRES CARACTERISTIQUES: Clévis ch... 11%

TIP 950

Fig. 18 - Serre protégée par Insect-Proof (Photographie originale)



Fig. 19 - Serre non protégée par Insect-Proof (Pratique locale: témoin 1) (Photographie originale)



Fig. 20 - Serre non protégée par Insect-Proof (Pratique locale: témoin 2) (Photographie originale)



Fig. 21 – Expérience en plein champ (Photographie originale)

#### 2.5.1.1. – Détermination des taux d’infestation des populations de *T. absoluta* sous serre

Il s’agit d’estimer le taux d’infestation atteint par la population larvaire, infestant les feuilles. Il est estimé de la façon suivante:

300 feuilles (basales, moyennes, apicales) sont prélevées au hasard dans la serre (serre pratique locale et serre Insect-Proof). Au laboratoire, le nombre de feuilles minées par rapport à celui des feuilles totales récoltées et observées est compté. Ce taux est estimé une fois par semaine durant la période du 10 décembre 2011 au 19 mai 2012.

$$\text{Taux d'infestation (T. infest. \%)} = \frac{\text{Nombre de feuilles minées}}{\text{Nombre total de feuilles observées}} \times 100$$

### 2.5.1.2. – Méthodes de lutte contre *Tuta absoluta*

La stratégie de lutte établie contre la mineuse de la tomate (*T. absoluta*) met en action un ensemble de moyens de lutte biotechnologiques. Parmi les méthodes biotechnologiques utilisées, il y a celle des pièges à phéromone sexuelles de type delta et d'autres à eau et celle du filet anti-insectes (Insect-Proof).

#### 2.5.1.2.1. – Pièges à phéromones type delta

Le piège de type delta est un piège de forme triangulaire suspendu par une ficelle à différentes hauteurs selon la taille des plants de tomate. Une plaque engluée est étalée horizontalement à l'intérieur du piège, au centre de laquelle la capsule contenant la phéromone sexuelle de la femelle de *T. absoluta* est posée. Les papillons mâles attirés par la phéromone se heurtent à la plaque engluée et se collent. (Fig. 22).



Fig. 22 - Piège à glu type delta (Photographie originale)

### 2.5.1.2.2. – Pièges à phéromones à eau

Le piège à eau se présente sous la forme d'un bac rempli d'eau avec une solution savonneuse et sur lequel est suspendue la capsule de phéromone sexuelle. Une fois le papillon mâle à l'intérieur, il est piégé et s'épuise en volant et tombe dans l'eau (Fig. 23). Ainsi 3 pièges à phéromones sexuelles à eau, remplis aux 2/3 et contenant une solution savonneuse sont installés par terre, distants l'un de l'autre de 4 m à l'intérieur de la serre pépinière.



Fig. 23 - Pièges à phéromones à eau (Photographie originale)

Les pièges à phéromone ont un grand intérêt en agriculture. C'est un moyen de prévention, de monitoring et de diagnostic. L'objectif de ces pièges est d'abord de détecter la possible présence du ravageur, d'évaluer le risque potentiel pour la parcelle et ensuite de déclencher les traitements insecticides en temps opportun. C'est aussi un moyen de lutte biotechnologique très efficace qui permet de lutter contre un ravageur des cultures sans l'utilisation des pesticides. Les pièges à phéromones sont faciles à mettre en place, puisqu'ils ne demandent ni main d'œuvre qualifiée, ni temps. Les capsules de phéromones ont une durée de vie de 4 semaines. Il existe des inconvénients. En absence de serres hermétiques, l'utilisation des pièges à phéromones risque de favoriser l'attraction d'une plus grande proportion de papillons dans la serre et de ce fait l'infestation de la culture. De plus l'efficacité de la capsule diminue avec le temps, donc il faut la changer régulièrement.

### 2.5.1.2.3. – Filet Insect-Proof

Le filet anti insectes (Insect- Proof) est un filet à mailles de 950  $\mu\text{m}$ . Il est tendu aux deux portes et aux 8 ouvertures latérales, afin d’empêcher la pénétration des papillons de la mineuse dans la serre. (Fig. 24). Aucun insecticide n’est utilisé.



Fig. 24 - Serre couverte de filet anti insectes (Insect- Proof) (Photographie originale)

L’Insect-Proof présente des avantages. En effet le maillage est plus petit que la taille du papillon. Il empêche de ce fait les papillons de pénétrer dans les serres et diminue les infestations. Il permet aussi la protection de la serre contre tout autre ravageur, comme les noctuelles de la tomate. Il permet une meilleure aération de la serre, ce qui induit une diminution de l’humidité, facteur important du développement des différentes pathologies bactériennes et fongiques. Par contre si le maillage n’est pas adapté le filet Insect-Proof peut engendrer une augmentation de la température et de l’humidité. De ce fait, des dégâts considérables peuvent apparaître au niveau des cultures. Néanmoins le seul inconvénient de cet outil est son prix d’achat sur le marché national, car il reste cher et onéreux pour le simple agriculteur.

#### 2.5.1.2.4. – Description de la méthode des pots-pièges

Le pot enterré est un piège d'interception. Il permet de capturer les Invertébrés et quelquefois même des Vertébrés qui se déplacent activement à la surface du sol (Lamotte et Bourliere, 1969). Effectivement les insectes qui circulent sur le sol, les amphibiens et les micromammifères sont piégés (Faurie *et al.*, 1978). Les pots Barber sont des récipients de forme cylindrique de 1 dm<sup>3</sup> de volume, enterrés verticalement au ras du sol. La terre est tassée tout autour de l'ouverture, afin d'éviter l'effet barrière pour les petites espèces (Benkhelil, 1991). Les pots sont remplis au tiers de leur hauteur d'eau. L'expérimentateur ajoute une pincée de détergent qui va jouer le rôle de mouillant pour empêcher toute évasion ultérieure hors du piège des espèces capturées (Fig. 25). C'est une méthode très facile à mettre en œuvre sur le terrain. Elle ne demande pas de main d'œuvre spécialisée, ni de matériel coûteux. Il suffit d'avoir 10 boîtes de conserve vides de 1 dm<sup>3</sup> de volume chacune, d'une binette, de l'eau et d'un peu de détergent. De plus les échantillons recueillis restent en parfaite conservation, ce qui permet d'avoir d'avantage de précision lors des déterminations. Les résultats obtenus grâce à cette technique peuvent être exploités par la suite à l'aide de différentes indices écologiques et grâce à des méthodes statistiques.

Le risque d'évaporation de l'eau contenue dans les pots est très élevé en période estivale, ce qui peut fausser les résultats. Par ailleurs en période hivernale ils peuvent être remplis par l'eau de pluie. Cette méthode peut capturer des insectes terrestres de passage, et de ce fait elle ne donne pas une image réelle de l'entomofaune du site.



Fig. 25 - Mise en place sur le terrain des pots Barber (Photographie originale)

#### **2.5.1.2.5. – Description de la méthode des assiettes jaunes**

Dans la partie suivante la méthode des assiettes jaunes est décrite. Puis les avantages et les inconvénients notés par l'opérateur sont exposés. Selon Roth (1972) la couleur préférentielle pour la plupart des insectes est le jaune citron. Ce sont en fait des bassines en matière plastique de couleur jaune de 30 cm de côté, remplies d'eau au tiers de leur hauteur. Une pincée ou quelques gouttes de détergent sont ajoutées comme mouillant et conservateur pour empêcher les insectes piégés de s'échapper, une fois pris. Selon Lamotte et Bourliere (1969) ces pièges sont particulièrement efficaces à l'égard des insectes héliophiles et floricoles. Les espèces capturées sont ensuite séchées puis déterminées au laboratoire (Fig. 26). C'est une technique facile à mettre en place sur le terrain. Elle n'est pas coûteuse ni en temps, ni en argent ou en main d'œuvre. Elle est réalisable sur tous les types de terrains. Elle n'est pas conditionnée par le temps. Elle permet un ramassage facile des insectes en parfait état ce qui les rend aisément déterminables. Selon Chauvin et Roth (1966) les pièges colorés sont d'une grande efficacité. Ils permettent de recenser avec beaucoup de finesse la faune d'un endroit précis.

Les pièges jaunes possèdent une double attractivité d'une part par leur teinte et d'autre part par la présence de l'eau. C'est cette double attractivité qui est reprochée à ce type de piège.



Fig. 26 - Mise en place dans la serre des pièges jaunes colorés (Photographie originale)

Récapitulons dans la figure 27 l'installation des pièges dans nos différentes serres:



**Serre pépinière:** 3 Pièges à phéromones à eau + 3 assiettes jaunes



**Serre protégée par Insect-Proof:** 2 Pièges à phéromones type « Delta » un à l'entrée de la serre et l'autre au milieu + 3 assiettes jaunes + 10 pots Barber



**Serre Pratiques locales (T 1):** 2 Pièges à phéromones type « Delta » à l'entrée de la serre et l'autre au milieu + 3 assiettes jaunes + 10 pots Barber



**Serre Pratiques locales (T 2):** 3 Pièges à phéromones type « Delta » alignées à l'entrée de la serre



**En plein champ:** installation de 3 Pièges à phéromones type « Delta »

Fig. 27 - Schéma du dispositif expérimental (Photographie originale)

## 2.5.2. – Méthodes utilisées au laboratoire

L'étude de la durée du cycle biologique de *T. absoluta* au laboratoire est réalisée à deux températures (20 et 26°C) afin de déterminer le zéro de développement

### 2.5.2.1. – Bio-écologie de *Tuta absoluta* (recherche du zéro de développement à 20°C., et 26°C.

Il s'agit de suivre le cycle biologique de *T. absoluta* dans des conditions abiotiques fixées au départ de température et d'humidité. Le matériel biologique étudié dans cette expérimentation est représenté par les individus de *T. absoluta* tous stades confondus prélevés sur des feuilles de tomate (*Lycopersicum esculentum*), dont la variété est dénommée kawa, khalida et 5900 F1 dans la station de Fouka (Fig. 28). La durée de chaque stade est enregistrée individuellement ce qui permet de déterminer la durée globale du cycle de développement de *Tuta absoluta* sous l'influence de chacune des trois températures utilisées pour l'expérimentation. Le zéro de développement est calculé par la formule suivante:

$$Nt^{\circ}_1 (t^{\circ}_1 - Z_0) = Nt^{\circ}_2 (t^{\circ}_2 - Z_0)$$

$$Z_0 = \frac{Nt^{\circ}_1 \times t^{\circ}_1 - Nt^{\circ}_2 \times t^{\circ}_2}{Nt^{\circ}_1 - Nt^{\circ}_2}$$

$Z_0$  est le zéro de développement

$Nt_1$  est la durée du cycle dans la température 1

$Nt^{\circ}_2$  est la durée du cycle dans la température 2

$t_1$  est température 1

$t_2$  est température 2



Fig. 28 - Variétés de tomates d'étude (kawa, khalida et 5900 F1)

Afin de suivre l'évolution du cycle biologique de *T. absoluta*, de l'œuf à l'adulte, il est nécessaire de travailler dans des conditions fixes où la température est fixée à 20°C ou à 26°C dans une étuve. L'humidité relative est assurée par un humidificateur, fixée à 100%.

Dans ces conditions, 10 adultes pris au hasard de *T. absoluta* sont introduits dans une cage (Fig. 29). Il est à rappeler que ces papillons sont issus de chenilles collectées sur des feuilles de tomate, prélevées de la station d'étude de Fouka. Une fois pondus, les œufs sont laissés en place. Le développement des chenilles après l'éclosion se fait jusqu'au stade larvaire L4. Le nombre total de chenilles prélevées est de 40. Celles-ci sont ensuite disposées sur des feuilles à l'étuve (Fig. 30).



Fig. 29 - Cage expérimentale protégée par Insect Proff (Photographie originale)



Fig. 30 - Mise à l'étuve des feuilles infestées par *Tuta absoluta* (Photographie originale)

#### 2.5.2.2. – Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques sont réalisées sur les excréments de *Tuta absoluta* (Fig. 31) et sur les fientes des rats (Fig. 32) collectés au niveau de la serre visant à apprécier l'état hygiénique des produits récoltés.

Les analyses microbiologiques des excréments de *T. absoluta* portent sur la recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale, d'*Escherichia coli*, de Streptocoques fécaux, de levures et moisissures, de *Clostridium* sulfito-réducteur et

d'*Aspergillus niger*, Les analyses microbiologiques des fientes des rats portent sur la recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux et d'*Escherichia coli*. Ces germes ont été déterminés par des cultures sur milieux nutritifs synthétiques selon Leclerc *et al.* (2000). Les milieux de culture utilisés sont indiqués dans le tableau 13.

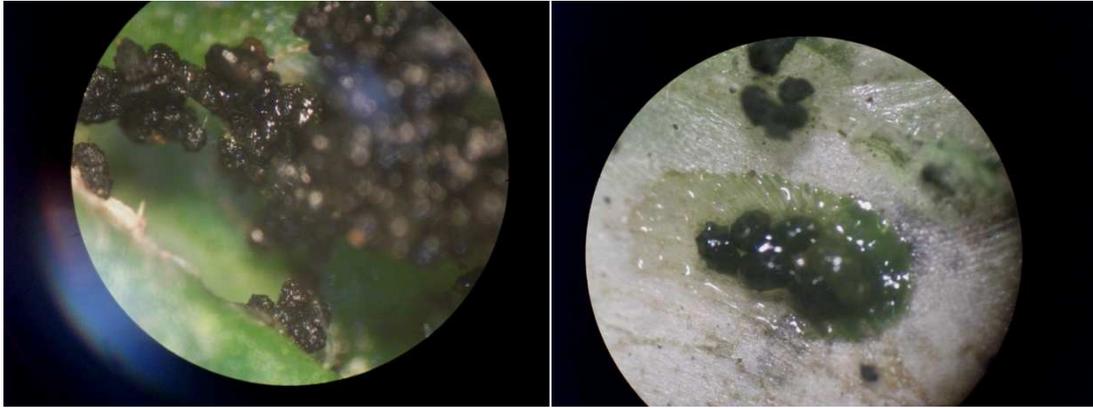


Fig. 31 - Aspect microscopique des excréments de *T. absoluta* (G. 6,3 . 10) (Photographie originale)



Fig. 32 - Aspect macroscopique des fientes des rats collectés au niveau de la pépinière (Photographie originale)

**Tableau 13** - Conditions de culture pour la recherche des germes dans les Excréments et fèces

<b>Micro-organisme recherché</b>	<b>Conditions de culture</b>
La flore aérobie mésophile totale	Milieu PCA (potatoes dextrose agar) à 37 °C./ 24h
Coliformes totaux	Gélose aux désoxycholate à 1‰ à 37 °C./24h
Coliformes fécaux	Gélose aux désoxycholate à 1‰ à 44 °C./24h
<i>Escherichia coli</i>	Gélose aux désoxycholate à 1‰ à 44 °C./24h
Streptocoques fécaux	Milieu Roth ou Litsky à 37 °C./ 24h
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteur	Milieu VF (viande-foie) après un chauffage de l'échantillon à 80 °C. pendant 10 min
Levures et moisissures	Oxytetracycline glucose agar (OGA) à 22 °C./ 1 semaine
<i>Aspergillus niger</i>	Milieu PCA (potatoes dextrose agar) à 27 °C./ 72h

La flore aérobie mésophile totale permet d'estimer la charge microbienne totale de la tomate; les levures et moisissures parmi eux *Aspergillus niger* témoignent de l'apparition de phénomènes d'altération, de décoloration ou de modification de la flaveur; les coliformes totaux et les coliformes fécaux (*E. coli*) ainsi que les Streptocoques fécaux traduisent le niveau hygiénique du produit. *Clostridium* sulfito-réducteur témoignent d'une contamination tellurique ou fécale.

#### **2.5.2.3. – Etude de la flore associée au niveau e la serre pratiques locales**

Dans le but d'inventorier la flore associée, un herbier est réalisé au niveau de la serre pratique locale (Fouka marine, Tipaza).

### **2.6. - Exploitation des résultats**

Dans le présent travail, les résultats obtenus sont exploités par des indices écologiques de composition et de structure et par des méthodes statistiques.

#### **2.6.1. - Utilisation de quelques indices écologiques de composition**

Les techniques d'exploitation des résultats par des indices écologiques de composition, sont présentées dans le présent paragraphe. En premier lieu les richesses totales

et moyennes sont développées. Elles sont suivies par l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

### **2.6.1.1. - Richesse totale**

La richesse spécifique d'un peuplement (S) est le nombre des espèces qui le constituent (Barbault, 2003). Dans le cadre de la présente étude la richesse totale est calculée pour l'entomofaune associée à la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* capturée dans les pots pièges et les assiettes jaunes.

### **2.6.1.2. - Abondance relative (AR %)**

L'abondance relative est égale à :

$$AR \% = n_i / N_1 \times 100$$

$n_i$  est le nombre d'individus de l'espèce  $i$ .

$N_1$  est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

## **2.6.2. - Utilisation de quelques indices écologiques de structure**

Les indices écologiques de structure employés pour l'exploitation des espèces piégées dans les pots enterrés et les assiettes jaunes sont l'indice de la diversité de Shannon-Weaver  $H'$  et l'indice d'équitabilité  $E$ .

### **2.6.2.1. - Indice de diversité Shannon-Weaver**

Selon Blondel *et al.* (1973) l'indice de la diversité de Shannon-Weaver est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité. Cet indice est calculé selon la formule suivante:

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

$H'$ : Indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en bits

$p_i$ : Probabilité de rencontrer l'espèce  $i$  obtenue par l'équation suivante :  $p_i = n_i / N$

$n_i$ : Nombre des individus de l'espèce  $i$

$N$ : Nombre total des individus de toutes les espèces échantillonnées soit dans les pots pièges ou dans les assiettes jaunes.

### **2.6.2.2. - Indice d'équitabilité**

Selon Weesie et Belemsobgo (1997), l'indice d'équitabilité ou d'équitépartition correspond au rapport de la diversité observée ( $H'$ ) à la diversité maximale ( $H' \text{ max.}$ ).

$$E = H' / H' \text{ max.}$$

E: Indice d'équitabilité

$H'$ : Indice de diversité de Shannon-Weaver en bits

$H' \text{ max.}$ : Diversité maximale en bits, donnée par la formule suivante :

$$H' \text{ max.} = \text{Log } 2 S$$

S: Richesse totale exprimée en nombre d'espèces.

### **2.6.3. - Méthodes d'analyse statistique (Analyse de la variance)**

L'analyse de la variance à pour but de comparer les moyennes de plusieurs populations de la même variance (Dagnelie, 1975). Dans le cadre de cette étude une comparaison sera faite pour la capture de *Tuta absoluta* d'une part dans la serre protégée par Insect- Proof et dans la serre des pratiques locales (témoin1) et d'autre part entre la serre pratiques locales (témoin 2) et en plein champ. Dans la présente étude. L'utilisation de cette analyse permet de regrouper les espèces capturées dans les assiettes jaunes placées au niveau des trois serres (serre pépinière, serre protégée par Insect- Proof et serre pratiques locales).

## **Chapitre III. Résultats**

## **Chapitre III - Résultats**

Les résultats obtenus portent sur le taux d'infestation des populations de *Tuta absoluta* dans les serres d'étude, sur la détermination du zéro de développement de cette mineuse des feuilles de la tomate, sur la comparaison des méthodes de lutte contre *Tuta absoluta* par différents types de pièges et sur l'exploitation des espèces piégées dans les pots Barber par les indices écologiques de composition et de structure.

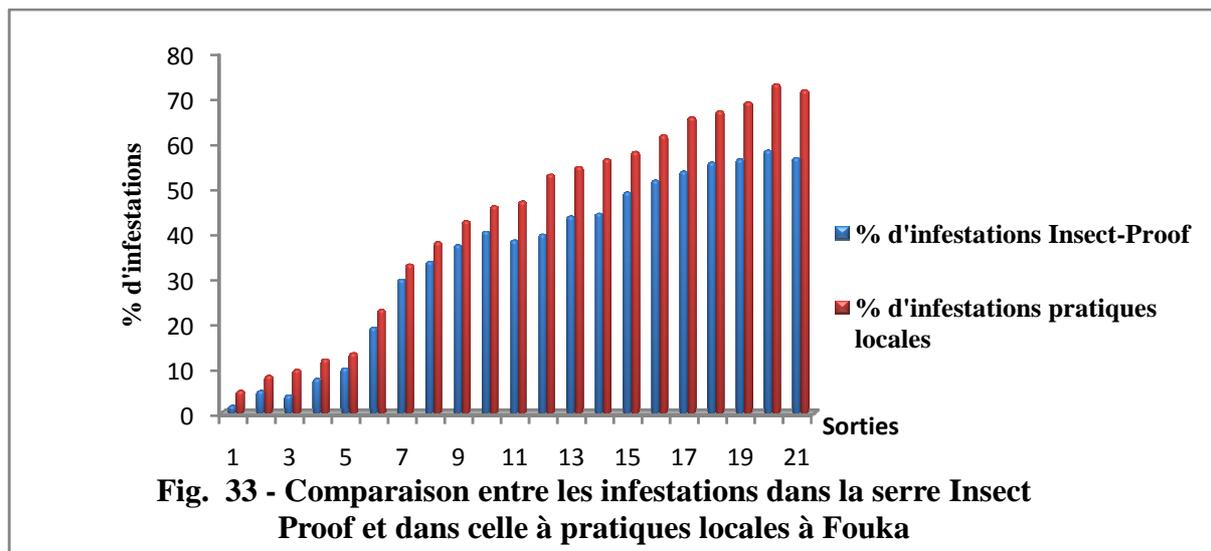
### **3.1. - Résultats des taux d'infestation de la tomate par des populations de *T. absoluta* dans des serres d'étude**

Les résultats d'estimation du taux d'infestation atteint par la population larvaire, infestant les feuilles estimé sur 300 feuilles prélevées aléatoirement dans des serres d'étude (serre protégée par Insect-Proff et serre à pratiques locales), durant six mois (de décembre 2011 à mai 2012) sont portés dans la figure 33 et le tableau 14.

**Tableau 14** - Comparaison entre les infestations de la tomate dans la serre Insect Proof et dans celle à pratiques locales à Fouka

Dates	T. (Insect Proof)	% d'infest. (Insect Proof)	T. sous serre (pratiques locales)	% d'infestations (pratiques locales)
24 / XII au 31/ XII /2011	22,3	1,67	19	5
31/ XII au 7/ I/ 2012	23	5,00	21	8,33
7/ I au 14/ I/ 2012	20,2	4,00	18,2	9,67
14/ I au 21/ I/ 2012	21,9	7,67	18,9	12
21/ I au 28/ I/ 2012	15,4	10	12,4	13,33
28/ I au 4/ II/ 2012	28,7	19	25,7	23
4/ II au 11/ II/ 2012	23,5	29,67	20,5	33
11/ II au 18/ II/ 2012	33	33,67	27	38
18/ II au 25/ II/ 2012	36,5	37,33	34,9	42,67
25/ II au 3/ III/ 2012	37,7	40,33	34,7	46
3/ III au 10/ III/ 2012	25,7	38,33	21,7	47
10/ III au 17/ III/ 2012	27,8	39,67	25,8	53
17/ III au 24/ III/ 2012	26,3	43,67	24,3	54,67
24/ III au 31/ III/ 2012	29,3	44,33	26,3	56,33
31/ III au 7/ IV/ 2012	27,3	49,00	25,3	58
7/ IV au 14/ IV/ 2012	25,3	51,67	21,3	61,67
14/ IV au 21/ IV/2012	26	53,67	23	65,67
21/ IV au 28/ IV/ 2012	27	55,67	23,7	67
28/ IV au 6/ V/ 2012	28	56,33	25	69
6/ V au 12/ V/ 2012	27,6	58,33	25,9	73
12/V au 19/V/2012	31,9	56,67	28,3	71,67

T.: Température ; infest.: infestations



**Fig. 33 - Comparaison entre les infestations dans la serre Insect Proof et dans celle à pratiques locales à Fouka**

La comparaison entre les infestations dans la serre munie d’Insect-Proof et celles de la serre à pratiques locales montre l’efficacité de ce filet puisque les attaques par *Tuta absoluta* sont toujours plus élevées dans la serre à pratiques locales. La valeur de l’infestation la plus élevée est égale à 71,7 % enregistrée dans la serre à pratiques locales contre seulement 56,7 % dans la serre Insect Proof. Les détails de l’analyse de la variance comparant le taux d’infestation dans la serre munie d’Insect-Proof avec celui de la serre à pratiques locales sont cités dans le tableau 15:

**Tableau 15** – Détails de l’analyse de la variance entre le taux d’infestation dans la serre munie d’Insect-Proof et celui dans la serre à pratiques locales

Source	Ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
<b>Modèle</b>	10	16831,965	1683,197	79,321	< 0,0001
<b>Résidus</b>	30	636,604	21,220		
<b>Total</b>	40	17468,569			

Il existe une différence très hautement significative entre le taux d’infestation dans la serre munie d’Insect-Proof et celui de la serre à pratiques locales ( $F = 79,32$ ;  $ddl = 10$ ;  $p < 0,0001$ ).

Un test de corrélation de Pearson (test paramétrique) entre la température sous serre (Insect Proof) et le taux d’infestation est réalisée (Tab. 16; Fig. 34).

**Tableau 16** - Test de corrélation de Pearson (test paramétrique) entre la température sous serre (Insect Proof) et le taux d'infestation

Valeur observée (r)	0,541
p-value bilatérale	0,011
Alpha	0,05

Selon la valeur du coefficient de corrélation, il existe une corrélation significative ( $r = 0,54$ ;  $p < 0,01$ ) entre la température sous serre (Insect Proof) et le taux d'infestation.

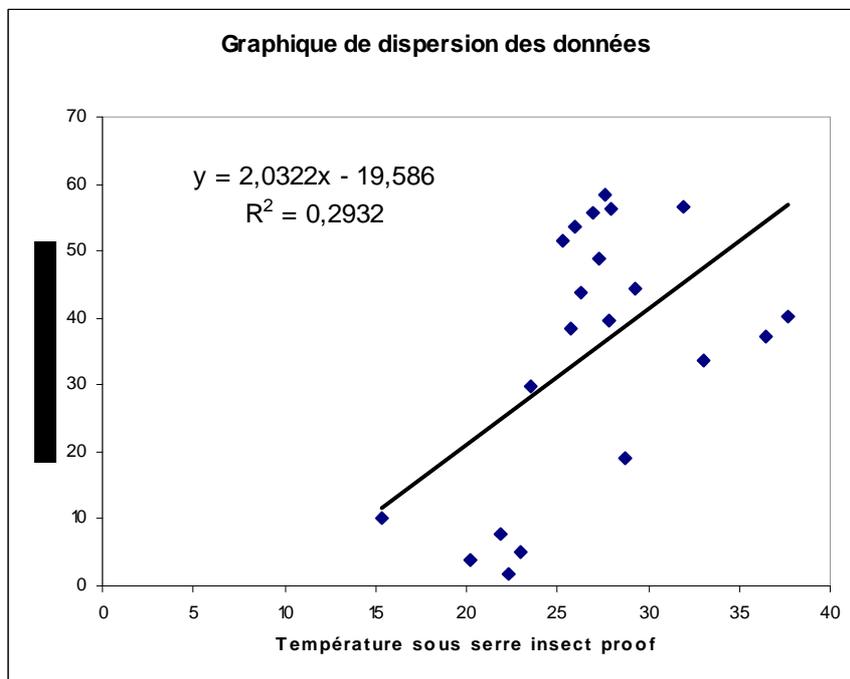


Fig. 34 - Test de corrélation de Pearson (test paramétrique) entre la température sous serre (Insect Proof) et le taux d'infestation

Un test de corrélation de Pearson (test paramétrique) entre la température sous serre (à pratiques locales) et le taux d'infestation est réalisée (Tab. 17; Fig. 35)

**Tableau 17** - Test de corrélation de Pearson (test paramétrique) entre la température sous serre (à pratiques locales) et le taux d'infestation

Valeur observée (r)	0,50
p-value bilatérale	0,02
Alpha	0,05

Selon la valeur du coefficient de corrélation, il existe une corrélation significative ( $r = 0,50$ ;  $p < 0,02$ ) entre la température sous serre (pratique locale) et le taux d'infestation.

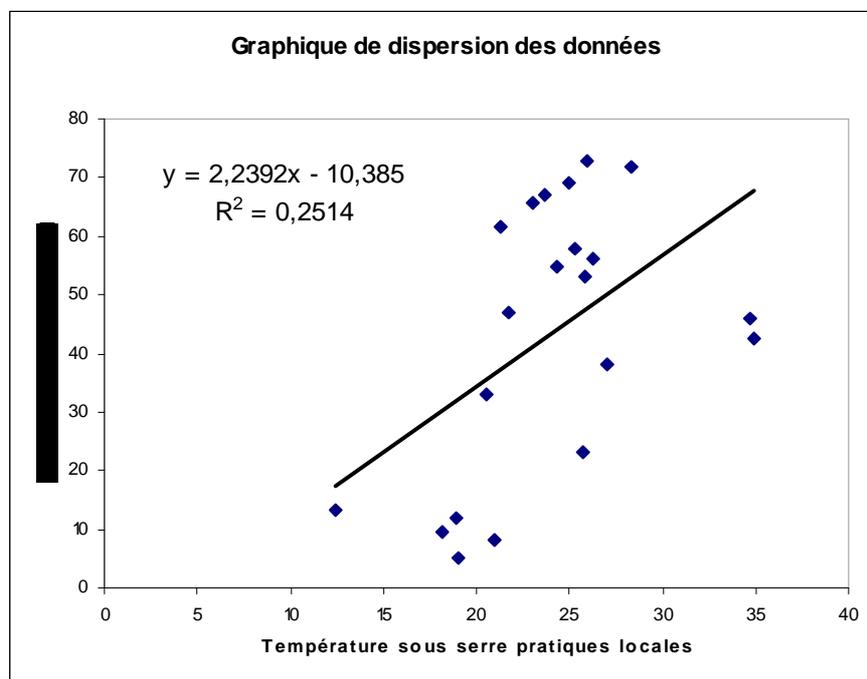


Fig. 35- Test de corrélation de Pearson (test paramétrique) entre la température sous serre (à pratiques locales) et le taux d'infestation

### 3.2. - Détermination du zéro de développement de *Tuta absoluta*

Dans le but de connaître le zéro de développement de *Tuta absoluta* le cycle biologique de cette espèce est suivi sur des lots placés à deux températures 20°C et 26°C. Le calcul du zéro de développement a donné les résultats rassemblés dans le tableau 18.

**Tableau 18** - Recherche du zéro de développement à 20°C. et à 26°C.

Température (°C.)	Duré du cycle	T°*J	Zéro de Dvp
20	28	560	<b>9,2</b>
26	18	468	

T°\*J : température x Jour; Dvp : Développement

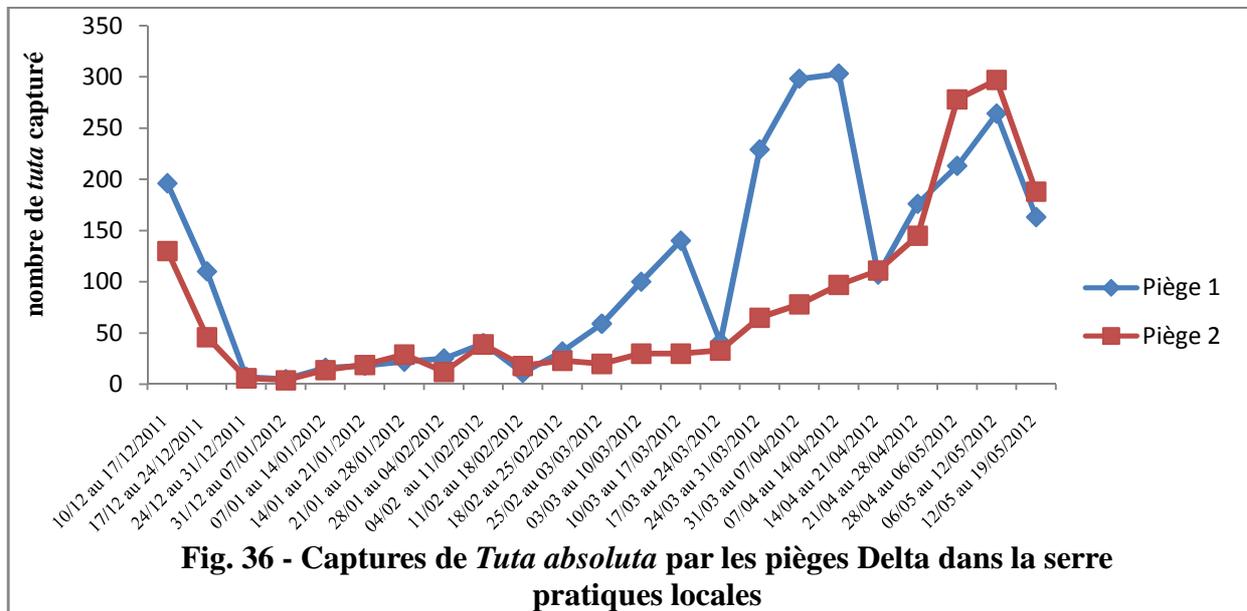
La comparaison du zéro de développement de *Tuta absoluta* par les différentes températures étudiées permet de mettre en évidence l'existence d'éventuelles erreurs commises lors de l'expérimentation pour tenter de réduire l'impact des celles-ci. Le zéro de développement enregistré est de 9,2 °C.

### **3.3. - Comparaison des résultats des méthodes de lutte contre *Tuta absoluta* par différents types de pièges**

#### **3.3.1. - Captures de *Tuta absoluta* dans les pièges delta dans la serre munie d'Insect-Proof et dans celle à pratiques locales**

Les résultats comparés des nombres de papillons capturés dans le piège delta dans les deux types de dispositifs (serre munie de filet Insect-Proof et serre sans filet ou à pratiques locales) à Fouka marine, durant six mois de décembre 2011 à mai 2012 sont mentionnés dans le tableau 19 et interprétés par les figures 36, 37 et 38.

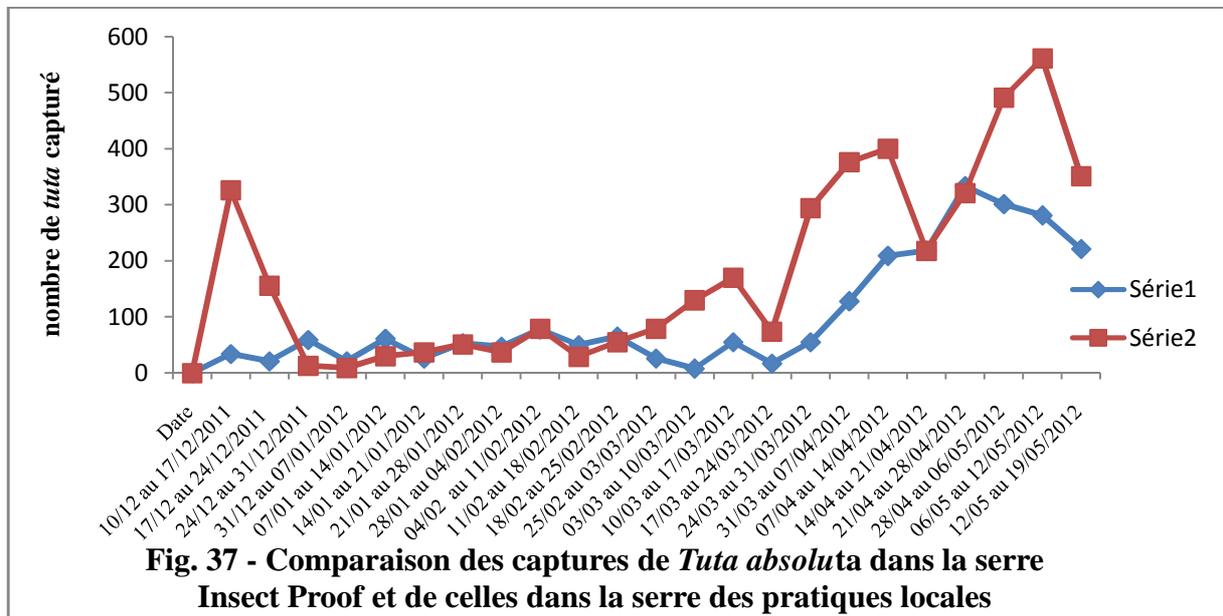
Les captures par les pièges delta placés à l'entrée de la serre munie d'un filet Insect-Proof montre l'existence de 7 générations pendant la période allant du 10 décembre 2011 au 12 mai 2012. La première génération est enregistrée du 17 au 31 décembre 2011, et la septième du 14 au 28 avril 2012. Une huitième génération potentiel est à signaler. Dans le piège delta placé au centre de la serre 7 générations sont observées qui coïncident avec les générations capturées dans le piège placée à l'entrée de la serre. Ce nombre très élevé de générations peut être dû aux inconvénients de l'Insect-Proof qui augmente la température et l'humidité à l'intérieure de la serre, ce qui raccourcit la durée du cycle de la mineuse de la tomate.



Les captures par les pièges delta placés à l'entrée de la serre à pratiques locales montrent l'existence de 5 générations pendant la période allant du 10 décembre 2011 au 12 mai 2012. La première génération est enregistrée du 24 décembre 2011 au 11 février 2012 et la cinquième du 14 avril 2012 au 19 mai 2012. Une sixième génération potentiel est à mentionner au début de l'expérimentation. Dans le piège delta placé au centre de la serre il existe 7 générations sont observées qui coïncident avec les générations capturées dans le piège placée à l'entrée de la serre.

**Tableau 19** - Résultats des captures de *Tuta absoluta* par les pièges delta dans la serre munie d'Insect-Proof et dans la serre pratique locale (Fig. 37)

Date	Captures Insect-Proof			Captures pratiques locales		
	Piège 1	Piège 2	Totale	Piège 1	Piège 2	Totale
10/XII au 17/XII/2011	25	9	34	196	130	326
17/XII au 24/XII/2011	14	7	21	110	46	156
24/XII au 31/XII/2011	44	15	59	7	6	13
31/XII au 07/I/2012	14	7	21	5	4	9
07/I au 14/I/2012	47	14	61	16	14	30
14/I au 21/I/2012	17	9	26	18	19	37
21/I au 28/I/2012	38	15	53	22	29	51
28/I au 04/II/2012	8	39	47	25	12	37
04/II au 11/II/2012	69	9	78	40	39	79
11/II au 18/II/2012	18	32	50	11	18	29
18/II au 25/II/2012	38	27	65	32	23	55
25/II au 03/III/2012	10	16	26	59	20	79
03/III au 10/III/2012	2	6	8	100	30	130
10/III au 17/III/2012	15	40	55	140	30	170
17/III au 24/III/2012	11	6	17	41	33	74
24/III au 31/III/2012	42	13	55	229	65	294
31/III au 07/IV/2012	69	59	128	298	78	376
07/IV au 14/IV/2012	112	97	209	303	97	400
14/IV au 21/IV/2012	107	111	218	107	111	218
21/IV au 28/IV/2012	177	156	333	176	145	321
28/IV au 06/V/2012	134	167	301	213	278	491
06/V au 12/V/2012	124	157	281	264	297	561
12/V au 19/V/2012	113	108	221	163	188	351



Le nombre d'adultes de *Tuta absoluta* capturés par les pièges delta placés dans la serre à pratiques locales est plus important que celui trouvé dans la serre munie d'Insect Proof. Les valeurs les plus élevées sont notées du 6/ V au 12/ V/ 2012 avec 561 individus. Par contre le nombre dans la serre munie de filet Insect-Proof le nombre maximum est enregistré est de 333 individus capturés durant la période allant du 21/ IV au 28/ IV/ 2012. Ces résultats sont expliqués du fait que le filet Insect-Proof ne permet pas l'entrée de nouveaux adultes dans la serre tout en gardant les individus existant à l'intérieure au préalable. De même le nombre très élevé des captures de la serre à pratiques locales est justifié par leur attraction par la phéromone des serres et des champs voisins.

Les détails de l'analyse de la variance des captures de *T. absoluta* dans la serre munie d'Insect-Proof comparée à celles de la serre à pratiques locales sont cités dans le tableau 20:

**Tableau 20** – Détails de l'analyse de variance des captures dans la serre munie d'Insect-Proof comparée à celles faites dans la serre à pratiques locales

Source	Ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
<b>Modèle</b>	11	763212,861	69382,987	14,718	< 0,0001
<b>Résidus</b>	33	155563,583	4714,048		
<b>Total</b>	44	918776,444			

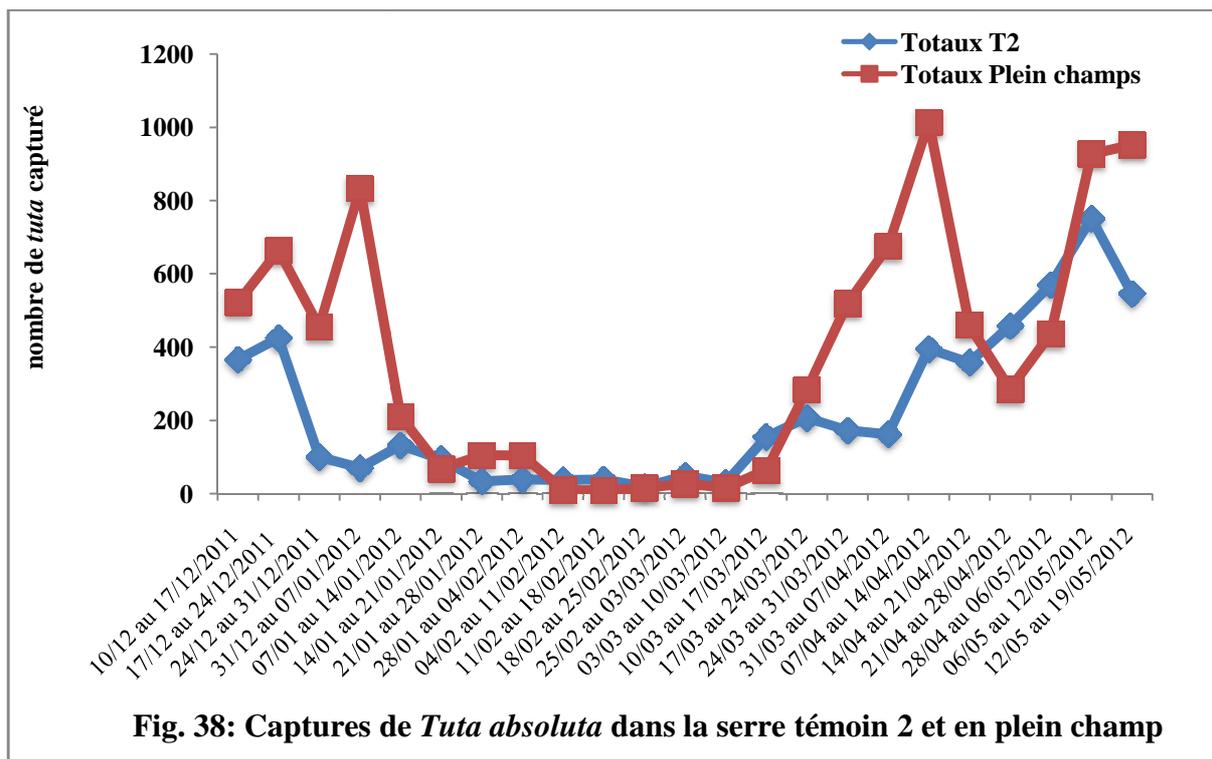
Il ressort du tableau 12 qu'il existe une différence très hautement significative entre les captures réalisées dans la serre protégée par Insect-Proof et celle à pratiques locales (F = 14,72; ddl = 11; p < 0,0001).

### **3.3.2. - Captures de *Tuta absoluta* par les pièges Delta dans la serre à pratiques locales et en plein champ**

La comparaison entre les nombres des papillons capturés d'une part dans le piège delta placé dans la serre à pratiques locales et ceux interceptés dans le même type de piège en plein champ à Fouka Marine durant six mois de décembre 2011 à mai 2012 donne les résultats mentionnés dans le tableau 21 et interprétés dans la figure 36.

**Tableau 21** - Captures de *Tuta absoluta* dans les pièges delta dans la serre témoin 2 à pratiques locales et en plein champ (Fig. 38)

Dates	Captures dans serre à pratiques locales			Totaux T2	Captures en plein champ			Totaux Plein champ
	Piège 1	Piège 2	Piège 3		Piège 1	Piège 2	Piège 3	
10/ XII au 17/ XII/ 2011	120	146	100	366	200	178	144	522
17/ XII au 24/ XII/ 2011	143	172	110	425	256	233	175	664
24/ XII au 31/ XII/ 2011	56	14	30	100	190	150	115	455
31/ XII au 7/ I/ 2012	6	43	21	70	250	360	223	833
7/ I au 14/ I/ 2012	72	6	54	132	70	74	66	210
14/ I au 21/ I/ 2012	10	64	20	94	3	36	29	68
21/ I au 28/ I/ 2012	9	9	16	34	26	53	26	105
28/ I au 4/ II/ 2012	6	10	23	39	21	12	71	104
4/ II au 11/ II/ 2012	9	11	17	37	5	1	4	10
11/ II au 18/ II/ 2012	2	14	23	39	6	2	1	9
18/ II au 25/ II/ 2012	5	6	8	19	7	7	1	15
25/ II au 3/ III/ 2012	12	13	24	49	15	10	2	27
3/ III au 10/ III/ 2012	9	5	16	30	7	4	5	16
10/ III au 17/ III/ 2012	30	55	70	155	20	24	20	64
17/ III au 24/ III/ 2012	40	76	91	207	99	98	87	284
24/ III au 31/ III/ 2012	96	36	41	173	152	177	190	519
31/ III au 7/ IV/ 2012	67	50	45	162	234	233	209	676
7/ IV au 14/ IV/ 2012	123	176	96	395	309	356	349	1014
14/ IV au 21/ IV/ 2012	100	168	90	358	233	123	104	460
21/ IV au 28/ IV/ 2012	145	179	134	458	250	155	130	285
28/ IV au 6/ V/ 2012	167	203	200	570	170	144	123	437
6/ V au 12/ V/ 2012	244	298	209	751	299	309	319	927
12/ V au 19/ V/ 2012	156	199	191	546	306	313	333	952
				<b>5.209</b>				<b>8.656</b>



La comparaison du nombre des papillons capturés par le piège Delta entre la serre pratique locale et en plein champs à Fouka marine montre des valeurs très différentes puisque 8.658 mâles sont capturés en plein champs contre seulement 5.209 individus sous serre. Le maximum est enregistré en plein champs du 7/IV au 14/IV/2012 avec 1.014 individus. A la même période seulement 349 individus sont capturés sous serre.

Les détails de l'analyse de la variance des captures de *T. absoluta* dans la serre à pratiques locales comparées à celles obtenues en plein champ sont cités dans le tableau 22:

**Tableau 22** - Détails de l'analyse de la variance des captures de *T. absoluta* dans la serre à pratiques locales comparées à celles obtenues en plein champ

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Modèle	11	2536634,511	230603,137	6,217	< 0,0001
Résidus	33	1223958,467	37089,651		
Total	44	3760592,978			

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les captures réalisées dans la serre à pratiques locales et celles faites en plein champ ( $F = 6,217$ ;  $ddl = 11$ ;  $p < 0,0001$ ).

### **3.4. - Exploitation par des indices écologiques de composition des espèces prises dans les pots Barber**

Les effectifs des espèces piégées dans les pots Barber et dans les assiettes jaunes placées sous-serre sont présentés.

#### **3.4.1. - Richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre protégée par le filet Insect-Proof en décembre**

Les effectifs, la richesse totale et les abondances relatives des espèces trouvées dans la serre protégée par Insect-Proof sont notés dans le tableau 23

**Tableau 23** – Nombres d’individus, richesse totale et abondances relatives, des espèces trouvées dans la serre protégée par Insect-Proof en décembre

	<b>Espèces</b>	<b>Ni.</b>	<b>AR%</b>
1	Salticidae sp. indé.	1	0,74
2	<i>Trichoniscus</i> sp.	4	2,96
3	Neanuridae sp. indé.	1	0,74
4	Entomobryidae sp. indé.	3	2,22
5	<i>Sminthurus</i> sp.	2	1,48
6	<i>Anisolabis mauritanicus</i>	1	0,74
7	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	1	0,74
8	Jassidae sp. indé.	4	2,96
9	<i>Trichochlaenius</i> sp..	1	0,74
10	<i>Asida</i> sp. indé.	1	0,74
11	Staphylinidae sp. indé.	2	1,48
12	<i>Anthicus floralis</i>	<b>41</b>	<b>30,37</b>
13	Cryptophagidae sp. indé.	3	2,22
14	<i>Cryptohypnus pulchellus</i>	2	1,48
15	Chalcidae sp. indé.	2	1,48
16	Bethylidae sp. indé.	3	2,22
17	<i>Tetramorium biskrensis</i>	<b>26</b>	<b>19,26</b>
18	<i>Monomorium</i> sp.	10	7,41
19	Noctuidae sp. indé.	2	1,48
20	<i>Pieris rapae</i>	1	0,74
21	<i>Borborus</i> sp.	5	3,7
22	<i>Lucilia</i> sp.	1	0,74
23	<i>Trypetoptera</i> sp.	<b>18</b>	<b>13,33</b>
<b>23 espèces</b>	<b>Totaux</b>	<b>135</b>	<b>100</b>

Ni : Nombres d’individus

AR% : Abondances relatives

L’utilisation des pot Barber dans la serre protégée par Insect-Proof en décembre a permis de recenser 23 espèces. Parmi ces espèces, *Anthicus floralis* (AR% = 30,37 %) est l’espèce qui apparaît la plus fréquente. Elle est suivie par *Tetramorium biskrensis* (AR % = 19,26 %). Ensuite par *Trypetoptera* sp. (AR% = 13,33 %). Les autres espèces sont faiblement à moyennement représentées ( $0,74 \% \leq AR \% \leq 7,4 \%$ ).

### 3.4.2. - Richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre à pratiques locales en décembre

Les effectifs, les richesses totales et les abondances relatives des espèces trouvées dans la serre à pratiques locales en décembre sont mentionnées dans le tableau 24

**Tableau 24**– Nombres d’individus, abondances relatives, et richesses totales des espèces trouvées dans la serre à pratiques locales en décembre

	Espèces	ni	AR%
1	Gnaphosidae sp. indét.	5	3,14
2	Dysderidae sp. indét.	2	1,26
3	<i>Himantarium gabrielis</i>	1	0,63
4	<i>Polydesnus</i> sp.	1	0,63
5	Iulidae sp. indet.	1	0,63
6	<i>Trichoniscus</i> sp.	1	0,63
7	<i>Sminthurus</i> sp.	8	5,03
8	Tomoceridae sp. indét.	<b>21</b>	<b>13,21</b>
9	Entomobryidae sp. indét.	10	6,29
10	Acrididae sp. indet.	1	0,63
11	Empididae sp. indét.	1	0,63
12	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	3	1,89
13	Staphylinidae sp. indét.	1	0,63
14	<i>Cryptohypnus pulchellus</i>	7	4,40
15	<i>Anthicus floralis</i>	4	2,52
16	Cynipidae sp. indet.	2	1,26
17	Bethylidae sp indét.	1	0,63
18	<i>Tetramorium biskrensis</i>	13	8,18
19	<i>Tapinoma nigerrinum</i>	6	3,77
20	<i>Tapinoma simrothi</i>	<b>16</b>	<b>10,06</b>
21	Chrysopidae sp. indét.	1	0,63
22	<i>Tuta absoluta</i>	3	1,89
23	Culicidae sp. indét.	1	0,63
24	Muscidae sp. indét.	<b>44</b>	<b>27,67</b>
25	<i>Trypetoptera</i> sp.	5	3,14
25 espèces	Totaux	159	100

Ni : Nombres d’individus

AR% : Abondances relatives

Au total, 25 espèces sont piégées par la méthode des pots Barber en décembre au niveau de la serre à pratiques locales. L'espèce qui domine est Muscidae sp. indéterminé. (AR % = 27,7 %). Tomoceridae sp. indéterminé. se classe en deuxième position (AR % = 13,2 %). L'espèce qui se classe en 3<sup>ème</sup> position est *Tapinoma simrothi* soit une valeur d'abondance relative de 10,1 %. Les espèces qui restent sont représentées par de faibles pourcentages ( $0,63 \% \leq \text{AR \%} \leq 8,2 \%$ ).

#### **3.4.3. – Effectifs, richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre protégée par le filet Insect-Proof en janvier**

Les effectifs, les richesses totales et les abondances relatives des espèces piégées dans la serre protégée par le filet Insect-Proof en janvier se trouvent dans le tableau 25.

**Tableau 25**– Nombres d’individus, abondances relatives, et richesses totales des espèces trouvées dans la serre protégée par insect -Proof en janvier

	Espèces	Ni	AR%
1	Acari sp. indét.	2	0,20
2	<i>Oniscus</i> sp.	1	0,10
3	Entomobryidae sp. indét.	9	0,92
4	Neanuridae sp. indét.	<b>907</b>	<b>92,27</b>
5	Sminthuridae sp. indet.	2	0,20
6	<i>Sminthurus</i> sp.	6	0,61
7	Tomoceridae sp. indét.	8	0,81
8	<i>Gryllus</i> sp.	1	0,10
9	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	1	0,10
10	<i>Anthicus floralis</i>	3	0,31
11	<i>Cryptohypnus pulchellus</i>	1	0,10
12	Staphylinidae sp. indét.	5	0,51
13	Oxytelus sp.	3	0,31
14	<i>Tetramorium biskrensis</i>	8	0,81
15	<i>Monomorium</i> sp.	1	0,10
16	<i>Trypetoptera</i> sp.	5	0,51
17	<b>Muscidae sp. indét.</b>	<b>19</b>	<b>1,93</b>
18	<i>Tarentola mauritanica</i>	1	0,10
<b>18 espèces</b>	<b>Totaux</b>	<b>983</b>	<b>100</b>

Ni : Nombre d’individus; AR% : Abondances relatives

Durant le mois de janvier, 18 espèces sont capturées par les pots Barber dans la serre protégée par le filet Insect-Proof (Sortie du 13 I 2012). Parmi ces espèces, celle qui domine est Neanuridae sp. indét. dont l’effectif est de 907 ind. soit une abondance relative de AR % = 92,3 %. Elle est suivie loin par Muscidae sp. indét. avec un nombre d’individus de 19 et une abondance relative de 1,9 %. Les autres espèces sont faiblement représentées ( $0,1 \% \leq AR \% \leq 0,92 \%$ ).

**3.4.4. – Effectifs, richesse totale et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre à pratiques locales en janvier (13 I 2012, témoin 1)**

Les effectifs, les richesses totales et les abondances relatives des espèces piégées dans la serre à pratiques locales en janvier se trouvent dans le tableau 26

**Tableau 26**– Nombres d’individus, abondances relatives, et richesses totales des espèces trouvées dans la serre à pratiques locales par Insect-Proof en janvier

	<b>Espèces</b>	ni	AR%
1	Gnaphosidae sp. indé. t.	2	1,35
2	Acari sp. indé. t.	3	2,03
3	Neanuridae sp indé. t.	1	0,68
4	<b>Entomobrydae sp. indé. t.</b>	<b>56</b>	<b>37,84</b>
5	<b><i>Sminthurus</i> sp.</b>	<b>15</b>	<b>10,14</b>
6	Tomoceridae sp indé. t.	15	10,14
7	Staphylinidae <i>sp indé. t.</i>	7	4,73
8	<i>Anthicus floralis</i>	2	1,35
9	<i>Cryptohypsuis pulchellus</i>	1	0,68
10	Curculionidae sp. indé. t.	1	0,68
11	Braconidae sp. indé. t.	1	0,68
12	<i>Tetramorium biskrensis</i>	1	0,68
13	<b><i>Tapinoma nigerrimum</i></b>	<b>24</b>	<b>16,22</b>
14	<i>Sepsis</i> sp.	1	0,68
15	Bibionidae sp indé. t.	1	0,68
16	Cecidomyidae Nematocera	2	1,35
17	Muscidae sp. indé. t.	10	6,76
18	Anthomyinaesp. indé. t.	1	0,68
19	<i>Trypetoptera</i> sp	4	2,70
19 espèces		148	100

Ni : Nombre d’individus ; AR% : Abondances relatives

Une richesse de 19 espèces est calculée. La valeur d’abondance relative la plus élevée concerne Entomobrydae sp. indé. t. (AR % = 37,8 %), suivie par *Tapinoma nigerrimum* avec 16,2 % et par *Sminthurus* sp. avec 10,1 %.

### 3.4.5. – Effectifs, richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre protégée par le filet Insect-Proof en février)

Les effectifs, les richesses totales et les abondances relatives des espèces piégées dans la serre protégée par le filet Insect-Proof en février se trouvent dans le tableau 27

**Tableau 27** – Nombres d’individus, richesse totale et abondances relatives, des espèces trouvées dans la serre protégée par Insect-Proof en février (11 II 2012)

	Espèces	ni	AR%
<b>6</b>	Acarina	2	0,05
<b>4</b>	Entomobryidae sp. indét.	85	2,03
<b>2</b>	<b>Neanuridae sp. indét.</b>	<b>4095</b>	<b>97,69</b>
<b>1</b>	<i>Sminthurus</i> sp.	6	0,14
<b>3</b>	Staphylinidae sp. indét.	1	0,02
<b>5</b>	Muscidae	3	0,07
<b>6 espèces</b>	<b>Totaux</b>	<b>4192</b>	<b>100</b>

Ni : Nombre d’individus ; AR% : Abondances relatives

Au total, 6 espèces sont capturées par les pots pièges dans la serre en février 2012. L’espèce qui représente le taux le plus élevé est Neanuridae sp. indét. avec un pourcentage de 97,7 %. Les autres espèces sont peu mentionnées ( $0,0 \% \leq AR \% \leq 2,0 \%$ ).

### 3.4.6. – Effectifs, richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre à pratiques locales en février (11 II 2012)

Les effectifs, les richesses totales et les abondances relatives des espèces piégées dans la serre la serre à pratiques locales en février se trouvent dans le tableau 28

**Tableau 28** – Nombres d’individus, abondances relatives, et richesses totales des espèces trouvées dans la serre à pratiques locales en février (11 II 2012)

	Espèces	Ni.	AR%
5	<i>Acari</i> p. indét.	2	1,87
2	<b>Entomobryidae sp. indét.</b>	<b>64</b>	<b>59,81</b>
3	<b>Neanuridae sp indét.</b>	<b>24</b>	<b>22,43</b>
4	<i>Sminthurus</i> sp.	<b>15</b>	<b>14,02</b>
1	Muscidae sp. indét.	2	1,87
5 espèces	<b>Totaux</b>	<b>107</b>	<b>100</b>

Ni : Nombre d’individus ; AR% : Abondances relatives

Dans la serre ordinaire à pratiques locales, 5 espèces sont piégées en février 2012. Parmi lesquelles l'espèce qui domine est un Collembole indéterminé Entomobrydae sp. indét. (AR % = 59,8 %), suivi par Neamuridae sp. indét. (AR% = 22,4 %) et par *Sminthurus* sp. (AR % = 14,02 %). Pratiquement 96,3 % des effectifs présents appartiennent aux Collembola.

#### **3.4.7. – Effectifs, richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre protégée par le filet Insect-Proof en mars**

Les effectifs, les richesses totales et les abondances relatives des espèces piégées dans la serre protégée par le filet Insect-Proof en mars se trouvent dans le tableau 29

**Tableau 29** – Nombres d'individus, richesse totale et abondances relatives, des espèces trouvées dans la serre protégée par Insect-Proof en mars (23 III 2012)

	<b>Espèces</b>	ni	AR%
1	<i>Aranea</i> sp. indét.	1	0,17
2	Gnaphosidae <b>sp. indét.</b>	2	0,33
3	<i>Agelenidae</i> sp. indét.	4	0,66
4	<b>Neanuridae sp. indét.</b>	<b>428</b>	<b>70,74</b>
5	<i>Sminthurus</i> sp.	3	0,50
6	Entomobryidae sp. indét.	16	2,64
7	Aphidae sp. indét.	15	2,48
8	<i>Macrosiphum</i> sp. indét.	7	1,16
9	Staphylinidae sp. indét.	2	0,33
10	<i>Anthicus floralis</i>	1	0,17
11	<i>Hypera circumvaga</i>	1	0,17
12	Braconidae sp.	10	1,65
13	<i>Tetramorium biskrensis</i>	8	1,32
14	<i>Tuta absoluta</i>	1	0,17
15	<i>Sciara</i> sp.	1	0,17
16	<b>Muscidae sp. indét.</b>	<b>80</b>	<b>13,22</b>
17	<i>Sciapus</i> sp.	3	0,50
18	<i>Sciapus</i> sp. indét.	22	3,64
<b>18</b>	<b>Totaux</b>	<b>605</b>	<b>100</b>

Ni : Nombre d'individus ; AR% : Abondances relatives

Au sein de la serre, un total de 18 espèces est compté en mars. Parmi ces espèces, Neanuridae sp. indét. domine avec 70,7 %, suivie par Muscidae sp. indét. (AR % = 13,2 %). Les autres espèces sont peu mentionnées ( $0,2 \% \leq \text{AR \%} \leq 3,6 \%$ ).

#### **3.4.8. - Richesses totales et abondances relatives des espèces trouvées dans la serre à pratiques locales en mars**

Les effectifs, les abondances relatives, et la richesse totale des espèces capturées dans la serre à pratiques locales en mars (23 III 2012) sont présentés dans le tableau 30

**Tableau 30** – Nombres d’individus, abondances relatives, et richesses totales des espèces trouvées dans la serre à pratiques locales en mars (23 III 2012)

	<b>Espèces</b>	Ni.	AR%
1	Salticidae sp indé. t.	1	1,02
2	Gnaphosidae sp. indé. t.	5	5,10
3	<b>Entomobrydae sp. indé. t.</b>	<b>20</b>	<b>20,41</b>
4	<i>Sminthurus</i> sp.	2	2,04
5	Neanuridae sp. indé. t.	6	6,12
6	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	1	1,02
7	Aphidae sp. indé. t.	1	1,02
8	Staphylinidae sp. indé. t.	3	3,06
9	<i>Cryptohypnus pulchellus</i>	1	1,02
10	<i>Anthicus floralis</i>	5	5,10
11	<i>Chaetotocnema</i> sp.	1	1,02
12	<i>Brachyderes</i> sp.	1	1,02
13	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	2	2,04
14	<i>Tapinoma simrothi</i>	3	3,06
15	<i>Lasioglossum</i> sp.	1	1,02
16	<i>Tuta absoluta</i>	1	1,02
17	<b>Muscidae sp. indé. t.</b>	<b>40</b>	<b>40,82</b>
18	<i>Sarcophaga carnaria</i>	1	1,02
19	<i>Geomyza</i> sp.	1	1,02
20	<i>Sciapus</i> sp..	2	2,04
<b>20 espèces</b>	<b>Totaux</b>	<b>98</b>	<b>100</b>

Ni : Nombres d’individus; AR% : Abondances relatives

L’utilisation des pots Barber durant le mois de mars montre que l’espèce qui domine est une espèce de mouche indéterminée, désignée par Muscidae sp. indé. t. (AR % = 40,8 %), suivie par un collembole Entomobrydae sp. indé. t. (AR% = 20,4 %). Les autres espèces sont représentées par des faibles pourcentages ( $1,0\% \leq AR\% \leq 6,1\%$ ).

### **3.4.9. – Effectifs, richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre protégée par le filet Insect-Proof en mai (23 V 2012)**

Les informations concernant les effectifs, la richesse totale des espèces capturées dans la serre protégée par Insect-Proof en mai (23 III 2012) et leurs abondances relatives sont présentées dans le tableau 31.

**Tableau 31** – Nombres d’individus, richesse totale et abondances relatives, des espèces trouvées dans la serre protégée par Insect-Proof en mai (23 V 2012)

	<b>Espèces</b>	ni	AR%
1	Gnaphosidae sp indé	2	0,64
2	Dysderidae sp indé	1	0,32
3	Lycosidae sp indé	1	0,32
4	<i>Harpactes</i> sp.	1	0,32
5	Acari sp indé	3	0,96
6	Sminthuridae sp indé	10	3,22
7	<i>Tomoceridae</i> sp indé	3	0,96
8	Entomobryidae	7	2,25
9	Heteroptera sp. indé.	1	0,32
10	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	7	2,25
11	Jassidae sp. indé.	1	0,32
12	Aleurodidae sp indé.	1	0,32
13	<i>Aphodius</i> sp	2	0,64
14	<i>Pleurophorus</i> sp.	1	0,32
15	Staphylinidae sp indé.	3	0,96
16	<i>Erodium</i> sp	1	0,32
17	Scymnini sp. indé.	1	0,32
18	<i>Coccinella algerica</i>	8	2,57
19	<i>Braconidae</i> sp indé	12	3,86
20	<i>Evyllaes</i> sp	1	0,32
21	<i>Lasioglossum</i> sp	1	0,32
22	<i>Tetramorium biskrensis</i>	14	4,50
23	<i>Tuta absoluta</i>	8	2,57
24	<i>Chrysodeixis chalcites</i>	1	0,32
25	<i>Pachyrhina crocata</i>	1	0,32
26	<i>Sciara</i> sp.1	14	4,50
<b>27</b>	<b><i>Sciara</i> sp.2</b>	<b>52</b>	<b>16,72</b>
28	<i>Borbonidae</i>	2	0,64
29	<i>Agromyzidae</i> sp indé	2	0,64
30	<b><i>Opomyzidae</i> sp. indé.</b>	<b>27</b>	<b>8,68</b>
<b>31</b>	<i>Drosophila</i> sp	1	0,32
32	<b><i>Sciapus</i> sp.</b>	<b>118</b>	<b>34,94</b>
33	<i>Limosina</i>	2	0,64
34	<i>Sepsis</i> sp	1	0,32
34 espèces		311	100

Ni : Nombres d’individus ; AR% : Abondances relatives

Une richesse totale de 34 espèces est recensée en mai 2012. Au sein de ces espèces, *Sciapus* sp. AR % = 34,9 % est l’espèce la plus fréquente, suivie par *Sciara* sp.2

(AR % = 16,7 %), et par Opomyzidae sp. indé. (AR % = 8,7 %). Le reste des espèces ont des pourcentages moyens à faible ( $0,3 \% \leq \text{AR \%} \leq 4,5 \%$ ).

### 3.4.10. - Richesses totales et abondances relatives des espèces trouvées dans la serre à pratiques locales en mai

Les informations concernant les effectifs, la richesse totale des espèces capturées dans la serre à pratiques locales en mai (23 V 2012) et leurs abondances relatives sont présentées dans le tableau 32.

**Tableau 32** – Nombres d'individus, abondances relatives, et richesses totales des espèces trouvées dans la serre à pratiques locales en mai (23 V 2012)

	<b>Espèces</b>	ni	AR%
1	<i>Acari</i> sp indé.	3	0,31
2	Oniscidae sp. indé.	1	0,10
3	Entomobryidae sp. indé.	9	0,92
4	<b>Neanuridae sp indé.</b>	<b>907</b>	<b>92,93</b>
5	Tomoceridae sp indé.	8	0,82
6	Sminthuridae sp. indé.	2	0,20
7	<i>Sminthurus</i> sp	5	0,51
8	<i>Gryllus</i> sp	1	0,10
9	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	1	0,10
10	<i>Crytohypnus pulchellus</i>	1	0,10
11	<i>Anthicus floralis</i>	4	0,41
12	<i>Monomorium</i> sp	1	0,10
13	<i>Tetramorium biskrensis</i>	8	0,82
14	Muscidae sp indé.	19	1,95
15	<i>Trypetoptera</i> sp	5	0,51
16	<i>Tarentola mouritanica</i>	1	0,10
	16 espèces	976	

Ni : Nombres d'individus ; AR% : Abondances relatives

Pour ce qui est des espèces capturées dans la serre en mai 2012, celles-ci sont au nombre de 16. Parmi ces espèces, Neamuridae sp indé. domine avec un pourcentage de AR % = 92,9 %. Les autres espèces sont très faiblement représentées. Leurs pourcentages ne dépassent pas 2 % ( $0,1 \% \leq \text{AR \%} \leq 1,95 \%$ ).

### 3.5. Les insectes capturés dans les assiettes jaunes dans serre protégé par Insect-Proof

Les résultats des effectifs, richesse totale, abondance relative (AR%) et fréquence d'occurrence (FO%) des insectes piégés dans les assiettes jaunes (serre protégée par filet Insect-Proof) sont regroupés dans le tableau 33:

**Tableau 33** – Effectifs, richesse totale, abondance relative (AR%) et fréquence d'occurrence (FO%) des insectes piégés dans les assiettes jaunes (serre protégée par filet Insect-Proof)

Espèces	Mois					Totaux	AR %	Ni	FO %
	XII	I	II	III	V				
Salticidae sp.1 indét.	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
Salticidae sp.2 indét.	0	1	0	0	0	1	0,10	1	20
Gnaphosidae sp. indét.	0	0	0	2	0	2	0,21	2	40
Leptonetidae sp. indét.	0	0	0	0	2	2	0,21	2	40
Acari	0	6	0	0	0	6	0,62	1	20
Acarina sp. indét.	0	0	1	0	0	1	0,10	1	20
Neanuridae sp.1	0	0	14	5	0	19	1,97	2	40
Neanuridae sp.2	3	150	0	0	0	153	15,84	4	80
Sminthuridae sp. indét.	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
<i>Sminthurus</i> sp.1	1	0	0	0	0	1	0,10	1	20
<i>Sminthurus</i> sp.2	0	1	0	0	0	1	0,10	1	20
<i>Sminthurus</i> sp.3	0	0	8	0	0	8	0,83	1	20
<i>Sminthurus</i> sp.4	0	0	0	1	0	1	0,10	1	20
Entomobryidae sp. indét.	16	4	0	0	0	20	2,07	2	40
Entomobryidae sp. 1 indét.	0	0	118	0	0	118	12,22	1	20
Entomobryidae sp 2 indét.	0	0	0	2	0	2	0,21	2	40
Entomobryidae sp 3 indét.	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
Tomoceridae sp indét	0	16	0	0	0	16	1,66	1	20
<i>Nala lividipes</i>	0	0	0	1	0	1	0,10	1	20
Psocoptera sp. indét.	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
Pentatomidae sp. indét.	0	0	0	1	0	1	0,10	1	20
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	0	3	0	2	1	6	0,62	6	20
Anthocoridae sp. indét.	0	0	0	0	2	2	0,21	1	20
Aleurodidae sp. indét.	0	0	0	0	15	15	1,55	1	20
<i>Bemisia tabaci</i>	1	0	0	0	0	1	0,10	1	20
Aphidae sp.2 indét.	1	1	0	0	0	2	0,21	2	40
Aphidae sp.3 indét.	0	0	0	0	125	125	12,94	1	20
<i>Macrosiphum</i> sp.1	0	0	0	6	0	6	0,62	1	20
<i>Macrosiphum</i> sp.2	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20

Jassidae sp indét.	0	0	0	0	4	4	0,41	1	20
Staphylinidae sp. 1 indét	4	0	0	0	0	4	0,41	1	20
Staphylinidae sp. 2 indét	0	7	0	0	0	7	0,72	1	20
Staphylinidae sp. 3 indét.	0	0	7	0	0	7	0,72	1	20
Staphylinidae sp. 4 indét.	0	0	0	0	2	2	0,21	1	20
Mordellidae sp. indét.	0	0	0	0	2	2	0,21	2	40
<i>Asida</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
<i>Erodius</i> sp.	1	0	0	0	0	1	0,10	1	20
Histeridae sp. indét.	0	0	0	0	2	2	0,21	2	40
<i>Anthicus floralis</i>	0	1	1	0	0	2	0,20	2	40
Coccinellidae sp. indét.	0	0	0	0	2	2	0,21	2	40
<i>Coccinella algerica</i>	0	0	0	0	2	2	0,21	2	40
<i>Brachyderes</i> sp.	0	0	0	1	0	1	0,10	1	20
<i>Sitona</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
Cynipidae sp indét	1	0	0	0	0	1	0,10	1	20
Chalcidae sp. indét.	1	0	0	0	0	1	0,10	1	20
Chalcidae sp. indét.	0	0	0	1	0	1	0,10	1	20
Braconidae sp. indét.	0	0	0	0	23	23	2,38	1	20
Aphelinidae	0	0	0	0	2	2	0,21	1	20
Bethylidae sp. indét.	3	0	0	0	0	3	0,31	1	20
<i>Lasioglossum</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
<i>Monomorium</i> sp.	0	2	0	0	0	2	0,21	2	40
<i>Plagiolepis barbara</i>	1	0	0	1	0	2	0,20	2	40
<i>Plagiolepis</i> sp.	0	0	0	0	2	2	0,21	2	40
<i>Tetramorium biskrensis</i>	0	0	0	1	128	129	13,35	2	40
Lepidoptera sp. indét.	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
<i>Tuta absoluta</i>	0	0	1	3	5	9	0,93	3	60
Nematocera sp. indét.	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
Chironomidae sp. indét.	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
Cecidomyiidae sp. indét	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
<i>Sciara</i> sp.	1	0	2	0	50	53	5,49	4	80
<i>Dilophus</i> sp.	0	0	1	0	0	1	0,10	1	20
<i>Phlebotomus</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
<i>Tachydromia bicolor</i>	1	0	0	0	0	1	0,10	1	20
<i>Sciapus</i> sp.	0	0	0	16	52	68	7,04	2	40
<i>Tachypeza</i> sp.	0	0	1	0	0	1	0,10	1	20
Borboridae sp. indét.	0	0	0	0	1	1	0,10	1	20
Opomyzidae sp. indét.	0	0	0	0	22	22	2,28	1	20
Chloropidae sp. indét.	0	0	0	1	0	1	0,10	1	20
<i>Limosina</i> sp.	1	0	0	0	0	1	0,10	1	20
Muscidae sp. 0 indét.	4	0	0	0	0	4	0,41	1	20
Muscidae sp. 1 indét	0	25	0	0	0	25	2,59	1	20
Muscidae sp. 2 indét.	0	0	4	0	0	4	0,41	1	20

Muscidae sp. 3 indét.	0	0	0	45	0	45	4,66	1	20
<i>Trypetoptera</i> sp.	5	0	0	0	0	5	0,52	1	20
<b>Totaux 74 espèces</b>	45	217	158	89	457	966			

Ni : Nombres de mois de présence de l'espèce; A.R. % : Abondances relatives; F.O. % : Fréquences d'occurrence

Le piégeage des arthropodes par la méthode des assiettes jaunes placées sous-serre a permis la capture de 74 espèces réparties entre différents ordres. Parmi les espèces les plus abondantes il y a Neanuridae sp.2 (A.R. % = 15,8 %), *Tetramorium biskrensis* (A.R. % = 13,4 %) et Aphidae sp.3 indét. (A.R. % = 12,9 %). Selon la règle de Sturge, le nombre de classes de constance calculées dans la serre protégée par le filet Insect-Proof pour les espèces piégées sous abri-serre est de 10 telles que  $0\% < \text{F.O. \%} \leq 10\%$  pour les espèces rares,  $10\% < \text{F.O. \%} \leq 20\%$  pour les espèces peu fréquentes,  $20\% < \text{F.O. \%} \leq 30\%$  pour les espèces accidentelles,  $30\% < \text{F.O. \%} \leq 40\%$  pour les espèces accessoires. La fréquence d'occurrence de *Tetramorium biskrensis* est égale à 40 %, elle est dans l'intervalle  $40\% < \text{F.O. \%} \leq 50\%$ , elle est considérée de ce fait comme très accessoire,  $50\% < \text{F.O. \%} \leq 60\%$  pour les espèces peu régulières,  $60\% < \text{F.O. \%} \leq 70\%$  pour les espèces régulières comme *Tuta absoluta*,  $70\% \leq \text{F.O. \%} \leq 80\%$  pour les espèces très régulières,  $80\% < \text{F.O. \%} \leq 90\%$  pour les espèces constantes comme *Sciara* sp.,  $90\% < \text{F.O. \%} \leq 100\%$  pour les espèces omniprésentes.

### 3.6. Les insectes capturés dans les assiettes jaunes dans serre à pratiques locales

Les résultats des effectifs, richesse totale, abondance relative (AR%) et fréquence d'occurrence (FO%) des insectes piégés dans les assiettes jaunes (serre à pratiques locales) sont regroupés dans le tableau 34:

**Tableau 34.** – Effectifs, richesse totale, abondance relative (AR%) et fréquence d'occurrence (FO%) des insectes piégés dans les assiettes jaunes (serre à pratiques locales)

Espèces	Mois					Totaux	AR %	Ni	FO %
	XII	I	II	III	V				
Gnaphosidae sp indé.	1	0	0	0	0	1	0,13	1	20
Gnaphosidae sp indé.	0	0	0	1	0	1	0,13	1	20
Salticidae sp indé.	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
Tomoceridae sp indé.	0	0	1	0	0	1	0,13	1	20
Leptonetidae sp. indé.	0	0	0	0	2	2	0,26	1	20
Sminthuridae sp indé.	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
<i>Sminthurus</i> sp	0	0	0	4	0	4	0,52	1	20
Entomobryidae	24	0	0	0	0	24	3,10	1	20
Entomobryidae sp 1 indé.	45	0	0	0	0	45	5,81	1	20
Entomobryidae sp 2 indé.	0	0	0	9	0	9	1,16	1	20
Entomobryidae sp 3 indé.	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
Psocoptera sp. indé.	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
Anthocoridae sp indé.	0	0	0	0	2	2	0,26	1	20
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	0	1	0	2	1	4	0,52	3	60
Jassidae sp.1 indé.	1	0	0	0	0	1	0,13	1	20
Jassidae sp.2 indé.	0	0	0	0	4	4	0,52	1	20
Aleurodidae sp indé.	0	0	0	0	15	15	1,94	1	20
Aphidae sp. indé.	0	0	0	2	0	2	0,26	1	20
Aphidae sp. indé.	0	0	0	0	125	125	16,13	1	20
<i>Macrosiphum</i> sp.1 indé.	10	0	0	0	0	10	1,29	1	20
<i>Macrosiphum</i> sp.2 indé.	0	0	0	3	0	3	0,39	1	20
<i>Macrosiphum</i> sp.1 indé.	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
<i>Harpalus</i> sp..	0	0	0	2	0	2	0,26	1	20
Harpalidae sp.1 indé.	0	0	0	2	0	2	0,26	1	20
<i>Pleurophorus</i> sp.	0	0	0	2	0	2	0,26	1	20
Histeridae sp.2 indé.	0	0	0	0	2	2	0,26	1	20
Carpophilidae sp indé.	0	0	0	1	0	1	0,13	1	20
Carpophilidae	2	0	0	0	0	2	0,26	1	20
Staphylinidae sp.0 indé	0	13	0	0	0	13	1,68	1	20

Staphylinidae sp.1 indét.	0	0	3	0	0	3	0,39	1	20
Staphylinidae sp.2 indét.	0	0	0	11	0	11	1,42	1	20
Staphylinidae sp.4 indét.	0	0	0	0	2	2	0,26	1	20
Mordellidae sp .1 indét.	0	0	0	0	2	2	0,26	1	20
<i>Anthicus floralis</i>	0	0	0	5	0	5	0,65	1	20
<i>Asida sp</i>	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
Coccinellidae	0	0	0	0	2	2	0,26	1	20
<i>Coccinella algerica</i>	0	0	0	0	2	2	0,26	1	20
Chrysomelidae sp. 2 indét.	3	0	0	0	0	3	0,39	1	20
<i>Sitona sp</i>	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
Cynipidae sp 1 indét	1	0	0	0	0	1	0,13	1	20
Cynipidae sp 2 indét.	7	0	0	0	0	7	0,90	1	20
Cynipidae sp 3 indét.	0	0	0	1	0	1	0,13	1	20
Braconidae sp.1 indét	2	0	0	0	0	2	0,26	1	20
Braconidae sp.2 indét.	4	0	0	0	0	4	0,52	1	20
Braconidae sp. indét.	0	0	0	0	23	23	2,97	1	20
Aphelinidae sp. indét.	0	0	0	0	2	2	0,26	1	20
Bethylidae sp. indét.	1	0	0	0	0	1	0,13	1	20
<i>Lasioglossum sp.</i>	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
<i>Plagiolepis sp</i>	0	0	0	0	2	2	0,26	1	20
<i>Tapinoma simrothi</i>	0	0	1	0	0	1	0,13	1	20
<i>Tetramorium biskrensis</i>	0	0	1	0	128	129	16,65	2	40
<i>Tuta absoluta</i>	0	0	5	3	5	13	1,68	3	60
<i>Pieris rapae</i>	0	1	0	0	0	1	0,13	1	20
Lepidoptera sp. indét.	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
Nematocera sp. indét.	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
<i>Phlebotomus sp.</i>	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
Cecidomyiidae sp.0 indét.	2	0	0	0	0	2	0,26	1	20
Cecidomyiidae sp 1 indét	1	0	0	0	0	1	0,13	1	20
Cecidomyiidae sp 2 indét	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
Chironomidae sp 3 indét.	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
<i>Sciara sp</i>	0	1	0	2	50	53	6,84	3	60
<i>Tachydromia bicolor</i>	0	0	2	0	0	2	0,26	1	20
<i>Tachydromia sp.</i>	0	0	2	0	0	2	0,26	1	20
<i>Sciapus sp</i>	0	1	0	4	52	57	7,35	3	60
<i>Sphaerophoria scripta</i>	0	1	0	0	0	1	0,13	1	20
<i>Trypetoptera sp 2 indét.</i>	0	0	94	0	0	94	12,13	1	20
Borbonidae sp. indét.	0	0	0	0	1	1	0,13	1	20
Opomyzidae sp. indét.	0	0	0	0	22	22	2,84	1	20
<i>Limosina sp .</i>	1	0	0	0	0	1	0,13	1	20
Muscidae sp. 0 indét.	7	0	0	0	0	7	0,90	1	20
Muscidae sp.1 indét.	0	12	0	0	0	12	1,55	1	20
Muscidae sp.2 indét.	0	1	0	0	0	1	0,13	1	20

Muscidae sp.3 indét.	0	0	0	7	0	7	0,90	1	20
<i>Muscina</i> sp.	0	1	0	0	0	1	0,13	1	20
<b>Totaux (76 espèces)</b>						775			

AR% : Abondances relatives ; Ni : Nombres d'individus ; FO % : Fréquences d'occurrence

Selon la règle de Sturge, le nombre des classes présentes par rapport aux assiettes jaunes placées dans la serre à pratiques locales est de 11 telle que l'intervalle est de  $100\% / 11 = 9,09\%$

$0\% < \text{F.O} \% \leq 9,09\%$  pour les espèces qualifiée de très rares,

$9,09\% < \text{F.O} \% \leq 18,18\%$ , pour les espèces rares.

Lorsque  $18,18\% < \text{F.O} \% \leq 27,27\%$  l'espèce concernée est dite accidentelle.

Si  $27,27\% < \text{F.O} \% \leq 36,36\%$  l'espèce est très accidentelle.

Quand  $36,36\% < \text{F.O} \% \leq 45,45\%$  l'espèce est régulière.

Si  $45,45\% < \text{F.O} \% \leq 54,54\%$  l'espèce appartient à la classe très régulière.

Au cas où  $54,54\% < \text{F.O} \% \leq 63,63\%$  l'intervalle correspondant aux espèces accessoires.

Dans le cas où  $63,63\% < \text{F.O} \% \leq 72,72\%$  l'espèce est peu constante.

Lorsque  $72,72\% < \text{F.O} \% \leq 81,81\%$ , l'espèce fait partie de la classe constante.

Si  $81,81\% < \text{F.O} \% \leq 90,90\%$  les espèces en question sont très constantes.

Les espèces contenues dans l'intervalle  $90,90\% < \text{F.O} \% < 100\%$  sont omniprésentes.

### 3.7. Les insectes capturés dans les assiettes jaunes dans serre pépinière

Les résultats des effectifs, richesse totale, abondance relative (AR%) et fréquence d'occurrence (FO%) des insectes piégés dans les assiettes jaunes (serre pépinière) sont regroupés dans le tableau 35:

**Tableau 35.** – Effectifs, richesse totale, abondance relative (AR%) et fréquence d'occurrence (FO%) des insectes piégés dans les assiettes jaunes (serre pépinière)

Espèces	Mois					Totaux	AR %	Ni	FO %
	XII	I	II	III	V				
<i>Chthonius</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20
Gnaphosidae sp. indé.	0	0	0	0	2	2	0,40	1	20
Tomoceridae sp indé.	0	0	0	0	3	3	0,61	1	20
Entomobryidae sp. indé.	0	1	18	0	0	19	3,85	2	40
Entomobryidae sp 1 indé.	0	0	0	9	0	9	1,82	1	20
Entomobryidae sp 2 indé.	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20
<i>Nala lividipes</i>	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20
Jassidae sp. indé	0	1	0	0	0	1	0,20	1	20
Typhlocybidae sp.5 indé.	0	0	0	1	0	1	0,20	1	20
Typhlocybidae sp.6 indé.	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20
Typhlocybidae sp. indé.	1	0	0	0	1	2	0,40	2	40
Aphidae sp.0 indé.	46	0	0	0	0	46	9,31	1	20
Aphidae sp.1 indé.	0	0	0	1	0	1	0,20	1	20
Aphidae sp.2 indé.	0	0	0	0	3	3	0,61	1	20
<i>Macrosiphum</i> sp. 1 indé.	0	10	0	0	0	10	2,02	1	20
<i>Macrosiphum</i> sp. 2 indé.	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20
Harpalidae sp. indé.	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20
<i>Triodonta</i> sp.	0	0	0	0	11	11	2,23	1	20
Carpophilidae sp. indé.	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20
<i>Omophlus erythrogaster</i>	0	0	0	0	6	6	1,21	1	20
Cryptophagidae sp. indé.	0	0	0	0	2	2	0,40	1	20
<i>Chaetocnema</i> sp.	0	0	0	0	5	5	1,01	1	20
<i>Brachyderes</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20
Cynipidae sp. 0 indé.	1	0	0	0	0	1	0,20	1	20
Cynipidae sp. 1 indé.	0	8	0	0	0	8	1,62	1	20
Cynipidae sp. 2 indé.	0	0	2	0	0	2	0,40	1	20
Cynipidae sp. 3 indé.	0	0	0	3	0	3	0,61	1	20
Cynipidae sp. 4 indé.	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20
Braconidae sp.1 indé	0	4	0	0	0	4	0,81	1	20

Braconidae sp.2 indé.	0	0	0	0	2	2	0,40	1	20	
Bethylidae sp. indé.	2	0	0	0	0	2	0,40	1	20	
Sphecidae sp. indé.	2	0	0	0	0	2	0,40	1	20	
<i>Lasioglossum</i> sp.	0	0	0	1	1	2	0,40	2	40	
<i>Tetramorium biskrensis</i>	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20	
<i>Cataglyphis bicolor</i>	0	0	0	0	4	4	0,81	1	20	
Vespoidea sp.1 indé.	0	0	0	10	0	10	2,02	1	20	
Vespoidea sp.2 indé.	0	0	0	0	9	9	1,82	1	20	
<i>Tuta absoluta</i>	1	0	0	0	0	1	0,20	1	20	
<i>Porricondyla albitarsis</i>	0	0	1	0	1	2	0,40	2	40	
<i>Sciapus</i> sp	0	0	0	0	2	2	0,40	1	20	
Asilidae sp indé.	0	0	0	0	2	2	0,40	1	20	
<i>Sphaerophoria scripta</i>	0	1	0	0	5	6	1,21	2	40	
<i>Trypetoptera</i> sp.1 indé	153	0	0	0	0	153	30,97	1	20	
<i>Trypetoptera</i> sp.2 indé	0	92	0	0	0	92	18,62	1	20	
<i>Trypetoptera</i> sp.3 indé.	0	0	27	0	0	27	5,47	1	20	
<i>Trypetoptera</i> sp.4 indé.	0	0	0	1	0	1	0,20	1	20	
Borboridae sp. indé.	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20	
<i>Limosina</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0,20	1	20	
Muscidae sp.1 indé	2	0	0	0	0	2	0,40	1	20	
Muscidae sp.2 indé	0	12	0	0	0	12	2,43	1	20	
Muscidae sp.3 indé.	0	0	4	0	0	4	0,81	1	20	
Muscidae sp.4 indé.	0	0	0	1	0	1	0,20	1	20	
<i>Muscina</i> sp.	1	0	0	0	0	1	0,20	1	20	
<b>Totales 54 espèces</b>						<b>494</b>	<b>100</b>			

Ni : Nombre de mois de présence; AR%: Abondances relatives; FO % : Fréquences d'occurrence

Selon la règle de Sturge, le nombre de classes de constance calculées en fonction des espèces piégées dans les assiettes jaunes placées en serre-pépinère est de 10, l'intervalle étant de 10 %. Le détail des 10 classes de constance est donné dans le cas des assiettes jaunes placées dans la serre protégée par le filet Insect-Proof.

#### 4. Résultats des analyses microbiologiques des fèces de *Tuta absoluta* récoltées dans les feuilles et fruits

##### 4.1. Analyses microbiologiques des excréments de *Tuta absoluta*

Les résultats des analyses microbiologiques des six excréments de *Tuta absoluta* sont regroupées dans le tableau 36 et figure 39:

**Tableau 36:** Analyse bactériologique des six excréments de *Tuta absoluta* (en Log UFC/mL)

	flore aérobie mésophile totale	<i>Escherichia coli</i>	Streptocoques fécaux	levures et des moisissures	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Clostridium sulfito- réducteur</i>
excrément 1	12,30	11,98	04,93	07,49	04,29	05,30
excrément 2	11,65	10,90	03,88	08,97	05,51	05,50
excrément 3	10,66	09,56	06,82	07,62	04,88	06,90
excrément 4	10,71	07,42	07,59	05,40	04,19	05,66
excrément 5	12,73	11,76	05,79	06,18	05,22	05,57
excrément 6	12,30	10,86	03,41	08,33	07,71	05,33

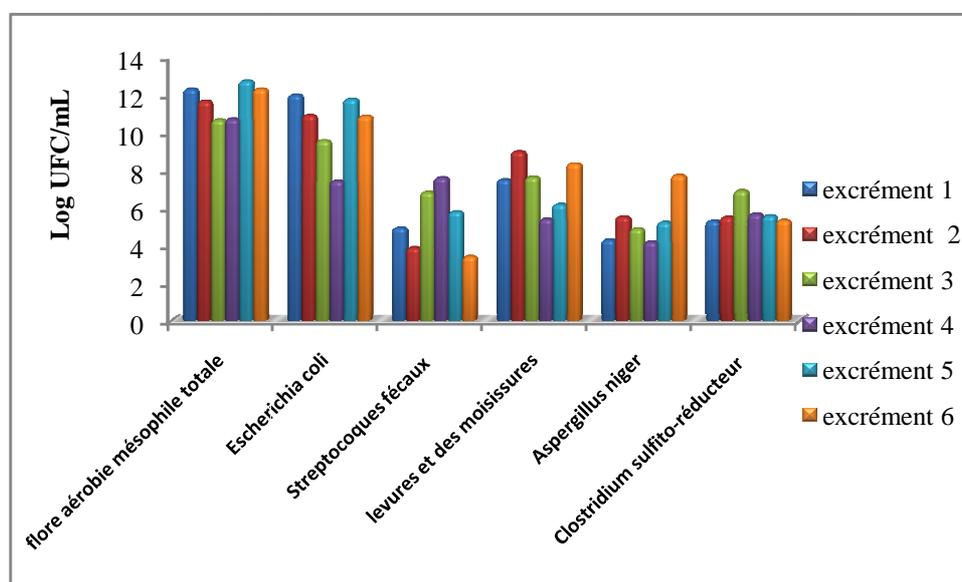


Fig. 39 - Résultats de la flore microbienne dans les excréments de *Tuta absoluta*

Les résultats des analyses microbiologiques des excréments de *Tuta absoluta* rassemblés dans le tableau 36 montrent que la valeur logarithmique de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) est importante soit de l'ordre de 12,73. FMAT est un indicateur microbiologique qui permet d'évaluer la charge bactérienne globale dans un échantillon.

La flore dominante, constituée par *Escherichia coli*, avec une valeur logarithmique des UFC/mL de l'ordre de 11,98. La présence d'*E. coli* témoigne une mauvaise hygiène générale et signifie une contamination d'origine fécale. Parmi les germes indice de contamination fécale on distingue aussi les streptocoques fécaux avec une valeur logarithmique varie entre 03,41 et 07,59 Log UFC/mL. La présence des levures et moisissures est souvent décelable dans les excréments, essentiellement en surface, et s'explique par

l'acidité (pH égal à 3) et par un taux d'humidité élevé. Les levures et les moisissures sont représentés principalement par l'espèce *Aspergillus niger* avec une valeur logarithmique varie entre 04,19 et 07,71 Log UFC/ml. Leur nombre varie entre 05,40 et 08,97 Log UFC/mL. Notant aussi la présence de germes telluriques et ubiquiste soit *Clostridium* sulfito-réducteur dont leur nombre varie entre 05,30 et 06,90 Log. Il est important de signaler que cette espèce devient pathogène lorsqu'elle pénètre accidentellement dans l'organisme par voie cutanée ou intestinale et y produit sa toxine qui va ensuite altérer les fonctions de défense de l'organisme.

#### 4.2. Analyses microbiologiques des fèces de rats

Les résultats des analyses microbiologiques des six fèces de rats sont regroupées dans le tableau 37 et figure 40:

**Tableau 37** - Analyse bactériologique des six fèces de rats retrouvés dans la serre pépinière (en Log UFC/mL)

	<b>Coliformes totaux</b>	<b>Coliformes fécaux</b>	<i>Escherichia coli</i>
<b>Fèces 1</b>	10,38	09,45	07,75
<b>Fèces 2</b>	10,68	09,67	07,38
<b>Fèces 3</b>	10,72	09,76	08,45
<b>Fèces 4</b>	09,97	09,40	07,44
<b>Fèces 5</b>	10,57	09,39	08,90
<b>Fèces 6</b>	10,64	10,57	08,28

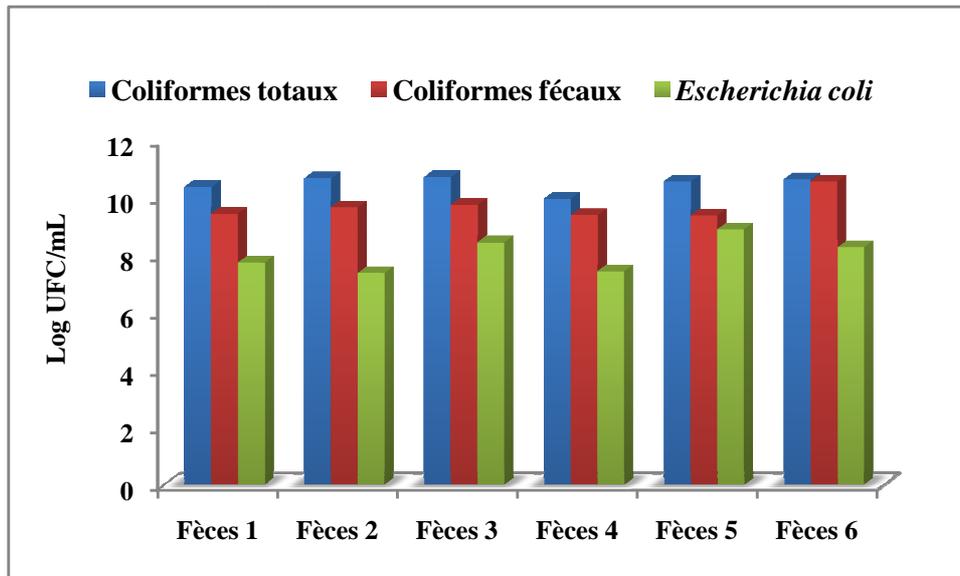


Fig. 40 - Résultats de la flore microbienne des six fèces de rats retrouvés dans la serre pépinière

La méthode de colimétrie utilisée dans cette présente étude nous a permis de réaliser un test présomptif (présence de coliformes totaux) et un test confirmatif (présence de coliformes fécaux). Les coliformes fécaux se distinguent des coliformes totaux par leur température de prolifération qui est de 44°C. La recherche et le dénombrement des coliformes totaux est d'un intérêt moindre pour déceler une contamination fécale sure. La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux à 44°C., leur présence signifie l'existence quasi certaine de germes fécaux par contre la recherche et le dénombrement d'*Escherichia coli* témoigne l'espèce la plus représentée dans la flore intestinale de l'homme et des animaux.

D'après nos résultats le nombre de coliforme totaux varie entre 09,97 et 10,72 Log UFC/mL. Parmi eux sont distingués les coliformes fécaux dont le nombre de coliforme totaux varie entre 09,39 et 10,57 Log UFC/mL. La flore dominante, constituée par les coliformes fécaux, est essentiellement représentée par *Escherichia coli* à raison 08,90 Log UFC/mL.

## 5. Résultats de l'inventaire de la flore associée au niveau e la serre à pratiques locales

Les espèces adventices collectées dans la serre pratique locale durant six mois (de décembre 2011 à mai 2012) sont portées dans le tableau 38:

**Tableau 38** - Les espèces adventices collectées dans la serre pratique locale

<b>Familles</b>	<b>Espèces</b>	<b>Noms communs</b>
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> Linné	Liseron des champs
Poaceae	<i>Setaria viridis</i> (Linné) P. B.	Sétaire verte
	<i>Avena sterilis</i> Linné	Avoine sauvage
	<i>Polypogon monspeliensis</i> (Linné) Desf.	Polypogon de Montpellier
	<i>Hordeum murinum</i> Linné	Orge des rats
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> Linné	Souchet rond
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> (Linné) Paoletti	Carotte sauvage
Asteraceae	<i>Chrysanthemum coronarium</i> Linné	Chrysanthème couronné
Fabaceae	<i>Medicago</i> sp.	Luzerne
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium</i> sp.	Chénopode
	<i>Chenopodium album</i> Linné	Chénopode blanc
Primulaceae	<i>Anagallis foeminea</i> Linné	Mouron bleu
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i> (Linné) All.	Mélilot d'Inde

## **Chapitre IV. Discussion**

## **Chapitre IV. – Discussion**

Sur les taux d'infestation dans la serre protégée par le filet Insect-Proof et dans celle ne bénéficiant pas de ce dispositif de protection, sur le zéro de développement, sur les différents types de pièges, sur l'exploitation des espèces associées piégées dans les pots Barber et assiettes jaunes et sur les microorganismes des fèces de la mineuse et de ceux des rats, les discussions portent.

### **4.1. – Discussion sur les taux d'infestation des populations de *T. absoluta* dans les serres d'étude**

La comparaison entre les infestations de la serre munie d'Insect-Proof et celle des pratiques locales montre l'efficacité de ce filet puisque les attaques par *Tuta absoluta* sont toujours plus élevées dans la serre à pratiques locales. La valeur de l'infestation la plus élevée est égale à 71,7 % enregistrée dans la serre à pratiques locales contre seulement 56,7 % dans la serre munie d'Insect-Proof. Les présents résultats se rapprochent de ceux de Filho *et al.* (2000) qui mentionnent au Brésil des pourcentages d'infestations compris entre 3,5 et 45 % pour les feuilles et entre 8 % et 32 % pour les tomates sous serre. De même les valeurs obtenues dans la présente étude sont proches de celles notées par Ababsia (2011) qui enregistre des taux compris entre 15 % et 32 % dans la serre munie d'un filet Insect-Proof. L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative entre le taux d'infestation dans la serre munie d'Insect-Proof et celle des pratiques locales ( $F = 79,32$ ; ddl = 10;  $p < 0,0001$ ). Un test de corrélation de Pearson entre la température sous-serre (Insect-Proof) et le taux d'infestation confirme la corrélation significative ( $r = 0,54$ ;  $p < 0,01$ ) entre la température sous-serre (Insect-Proof) et le taux d'infestation. Selon la valeur du coefficient de corrélation, il existe également une corrélation significative ( $r = 0,50$ ;  $p < 0,02$ ) entre la température sous serre (pratique locale) et le taux d'infestation. Ababsia (2011) n'a pas réalisé ces tests sur ses résultats.

### **4.2. – Détermination du zéro de développement de *Tuta absoluta***

Le zéro de développement de *Tuta absoluta* calculé par rapport aux différentes températures étudiées est de 9,2°C. Ce résultat est comparable à celui de Mahdi (2011) qui enregistre un zéro de développement égal à 9,8°C. Il justifie celui avancé par Desneux *et al.*

(2010) qui mentionnent une valeur égale à  $8,1 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ . Estay (2000) donne comme zéro de développement  $7^{\circ}\text{C}$ . pour l'embryogenèse,  $7,6^{\circ}\text{C}$ . pour le développement larvaire et  $9,1^{\circ}\text{C}$  pour la nymphose.

#### **4.3. – Discussion sur les différents types de pièges utilisés contre *Tuta absoluta***

L'effectif des papillons de *Tuta absoluta* capturés dans les pièges delta mis en place dans la serre à pratiques locales est plus élevé que celui compté dans la serre ouverte ou dans celle munie d'Insec-Proof. En effet 8.658 mâles sont piégés en plein champ contre seulement 5.209 individus dans la serre ouverte, le maximum étant noté au cours de seconde semaine d'avril. Ces résultats sont expliqués du fait que le filet Insect-Proof ne permet pas l'entrée de nouveaux adultes dans la serre tout en gardant les individus qui y étaient déjà à l'intérieur au préalable. De même le nombre très élevé des captures de la serre à pratiques locales est justifié par leur attirance par la phéromone des serres et des champs voisins. Selon Salas (2007), par rapport aux captures des papillons grâce aux pièges à phéromones delta, en 2001 plus de 1.041 mâles sont capturés par les pièges à raison de  $9,78 \pm 1,02$  individus par jour et par piège. En 2002 il intercepté 4.667 individus soit une moyenne égale à  $8,33 \pm 0,87$  mâles par jour et par piège. Durant l'année 2003 cet auteur capture dans les pièges à phéromone à glu 1.596 mâles soit une moyenne de  $4,28 \pm 1,12$  individus par jour et par piège. Filho *et al* (2000) rapportent que les captures de mâles de *T. absoluta* par les pièges à phéromones durant les stades végétatifs de la tomate sont élevées, atteignant  $233,3 \pm 57,1$  mâles par jour. Les captures durant les stades de reproduction sont faibles avec  $68,3 \pm 19,3$  mâles par jour. Selon Lacordaire et Feuvrier (2010), le nombre de papillons pris dans les pièges Delta augmente au cours de la saison. En effet, à Saint- Martin, le nombre de papillons piégés va de 50 mâles par semaine durant la première semaine à 210 mâles par semaine à la 27ème semaine. En revanche dans le bassin d'Avignon, le piégeage est moins important : il n'est que de 4 captures par semaine et de 17 mâles durant la 27ème semaine

#### **4.4. – Discussion sur l'exploitation des espèces prises dans les pots Barber par des indices écologiques de composition**

Au total dans les pots Barber entre décembre 2011 et mai 2012 au niveau des serres les valeurs des richesses mensuelles varient entre 5 et 35 espèces. Parmi les espèces dominantes dans la serre protégée par Insect Proof en mai il y a *Sciapus* sp. AR % = 34,6 %,

Muscidae sp. indéterminé. (AR % = 27,8 %) *Tapinoma nigerrimum* avec 16,2 %, *Sminthurus* sp. avec AR % = 14,0 % et *Tapinoma simrothi* (AR % = 10,1 %). Dans la station de cultures maraîchères à Heuraoua les pots Barber placés sous-serre par (Mahdi, 2011) ont permis d'identifier 1.224 individus appartenant à 93 espèces avec l'espèce *Tapinoma nigerrimum* (A.R. % = 33,8 %) et *Tetramorium* sp. (A.R. % = 19,9 %) comme espèces les plus fournies en éléments. Les autres espèces sont peu présentes. Elles affichent de faibles abondances relatives ( $0,1 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 3,8 \%$ ). Setbel (2008) trouve que parmi les familles d'Hyménoptères qui correspondent à 13,3 % par rapport au nombre total des espèces d'Insecta, les plus notées, sont d'abord les Formicidae (62,7 %) représentées par *Messor barbara*, *Crematogaster auberti* et *Tapinoma simrothi* (probablement *T. nigerrimum*), puis les Halictidae (6,9 %) avec *Halictus* sp., *Lasioglossum* sp. et *Evyllaesus* sp. et les Apidae (4,7 %) avec *Apis mellifera* et *Bombus* sp. D'après l'étude de Dehina (2004) réalisée en milieu cultivée à Heuraoua, la dominance de *Tapinoma simrothi* (probablement *T. nigerrimum*) sont fortes avec 22,9 %.

#### 4.5. – Discussion des résultats obtenus par la technique des assiettes jaunes

Mahdi (2011) compte dans la station de Heuraoua 1.093 individus appartenant à 127 espèces piégées dans les assiettes jaunes placées sous-serre. Boussad (2006) signale parmi les Hyménoptères, comme espèce la plus abondante *Tapinoma nigerrimum* (0,9 %) accompagnée de *Evyllaesus* sp. (0,9 %), de Cynipidae sp. 1 (1,2 %) et de Braconidae sp. 1 (2,6 %). Les Diptères interviennent notamment avec *Cyclorrhapha* sp. 10 (17,0 %), *Calliphoridae* sp. 1 (4,4 %) et *Agromyza* sp. (5,3 %). Les résultats de cette étude se rapprochent d'avantage de ceux de Berrouane (2010) qui obtient par calcul selon la règle de Sturge 14 classes de constance. Cet auteur dénombre 95 cas sur 200 dans la catégorie assez rare, avec 48 cas regroupés dans la classe peu accidentelle, 26 cas dans la catégorie peu accessoire, 16 cas dans la classe peu régulière, et seulement 5 espèces omniprésentes. Dans la forêt d'Ait Aggoucha à Larbaa Nath Irathen Amrouche (2010) détermine 7 classes de constances. Parmi elles 206 espèces sont qualifiées d'espèces rares notamment *Iulus* sp. et *Hololampra trivittata*. 9 espèces sont qualifiées de peu fréquentes comme *Cecidomyiidae* sp. indéterminé. et *Orthorrhapha* sp. indéterminé.

# **CONCLUSION**

## Conclusion

La comparaison entre les infestations dans la serre munie d’Insect-Proof et celles de la serre des pratiques locales montre l’efficacité de ce filet puisque les attaques par *Tuta absoluta* sont toujours plus élevées dans la serre à pratiques locales (71,7 %) contre 56,7 % dans la serre Insect-Proof. L’analyse de la variance comparant le taux d’infestation montre qu’il existe une différence très hautement significative entre le taux d’infestation dans la serre munie d’Insect-Proof et de la serre à pratiques locales ( $F = 79,32$ ;  $ddl = 10$ ;  $p < 0,0001$ ). La comparaison entre les valeurs des températures sous serre et les taux d’infestations affiche une corrélation significative ( $r = 0,54$ ;  $p < 0,01$ ) entre la température sous serre (Insect-Proof) et le taux d’infestation. Selon la valeur du coefficient de corrélation, il existe une corrélation significative ( $r = 0,50$ ;  $p < 0,02$ ) entre la température sous serre (pratique locale) et le taux d’infestation. Le zéro de développement enregistré est de 9,2 °C. Les captures par les pièges delta placé à l’entrée de la serre munie d’un filet Insect-Proof montre l’existence de 7 générations pendant la période allant du 10 décembre 2011 au 12 mai 2012. Dans le piège delta placé au milieu de la serre 7 générations sont observées qui coïncident avec les générations capturées dans le piège placée à l’entrée de la serre. Ce nombre très élevé de générations peut être dû aux inconvénients de l’Insect-Proof qui augmente la température et l’humidité à l’intérieur de la serre, ce qui raccourcit la durée du cycle de la mineuse de la tomate. Par contre les captures par les pièges delta placés à l’entrée de la serre à pratiques locales montrent l’existence de 5 générations. Dans le piège delta placé au centre de la serre générations sont observées qui coïncident avec les générations capturées dans le piège placée à l’entrée de la serre. Le nombre d’adultes de *Tuta absoluta* capturés par les pièges delta placés dans la serre des pratiques locales est plus important que celui trouvé dans la serre munie d’Insect-Proof. Les valeurs les plus élevées sont notées du 6/ V au 12/ V/ 2012 avec 561 individus. Par contre le nombre dans la serre munie de filet Insect-Proof le nombre maximum est enregistré est de 333 individus capturés durant la période allant du 21/ IV au 28/ IV/ 2012. Ces résultats sont expliqués du fait que le filet Insect-Proof ne permet pas l’entrée de nouveaux adultes dans la serre tout en gardant les individus existant à l’intérieure au préalable. De même le nombre très élevé des captures de la serre des pratiques locales est justifié par leur attraction par la phéromone des serres et des champs voisins. L’analyse de la variance des captures de *T. absoluta* dans la serre munie d’Insect-Proof comparée à celles de la serre à pratiques locales sont révèle une différence très hautement significative entre les captures réalisées avec Insect-Proof et celle des pratiques locales ( $F = 14,72$ ;  $ddl = 11$ ;  $p <$

0,0001). La comparaison entre les nombres des papillons capturés d'une part dans le piège delta placé dans la serre à pratiques locales et ceux interceptés dans le même type de piège en plein champ à Fouka Marine montre des valeurs très différentes puisque 8.658 mâles sont capturés en plein champ contre seulement 5.209 individus sous serre. L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les captures réalisées dans la serre à pratiques locales et celles faites en plein champ ( $F = 14,72$ ;  $ddl = 11$ ;  $p < 0,0001$ ). L'utilisation des pots Barber dans la serre protégée par Insect-Proof en décembre a permis de recenser 23 espèces. Parmi ces espèces, *Anthicus floralis* (AR% = 30,37 %) est l'espèce qui apparaît la plus fréquente. Elle est suivie par *Tetramorium biskrensis* (AR % = 19,26 %). Au total, 25 espèces sont piégées par la méthode des pots Barber en décembre au niveau de la serre à pratiques locales. Durant le mois de janvier, 18 espèces sont capturées par les pots Barber dans la serre protégée par le filet Insect-Proof. Une richesse de 19 espèces est calculée. Au total, 6 espèces sont capturées par les pots pièges dans la serre en février 2012. Dans la serre ordinaire à pratiques locales, 5 espèces sont piégées en février 2012. Parmi lesquelles l'espèce qui domine est un Collembole indéterminé Entomobryidae sp. indé. (AR % = 59,8 %), suivi par Neamuridae sp. indé. (AR% = 22,4 %) et par *Sminthurus* sp. (AR % = 14,02 %). Pratiquement 96,3 % des effectifs présents appartiennent aux Collembola. Au sein de la serre, un total de 18 espèces est compté en mars. Une richesse totale de 34 espèces est recensée en mai 2012. Au sein de ces espèces, *Sciapus* sp. AR % = 34,9 % est l'espèce la plus fréquente, suivie par *Sciara* sp.2 (AR % = 16,7 %), le reste des espèces ont des pourcentages moyens à faible ( $0,3 \% \leq AR \% \leq 4,5 \%$ ). Pour ce qui est des espèces capturées dans la serre en mai 2012, celles-ci sont au nombre de 16. Le piégeage des arthropodes par la méthode des assiettes jaunes placées sous-serre a permis la capture de 74 espèces réparties entre différents ordres. Parmi les espèces les plus abondantes il y a Neanuridae sp.2 (A.R. % = 15,8 %), *Tetramorium biskrensis* (A.R. % = 13,4 %) et Aphidae sp.3 indé. (A.R. % = 12,9 %). La fréquence d'occurrence de *Tetramorium biskrensis* est égale à 40 % elle est considérée de ce fait comme très accessoire, 70 % pour les espèces régulières comme *Tuta absoluta*. L'analyse microbiologique des fèces de *Tuta absoluta* récoltées dans les feuilles et fruits de tomate montre que la flore dominante est constituée par *Escherichia coli*, avec une valeur logarithmique des UFC/mL de l'ordre de 11,98. La présence d'*E. coli* témoigne d'une mauvaise hygiène générale et signifie une contamination d'origine fécale. Parmi les germes indice de contamination fécale on distingue aussi les streptocoques fécaux avec une valeur logarithmique qui varie entre 3,41 et 7,59 Log UFC/mL. La présence des levures et des moisissures est souvent décelable dans les excréments, essentiellement en surface, et

s'explique par l'acidité (pH égal à 3) et par un taux d'humidité élevé. Les levures et les moisissures sont représentées principalement par l'espèce *Aspergillus niger* avec une valeur logarithmique qui fluctue entre 4,19 et 7,71 Log UFC/mL. Leur nombre varie entre 5,40 et 8,97 Log UFC/mL. Il est à noter aussi la présence de germes telluriques et ubiquistes comme *Clostridium* sulfito-réducteur dont leur nombre varie entre 5,30 et 6,90 Log. Il est important de signaler que cette espèce devient pathogène lorsqu'elle pénètre accidentellement dans l'organisme par voie cutanée ou intestinale où elle produit sa toxine qui va ensuite altérer les fonctions de défense de l'organisme. D'après les résultats le nombre de coliformes totaux varie entre 9,97 et 10,72 Log UFC/mL. Parmi eux sont distingués les coliformes fécaux dont le nombre de coliformes totaux varie entre 9,39 et 10,57 Log UFC/mL. La flore dominante, constituée par les coliformes fécaux, est essentiellement représentée par *Escherichia coli* à raison 8,90 Log UFC/mL.

## **Perspectives**

A l'avenir, il serait intéressant de prendre en considération ces résultats et d'étudier le cycle de *Nesidiocoris tenuis* à différentes températures pour déterminer le zéro de développement de ce prédateur, et utiliser ces résultats dans des futur lâchers, en réalisant des lâchers précoces avec de faible doses (lâchers préventifs) au moment de repiquage ou en pépinière afin d'avoir de bons résultats et de préserver les populations de *N. tenuis* autochtone en réduisant l'utilisation abusive de pesticides.

## **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

- Ababsia A., 2012 – *Gestion phytosanitaire en mode P.B.I. d'une culture de tomate sous serre: cas de Tuta absoluta (Meyrick, 1917)*. Thèse Magister, Ecole nati. sup. agro., El Harrach, 121 p.
  
- Al-Jboory Ibrahim J., Katbeh-Bader Ahmad and Shakir Al-Zaidi 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* 11 (6): 787 - 790.
  
- Al-Sayeda H., 2007 - *Transfert d'un insecticide systémique, l'imidaclopride, chez la tomate : implication du transport phloémien*. Thèse de Doctorat, Inst. nati. polytech. Toulouse, 154 p.
  
- Amazouz S., 2008 - *Gestion en lutte intégrée de la mineuse de la tomate Tuta absoluta (Lepidoptera : Gelechiidae)*. Ed. Koppert, Biological systems Maroc, Casablanca, 247.
  
- Amazouz S., 2009 - *La mineuse de la tomate : Tuta absoluta (Meyrick)*. Ed. Fredon Corse, 2 p.
  
- Amrouche L., 2010 – *Diversité faunistique de la forêt d'Ait Aggouacha (station d'El Misser)*. Thèse Magister, Ecole nati. sup. agro., El Harrach, 225 p.
  
- Apablaza J., 1992 - *La polilla del tomate y su manejo. Tattersal*, 79 : 12 - 13.
  
- Arnó J. et Gabarra R., 2010 - *Controlling Tuta absoluta, a new invasive pest in Europe. Training in Integrated Pest Management*, (5), IRTA, Cabrils, 8 p.
  
- Arnold - Gaulhiac, 2002 - *Colloque international « tomate sous abri, protection intégrée - agriculture biologique »*, Avignon, France, 17-18 et 19 septembre 2002 pp. 24-29

- Arno J., Sorribas R., Prat M., Montse M., Pozo C., Rodriguez D. Garreta A. Gomez A. and Gabarra R. 2009 – *Tuta absoluta*, a new invasive pest in Europe in IPM tomatoes in the Northeast of Spain. *Bull. IOBC/ WPRS*, 49 : 203 – 208.
- Attygalle A.B., Jham G.N., Svatoš A., Frighetto R., Meinwald J., Vilela E., Ferrara A. and Fernandes M.U, 1995 - Microscale, Random Reduction: Application to the Characterization of (3E,8Z,11Z)-3,8,11-Tetradecatrienyl Acetate, a New Lepidopteran Sex Pheromone. *Tetrahedron Letters*, 36: 5471 - 5474.
- Barrientos R., Apablaza J., Norero S. and Estay P.P., 1998- Threshold temperature and thermal constant for development of the South American tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae). *Ciencia e Investigacion Agraria*, 25: 133 – 137.
- Benkhelil M.-L., 1991 – *Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Office. Pub. Univ., Alger, 60 p.
- Berkani A. et Badaoui M., 2008 - La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera; Gelechiidae). *Ed. INRAA*, Algérie, 16 p.
- Berrouane F. Z., 2010 – *Aspects bioécologiques et systématique des Diptères du Marais de Réghaïa et dans la Banlieue d’El Harrach*. Mémoire Ingénieur, Ecole nati. sup. agro., El Harrach, 177 p.
- Bielza J.M., 2010 - Resistance to insecticides in *Tuta absoluta* (Meyrick), *Phytoma España*, (217): 103 – 106.
- Bigre A. et Marzin F. 1970 - *Les cultures maraîchères sur le Littoral algérois*. Thèse Ing., Inst. nati. agro., El Harrach (Alger), 51p.
- Biurrun R., 2008 - *Tuta absoluta* la polilla del tomate. Ed. I.T.A. Agricola, pp. 16 – 18.
- Blondel J., Ferry C. et Frochot B., 1973 – Avifaune et végétation, essai d’analyse de la diversité. *Alauda*, 41 (1 - 2) : 63 – 84.

- Boussad F., 2006 – *Relations Invertébrés – fève (Vicia faba Linné). Comportement d'Aphis fabae Scopoli sur quatre variétés de fève dans la banlieue d'El Harrach*. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El Harrach, 179 p.
  
- Brader L., 1975 – Integrated control, a new approach to crop protection. Comptes Rendues Symposium Lutte Intégrée en Verger. *OILB/SROP*, (5): 9 – 16.
  
- Briard M., Dutertre M. et Brygoo Y. 1997 - Du nouveau du côté des *Sclerotinia* : Trois espèces... mais quelle variabilité !. *Phytoma, Défense des végétaux* , 490, 15 - 19.
  
- Byrne D.N. and Bellows JRTS, 1990 - Whiteflies in agricultural systems In Whiteflies; their Bionomics. *Pest, Status and Management*, : 227 - 262.
  
- Calvert A., 1965 Calvert S., 1965 – *Flower initiation and development in the tomato*. Ed. N.A.A.S. quarterly. Rev. ,70 , pp. 79 – 88.
  
- Calvo F.J., Belda J.E. y Giménez A., .2009 - Una nueva estrategia para el control biológico de mosca blanca y *Tuta absoluta* en tomate. *Phytoma España: revista profesional sanidad vegetal*, nº 216 : 46 – 52.
  
- Calvo F.J., Belda, J.E. and Giménez, A. 2010 - A new strategy for biological control of white fly and *Tuta absoluta* in tomato. *Phytoma España*, (216) : 46 - 52.
  
- Chauvin R. et Roth M. - 1966 - Les récipients de couleur, technique nouvelle d'échantillonnage entomologique. *Reu. Zoo. Agric. Appl.*, 4, 6 : 78 - 81.
  
- Chaux C. et Foury C., 1994 - *Production légumières T2 : Légumes feuilles, tiges, fleurs, racines, bulbes*. Ed. Lavoisier "Tec et Doc", Paris, 639 p.
  
- Cook P.A., 1999 - Sperm numbers and female fertility in the moth *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Insect. Behav.* 12: 767 – 779.
  
- Dagnelie P., 1975 – *Théorie et méthodes statistiques*. Ed. Presses agronomiques Gembloux, T. II, 463 p.

- Dajoz R., 1985 - *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 505 p.
  
- Dehina N., 2004 – *Bioécologie des fourmis dans trois types de cultures dans la région de Heuraoua (Mitidja)*. Mémoire Ingénieur, Inst. nati. agro. El Harrach, 137 p.
  
- Descomps S., Deroche M. E., 1973 - Action de l'éclairage continu sur l'appareil photosynthétique de la tomate. *Physiol. Vegetale*, 11: 615 - 631.
  
- Desneux N., Wajnberg E., Wyckhuys K. A. G., Burgio G., Arpaia S. Narvaez-Vasquez C. A., Lez-Cabrera J.G., Ruescas D. C., Tabone E. Frandon J., Pizzol J., Poncet C., Cabello T. and Urbaneja A., 2010 – Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta* : ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *J. Pest. Sci.*, 83 : 197 – 215.
  
- Duval J. R., Dainello F. J., Haby V. A. and Earhart D. R., 1998 - Evaluating Leonardite as a Crop Growth Enhancer for Turnip and Mustard Greens, *HortTechnology* , vol. 8, no. 4 : 564-567.
  
- El-Dessouki S.A., El-Kifl A.H. and Helal H.A., 1976 - Life cycle, host plants and symptoms of damage of the tomato bug, *Nesidiocoris tenuis* Reut. (Hemiptera: Miridae), in Egypt, *Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, vol. 83 (4) : 204 – 220.
  
- Estay P., 2000 – Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) informativo, la platina. *Inst. investigacion agro pecuria, centro régio. investig., la Platina*, : 1 – 4.
  
- Faurie C., Ferra C. et Medori P., 1978 – *Ecologie*. Ed. Baillièrre J.B., Paris, 147 p.
  
- Faurie C., Ferra C. et Medori P., 1984 – *Ecologie*. Ed. Baillièrre J.B., Paris, 162 p.
  
- Ferguson G. et Shipp L., 2004 – *La mineuse de la tomate. Cycle évolutif et strategies de protection des tomates de serre. Fiche technique*. Minist. agri. aliment. aff. rur., Ontario.
  
- Filho M., Vilela E., Attygalle A., Meinwald J., Svatos A. and Jham G., 2000 - Field trapping of tomato moth, *Tuta absoluta* with pheromone traps. *J. Chemical Ecol.*, Vol. 26, (4), 7 p.

- 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 -défense des végétaux* (617) :18 - 19.
  
- INPV, 2008 – *Lutte contre la mineuse de la tomate. Stratégies et moyens*. Institut national de la protection des végétaux, El Harrach, Alger, 16 p.
  
- IRAC, 2010 – *The tomato leafminer, Tuta absoluta. Recommendation for sustainable and effective resistance management*. Insecticide resistance action committee (IRAC), 1p.
  
- ITCMI, 1979 - *Les cultures maraîchères en Algérie*. Ed. Institut de développement des cultures maraîchères et industrielles, Staoueli (Alger), 156 p.
  
- ITCMI, 1995 - *Guide pratique de la culture de tomate sous serres*. Institut technique des cultures maraîchères et Industriels (ITCMI), Staoueli, 20 p.
  
- ITCMI, 2009 - *Relevés des données climatiques*. Institut technique des cultures maraîchères et Industriels (ITCMI), Staoueli, 4 p.
  
- Johnson M. W., Welter S. C., Toscano N. C., Ting I. P. and Trumble J. T., 1983 - Reduction of tomato leaf photosynthesis rates by mining activity of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). *J. Econ. Entomol.*, 76: 1061 – 1063.
  
- Kehlenbek, Baufeld, and Schrader, 2010 – *Express-Praxis on Tuta absoluta*. Institute for national and international Plant health. Notification of finding in packing station for tomatoes in the Netherlands. Julius Kühn Institut, 12 p.
  
- Kestali, T. 2011 - *Contribution à l'étude de la production et protection intégrée de la tomate maraichère (Lycopersicon esculatum Mill) sous –Abris lutte intégrée contre la mineuse de la tomate (Tuta absoluta Meyrick)*. Thèse Magister, Univ. Blida, 157 p.
  
- Knutson A.-E. and Tedders L., 2002 – Augmentation of green lacewing, *Chrysoperla rufilabris*, in cotton in Texas, Southwest. *Entomol.*, 27 : 231 – 239.

- Lacordaire A. I. et Feuvrier E., 2010 – *Tuta absoluta* : suivi de 16 exploitations de production de tomate pour savoir où et comment chercher pour trouver *Tuta* tôt et tester un prédateur. *Phytoma, défense des végétaux*, 632 : 40 – 44.
  
- Lamotte M. et Bourliere F., 1969 - *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson et Cie, Paris, 303 p.
  
- Laumonier R., 1976 - *Cultures légumières et maraîchères*. Ed. Baillière, Paris, 220 p.
  
- Ledieu M .S and Helyer N.L. 1984 - Effect of tomato leafminer on yield of tomatoes. *Annu. Rep. GCRI, Littlehampton*: 1 – 106.
  
- Lopez L.R., Ramírez N., Fuentes L.S., Jiménez J. y Hernández-Fernández J., 1991 - Estandarización de un bioensayo y evaluación preliminar de tres formulaciones comerciales de *Bacillus thuringiensis* sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Rev. Colomb. Biotecnol. Vol. XII, (1)* : 110 – 114.
  
- Mahdi K., 2011 - *Quelques aspects sur la bioécologie de la mineuse de la tomate Tuta absoluta (Povolny, 1994) et essai de lutte dans l'Algérois*. Thèse de Magister, Ec. nati. sup.agro., El Harrach, 284 p.
  
- Mahdi K., Daoudi-Hacini S., Saharaoui S., Ababsia A., Aouamer F., Imaghazen F. et Doumandji S., 2010 – Détermination du zéro de développement de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). *Journées nati. Zool. agri. for., 19 - 21 avril 2010, Dép. Zool. agro. for., Inst. nati. agro., El Harrach, p. 103*.
  
- Mallea A.R., Macola G.S., Garcia G., Bahamondes A. and Suarez H., 1972 – *Nicotiana tabacum* var. *virginica*, a new host of *Scrobipalpula absoluta*. *Revista Facultad ciencias agrarias, Univ. nac. Cuyo, (18)* : 13 – 15.
  
- Mary L., Blum J., Quéraud T., Marrec C. et Maisonneuve J.-C., 2000 – La protection biologique et intégrée (PBI) en cultures de fleurs coupées sous serres. Situation et application en France. *Rev. Phytoma, Défense végétaux, (529)* : 14 – 19.

- Miede J. in Encyclopédie Universalis, 1998
  
- Milaire H., 1995 – A propos de quelques définitions. *Rev. Phytoma, Défense végétaux*, (474): 7 – 9.
- Monnet G. and Reverchon D., 2001- Rotation and soil-born diseases. *PHM Revue Horticole*, (suppl. 421) : 9 - 14.
  
- Monserrat D., 2007 – *La pollila del tomate ‘‘ Tuta absoluta’’ en la region de Murcia. Bases para su control*. Consejería de agricultura y agua, region de Murcia, 74 p.
  
- Mutin G., 1977 – *La Mitidja, décolonisation et espace géographique*. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 606 p.
  
- Notz A.P., 1992 – Distribution of eggs and larvae of *Scrobipalpa absoluta* in potato plants. *Revista Facultad agronomica, Maracay*, 18 : 425 – 432.
  
- OEPP, 2005 – *Tuta absoluta, fiches informatives sur les organismes de quarantaine*. Organisation européenne de protection des plantes (OEPP), Paris, (35), pp. 434 – 435.
  
- OEPP, 2009 – *Ravageurs et maladies*. Organisation européenne de protection des plantes (OEPP), Paris, (8), pp. 1 – 8.
  
- OILB, 1971 - Liste d'identification des entomophages. Ed. Organisation Internati. Lutte Biol., Genève, 8 : 1 – 6.
  
- OILB., 1973 – Bulletin de l'office international de lutte biologique, section régionale ouest paléarctique. Organisation internationale de lutte biologique (OILB-SROP), Paris.
  
- Povolny D. 1975 - On three neotropical species of Gnorimoschemin (Lepidoptera: Gelechiidae) mining Solanaceae; *ACTA Universalis Agriculturae*, 23: 279 - 393.
- Povolny D. 1994 – Gnorimoschemini of southern South America VI: identification keys checklist of Neotropical taxa and general considerations (Insecta, Lepidoptera, Gelechiidae). *Steenstrupia*, 20 : 1 – 42.

- Ramel J.M. et Oudard E., 2008 - *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) : éléments de reconnaissance. L.N.P.V., S.R.P.V., Avignon, 2 p.
  
- Roth M., 1972 – Les pièges à eau colorés, utilisés comme pots de Barber. *Zool. agri. Pathol. Vég.* : 79 – 83.
  
- Rouag H., 1988 – *Contribution à une étude comparative de l'état d'infestation des cultures sous-abris et en plein champ par les Meloïdogynes (Nematodae, Meloidogynae) dans la région de Zéralda*. Thèse Ingénieur, Inst. nati. agro. El Harrach, 173 p.
  
- Ryckewaert P. et Fabre F. 2001 - Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures maraîchères à la Réunion, CIRAD-3P. *Food and Agricultural Research Council*: 99-103.
  
- Ryckewaert P., Deguine J.-P., Brevault T. and Vayssières J.-F., 2006 - Fruit flies (Diptera: Tephritidae) on vegetable crops in Reunion Island (Indian Ocean): state of knowledge, control methods and prospects for management. *Fruits*, Vol. 65 (2): 113 – 130.
  
- Salas J., 2007 – Presence of *Phthorimaea operculella* and *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) captured in pheromones traps in tomato planting at Quibor, Venezuela. *Bioagro*. 19 (3) : 143 – 147.
  
- Sanchez J.A., 2009 - Density thresholds for *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) in tomato crops. *Biological Control*, Vol. 51, Issue 3 : 493 – 498.
  
- Sanchez J.A., Sanchez J.I., Martinez-Cascales and A. Lacasa 2003 - Abundance and wild host plants of predator mirids (Heteroptera: Miridae) in horticultural crops in the Southeast of Spain, IOBC wprs Bulletin, 26 (2003): 147 – 151.
  
- Sánchez N.E., Pereyra P.C. and Luna M.G., 2009 - Spatial Patterns of Parasitism of the Solitary Parasitoid *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae) on *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Environmental Entomology*, 38 (2): 365 - 374.
  
- Sangmi H. 2009 – Mississippi entomological Museum at the Mississippi state University

- Sannino L. e Espinosa B., 2010.- *Tuta absoluta*, guida alla conoscenza e recenti acquisizioni per una corretta difesa. *L'Informatore agrario*, 66, 46 suppl. 1: 1-11.
  
- Setbel S., 2008 – *Expansion du Héron garde – bœufs en Algérie: processus, problèmes et solutions*. Thèse Doctorat, Inst. nati. agro., El Harrach, 341 p.
  
- Snoussi S.-A., 2010 – *Etude de base sur la tomate en Algérie*. Rapport de mission GTFS/ RTEM/ 070/ ITA. Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient, 53 p.
  
- Tamzait A, 1990 – *Etude bioécologique des Orthoptères dans la région de Staouéli*. Thèse Ingénieur, Inst. nati. enseig. sup. agro., Univ. Blida, 89 p.
  
- Tavella L. and Goula M., 2001 – Dicyphini collected in horticultural areas of North-Western Italy (Heteroptera, Miridae). *Boll. Zool. agr., bochicolt.*, 33 : 93 – 102.
  
- Tsao P.H. 1990 - Why many *phytophthora* root rot and crown rots of tree and horticultural crps remain undetected. *Bulletin O.E.P.P*, 20: 11 -17.
  
- Urbaneja A., 2009 – *Mineuse de la tomate Tuta absoluta Meyrick. Bases de mise en œuvre de l'IPM (lutte intégrée) en Algérie*. Projet FAO (TCP/ALG/3202), Inst. nati. protec. vég., El Harrach.
  
- Urbaneja A., Tapia G. and Stansly P., 2005 – Influence of host plant and prey availability on developmental time and survivor ship of *Nesidiocoris tenuis* (Het. Miridae). *Biocontrol sci. Technol.*, (15) : 45 – 48.
  
- Urbaneja A., Vercher R., Navarro V., Garcia M.F. y Porcuna J.L., 2007 – La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. *Phytoma, Déf. Vég.*, 194 : 16 – 23.
  
- Vargas H., 1970 – Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del Tomate (*Gnorimoschema absoluta*) (Meyrick) (Lep. Gelechiidae). *Revista Idesia, Depart. agricultura, Universidad del Norte-Arica*, (1) : 75 – 110.

- Wagner E, 1970 – Die Miridae Hahn, 1831, des Mittelmeerraumes und der Makaronesischen Inseln (Hemiptera, Heteroptera). *Entomologische abhandlungen*, 37 (71) : 58 – 61.
  
- Weesie P.-D.-M. et Belemsobgo U., 1997 – Les rapaces diurnes du ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso). Liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. *Alauda*, Vol. 65 (3) : 263 - 278.
  
- Wyatt J.J, Ledieu M.S, Stacey D.L. and Whiye P.F. 1984 - Crop loss due to pests, *Annu. Rep. GCRI. Little Hampton*: 88 - 93.
  
- Zitter T. A. and Tsai J. H., 1977 - Transmission of three potyviruses by the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera : Agromyzidae). *Plant Dis. Rep.*, 61: 1025 - 1029.

# **Annexes**

**TEXTILES TECHNIQUES**  
**TECHNICAL TEXTILES**

<i>translucent</i>		
IN :	<b>100% Polyéthylène traité au</b> <i>100% UV-Stabilized Polyethy</i>	
STANDARD(S) :	<b>1m5, 2m,3m,4m,5m</b> <i>et toutes possibilités de c</i> <i>Until 16.5 m with technical sp</i>	
S) STANDARD(S) :	<b>100 / 200ml ou sur demanc</b> <i>with</i>	
<b>RACTERISTIQUES MECANIKES</b> <i>Mecanical characterist</i>		
E A LA RUPTURE <i>ight</i>	SP Sens Production <i>Production wise</i>	ST S <i>Cri</i>
	1300 daN/m	
<b>AUTRES CARACTERISTIQUES</b> <i>Others chr...istics</i>		
	: 11%	
		<b>TIP 950</b>

## FICHE TECHNIQUE PRODUIT

Product technical data sheet

COM 08 A  
Date : 1/11/08

**REFERENCE TIP950**

*Item*

**: FITUTA**

*Multiseasons*

**DESIGNATION**

*Description*

**:**

**FILET ANTI-INSECTES**

*INSECT-PROOF NET*

### CARACTERISTIQUES DESCRIPTIVES *Descriptives characteristics*

**GEOMETRIE**

*Geometry*

**:**

**Section des ouvertures 950 µm**

*Mesh aperture 950 µm*

**MASSE SURFACIQUE**

*Unit weight*

**:**

**98 g/m<sup>2</sup>**

**COULEUR**

*Color*

**:**

**translucide**

*translucent*

**COMPOSITION**

*Fiber nature*

**:**

**100% Polyéthylène traité anti UV**

*100% UV Stabilized Polyéthylène*

**EPAISSEUR**

*Thickness*

**:**

**LARGEUR(S) STANDARD(S)**

*Standard width*

**:**

**1m5, 2m,3m,4m,5m**

**et toutes possibilités de confection.**

*Until 16.5 m with technical seams*

**LONGUEUR(S) STANDARD(S)**

*Standard length*

**:**

**100 / 200ml ou sur demande TGB**

### CARACTERISTIQUES MECANIKES *Mecanical characteristics*

**RESISTANCE A LA RUPTURE**

*Ultimate strength*

**SP Sens Production**

*Production wise*

**ST Sens Travers**

*Cross Direction*

1300 daN/m

300 daN/m

### AUTRES CARACTERISTIQUES *Others characteristics*

**OMBRAGE**

*Shading*

**:**

**11%**

**PASSAGE AU VENT**

*Wind passing over*

**:**

**30 à 35%**

**DUREE DE VIE**

*Life Warranty*

**:**

**Garantie 7 ans**

*7 years*



Ce document n'est pas contractuel et nous réservons le droit de le modifier sans préavis. This is not a contractual document and we reserve the right to amend it without prior notice.

## PARTICULARITES *Particularities*

<b>POINTS SPECIFIQUES</b> <i>Specifics points</i>	:	Très résistant avec très bonne reprise élastique <i>Very resistant with excellent elasticity</i>
<b>ASSURANCE QUALITE</b> <i>Quality assurance</i>	:	fabrications en réf à la norme ISO 9001 : 2000 <i>made function of ISO 9001: 2000 norm</i>

## FONCTIONS *Functions*

- La fonction principale de cet écran est d'empêcher le passage d'insectes tout en présentant une bonne perméabilité à l'air.
- Il s'applique sur toutes les zones de serres qui doivent être aérées : côtés de serre, pignons et tous dispositifs d'ouvrants

## PROPRIETES SPECIFIQUES *Specifics characteristics*

- La construction textile de cet écran est réalisée dans un liage de technologie maille qui est étudié pour être à la fois très résistant, stable en dimension mais aussi très élastique pour être tendu sur les structures de serres.
- Ce liage assure également une résistance élevée à la déchirure et le non risque de déplacement du réseau de fils.
- Cet écran est de plus très souple, il s'adapte très bien en conséquence aux dispositifs mobiles de fermetures et ouvertures de serres.

## CONDITIONNEMENT *Packaging*



## **Matériel d'analyses microbiologiques:**

### ✓ **Appareillages:**

Balance analytique de type (QE-400)  
Etuve de 130°C de type (MEMMERT Max 220°C)  
Centrifugeuse.  
Etuves d'incubation  
Bec bunsen.  
Distillateur.  
Bain Marie.  
Hotte à flux laminaire

### ✓ **Verrerie et autres:**

- Verreries (tubes à essai, pipettes Pasteur, fioles, entonnoir, capsules....)
- Tubes à essai stérile.
- Pipette graduée 1 mL, 100mL.
- Flacons stériles.
- Eprouvette graduée.
- Boîtes Pétri.
- Bécher.
- Burette.
- Erlen-Meyer.

## **Milieux, Réactifs et additifs**

### **Milieux des cultures:**

- ✓ Gélose glucosée à l'oxytétracycline (OGA).
- ✓ Milieu PCA
- ✓ Gélose désoxycholate
- ✓ Gélose viande fois(VF).
- ✓ Milieu sélectif de Rothe S/C et D/C.
- ✓ Réactif de KOVACS.
- ✓ Eau distillée.
- ✓ Eau peptones exempte d'indole.

### **Réactifs et additifs:**

- ✓ Réactif Ethyle éther.
- ✓ Catalyseur ammoniac.
- ✓ Solution d'Hydroxyde de Sodium à 93%.
- ✓ Acide Sulfurique concentré à 0.25 N.
- ✓ Acide Perchlorique.
- ✓ Ethanol à 95%.
- ✓ Alcool éthylique à 95%.
- ✓ Acétone à 90%.
- ✓ Sulfite de sodium.
- ✓ Tellurite de potassium.

**Gélose PCA (Plate Count Agar)**

Elle est utilisée pour la recherche et le dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT).

Digestat enzymatique de caséine	5 g
Extrait de levure	2,5 g
Glucose	1 g
Agar	12 g
Eau distillée	1000 mL
pH (25°C)	7,0 ± 0,2

**Gélose Viande-Foie VF**

Base viande foie	30 g
Glucose	2 g
Amidon	2 g
Agar	12 g

pH = 7.6

Autoclaver 20 mn à 115°C.

**Gélose désoxycholate**

Peptone	10 g
Lactose	10 g
Désoxycholate de sodium	1 g
Chlorure de sodium	5 g
Citrates de sodium	2 g
Rouge neutre	0.03 g
Agar	12 g

pH = 7.1

Ne pas autoclaver (stériliser par ébullition 1 à 2 mn).

**Milieu de Rothe**

Peptone	20 g
Glucose	5 g
Chlorure de sodium	5 g
Phosphatase bipotassique	2.7 g
Phosphatase monopotassique	2.7 g
Azide de sodium	0.2 g

pH = 7

Autoclaver 20min à 115°C.

### Milieu de Litzky

Peptone	20 g
Glucose	5 g
Chlorure de sodium	5 g
Phosphate bipotassique	2.7 g
Phosphate monopotassique	2.7 g
Azide de sodium	0.3 g
Ethyl-violet	0.5 g

pH = 7

Autoclaver 20 mn à 115°C.

### OGA (gélose)

Extrait de levure	5 g
Glucose	20 g
Gélose	16 g

pH = 7

autoclaver à 115°C / 20 mn

### Eau physiologique

Chlorure de sodium	9 g
Eau distillée	1000 mL

Autoclaver : 20 mn à 120°C.

### TSE (Tryptophane Sel Eau)

Il est utilisé pour l'enrichissement de tous les germes recherchés (sauf les salmonelles).

L'eau peptonée tamponnée est utilisée pour le pré-enrichissement des salmonelles

Composant	Quantité
Peptone bactériologique	10 g
Chlorure de sodium	5 g
Eau distillée	1000 mL
pH (25°C)	7,2 ±0,2

## Table des matières:

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapitre I - Données bibliographiques sur la tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) et sur la mineuse de la tomate</b> .....	3
1. - Origine et description.....	3
1.1. - Origine de la tomate.....	3
1.2. – Description de <i>Lycopersicum esculentum</i> .....	3
1.3. - Principales variétés de tomates en Algérie.....	4
2. – Exigences botaniques de <i>Lycopersicum esculentum</i> .....	5
2.1. - Exigences de la culture.....	5
2.1.1. - Exigence pédologique de la tomate.....	5
2.1.1.1. – Importance de la nature des sols pour la culture de la tomate.....	5
2.1.1.2. - pH du sol et micro-éléments.....	6
2.1.1.3. – Sensibilité de la tomate au sel présent dans le sol.....	6
2.1.1.4. - Exigences de <i>Lycopersicum esculentum</i> en éléments fertilisants.....	6
2.1.1.4.1. - Fumure organique.....	6
2.1.1.4.2. - Fumure minérale.....	7
2.1.2. - Exigences climatiques de la tomate.....	7
2.1.1.1. – Besoins en chaleur.....	7
2.1.1.2. - Exigence en lumière de la tomate.....	7
2.1.1.3. - Besoin en humidité de <i>Lycopersicum esculentum</i> .....	7
2.1.1.4. - Exigence de la tomate en eau.....	8
2.2. - Importance économique de la tomate.....	9
3. - Maladies et ravageurs de la tomate sous abris-serres.....	11
3.1. - Maladies à germes d’origine tellurique.....	12
3.1.1. - Principaux pathogènes présents dans le sol.....	12
3.1.2. - Maladies d’origine non telluriques.....	13
3.1.2.1- Mildiou ( <i>Phytophthora infestans</i> Mont de Bary).....	13
3.1.2.2. - Pourriture grise ( <i>Botrytis cinerea</i> Pers).....	14
3.1.2.3. – Oïdium.....	14
3.1.2.4. - Alternariose ( <i>Alternaria solani</i> Ell et Mart.; <i>Alternaria dauci</i> ).....	15
3.1.3. - Maladies bactériennes.....	15
3.1.4. - Maladies virales.....	15
3.1.4.1. - Virus des feuilles jaunes en cuillère (TYLCV) Tomato Yellow Leaf Curl Virus.....	15
3.1.4.2. - Virus de la mosaïque du concombre (CMV: Cucumber Mosaic Virus).....	16
3.1.4.3. - Virus de la mosaïque du tabac (TMV) et Virus de la mosaïque de la tomate (TOMV).....	16
3.1.4.4. - Virus Y de la pomme de terre (PVY).....	16
3.2. – Ravageurs de <i>Lycopersicum esculentum</i> .....	17
3.2.1. – Aleurodes.....	17
3.2.2. - Mouches mineuses.....	17
3.2.3. – Pucerons.....	18
3.2.4. – Acariens (Arachnida).....	19
3.2.5. – Thrips.....	19
4. Mineuse de la tomate: <i>Tuta absoluta</i> .....	20
4.1. - Taxonomie et nomenclature.....	20
4.1.1. Historique de la taxonomie et la nomenclature.....	20

4.1.2.- Noms communs de la mineuse de la tomate.....	21
4.2. - Répartition géographique.....	21
4.2.1. – Présence de la mineuse de la tomate dans le monde.....	21
4.2.2. – Présence de <i>Tuta absoluta</i> dans le Bassin Méditerranéen.....	22
4.2.3. - En Algérie.....	23
4.3. - Morphologie et bioécologie de <i>Tuta absoluta</i> .....	24
4.3.1. - Morphologie externe.....	24
4.3.1.1. - Examen des génitalia mâles.....	24
4.3.1.2. - Génitalia femelles.....	25
4.3.2. – Adulte de <i>Tuta absoluta</i> .....	28
4.4. - Plantes hôtes.....	29
4.4.1. - Symptomatologie et dégâts.....	29
4.4.1.1. – Détériorations sur les feuilles.....	29
4.4.1.2. – Dégâts sur les tiges.....	30
4.4.1.3. – Altérations des fruits.....	30
4.4.2. - Impact économique.....	31
4.4.2.1. – Situation dans le monde.....	31
4.4.2.2. – Impact des ravages faits par <i>Tuta absoluta</i> sur la tomate en Algérie...	32
5. - Protection biologique intégrée.....	32
5.1. - Définition de la lutte biologique.....	32
5.1.1. - <i>Nesidiocoris tenuis</i> .....	32
5.1.1.1. - Taxonomie et morphologie de <i>N. tenuis</i> .....	32
5.1.1.2. - Origine et distribution naturelle de <i>N. tenuis</i> .....	34
5.1.1.3. – Cycle biologique et bioécologie trophique de <i>N. tenuis</i> .....	34
5.1.1.4. – Utilisation de la punaise <i>Nesidiocoris tenuis</i> en lutte biologique.....	35
5.1.2. – Autres ennemis naturels de <i>Tuta absoluta</i> .....	36
5.2. - Définition de la lutte intégrée.....	37
5.3. - Définition de la protection biologique intégrée (p.b.i.).....	37
5.4. - Mesures prophylactiques.....	38
5.5. - Lutte physique.....	39
5.6. - Lutte biotechnologique.....	39
5.7. - Lutte chimique.....	40
<b>Chapitre II - Matériel et méthodes</b> .....	42
2.1. - Présentation de la région d'étude.....	42
2.2. - Caractéristiques édaphiques de la région.....	42
2.2.1. – Aspects pédologiques de la région d'étude.....	42
2.2.2. – Aspects physiques de la région d'étude: relief.....	43
2.3. - Caractéristiques climatiques du Sahel et du Littoral algérois.....	43
2.3.1. – Températures de la région d'étude.....	43
2.3.2. – Pluviométrie de la région d'étude.....	44
2.3.3. – Vents de la région d'étude.....	45
2.3.4. – Hygrométrie dans la région d'étude.....	45
2.3.5. - Synthèse climatique.....	47
2.3.5.1. – Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	47
2.3.5.2. – Climagramme d'Emberger.....	48
2.4. - Présentation de la station “école aux champs” à Fouka (Tipaza).....	49
2.5. - Méthodes adoptées sur le terrain et au laboratoire.....	51
2.5.1. – Techniques employées sur le terrain.....	51
2.5.1.1. – Détermination des taux d'infestation des populations de <i>T. absoluta</i>	

sous serre.....	54
2.5.1.2. – Méthodes de lutte contre <i>Tuta absoluta</i> .....	55
2.5.1.2.1. – Pièges à phéromones type Delta.....	55
2.5.1.2.2. – Pièges à phéromones à eau.....	56
2.5.1.2.3. – Filet Insect-Proof.....	57
2.5.1.2.4. – Description de la méthode des pots-pièges.....	58
2.5.1.2.5. – Description de la méthode des assiettes jaunes.....	59
2.5.2. – Méthodes utilisées au laboratoire.....	62
2.5.2.1. – Bio-écologie de <i>Tuta absoluta</i> (recherche du zéro de développement à 20°C., et 26°C.....	62
2.5.2.2. – Analyses microbiologiques.....	64
2.5.2.3. – Etude de la flore associée au niveau e la serre pratiques locales.....	66
2.6. - Exploitation des résultats.....	66
2.6.1. - Utilisation de quelques indices écologiques de composition.....	66
2.6.1.1. - Richesse totale.....	67
2.6.1.2. - Abondance relative (AR %)......	67
2.6.2. - Utilisation de quelques indices écologiques de structure.....	67
2.6.2.1. - Indice de diversité Shannon-Weaver.....	67
2.6.2.2. - Indice d'équitabilité.....	68
2.6.3. - Méthodes d'analyse statistique (Analyse de la variance).....	68
<b>Chapitre III – Résultats</b> .....	69
3.1. - Résultats des taux d'infestation de la tomate par des populations de <i>T. absoluta</i> dans des serres d'étude.....	69
3.2. - Détermination du zéro de développement de <i>Tuta absoluta</i> .....	73
3.3. - Comparaison des résultats des méthodes de lutte contre <i>Tuta absoluta</i> par différents types de pièges.....	74
3.3.1. - Captures de <i>Tuta absoluta</i> dans les pièges delta dans la serre munie d'Insect Proof et dans celle à pratiques locales.....	74
3.3.2. - Captures de <i>Tuta absoluta</i> par les pièges delta dans la serre à pratiques locales serre et en plein champ.....	78
3.4. - Exploitation par des indices écologiques de composition des espèces prises dans les pots Barber.....	81
3.4.1. - Richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre protégée par le filet Insect Proof en décembre.....	81
3.4.2. - Richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre à pratiques locales en décembre.....	83
3.4.3. – Effectifs, richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre protégée par le filet Insect Proof en janvier.....	84
3.4.4. – Effectifs, richesse totale et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre à pratiques locales en janvier (13 I 2012, témoin 1)....	86
3.4.5. – Effectifs, richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre protégée par le filet Insect Proof en février).....	87
3.4.6. – Effectifs, richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre à pratiques locales en février (11 II 2012).....	87
3.4.7. – Effectifs, richesses totales et abondances relatives des espèces capturées dans les pots enterrés dans la serre protégée par le filet Insect Proof en mars.....	88
3.4.8. - Richesses totales et abondances relatives des espèces trouvées dans la serre pratiques locales en mars.....	89
3.4.9. – Effectifs, richesses totales et abondances relatives des espèces capturées	

dans les pots enterrés dans la serre protégée par le filet Insect Proof en mai (23 V 2012).....	90
3.4.10. - Richesses totales et abondances relatives des espèces trouvées dans la serre pratiques locales en mai.....	92
3.5. Les insectes capturés dans les assiettes jaunes dans serre protégé par Insect-Proof.....	93
3.6. Les insectes capturés dans les assiettes jaunes dans serre pratiques locales.....	96
3.7. Les insectes capturés dans les assiettes jaunes dans serre protégé par Insect-Proof.....	99
4. Résultats des analyses microbiologiques des fèces de <i>Tuta absoluta</i> récoltées dans les feuilles et fruits.....	100
4.1. Analyses microbiologiques des excréments de <i>Tuta absoluta</i> .....	100
4.2. Analyses microbiologiques des fèces de rats.....	102
5. Résultats de l'inventaire la flore associée au niveau e la serre pratiques locales.....	103
<b>Chapitre IV. – Discussion</b> .....	105
4.1. – Discussion des taux d'infestation des populations de <i>T. absoluta</i> dans les serres d'études.....	105
4.2. – Détermination du zéro de développement de <i>Tuta absoluta</i> .....	105
4.3. – Discussion des méthodes de lutte contre <i>Tuta absoluta</i> par différents types de pièges.....	106
4.4. – Discussion des résultats des pots Barber par les indices écologiques de composition.....	106
4.5. – Discussion des résultats obtenus par la technique des assiettes jaune.....	107
<b>Conclusion</b> .....	108
<b>Références bibliographiques</b> .....	111
<b>Annexes</b> .....	121