



II. Le ravageur : *Tuta absoluta*

C'est en Mars 2008, que les premières attaques de la mineuse ont été observées dans plusieurs serres de tomate à Mostaganem (Guenauoui, 2008). Elle a été identifiée comme *Tuta absoluta*. C'est un microlépidoptère oligophage (Siquiera et al., 2001) décrit pour la première fois par l'entomologiste Meyrick en 1917 (Povolny, 1975) dont la région géographique d'origine est le sud américain (Garcia et Espul, 1982 ; Souza et Reis., 1992 ; Siqueira et al., 2001).



Figure. 11 : Adulte de *T. absoluta*
(Photo originale)

II.1. Position systématique :

La mineuse de la tomate a reçu plusieurs noms synonymes ; son appellation a été au départ *Scrobipalpuloides absoluta* Povolny, *Scrobipalpula absoluta* Povolny, *Gnorimoschema absoluta* Clarke, *Phthorimaea absoluta* Meyrick (EPPO, 2008). Puis actuellement on utilise *Tuta absoluta*, mais d'autres noms populaires, selon le pays, sont utilisés. Sa classification générale est la suivante :

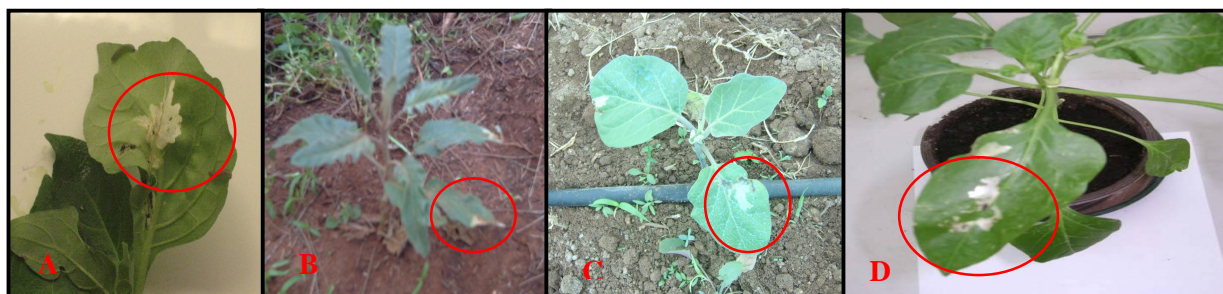
- **Embranchement** : Arthropodes
- **Classe** : Insecta
- **Ordre** : Lepidoptera
- **Famille** : Gelechiidae
- **Genre** : *Tuta*
- **Espèce** : *Tuta absoluta* Meyrick
- **Nom commun** : Mineuse de la tomate.

II.2. Plantes hôtes

Tuta absoluta attaque particulièrement les plantes de la famille des solanacées (Vargas 1970, Lietti et al, 2005) mais sa plante préférée reste la tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) ; on la trouve sur d'autres cultures maraichères comme la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) (Notz, 1992), l'aubergine (*Solanum melongena* L.) et parfois sur le poivron (*Capicum annuum* L.) (Guenauoui, 2010). Elle attaque aussi le tabac (*Nicotiana glauca*) (Mallea et al., 1972) et (*Nicotiana tabacum* L.) (Vargas, 1970) et d'autres plantes florales. En Algérie, on la trouve dans la nature sur la morelle noire (*Solanum nigrum* L.) une plante spontanée très commune dans la région nord - ouest (observations personnelles) (fig. 12 a), la morelle jaune



(*Solanum elaeagnifolium* Cav.) espèce très commune dans la wilaya d'Oran. Dans d'autres pays, ces adventices de la famille des Solanacées sont signalées (Estay, 2000 ; Urbaneja, 2008 ; Molla *et al*, 2008) (fig. 12).



A / Morelle noire B/ Morelle jaune C/ Aubergine D/ Poivron (Guenauoui, 2008)

Figure 12: Quelques plantes solanacées attaquées par *T. absoluta* (Photos originales).

II. 3. Distribution géographique de *T. absoluta*

II.3.1. Dans le monde

Tuta absoluta est une espèce adaptée aux climats chauds qui ne peut pas survivre au-dessus de 1000 mètres d'altitude parce que la température est un facteur limitant pour sa survie (Notz, 1992 ; EPPO, 2005 ; Molla *et al*, 2008). Il s'agit d'une espèce qui était limitée aux pays d'Amérique du sud; elle a été introduite du Chili en 1964 et s'est propagée en Argentine (Garcia et Espul, 1982). Elle a été signalée ensuite au Brésil au début des années 80 (Souza et Reis., 1992 ; Siqueira *et al.*, 2001) ce qui prouve que sa capacité de dispersion et de nuisance sont réelles. Elle est installée actuellement dans tous les pays d'Amérique latine (Bolivie, Colombie, Équateur, Paraguay, Pérou, Uruguay, Venezuela) qui est sa principale aire de répartition avant sa découverte en Europe récemment.

Dans la zone Euro-méditerranéenne (fig. 13), le premier signalement de *Tuta absoluta* date de la fin 2006 suite à sa détection en Espagne dans la province de Castellon (EPPO, 2007 ; Urbaneja *et al.*, 2007). Sa capacité de dispersion et de pullulation lui a permis d'envahir tout ce pays en un an, car cette mineuse est détectée dans plusieurs localités le long de la côte méditerranéenne espagnole (Urbaneja *et al.*, 2007) et dans les Iles Baléares (Ibiza) (EPPO, 2008). En fin 2008, la région sud de la Corse (régions d'Ajaccio, de Propriano, de Bastia) est touchée (Fredon corse, 2008). C'est le cas pour l'Italie continentale, la Sardaigne et la Sicile qui sont touchées la même année (Viggiani *et al* 2009). Cette espèce a également atteint les pays dont le climat est moins chaud (Angleterre, Hollande, Suisse) (Potting, 2009), l'Allemagne et la Grèce (EPPO, 2010), la Roumanie et la Turquie (Kiliç, 2010).



Pour les pays du Maghreb, elle a été signalée en premier en Algérie en Mars 2008 (Guenauoui, 2008) puis au Maroc dans la plaine de Bouaâreg (province de Nador) en Mai 2008 (EPPO, 2008). La Tunisie est également contaminée à la fin de l'année 2008 dans la région de Sousse (Potting, 2009 ; EPPO, 2009). Le Moyen Orient (Bahreïn et le Kuwait) n'a été contaminé qu'en 2010 (Desneux et *al.*, 2010).

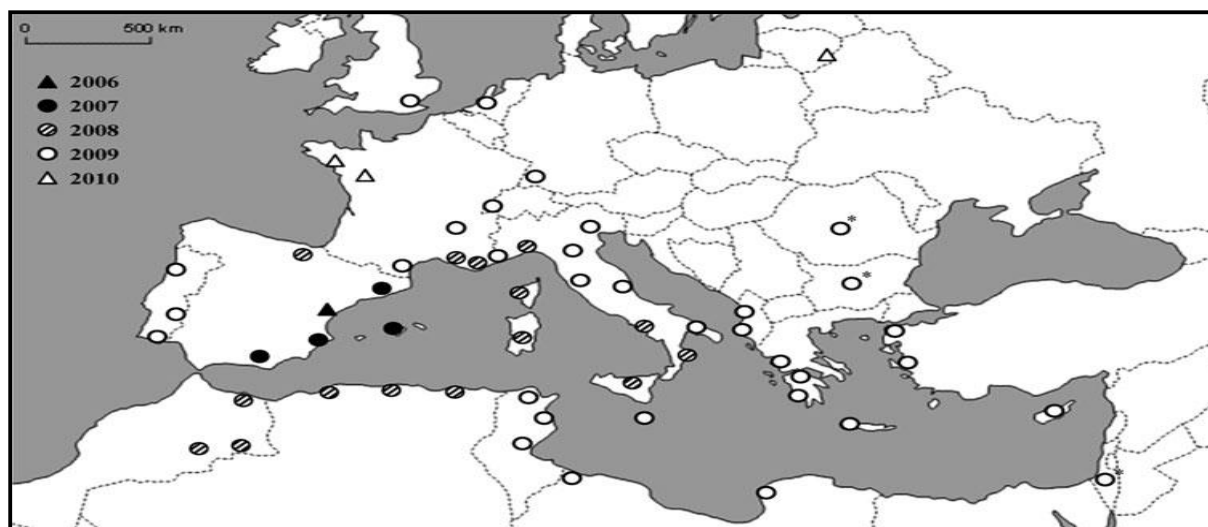


Figure. 13 : Distribution de *T. absoluta* dans le Bassin méditerranéen du 2006 jusqu'à 2010 (Desneux et *al.*, 2010).

II.3.2. De la première signalisation de *Tuta absoluta* en Algérie à sa dispersion:

En Algérie, *Tuta absoluta* a été remarquée d'abord sur cultures de tomate sous abris dans les zones côtières qui sont plus favorables. A la fin de l'hiver 2008, on a observé des foyers d'attaques dans la région de Mostaganem puis dans la région de Hassi Bounif (Oran) (Guenauoui et Guelamallah, 2008). La présence des mines inhabituelles sur les feuilles de la tomate qui ont été confondues dans un premier temps avec celles causées par les mouches mineuses (fig. 10), mais l'observation plus détaillée a révélé qu'il s'agit de larves de lépidoptères. Afin de ne pas confondre avec des larves de la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller, l'identification a été faite à partir des adultes au printemps 2008 (Guenauoui, 2008).

Les dégâts sur feuilles ont touché l'intégralité des plantes dans plusieurs serres. Les fruits verts et mûrs n'ont été sévèrement touchés qu'à partir de mai 2008 (Guenauoui, 2008). La dispersion de ce ravageur a été très rapide. C'est sur le littoral que la dispersion s'est faite, puis l'invasion a gagné les régions intérieures et le sud. Actuellement, toutes les zones de productions de la tomate sont touchées.

Des mesures de lutte contre ce prédateur ont été mises en place par le Ministère de l'agriculture afin d'aider l'agriculteur à protéger sa culture en réduisant l'usage des insecticides



qui sont devenus sans efficacité. L'aide de l'Etat s'est caractérisée aussi par la distribution gratuite de phéromones sexuelles pour la culture sous abris et de plein champ. C'est un projet initié par l'Institut National de la Protection des Végétaux en collaboration avec l'Organisation Mondiale pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) pour la campagne agricole 2009-2010. Il avait pour objet de développer la lutte biologique par l'utilisation des punaises prédatrices (Mirides) avec deux espèces (*Macrolophus caliginosus* et *Nesidiocoris tenuis*) allochtones et autochtones. Quatre stations régionales (Oran, Mostaganem, Chlef et Tarf) et le laboratoire national d'entomologie sont concernés par cette opération qui doit assurer l'élevage des entomophages et les lâchers sur terrain (INPV, 2010).

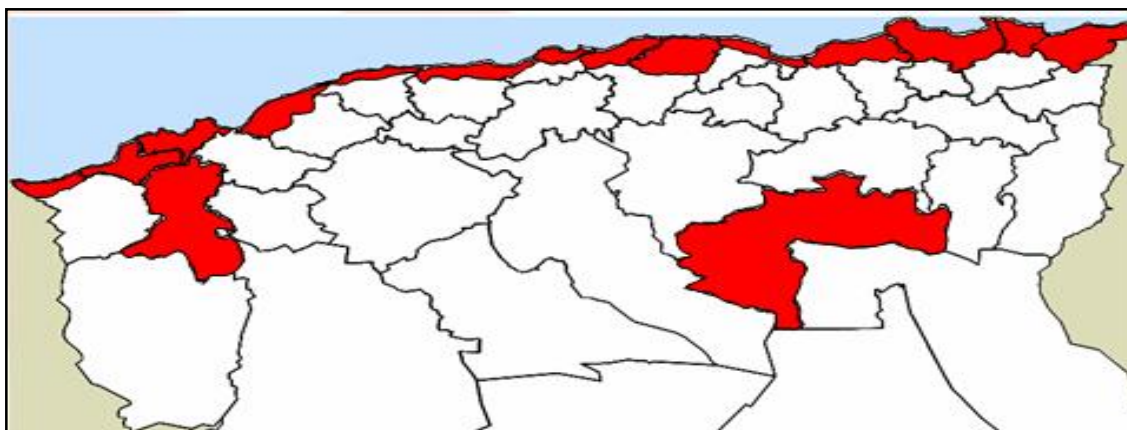



Figure. 14 : Distribution de *T. absoluta* en Algérie (INPV, 2008)

 Zones touchées par la mineuse durant la campagne agricole (2008-2009)

II.4. Description :

T. absoluta passe par quatre phases de développement : Le stade embryonnaire, la phase larvaire composée de quatre stades : L1, L2, L3 et L4, la phase nymphale (chrysalide) (fig. 16) et la phase imaginaire (adulte) (fig.11).

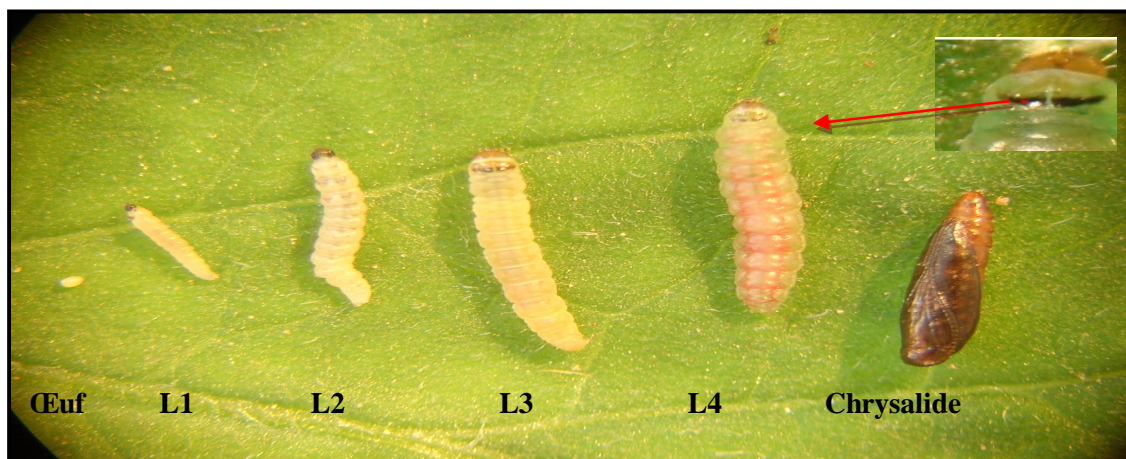


Figure. 16 : Les différents stades préimaginaux de *T. absoluta* (Photo originale, 2010)



II.4.1. L'œuf (fig. 15); il a une forme ovale et mesure 0,36 mm de long et 0,22 mm de largeur. Il est de couleur blanc- crème, à la ponte et devient jaune-orange à l'approche de l'éclosion. On peut voir par transparence l'embryon (fig. 15d). Les œufs sont le plus souvent déposés sur la face inférieure des feuilles (EPPO, 2005 ; Silva, 2008) soit individuellement (fig. 15c) soit en petit groupe (fig. 15a) ou sur les autres organes de la plante comme la tige (fig. 15b).



a/ Œufs sur feuille

b/ Œuf sur tige

c/ Œuf fraîchement pondu

d/ Embryon avant éclosion

Figure.15 : Œufs sur feuille et tige (Photos originales, 2008)

II.4.2. Le développement larvaire : Il existe quatre stades (fig. 16) :

- **La larve du premier stade (L1)** est de couleur blanche avec une tête sombre, mesurant environ 0,6 à 0,9 mm de long au début pour atteindre 1,6 mm à la fin du stade (Silva, 2008 ; Molla et al., 2008 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008).

- **Le 2^{ème} et 3^{ème} stade larvaire (L2, L3)** mesure entre 2,8 et 4,7 mm. Les chenilles en se nourrissant deviennent verdâtres (fig. 16) (Molla et al., 2008 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008). On peut observer, de chaque côté de la tête, deux bandes horizontales noires, l'une en position latérale et l'autre subventrale, ainsi qu'une étroite bande noire sur le pronotum (fig.16).

- **Le 4^{ème} stade larvaire (L4)** : La larve atteint jusqu'à 8 mm de long. Sa face dorsale de la larve prend une couleur rose- clair à rouge- carmin très caractéristique (Silva, 2008 ; Molla et al., 2008 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008). A la fin de ce stade, la chenille cesse de s'alimenter et commence à se nymphoser soit dans la galerie, soit dans le sol en se laissant tomber par un fil de soie.

II.4.3. La Chrysalide est la phase de métamorphose. Elle est de forme cylindrique et de couleur vert qui devient brun foncé à l'approche de l'émergence (Desneux et al, 2010). Elle mesure en moyenne 4,3 mm de long et 1,1 mm de diamètre. Généralement, la chrysalide est couverte d'un cocon de nymphose confectionner dans de la soie (fig. 17).



Figure 17 : Chrysalide couverte par le cocon en soie (Photo originale, 2008)



II.4.4. L'adulte (fig.11) est un papillon qui mesure entre 7 mm et 11 mm d'envergure. Les mâles ont une taille légèrement inférieure à celles des femelles. Les ailes antérieures mesurent environ moins de 5 mm de longueur. La couleur varie entre le gris- cendré et le brun avec des tâches noires. Les antennes sont filiformes (Coelho et França, 1987, Desneux *et al.*, 2010). presque aussi longues que le corps et ont un aspect annelé (Germain *et al.*, 2009). Globalement, la femelle est plus grande que le mâle (Desneux *et al.*, 2010).

II.5. Biologie :

T. absoluta a un potentiel de reproduction très variable. Selon les données bibliographiques, la femelle peut pondre entre 40 et 260 œufs tout au long de sa vie. En présence de plantes hôtes le ravageur continue à se développer et à se reproduire. En conditions optimales, on peut avoir jusqu' à 12 générations par an (Silva, 2008; Germain *et al.*, 2009 ; Desneux *et al.*,2010). A Mostaganem, le nombre de générations atteint dix (10) (Guenauoui et Ghelamallah, 2008) ce qui renforce sa nuisance.

Le cycle de vie a été étudié par de nombreux auteurs. Il peut durer de 29 à 38 jours selon les conditions climatiques. La durée de développement est de 76,3 jours à 14 ° C, de 39,8 jours à 19,7 ° C et de 23,8 jours à 27,1 ° C (Barrientos *et al.*, 1998). Dans les conditions algériennes, Guenaoui et Ghelamallah (2008) indiquent qu'à 21, 27 et 31 °C, la durée de développement de cet insecte est respectivement de 30, 21 et 18 jours ce qui montre que la température est un facteur important dans le développement et le nombre de générations par saison.

La longévité des adultes est également influencée par les conditions climatiques. Elle est de 10 à 15 jours pour les femelles et de 6 à 7 jours pour les mâles (Estay, 2000). Nous avons constaté que les femelles vivent plus longtemps que les mâles (Ghelamallah, 2009).

Selon Uchoa-Fernandes *et al* (1995), les adultes sont actifs toute la journée sur la plante. On a pu observer en salle d'élevage (observation personnelle). Le vol et l'accouplement ont lieu tôt le matin. Selon le même auteur, la ponte a lieu entre 6 et 18 h. 73% des œufs sont déposés sur les feuilles, 21% sont déposés près des nervures et les tiges, et les 6% sur les fruits (Estay, 2000).

Le développement embryonnaire dure en moyenne de 4 à 5 jours (Torres *et al.*, 2001, Guenaoui et Ghelamallah, 2008 ; Pires, 2008) en fonction de la température. Après éclosion, la larve du premier stade L1 (stade baladeur), cherche un endroit pour pénétrer dans la feuille (fig.18) et commence à s'alimenter du mésophylle en formant des galeries sinueuses et transparentes (fig. 19) (Uchoa-Fernandez *et al.* , 1995; Guenaoui et Ghelamallah, 2008)



Quatre stades larvaires se succèdent (Fig.16), sur une période de 13 à 15 jours dans les feuilles, les tiges, les fruits, les bourgeons apicaux et les bourgeons floraux, La larve peut quitter la galerie pour s'attaquer à d'autres feuilles, ce qui aggrave les dommages à la plante (Estay, 2000).

D'après Bogorni et *al.*, (2003), le développement larvaire a besoin de 2,8 cm² de surface foliaire, dont 2,2 cm² sont consommés par le 4^{ème} stade. La chenille du dernier stade cesse de s'alimenter (stade prépupal), puis se laisse généralement tomber au sol où elle se nymphosera. La nymphose qui dure une dizaine de jours dans les conditions méditerranéennes, peut se dérouler au niveau des feuilles (fig.17).

L'hivernation peut se faire au stade œuf, chrysalide ou adulte, si les conditions de développement lui sont défavorables, mais certaines conditions extrêmes entraînent la mort de l'insecte.

II.6. Symptômes et dégâts

Tuta absoluta présente un potentiel destructif très important car tous les stades larvaires peuvent attaquer les différentes parties de la plante (Souza et Reis, 1992; Guenaoui et Ghelamallah, 2008). L'espèce cause des pertes de production allant de 60 à 100 % (Niedmann et Meza-Basso, 2006 ; Souza et Reis, 1986 ; Torres et *al.*, 2002). Ces dégâts peuvent se localiser sur feuilles ou bien sur fruits, ce qui rend le produit impropre à la consommation (fig.22 et 24).

II.6.1. Sur feuillage :

La chenille provoque des galeries plus ou moins importantes (fig. 19, 20) dans lesquelles on peut voir des excréments. Avec le temps ces galeries se nécrosent et brunissent. Le développement des larves sur tiges ou pédoncules perturbent le développement de la plante et provoquent leur cassure.



Figure. 18 : Pénétration de la larve dans la feuille



Figure. 19 : Consommation du mésophylle
(Photos originales, 2008)



Figure. 20 : Dégâts sur feuilles (Hassi Bounif, 2008)



Figure. 21 (a et b) : Dégâts sur tomate de plein champ et sous serre (Hassi Bounif, 2008)

(Photos Originales)

II.6.1. Sur fruits :

Les chenilles s'attaquent aux fruits verts comme aux fruits mûrs (Fig. 22). Les fruits présentent des nécroses sur le calice (fig. 22c) ou des trous de sorties à leur surface. Elles peuvent être profondes et rendre les fruits invendables et impropres à la consommation.

Les pertes de la production sont très importantes, car la larve peut quitter un fruit pour se réintroduire dans un autre. Ce qui augmente le nombre de fruits touchés.



a/ Fruit mûr

b/ Fruit vert

c/ calice attaqué

Figure. 22: Fruits et calice attaqués par *T. absoluta* (Photos Originales, 2008)



II.7. Méthodes de contrôle des populations de *T. absoluta*

Au début, dans son aire d'origine, la lutte contre ce ravageur était basée uniquement sur l'utilisation des différentes molécules chimiques (organophosphorés, pyréthrinoides,...) (Lietti et al. 2005) mais on a introduit de nouvelle méthode biotechnologique par l'utilisation de phéromones sexuelles pour la capture des mâles. Bien que cette méthode apporte des solutions, elle n'est pas suffisante. On a donc intégré toutes les méthodes de lutttes comme la prophylaxie et la lutte biologique tout en proposant de nouvelles substances plus spécifiques.

II.7.1. Mesures prophylactiques

Pour réduire l'impact de ce ravageur, il est nécessaire de commencer par les mesures prophylactiques qui ont un rôle très important en limitant les foyers et leur propagation. Pour le faire il existe quelques recommandations:

- Contrôler les plants depuis la pépinière et ne repiquer que les plants sains.
- Contrôler les adventices à l'intérieur et aux alentours des serres.
- Travailler le sol par un labour moyen pour tuer les chrysalides qui s'y trouvent.
- Pratiquer une rotation de la culture pour casser le cycle du ravageur en évitant de mettre deux cultures de Solanacées consécutivement.
- Protéger les ouvertures des serres par des filets insect-proof avec une maille de 9x6 fils / cm² et équiper les serres d'un système de double porte ou SAS pour limiter les introductions.
- Détruire tous les organes atteints (Fig. 24) par incinération ou bien les mettre dans des sacs noirs en plastique et les exposer au soleil (solarisation) pour faire augmenter la température, ce qui contribue à tuer l'insecte.
- Installer les pièges à phéromones sexuelles de synthèse, à raison de 2 à 4 pièges/ha pour détecter les premiers vols (le modèle Delta (fig.23 a) est disponible en Algérie). Dès l'apparition des 1^{ier} adultes, On peut installer un piégeage de masse en plaçant des pièges à eau (fig.23 b) munis de phéromones à raison de 30 à 40 pièges à l'hectare en plein champ et 20 à 25 à l'hectare pour les cultures protégées. Ces indications sont recommandées par les fournisseurs du matériel).

L'objectif de ce piégeage est de détecter la présence du ravageur et d'évaluer le risque potentiel pour la parcelle. Il permet de déclencher les traitements au bon moment. Le tableau N°3 résume les risques d'attaques en fonction du nombre de mâles capturés par piège et par semaine qui sont proposés par Monserrat (2009).



Tableau 3 : Indications des risques d'attaques de la mineuse de la tomate (Monserrat, 2009).

Nbre.Captures	Indication du risque
0	Pas de risque (excepté pour les cas où la femelle fécondée peut se trouver abritée dans la culture.
1-3	Risque faible : le prélèvement d'échantillons est recommandé.
4-30	Risque modéré : le prélèvement doit être intensifié, les méthodes curatives avec des produits biologiques doivent être appliquées.
30-100	Risque élevé : intensifier les prélèvements et les méthodes curatives.
> 100	Risque extrême : appliquer les traitements curatifs à un intervalle de 7 jours/ saisons chaudes et 12 jours /saison froides.



Piège delta



Piège à eau

Figure. 23: Modèles de pièges à phéromones sexuelles (Photo originale, 2009)



Figure. 24: Fruits et débris de tomate contaminés (Photo INPV, 2008)

II.7.2. La lutte biologique

Depuis l'apparition de ce ravageur, plusieurs matières actives d'insecticides s'avèrent inefficaces ; ce n'est qu'à partir de 1991 que les recherches se sont orientées vers la lutte biologique (Filho et Vilela, 2000) par l'utilisation des ennemis naturels qui existent dans la nature et qui ont une action essentielle dans la régulation des populations du phytophage.

Parmi les ennemis naturels de *T. absoluta*, il existe plusieurs types d'antagonistes : Les prédateurs, les parasitoïdes, les champignons entomopathogènes, les bactéries et les acariens qui peuvent être utilisés contre ravageur.



Tableau 4: Inventaire des ennemies naturelles de *Tuta absoluta* dans le Bassin méditerranéen (Desneux *et al.*, 2010).

Ordre	Famille	Espèce	Stade préféré	Références
Parasitoides Hymenoptera	Eulophidae	<i>Necremnus artynes</i> (Walker)	L2–L3	Molla <i>et al.</i> (2008), Gabarra et Arno (2010)
		<i>Hemiptarsenus zilahisebessi</i> Erdös	L2–L3	Gabarra et Arno (2010)
	Braconidae	Braconidae sp.	–	Gabarra et Arno (2010) Molla <i>et al.</i> (2010)
	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma achaeae</i> Nagaraja et Nagarkatti	Œufs	Cabello <i>et al.</i> (2009)
		<i>Trichogramma</i> sp.	Œufs	Gabarra et Arno (2010) Molla <i>et al.</i> (2010)
Prédateurs Hemiptera	Miridae	<i>Nesidiocoris tenuis</i> Reuter	Œufs et les jeunes larves	Arno <i>et al.</i> (2009), Molla <i>et al.</i> (2009), Urbaneja <i>et al.</i> (2009)
		<i>Macrolophus pygmaeus</i> (Rambur)	Œufs et les jeunes larves	Arno <i>et al.</i> (2009), Molla <i>et al.</i> (2009), Urbaneja <i>et al.</i> (2009)
		<i>Dicyphs marrocannus</i> Wagner	Œufs et les jeunes larves	Molla <i>et al.</i> (2010)
	Nabidae	<i>Nabis (Nabis) pseudoferus</i> <i>ibericus</i> Remane	larves	Cabello <i>et al.</i> (2009)
Hymenoptera	Vespidae	Espèce indéterminée	larves	Molla <i>et al.</i> (2008)
Acari	Phytoseiidae	<i>Amblyseius swirskii</i> Athias-Henriot	Œufs (sur aubergine)	Molla <i>et al.</i> (2010)
		<i>Amblyseius cucumeris</i> (Oudemans)	Œufs (sur aubergine)	Molla <i>et al.</i> (2010)

A. Les prédateurs :

Dans son aire d'origine, 80% de la mortalité des larves de *T. absoluta* sont dus aux auxiliaires prédateurs : Anthocoridae (*Xylocoris* sp), Coccinellidae (*Cycloneda sanguinea*), Pentatomidae (*Podisus nigrispinus*) (Miranda *et al.*, 1998 ; Vivan *et al.*, 2002 ; Urbaneja *et al.*, 2008).

En Espagne, Urbaneja *et al.* (2008) indiquent que l'utilisation des punaises de la famille des Miridae, *Macrolophus pygmaeus* (Rambur), *Macrolophus caliginosus* (Costa) (fig. 26) et



Nesidiocoris tenuis (Reuter) (fig. 25), en protection biologique intégrée peuvent être un espoir pour le contrôle des populations de *T. absoluta*. Ces prédateurs peuvent causer un taux de mortalité qui atteint 80% (Miranda et al., 1998; Vivan et al., 2002).



Figure. 25: Adulte de *N. tenuis*
(photo originale, 2010)



Figure. 26 : Adulte de *M. caliginosus*
(photo originale, 2010)

En Algérie, le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) à travers l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV) a tracé dès 2009 une stratégie de lutte appropriée contre ce ravageur en plus des luttés prophylactique et chimique, en ayant recours aux techniques biotechnologiques et biologiques (le piégeage massif et les lâchers d'insectes utiles) (INPV, 2010). L'opération de lutte biologique a été menée en collaboration avec la FAO, en introduisant de l'étranger des punaises mirides (*N. tenuis* et *M. caliginosus*) dans les serres de tomate. Les premiers lâchers ont été effectués à la fin 2010 sous serre de tomate dans la wilaya d'Oran et de Mostaganem (INPV, 2010).

L'inventaire des ennemis autochtones afin de préserver, étudier, multiplier et utiliser les espèces les plus efficaces contre *T. absoluta* fait l'objet d'un travail de recherche dans le cadre d'un projet de coopération scientifique dirigé par le professeur Yamina Guenaoui (Université de Mostaganem) en collaboration avec l'Université Polytechnique de Valence (Espagne) pour 2009-2010. Ce travail a permis l'identification de plusieurs espèces susceptibles d'être utilisées en serre dans des conditions définies.

B. Les parasitoïdes :

Plusieurs espèces de parasitoïdes utilisés contre la mineuse de la tomate ont été cités dans la région d'origine du ravageur (Mills, 1992 ; Miranda et al., 1998; Colomo et Berta., 2002; Marchiori et al., 2004). Il s'agit des parasitoïdes des différents stades de développement du ravageur:



- **Les Parasitoïdes d'œufs** (fig. 27 et 28) sont: *Trichogramma fasciatum* (Perkins), *T. pretiosum* Riley, *T. rojasi* Nagaraja et Nagarkatti et *Trichogrammatoidea bactrae*. (Mills, 1992 ; Desneux et *al.*, 2010).

Des programmes de lutte intégrée développés au Brésil paraissent donner satisfaction et permettent de contrôler les populations de *T. absoluta* avec *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera : Trichogrammatidae). Selon Haji et *al* (2002) ce parasitoïde d'œuf peut réduire les dommages à 55%. Les essais réalisés dans le sud de l'Espagne durant l'été 2009 et en France, montrent que l'utilisation conjointe des punaises prédatrices avec des Trichogrammes a permis, dans des conditions de forte infestation, de réduire de plus de 95% les dégâts sur la culture de tomate (Filhol, 2010).



Figure. 27: Œuf parasité et sain
Source : www.inia.cl, 2009



Figure. 28 : parasitoïde des œufs
(Photo Urbaneja, 2009)

- **Les parasitoïdes larvaires :**

❖ Les endoparasitoïdes des larves : La plupart des espèces endoparasitoïdes des larves appartiennent à la famille des Braconidae tel que *Pseudapanteles dignus* Muesebeck (fig. 29), *Bracon lucileae* Marsh, *Bracon* spp *Agathis* sp,

❖ Les ectoparasitoïdes des larves : Plusieurs parasitoïdes sont signalés. Il s'agit de *Cirrospilus* sp., *Neochrysocharis formosa* Westwood, *Parasierola nigrifemur* Ashmead, *Dineulophus phthorimaeae* De Santis (fig. 31) et *Necremnus artynes* Walker (fig. 32).

Figure. 29: *Pseudapanteles dignus*Figure.30 : *Conura* sppFigure. 31: *Dineulophus phthorimaeae*Figure. 32: *Necremnus artynes*

(Source : <http://www.inia.cl>, 2009)

- **Les parasitoïdes ovolarvaires** : On signale deux espèces des genres *Chelonus* et *Copidosoma*

- **Les parasitoïdes des larves et des chrysalides** : *Campoplex haywardii* Blanchard.

Le parasitoïde *Pseudapanteles dignus* est l'espèce la plus dominante sur *T. absoluta* en Amérique latine (Vargas., 1970 ; Rojas., 1981 ; Colomo *et al.*, 2002 ; Luna *et al.*, 2007) car en 24 heures, la femelle peut pondre dans 10 larves du ravageur (Luna *et al.*, 2007).

- **Les parasitoïdes de la nymphe**: Urbaneja (Com. Pers. 2009) a signalé la présence d'une espèce du genre *Conura* en Espagne (fig. 30).

Malgré le nombre d'espèces, le taux de mortalité de *T. absoluta* provoqué par les parasitoïdes reste faible (inférieur à 01%) alors que le taux de mortalité de *T. absoluta* causé par les prédateurs atteint 80% (Salvol et Valladares, 2007).



C. Les Champignons entomopathogènes :

Rodriguez et *al* (2006) indiquent que les champignons entomopathogènes *Beauveria bassiana* (fig. 33a) et *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) (fig. 33 b) peuvent provoquer une mortalité de *T. absoluta* comprise entre 60 et 80 %. Pires et *al* (2009) confirment l'efficacité du *Metarhizium anisopliae* sur l'œuf. 72 heures après son inoculation, le mycélium peut couvrir toute la surface de l'œuf (fig. 33b). Il existe quelques études en Algérie, mais les résultats ne sont pas encore diffusés (Guenauoui, Com. Pers. 2010)

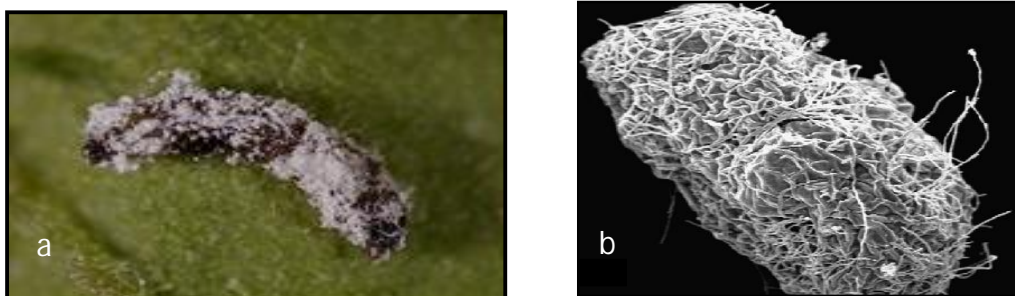


Figure. 33 : Les attaques de champignons entomopathogènes sur *T. absoluta* :

a) *B. bassiana*, b) *M. anisopliae* (Source : www.inia.cl; Pires et *al.*, 2009)

D. Les Bactéries :

La bactérie *Bacillus thuringiensis* est utilisée comme biopesticide ; son utilisation montre une relative efficacité sur le ravageur *Tuta absoluta* et d'autres Lépidoptères (Niedmann et Meza-Basso, 2006 ; Urbaneja et *al.*, 2009).

En Espagne, Gonzalez et *al* (2010) indiquent que cette bactérie a donné un effet très significatif (fig. 34) dans la lutte contre les larves et surtout contre le premier stade larvaire de ce ravageur. C'est pour cette raison qu'elle est utilisée dans la lutte intégrée en association avec les mirides (Urbaneja et *al.*, 2009).



Figure. 34 : La larve et pupa de *T. absoluta* après ingestion de la *B.t* (Niedmann et Meza-Basso, 2006)



E. Les Acariens prédateurs : (fig. 35 et 36)

Au Brésil, Oliveira et *al.*, 2007 rapportent que l'acarien *Pyemotes tritici* (Acari: Pyemotidae) a des caractéristiques biologiques très importantes (cycle de vie très court,...) qui peuvent nous aider dans la lutte biologique. Cet acarien entraîne la paralysie des larves et des adultes de *T. absoluta* (Fig.36) grâce à ses toxines qu'il leur injecte dans ses proies.



Figure. 35 : Déprédation de larves par les acariens (Urbaneja, 2009)

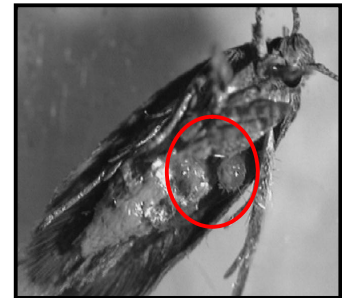
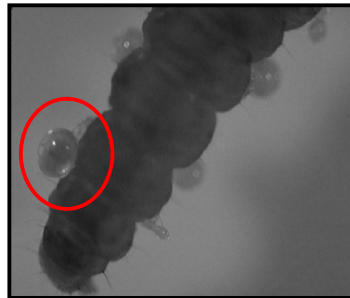


Figure. 36: *Pyemotes tritici* sur larve et adulte de *T. absoluta* (Oliveira et *al.*, 2007).

II.7.3. Lutte chimique

Les mesures prophylactiques et l'action des ennemis naturels peuvent s'avérer insuffisantes. Dans ce cas, les interventions chimiques sont nécessaires afin de maintenir le nombre de ravageurs sous le seuil de nuisibilité qui n'est pas encore déterminé de façon précise dans notre pays car il varie selon les régions et la destination de la production.

Il faut reconnaître que *T. absoluta* est un ravageur très difficile à contrôler à cause du chevauchement de ses générations et en raison de son mode de vie endophyte. La figure 37 résume l'utilisation de chaque type d'insecticide en fonction de son mode d'action) par rapport au cycle biologique de la mineuse.

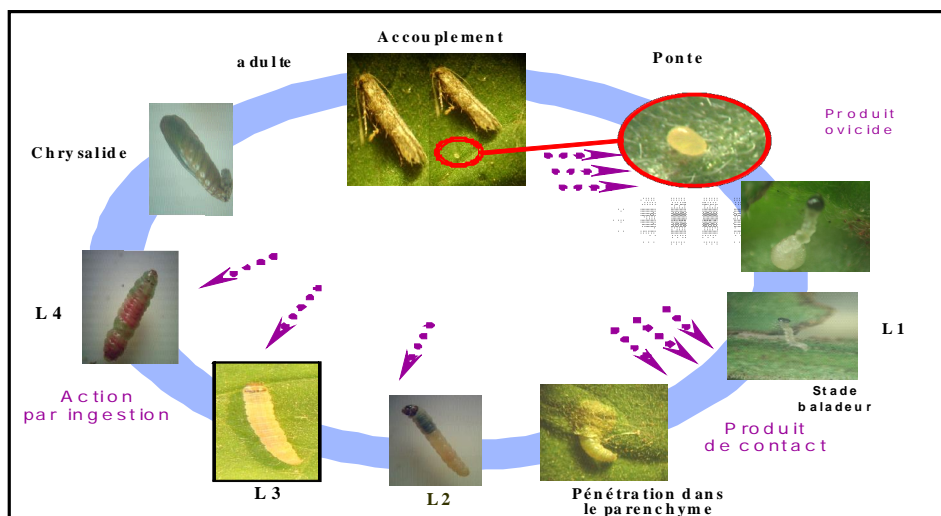


Figure. 37: Lutte chimique durant le cycle biologique de la mineuse

(Photo originale 2009)



En Amérique du Sud, de nombreux insecticides ont été utilisés pour contrôler les populations de ce ravageur. Il arrive que le nombre de traitements atteigne 36 par saison (Leite et *al.* 1998).

L'utilisation des insecticides présente plusieurs problèmes, tels que la toxicité pour l'homme, la pollution de l'environnement, l'élimination des ennemis naturels, l'apparition de la résistance aux insecticides (Siqueira et *al.*, 2001). Cela a conduit à concevoir des stratégies pour la lutte intégrée (IPM), par le biais de la sélection de produits efficaces contre le ravageur et sélectifs sur les ennemis naturels.

Parmi les moyens alternatifs de protection des plantes qui se développent actuellement figurent les nouveaux produits phytosanitaires d'origine naturelle comme la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Berliner). Ce biopesticide est utilisé depuis plusieurs décennies. Aujourd'hui, il existe neuf souches bien identifiées qui sont inscrites comme substances actives au niveau européen. Le *Bt azawai* actif contre les lépidoptères est autorisé sur de nombreux ravageurs en agriculture (Decoin, 2010).

En Algérie, il existe plusieurs matières actives homologuées comme l'Abamectine, le Flufenoxuron, l'Acephate, l'Indoxacarbe, le Taufluvalinate, le Cyromazine, le Diflubenzuron (INPV, 2008).

Il est conseillé d'utiliser des produits à mode d'action différent afin d'éviter l'apparition de la résistance chez le ravageur.

Comme la larve passe la plupart de son cycle dans la galerie, il est conseillé d'appliquer un insecticide avec de l'huile végétale comme un complément pour faciliter la pénétration du produit et le contact entre le produit et les chenilles.

II.7.4. La protection intégrée :

Afin de réussir la lutte, il faut aller vers la protection intégrée. Elle est définie par l'organisation internationale de la lutte biologique (OILB/SROP, 1977) comme suit : « *La protection intégrée est la protection des cultures dont l'application fait intervenir un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois écologiques et toxicologiques en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérances* ».

Dans le cas de la mineuse, l'expérience dans les autres pays montre qu'une seule méthode de lutte ne peut pas contrôler ce ravageur (Urbaneja et *al.*, 2009). Pour gérer les populations de *T. absoluta*, il est indispensable de mettre en œuvre une lutte intégrée comme dans les pays d'Amérique du sud (EPPO, 2005). En Algérie, pour limiter les dégâts et en même temps



préserver l'environnement tout en protégeant le consommateur des effets néfastes d'une utilisation abusive des pesticides, comme c'est le cas dans plusieurs zones de production, il faut mener une lutte raisonnée; c'est-à-dire combiner les mesures prophylactiques, biologiques (parasitoïdes, prédateurs, champignons entomopathogènes,...) et la lutte chimique avec l'utilisation des produits sélectifs non néfastes à la faune auxiliaire et peu toxique pour l'homme.

En culture de tomate, l'utilisation des Mirides comme prédateur est un moyen efficace pour lutter contre *T. absoluta* et également contre d'autres ravageurs tels que les aleurodes ou pucerons. L'espèce *N. tenuis* est adaptée au climat méditerranéen et fonctionne bien sur les plantes solanacées.

Durant la campagne agricole 2009-2010, cette espèce a été très présente en culture de plein champ surtout dans l'ouest du pays (SRPV d'Oran, 2010), ce qui encourage à son utilisation en culture de tomate sous serre.