

STRATÉGIES DE PROTECTION DES CULTURES DE TOMATES SOUS ABRI

*contre *Tuta absoluta**



© Mathieu Conseil



Protection Biologique Intégrée – Agriculture Biologique

Introduction

***Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), communément appelé *Tuta*, petit lépidoptère originaire d'Amérique du Sud, est une menace pour la production de tomates.**

Ce ravageur a comme hôte privilégié la tomate sous abri et en plein champ mais il peut s'attaquer à d'autres plantes de la même famille, comme les solanacées cultivées (ex. aubergine, pomme de terre, poivron) ou sauvages (ex. morelle, datura). Sa forte capacité de dissémination et ses dégâts sur les cultures imposent une grande vigilance et la mise en œuvre de tous les modes de protection disponibles.



Dégâts de *Tuta* sur fruits rouges

© Marion Chauprade - CETA du Soleil

Cette fiche présente des éléments de stratégie pour contrôler les invasions de *Tuta* en culture de tomates sous abri (multi chapelle verre/plastique, tunnels). Elle s'adresse à la fois aux producteurs de tomates en démarche de Protection Biologique Intégrée (PBI) et à ceux en Agriculture Biologique (AB).

Les différents modes de protection envisageables sont abordés, ainsi que des règles de décision en fonction du contexte (ex. saison, présence du ravageur, dégâts) et du niveau de risque considéré. Quelques données économiques sont également présentées. Ces différents éléments sont issus de l'expérience acquise à travers les résultats des expérimentations réalisées par les partenaires du projet TutaPI.

FIGURE 1 - Les 3 grands objectifs de TutaPI et les modalités testées, en PBI et en AB, pour la conception et évaluation de stratégies de protection efficaces (objectif 1).

Nombre de modalités testées (2011-2013)

	en PBI serres chauffées	en PBI abris non chauffés	en AB abris non chauffés
Ctifl de Balandran	9 ⁽¹⁾	-	-
GRAB	-	-	1
APREL/CA13 ⁽²⁾	1	5	-
IAS (InVivo AgroSolutions) ⁽²⁾	15	4	8
INRA Alénya	2	4	-

(1) Modalités en culture auxquelles se rajoutent 12 séries successives de 4 modalités pour l'étude de différentes souches de *Trichogrammes* sur jeunes plantes

(2) Essais sur des parcelles producteurs (les autres étant sur des sites expérimentaux).

PROJET CASDAR TUTAPI (2011-2014)

Piloté par l'ITAB et l'INRA, le projet TutaPI, a pour objectif de **concevoir, d'évaluer et d'optimiser des stratégies de protection biologiques efficaces contre *Tuta***. Financé par le Ministère de l'Agriculture, ce projet est labellisé par le Groupement d'Intérêt Scientifique PIClég®, par le pôle européen TERRALIA ainsi que par le Réseau Mixte Technologique DévAB. Un ensemble d'actions coordonnées mobilisant des acteurs de l'expérimentation, de la recherche, de l'agrofourmure et du développement, ont été mises en place pour disposer d'auxiliaires efficaces et de stratégies de protection intégrant les auxiliaires déjà disponibles et ceux étudiés par la recherche.

Les éléments présentés ici sont issus du 1^{er} objectif « Concevoir, évaluer et optimiser des stratégies de protection efficaces ». Ils se basent sur 49 modalités expérimentées en culture par les partenaires entre 2011 et 2013 (voir Figure 1).

Différents contextes ont été considérés: serres verres chauffées, abris froids, culture en sol ou hors-sol, PBI, AB, zones géographiques du Sud-Est de la France.

Différents moyens de protection : lâchers d'auxiliaires (*Macrolophus pygmaeus* communément appelé *Macrolophus*, *Trichogrammes*), traitements testés, seuls ou combinés. La complémentarité des partenaires, associée à une coordination efficace, a abouti à ces résultats directement mobilisables sur le terrain.

Les trois grands objectifs de TutaPI sont :

1

Concevoir, évaluer et optimiser des stratégies de protection efficaces

2

Rechercher de nouveaux parasitoïdes d'œufs indigènes, efficaces et plus faciles à élever que *Trichogramma achaeae*

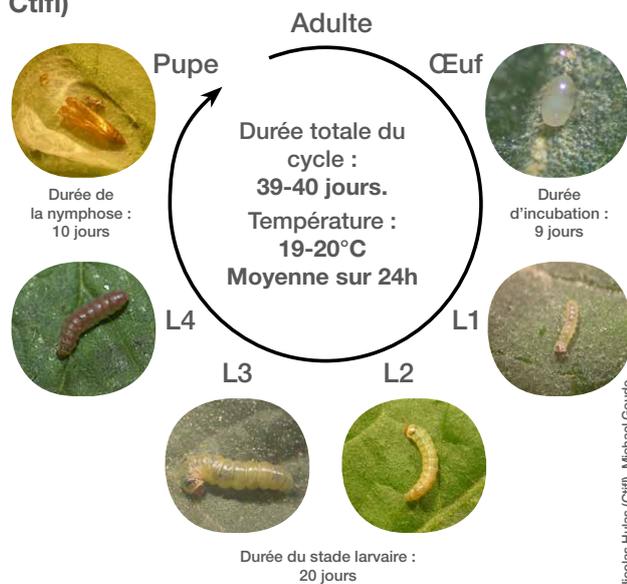
3

Comprendre l'écologie des communautés et rechercher des parasitoïdes larvaires

Description et cycle

Le cycle de développement de *Tuta* comporte quatre stades : un stade œuf, un stade larvaire lui-même divisé en 4 phases (L1, L2, L3 et L4), un stade chrysalide (et cocon) et un stade adulte (Figure 2).

FIGURE 2 - Les différents stades et le cycle de développement de *Tuta* à une température moyenne sur 24h de 19-20 °C (d'après données Ctifl)



→ Adultes

Les adultes sont des papillons d'environ 5 à 7 mm de long, de couleur grise avec des taches marron sur les ailes et des antennes assez longues. Ils sont peu visibles en cours de journée. Leur activité est plus élevée en fin de journée ainsi qu'au lever du jour, et s'exerce plutôt en bas des plantes. Les mâles et les femelles (sex ratio de 1 mâle pour 1 femelle) s'accouplent et la ponte débute 3-4 jours après.

→ Œufs

Les œufs sont de forme ovoïde, de couleur blanc crème et mesurent environ 0,4 mm de long. Ils sont pondus le plus souvent de manière isolée, plutôt sur les faces inférieure et supérieure des feuilles mais aussi sur les jeunes fruits, les pétioles et les tiges. Ils sont déposés en général dans la partie supérieure des plantes. En pratique, ils ne sont pas faciles à observer en culture.

→ Larves

Les larves sont des chenilles mesurant de 0,6 à 8 mm de long. Elles ont 5 paires de «fausses pattes».

Les jeunes larves sont de couleur crème, puis, plus âgées, deviennent verdâtres, avec une tête plus foncée. En fin de quatrième stade, la larve présente une large bande rosâtre sur le dos ainsi qu'une bande noire derrière la tête. Elle ne s'alimente plus avant la nymphose.

À ce dernier stade, la larve peut être observée au bout d'un fil. Elle tombe au sol pour se nymphoser. Elle peut aussi tisser un cocon blanc avant la nymphose lorsque celle-ci a lieu sur la plante ou bien rester dans la mine et se transformer directement en chrysalide. Cette dernière, de couleur brune, mesure de 4 à 5 mm de long. De la chrysalide émerge un adulte.

Biologie

Les caractéristiques biologiques dépendent beaucoup de la température. **Le cycle de l'œuf à l'adulte est d'environ 1 mois à 25 °C** et environ 3 semaines à 30 °C. Lorsque la température est plus faible, la durée de développement est nettement plus longue. À 15 °C, elle est supérieure à 2 mois.

Le potentiel de reproduction est élevé. Une même femelle peut pondre jusqu'à 260 œufs au cours de sa vie. Sachant que la longévité des femelles est d'environ deux semaines et celle des mâles, une semaine. La longévité des adultes diminue également avec la température.

Le seuil de développement du ravageur est de 7°C à 9°C selon les stades. Toutefois, à 4°C, des larves de *Tuta* se maintiennent en conditions de laboratoire. Des individus ont aussi été observés en serre dans le Sud de la France à des températures hivernales inférieures à 0°C. Des températures constantes de 35°C entraînent un arrêt du développement de *Tuta*. Par contre, son développement serait maintenu dès qu'il y a alternance des températures (ex. 25 °C à 35 °C).



Accouplement de *Tuta*

© Michael Gourde

✦ Pour en savoir plus

Consulter la fiche en ligne «Protection des tomates contre *Tuta absoluta* - Ressources APREL/GRAB/CRA PACA - 2012»

Les dégâts sur tomate

Les larves de *Tuta* creusent des mines dans **les feuilles**, **les tiges**, mais aussi dans **les fruits en formation** ou dans **les fruits mûrs**. Les premiers dégâts peuvent être discrets. L'incidence économique des dégâts de *Tuta* sur tomates peut être très forte.

→ Sur feuilles

Les galeries formées sur les feuilles sont beaucoup plus larges que celles des mouches mineuses *Liriomyza* spp. Les deux épidermes - de la face supérieure et de la face inférieure - sont bien visibles. La mobilité des larves étant assez élevée, une larve peut créer plusieurs mines sur plusieurs folioles puis sur la plante entière.



Mines de *Tuta* sur feuille

© CA 13

→ Sur tiges

Des dégâts sur tiges peuvent être observés, notamment sur les parties hautes des plantes (perforations sur l'apex, dessèchement de folioles).

→ Sur fruits verts ou rouges

Les galeries et les mines superficielles peuvent être observées sur et surtout sous les sépales, de même que sur un ou plusieurs fruits verts ou à maturité d'un même bouquet. Les fruits atteints doivent faire l'objet d'un tri rigoureux en raison des dégâts discrets (augmentation du temps de travail). Ils doivent être détruits.



Dégâts de *Tuta* sur fruit vert

© Michael Goude

Des pertes potentielles très importantes

Les pertes dues à des fruits touchés par *Tuta*, provoquent des pertes de chiffres d'affaires qui peuvent rapidement devenir très importantes. À titre d'exemple, l'essai réalisé par le Ctifl de Balandran en 2011 comportait une modalité **témoin sans auxiliaire ni autre méthode de protection**, ce qui a permis d'observer un potentiel de perte provoquée par *Tuta*.

Conditions de l'essai

- › Sous serre verre, en compartiments expérimentaux de 60 m² étanches aux insectes. Tomate grappe ; Plantation début février
- › Durée des observations : 16 semaines, jusqu'à début août
- › 2 infestations artificielles de *Tuta* dans les compartiments en mars
- › Aucune intervention de protection



Dégâts de *Tuta* sur fruit rouge

© GRAB

Résultats

Sans intervention, *Tuta* peut provoquer une perte quasi totale de récolte. Les premiers dégâts sur fruits apparaissent le 18 mai. Les dégâts augmentent ensuite rapidement et en quelques semaines plus de 90% des fruits sont touchés (Figure 3).

Pour les récoltes en grappes, les pertes deviennent vite encore plus importantes à cause du déclassement des grappes touchées (Figure 4). En effet, un fruit touché au milieu de la grappe entraîne le déclassement de la grappe entière. Dans tous les cas, la présence de fruits touchés augmente fortement les temps de tri avant conditionnement.



Dégâts de *Tuta* sur fruits verts

© Martial Chaix

FIGURES 3 ET 4 - % de fruits touchés et % de grappes déclassées sur la modalité témoin sans protection contre *Tuta* (données Ctifl 2011) – moyenne de 4 répétitions.

% de fruits touchés dans la modalité témoin



% de grappes déclassées dans la modalité témoin



Les trois années d'essais du projet TutaPI ont permis de rassembler de nombreuses données techniques sur les moyens et les stratégies de protection contre *Tuta*. Les différents moyens de protection sont présentés ici sous forme d'une « Boîte à outils ».

Pour certains « outils », une évaluation économique a été conduite. Les résultats de cette dernière sont présentés à titre d'exemple en encadré dans la boîte à outils. Des exemples de stratégies utilisant ces moyens combinés ont également été chiffrés (page 12).

Avant de décider d'une stratégie de protection, un état des lieux préalable doit être réalisé sur :

- › l'abri et les équipements (*étanchéité, présence et homogénéité de chauffage, entretien des abords, environnement*) ;
- › la pépinière et les plants ;
- › les conditions de culture (*calendrier de culture, historique sanitaire, organisation du suivi des cultures, conduite climatique – en particulier température de nuit –, rythme d'effeuillage*).

Prophylaxie ou mesures préventives

En AB tout comme en PBI, la prophylaxie est la base des stratégies de protection contre *Tuta*. Ces mesures préventives concernent notamment les aspects suivants (à considérer ou non suivant le contexte):

- **Les rotations** avec des cultures non hôtes de *Tuta* (ex. : salades).
- **Les interventions pendant l'inter-culture** : ex. solarisation.
- **Le travail du sol** : une bonne préparation du sol doit permettre de réduire le nombre de chrysalides restées dans le sol. Une solarisation devrait avoir un effet similaire.
- **Le désherbage** : élimination des plantes hôtes dans la serre et aux abords (ex. morelle noire).
- Le suivi et l'entretien des **pièges de détection** à phéromones (cf. § Observations et suivi).
- **L'élimination manuelle des premières feuilles touchées**.
- L'élimination régulière et destruction des déchets végétaux et des fruits infestés, en évitant de les stocker à proximité des abris.

→ En pépinière

En pépinière, le compartiment doit être équipé de filets étanches aux insectes (déjà conseillé pour la protection vis-à-vis des aleurodes). Un piégeage à phéromones est mis en place pour détecter d'éventuelles entrées d'adultes (mâles).

Des interventions raisonnées avec des produits phyto-pharmaceutiques peu toxiques sur les auxiliaires introduits ultérieurement sont à réaliser dès les premières captures dans les pièges (ou éventuellement si présence de symptômes sur les plantes). Dans le cas de plants achetés chez un pépiniériste, les observations doivent être réalisées sur les plants dès réception.



© Joseph Argouach

BASE DES CALCULS DE L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE

- › Données indicatives issues d'essais réalisés de 2011 à 2013 chez des producteurs (APREL/CA 13, IAS) et dans des stations d'expérimentation (Ctifl Balandran, INRA d'Alénia). Elles concernent des cultures de tomates sous tunnel non chauffé, plantées de fin mars à fin avril.
- › 12 modalités de 6 sites d'essais, suivis pendant 15 à 23 semaines ;
- › Intrants : les quantités (ex. auxiliaires, traitements, pièges) sont celles consommées réellement dans les essais.
- › Coûts calculés avec des moyennes de prix hors taxe observés ou communiqués par des fournisseurs en 2014.
- › Temps de travaux enregistrés au cours des essais ou communiqués par des producteurs.
- › Coût d'une heure de main d'œuvre évalué à 12,50 € (cotisations sociales employeur, congés payés et coûts divers).
- › Pour un intrant ou une tâche donnée, la valeur appliquée est la même pour tous les essais.

Observations et suivi

En conditions de culture sous abri les observations sont essentielles. Pour limiter les risques, il faut réagir très tôt, même si l'attaque est faible, et rester vigilant en permanence. La combinaison de plusieurs moyens de prévention et de protection est nécessaire. Au cœur de ces méthodes se trouvent les auxiliaires qui jouent un rôle essentiel dans la protection contre *Tuta*. Leur utilisation ne peut être envisagée sans être associée à des observations et un suivi régulier.

→ Pièges de détection à phéromones

Dès la mise en place des plants dans la serre ou dans l'abri, il est conseillé de mettre en place des pièges à phéromones pour la détection (1 piège pour 2 500 m², voir photo ci-dessous). L'objectif est de détecter la présence des premiers adultes de *Tuta* (les mâles) et surtout l'arrivée du ravageur depuis l'extérieur. Les pièges doivent être observés toutes les semaines afin de suivre l'évolution des populations. Les phéromones doivent être renouvelées toutes les 4 à 6 semaines pour être efficaces. En plein été, la libération des phéromones est plus rapide et le renouvellement doit se faire toutes les 4 semaines.



Delta de détection

© Jean-Michel Leyre

QUELQUES REPÈRES ÉCONOMIQUES SOUS ABRI NON CHAUFFÉ

Essais réalisés de 2011 à 2013 chez des producteurs (APREL/CA 13, IAS) et dans des stations d'expérimentation (Ctifl Balandran, INRA d'Alénya). Voir encadré « Base des calculs de l'évaluation économique » en page 6

- › Nombre de piège « delta » : 4 / ha ;
- › Changement des capsules de phéromones : moyenne 5 semaines. Les plaques engluées sont changées plus fréquemment (moyenne 4 semaines) selon leur salissure ;
- › Coût indicatif du piégeage à phéromones (y compris le temps de travail : pose, entretien et observation des pièges) : 2 € / piège / semaine.

→ Suivi régulier

Un premier contrôle sur plantes doit être effectué 8-10 jours après leur mise en place, afin d'évaluer l'état sanitaire initial des plantes. Cent plantes entières doivent être observées par unité de serre (multi chapelle verre/plastique) ou dans 2 à 3 tunnels de « référence » par bloc. Le choix de ces 100 plantes se fait au hasard mais les plantes choisies doivent être réparties de façon homogène dans la serre ou dans l'abri, en insistant sur les foyers potentiels (points chauds et ouvertures). Puis, chaque semaine, l'ensemble de la culture continuera d'être observé (10 feuilles supérieures, et dégâts éventuels sur fruits récoltés).

L'ensemble des contrôles doit être enregistré afin d'évaluer l'évolution de la présence de *Tuta* et les dégâts au fil du temps.

Macrolophus et autres punaises mirides

Macrolophus pygmaeus (anciennement *M. caliginosus*) est un prédateur déjà largement utilisé dans les stratégies contre les aleurodes, et qui se montre efficace sur les œufs et les larves de *Tuta*, surtout sur les jeunes larves de 1^{er} et 2^e stades. En AB, où les aleurodes sont moins problématiques, l'utilisation de *Macrolophus* doit être encouragée vis à vis de *Tuta*. Cette punaise auxiliaire est déjà utilisée et reconnue comme étant très efficace sur *Tuta*, mais il est nécessaire de l'introduire le plus tôt possible car son installation est lente (environ 3 semaines pour voir les premières larves suite à un lâcher). L'APREL/CA13, le Ctifl et l'INRA ont montré une présence plus précoce et plus homogène de *Macrolophus* lorsqu'il est introduit en pépinière, par rapport à une introduction en culture. Le prédateur peut alors consommer les ravageurs (aleurodes, *Tuta*...) plus rapidement, le rendant ainsi encore plus efficace. Les apports en pépinière sont pratiqués pour les cultures en sol non chauffées.

Adulte de *Macrolophus*

© Nicolas Hulias



Le nourrissage de *Macrolophus* est pratiqué pour faciliter son installation et sa dissémination notamment en présence d'une faible quantité de proies. Ce nourrissage peut être réalisé à base d'œufs d'*Ephestia kuehniella* (ex : œufs congelés, 36000 œufs/gramme) ou de cystes d'*Artemia* (nourriture sèche à base de crustacées), éventuellement en mélange.

Les doses de *Macrolophus* conseillées pour l'aleurode sont suffisantes pour *Tuta* (Tableau 1). Des observations ont montré que même en présence d'aleurodes, *Macrolophus* a une action de prédation satisfaisante sur *Tuta* (travaux INRA et Ctifl).

Pour les cultures de tomates en sol sous abri froid, la pression en *Tuta* s'accroît à partir de mi-juin et devient souvent très forte en fin d'été/automne, en raison des cycles accélérés par la chaleur en été. Tout l'enjeu de la protection biologique intégrée sera donc d'installer efficacement des prédateurs en amont et notamment *Macrolophus*, pour qu'ils puissent absorber les pics de population.



D'autres punaises prédatrices généralistes comme *Dicyphus* sp. et *Nesidiocoris tenuis* (ce dernier peut aussi être un ravageur des cultures en fonction des effectifs) sont indigènes dans le Sud de la France et peuvent contribuer au contrôle de *Tuta*. Cependant, elles ne sont pas toujours présentes

© Jean-Michel Leyre

suffisamment tôt ou en quantité suffisante pour assurer la protection contre *Tuta*.

Les travaux du GRAB montrent que des bandes fleuries à base de soucis ou de géraniums plantées à proximité des cultures, à l'extérieur et surtout à l'intérieur des abris, peuvent servir de refuge aux insectes notamment pendant l'hiver. On a observé que ces plantes hôtes hébergent peu de ravageurs nuisibles pour la tomate mais permettent une présence importante de *Macrolophus* ou de *Dicyphus* dès le printemps (jusqu'à plus de 100 individus/plante courant mars). Les études doivent se poursuivre afin d'améliorer le transfert des auxiliaires depuis les bandes fleuries vers la culture.



Bandes Fleuries sous tunnel

© GRAB

TABLEAU 1 : Méthode d'introduction des *Macrolophus* (fréquence, dose et nourriture)

	Fréquence d'introduction	Exemple de dose totale	Nourriture
En pépinière	1 lâcher	2 individus/m ² de culture (0,5 à 1,5 individus par plante*),	Indispensable car aucune proie disponible sur les plantes
En culture	1 à 3 lâchers	2 à 4 /m ² à adapter en fonction du risque*	Conseillée (meilleure installation et dissémination)

* À adapter en fonction du risque : calendrier de culture, risque sanitaire, type de serres, autres ravageurs...

QUELQUES REPÈRES ÉCONOMIQUES SOUS ABRI NON CHAUFFÉ

Essais réalisés de 2011 à 2013 chez des producteurs (APREL/CA 13, IAS) et dans des stations d'expérimentation (Ctifl Balandran, INRA d'Alénya). Voir encadré « Base des calculs de l'évaluation économique » en page 6.

› Introduction soit en pépinière soit en culture (en deux fois).

› **Doses d'introduction** : 5 000 à 20 000 individus/ha (Remarque : actuellement, les doses observées pour les cultures sous abris non chauffés sont plutôt de 10 000 à 20 000 *Macrolophus*/ha).

› *Macrolophus* nourris avec des œufs d'*Ephestia* au moment des lâchers et parfois aussi par la suite. Les doses totales d'œufs d'*Ephestia* vont de 100 à 300 g/ha.

› **Temps estimé pour un lâcher** pour 1 ha de culture : 1h30 en pépinière et 8 à 10 heures en culture.

› **Coût total indicatif** (y compris nourriture et temps de travail) pour des doses de 5 000 à 20 000 individus/ha : **1200 à 3600 €/ha**.

NB. La nourriture, dont l'apport est nécessaire, peut représenter un pourcentage non négligeable de ce coût.

***Macrolophus* est utilisé pour la protection contre *Tuta* mais aussi contre les aleurodes et d'autres ravageurs.**

Le coût des *Macrolophus* ne doit donc pas être affecté en totalité à la protection contre *Tuta*, notamment lorsque le risque aleurodes est important.

Trichogramma achaeae

Ce parasitoïde pond dans les œufs de *Tuta* qui deviennent cuivrés, puis noirs lorsqu'ils sont parasités. Tout le développement du parasitoïde (œuf, larve, pré-pupe et pupa) se déroule dans l'œuf de *Tuta*. L'adulte de *T. achaeae* peut aussi avoir une action de prédation sur les œufs de *Tuta*. Il se nourrit aussi de miellat.

Les essais réalisés en serre chauffée et sous tunnel plastique montrent que **l'apport de *Trichogramma achaeae* en complément de *Macrolophus* permet de fiabiliser la stratégie de protection vis-à-vis de *Tuta***. Les lâchers doivent être réguliers car les Trichogrammes ne s'installent pas dans la culture (voir Tableau 2).

D'autres espèces de Trichogrammes sont naturellement présentes dans l'environnement (collectes réalisées dans le projet TutaPI). Cependant, les Trichogrammes naturellement présents sont en nombre insuffisant pour contrôler *Tuta*.

TABLEAU 2 : Méthode d'introduction de *Trichogramma achaeae* (fréquence d'introduction et dose)

Fréquence d'introduction	Dose standard par lâcher
Chaque semaine	100 diffuseurs / ha (2500 individus/diffuseur)

➤ **Pour plus de précisions sur le positionnement des lâchers**, se référer au chapitre «Éléments de stratégie»



Trichogramma achaeae

© C. Cazier, D. Bourry

QUELQUES REPÈRES ÉCONOMIQUES SOUS ABRI NON CHAUFFÉ

Essais réalisés de 2011 à 2013 chez des producteurs (APREL/CA 13, IAS) et dans des stations d'expérimentation (Ctifl Balandran, INRA d'Alénya). Voir encadré «Base des calculs de l'évaluation économique» en page 6.

- › Introduits en culture.
- › **Doses d'introduction** : 100 diffuseurs /ha, soit 25 Trichogrammes/m².
- › **Date du premier lâcher** : dépend de la stratégie du producteur.
- › Temps estimé pour un lâcher : 1h30 / ha.
- › Coût indicatif d'un apport de Trichogrammes (y compris temps de travail) : 90 €/ha.
- › Nombre total de lâchers (dose simple) : 6 à 21 (moyenne de 13).
- › **Coût total indicatif** (y compris temps de travail) : **530 à 1800 €/ha**.

NB : Dans certains essais, les doses ont été fortement augmentées (avec des apports à 3 ou 4 fois la dose simple) pour tester les capacités des Trichogrammes. Ils ne sont pas pris en compte dans la fourchette ci-dessus.

Traitements

Selon la situation (voir chapitre «Éléments de stratégie»), il peut être nécessaire d'appliquer des traitements sur la parcelle. Les produits autorisés pour cet usage* sont des larvicides, qui n'ont pas d'effet sur les adultes.



Jeune culture sous tunnel

© APREL

Les insecticides homologués à base de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) – compatibles avec les auxiliaires et autorisés en AB- sont à utiliser en priorité. Ces produits sont relativement fragiles et doivent être stockés au frais, avant et après ouverture de l'emballage. Pour optimiser leur efficacité, ils doivent être appliqués sur des jeunes stades larvaires en mouillant bien le feuillage (produit de contact qui agit par ingestion). Vu la dispersion rapide de *Tuta* et sa relative homogénéité d'attaque, les traitements généralisés sont conseillés.

Si c'est insuffisant, au vu de l'évolution du ravageur et des dégâts, il est possible d'intervenir avec d'autres produits. Le choix des produits et du positionnement du traitement doit se faire de façon à préserver au mieux les auxiliaires présents dans la culture (introduits ou présents naturellement). L'utilisation des produits doit être raisonnée pour limiter les risques d'apparition de résistance (alterner les familles de produits et respecter le nombre d'application maximum). Dans tous les cas, il est nécessaire de respecter les conditions d'emploi des produits qui figurent sur l'étiquette et de soigner l'application.

*usage «Tomate - Traitement des parties aériennes - Chenilles phytophages». Voir E-phy. <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>

QUELQUES REPÈRES ÉCONOMIQUES SOUS ABRI NON CHAUFFÉ

Essais réalisés de 2011 à 2013 chez des producteurs (APREL/CA 13, IAS) et dans des stations d'expérimentation (Ctifl Balandran, INRA d'Alénya). Voir encadré «Base des calculs de l'évaluation économique» en page 6

- Dans les essais TutaPI en PBI et en AB, des traitements ont été réalisés si la situation l'imposait, en complément des insectes auxiliaires, soit avec des produits à base de *Bacillus thuringiensis* soit avec d'autres produits autorisés pour cet usage.
- › **Temps passé pour les traitements** : 1h30 à 6h /ha, selon le type d'abri, le stade de la culture et surtout le matériel utilisé (moyenne de 4 heures / ha, soit 50 €/ha).
 - › Coût total* moyen d'un traitement (tous produits confondus) : 90 €/ha.
 - › Nombre de traitements contre *Tuta* (PBI) : 0 à 6.
 - › **Coût total* indicatif des traitements** : **80 à 500 €/ha**.

*coût du produit et temps de travail, non compté l'amortissement du matériel de traitement

Autres méthodes de protection contre *Tuta*

D'autres moyens de protection existent mais leur efficacité n'a pas été évaluée dans le cadre du projet TutaPI. Ils sont donc présentés rapidement ci-dessous :

→ Piégeage lumineux et phéromones

Pièges à phéromones - En cours de culture, un piégeage massif à l'aide de pièges à phéromones (uniquement piégeage des mâles) peut jouer un rôle pour limiter les populations de *Tuta*, à condition que celles-ci ne soient pas trop élevées. Ce sont des pièges à eau ou des pièges avec des panneaux englués auxquels est ajoutée une capsule de phéromones. Ils sont disposés dans la culture en quantité plus importante que les pièges de détection sans dépasser 25 pièges/ha pour éviter la saturation de phéromones.

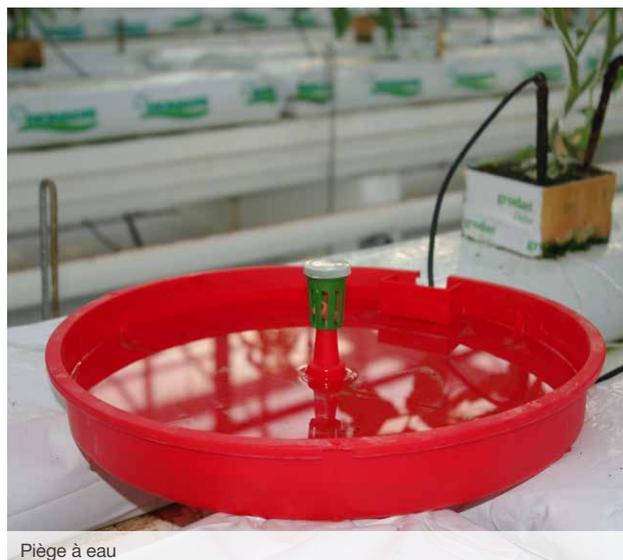
Pièges lumineux - Du fait de son activité plutôt nocturne, des pièges lumineux avec des lampes UV capturent les mâles et les femelles de *Tuta*. Ils peuvent contribuer à limiter les populations du ravageur (et l'incidence des dégâts), à condition que celles-ci ne soient pas trop élevées. Mais ces pièges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

Des nouveaux pièges, combinant piégeage lumineux et à phéromones et qui attirent mâles et femelles de *Tuta* ont été vus en expérimentation. Les captures de *Tuta* sont a priori plus élevées mais les mêmes réserves sont formulées en cas de populations élevées du ravageur.



Piège lumineux

© CA 13



Piège à eau

© V. Barfier

→ Filets

Des filets anti-insectes peuvent être mis en place sur les ouvrants et aux entrées des abris pour limiter l'entrée de *Tuta*.

Les filets à mailles fines, qui permettent aussi une protection contre l'aleurode, sont peu utilisés à ce jour. Sous certaines conditions, ils peuvent entraîner des modifications importantes du climat sous l'abri et donc sur la conduite des cultures.

Les filets à maille plus large (2mm x 8mm), mis en place pour limiter la sortie des bourdons introduits dans la culture, sont de plus en plus utilisés sur les tunnels plastiques. Ils réduisent les entrées de ravageurs tels que les punaises *Nezara viridula* ou les papillons de noctuelles et peuvent contribuer à limiter les entrées de *Tuta*, sans modifier trop fortement le climat de l'abri.



Filet anti-insecte

© CA 13

Éléments de stratégie

Les stratégies de protection contre *Tuta* sont basées sur la prophylaxie et la détection précoce du ravageur par des observations régulières dès l'implantation de la culture. **Elles s'appuient sur une présence de mirides auxiliaires** (lâchers de *Macrolophus* ou colonisation naturelle). En fonction de la situation, des lâchers de Trichogrammes ou des traitements peuvent être envisagés en complément. Dans ce cas, les éléments d'aides à la décision du Tableau 3 sont proposés sur la base de certains indicateurs (piégeages, mines sur feuilles et tiges, fruits touchés, % de plantes touchées).

Une attention particulière devra être portée à la fois sur les seuils proposés (ex. 2 mines en moyenne par plante), et sur **l'évolution des indicateurs** d'une semaine à l'autre. La zone des 10 feuilles supérieures et les fruits rouges sont particulièrement à surveiller.



© C. Fataux

TABLEAU 3 : Éléments d'aide à la décision pour le contrôle de *T. absoluta*

		AIDE À LA DÉCISION
1	VIGILANCE ACCRUE	Dès le piégeage de <i>Tuta</i> (risque d'apparition prochaine de mines).
2	DÉBUT DU LÂCHER DE TRICHOGRAMMES	Premières mines ou dégâts observés sur plantes et moins de 2 mines en moyenne par plante, et/ou Augmentation du % de plantes touchées et/ou du nombre de mines et/ou du nombre de <i>Tuta</i> piégés. NB. À relativiser en fonction de la saison
3	DOUBLER LA DOSE DE TRICHOGRAMMES	À partir de 2 mines en moyenne par plante et une augmentation d'une semaine à l'autre, et/ou Piégeage entre 4 et 7 <i>Tuta</i> par jour (ou forte augmentation du piégeage, par ex. doublement), et/ou Augmentation (par ex. doublement) du % de plantes touchées et/ou du nombre de mines (+saison+ fruits rouges touchés) et situation de faible présence de mirides < 3-4/plante.
4	RETOUR À UNE DOSE SIMPLE DE TRICHOGRAMMES	En cas de retour à une situation stable à un niveau bas (moins de 2 mines en moyenne par plante sur les 10 feuilles supérieures) (ex. après traitement Bt).
5	ARRÊT DES LÂCHERS DE TRICHOGRAMMES : SITUATION STABILISÉE	Nombre de mines par plantes très réduit (moins de 2/plante) et beaucoup de mirides (plus de 8/plante) sauf si période ou zone à risque (chaleur, environnement, augmentation des piégeages)
6	TRAITEMENT À BASE DE BACILLUS THURINGIENSIS (BT)	Mêmes conditions que pour doubler la dose de Trichogrammes (en substitution aux lâchers de Trichogrammes), ou Autre problème (ex. noctuelle), ou Dès la détection des premiers dégâts en début de culture et avant l'introduction des auxiliaires, si nécessaire.
7	AUTRE TRAITEMENT QUE BT SUR TUTA	Si le nombre de mines augmente malgré un doublement de dose de Trichogrammes, et/ou Si une efficacité insuffisante des Bt est constatée : possibilité de traiter avec une spécialité ayant une autorisation de mise sur le marché* pour cet usage et peu toxique sur les auxiliaires, ou En fin de culture, après la dernière récolte et avant arrachage des plantes pour limiter les populations de <i>Tuta</i> dans l'environnement. * Voir E-phy. http://e-phy.agriculture.gouv.fr/

Exemples et chiffrages de stratégies

Attention, les données de cette partie ne sont pas des préconisations techniques. Pour avoir des précisions sur les stratégies, consultez la première partie de cette fiche et faites appel à un conseiller.

Une évaluation économique a été conduite sur quelques stratégies de protection contre *Tuta* testées dans TutaPI de 2011-2013 et sur des cultures de tomates sous tunnel non chauffé, plantées de fin mars à fin avril.

Dans la mesure où l'apport combiné de *Macrolophus* et de Trichogrammes s'avère être la stratégie la plus fiable dans la plupart des essais - notamment en cas d'augmentation rapide de *Tuta* et/ou d'effectif de mirides (*Macrolophus* ou mirides autochtones) insuffisant - **les 7 exemples de stratégies (issus de 5 essais) présentés dans cette partie sont ceux qui intègrent des lâchers combinés de *Macrolophus* et de Trichogrammes (Figure 5),** selon différentes modalités (quantité, déclenchement et fréquence des lâchers). Selon la situation, un (ou des) traitement(s) compatibles avec les auxiliaires ont pu être nécessaires pour stabiliser la situation (voir encadré « Base des calculs de l'évaluation économique », page 6).

D'une manière générale, dans l'**Essai 1**, les doses de Trichogrammes sont conformes aux préconisations, celles en *Macrolophus* sont faibles. Dans les **Essais 2 et 3** : les doses de Trichogrammes et de *Macrolophus* correspondent aux préconisations. Dans les **Essais 4 et 5** : les doses de Trichogrammes sont supérieures aux préconisations, celles en *Macrolophus* sont conformes.

→ Coûts des stratégies

La Figure 6 illustre les coûts en *Macrolophus*, Trichogrammes, et traitements pour chacune des 7 modalités.

Soulignons que ces stratégies ont donné des résultats très satisfaisants (peu ou pas de dégâts dus à *Tuta*), dans le contexte particulier de chaque essai (pression de *Tuta*, développement de *Macrolophus*, présence de Mirides autochtones, conditions climatiques...) et avec un suivi régulier.

Le coût de ces stratégies peut être compensé dans la mesure où elles permettent de **limiter très fortement voire d'éviter les pertes dues à *Tuta*** (fruits touchés classés en déchets, plantes abimées moins productives, temps de tri augmenté...). Elles permettent également d'éviter ou de limiter les traitements (confort de travail, gain de temps, aspects réglementaires, image auprès des clients...).



Grappe de tomates

© APREL

À RETENIR !

La protection contre *Tuta* n'est pas une recette, mais une histoire de compromis entre bénéfiques et risques.

D'après les résultats de TutaPI, les méthodes de protection contre *Tuta* les plus fiables sont celles qui s'appuient sur des **apports combinés de *Macrolophus* et de Trichogrammes**. Ces méthodes de protection permettent de limiter ou d'éviter les traitements. Chaque producteur peut choisir parmi ces stratégies celle qui lui convient le mieux. Il évaluera les bénéfices et les risques de chacune d'entre elles en tenant compte des atouts et contraintes techniques, économiques et sociales de son exploitation.



© Aude Coulombel

FIGURE 5 – Exemples chiffrés de stratégies de protection contre *T. absoluta* testées dans TutaPI

Stratégies testées dans TutaPI

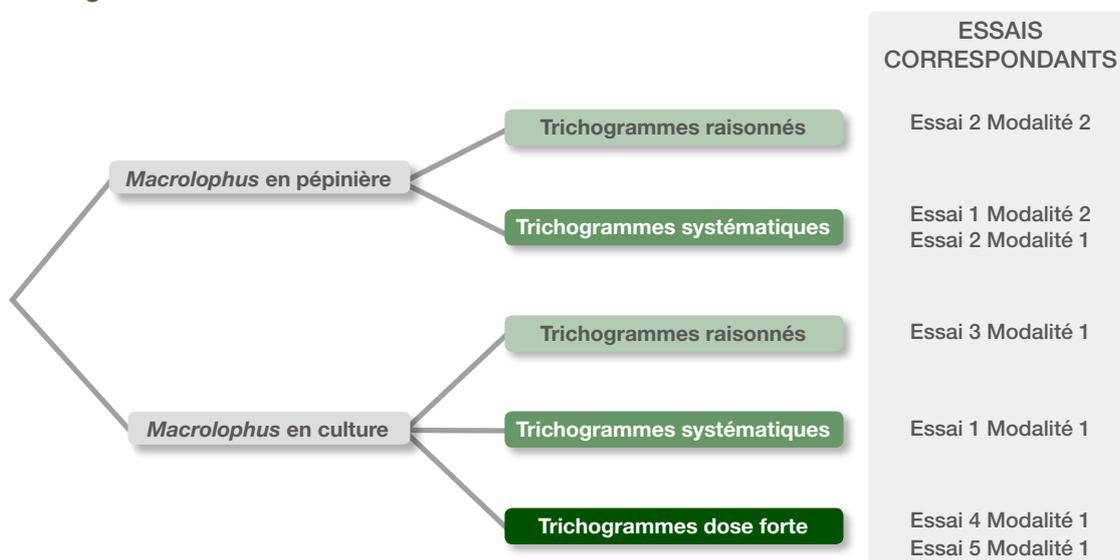
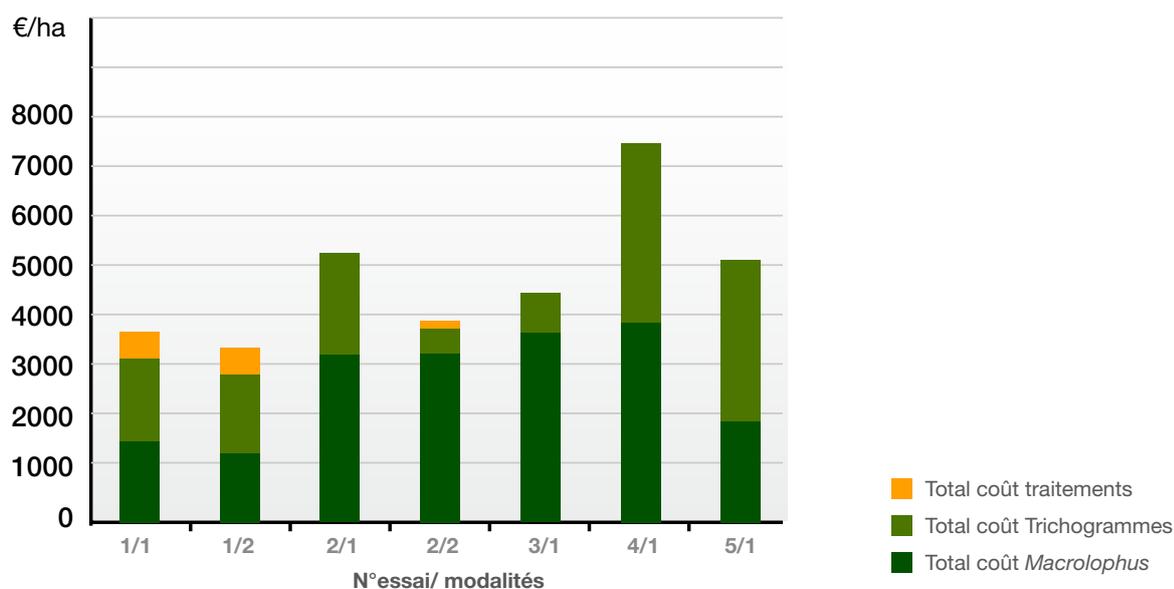


FIGURE 6 – Évaluation des coûts de stratégies de protection contre *T. absoluta* testées dans TutaPI

Coûts* de stratégies PBI *Macrolophus* + Trichogrammes testées dans TutaPI (en €/ha)



*Y compris temps de travail et nourriture des *Macrolophus*. Le coût des autres outils (piégeage, filets...) n'a pas été évalué.

TABLEAU 4 : Quelques exemples de coût* de stratégies *Macrolophus* + Trichogrammes (+ traitements éventuels) testées dans TutaPI :*y compris temps de travail et nourriture des *Macrolophus*. Le coût des autres outils (piégeage, filets...) n'a pas été évalué.

n° essai/modalité	Essai 1/ modalité 1 (1/1)	Essai 1/ modalité 2 (1/2)	Essai 2/ modalité 1 (2/1)	Essai 2/ modalité 2 (2/2)	Essai 3/ modalité 1 (3/1)	Essai 4/ modalité 1 (4/1)	Essai 5/ modalité 1 (5/1)
type de site	production	production	production	production	station	production	production
surface du tunnel (m ²)	800	800	800	800	150	150	240
date de plantation	23/04/11	23/04/11	02/04/13	02/04/13	25/03/13	22/04/13	15/04/13
nombre de semaines de suivi	19	19	23	23	18	15	16
modalité apports d'auxiliaires	<i>Macrolophus</i> en culture + Trichogrammes systématiques	<i>Macrolophus</i> en pépinière + Trichogrammes systématiques	<i>Macrolophus</i> en pépinière + Trichogrammes systématiques	<i>Macrolophus</i> en pépinière + Trichogrammes raisonnés	<i>Macrolophus</i> en culture + Trichogrammes raisonnés	<i>Macrolophus</i> en culture + Trichogrammes dose forte	<i>Macrolophus</i> en culture + Trichogrammes dose forte
nombre de <i>Macrolophus</i> /ha	8000	5000	15000	15000	20000	20000	10000
Total coût <i>Macrolophus</i> en €/ha	1425	1212	3034	3034	3450	3590	1795
<i>Macrolophus</i> est utilisé pour lutter contre <i>Tuta</i> mais aussi contre aleurodes et autres ravageurs. Le coût des <i>Macrolophus</i> ne doit donc pas être affecté en totalité à la protection contre <i>Tuta</i>, notamment lorsque le risque aleurodes est important.							
nombre de lâchers de Trichogrammes (dose 100 diffuseurs/ha)	17	17	21	6	8	42	37
nombre de passages	17	17	19	6	8	16	16
Total coût Trichogrammes en €/ha	1509	1509	1826	533	660	3240	2890
nombre de traitements contre <i>Tuta</i>	6	5	0	1	0	0	0
Total coût traitements en €/ha	505	425	-	80	-	-	-
Total coût auxiliaires + traitements en €/ha	3439	3146	4860	3647	4110	6830	4685



© Frédéric Rey



© Frédéric Rey

Quelques commentaires sur les essais présentés dans le tableau 4

→ Essai 1

APREL/CA13 - Apports de *Macrolophus* en pépinière ou en culture

Cet essai a pour objectif de comparer une stratégie avec apport de *Macrolophus* en pépinière (modalité 1/2) et une stratégie avec apport en culture (modalité 1/1). Dans les deux modalités des Trichogrammes sont également apportés de manière systématique.

Les doses de *Macrolophus* apportées sont plus faibles que ce qui est généralement observé. Malgré le faible nombre de mirides introduits, aucun dégât sur fruit n'a été observé mais ces stratégies ont nécessité plus de traitements que dans les autres essais.

La réussite de la protection intégrée dans cet essai est également due à une présence importante de mirides indigènes (*Dicyphus*) dans la culture, qui ont permis de compenser le faible nombre de *Macrolophus*. De plus, des pièges lumineux ont été utilisés en période à risque pour diminuer les populations d'adultes.

Les stratégies de lâcher (en pépinière ou en culture) n'ont pas permis de constater de différence en termes de dégâts de *Tuta* et aleurodes. Mais l'introduction en pépinière a assuré une présence plus précoce et plus nombreuse des *Macrolophus*.



Diffuseur de Trichogrammes

© Frédéric Rey

→ Essai 2

APREL/CA13 - Apports de Trichogrammes systématiques ou raisonnés

Cet essai permet de comparer une stratégie avec, en complément de *Macrolophus*, des apports systématiques de Trichogrammes chaque semaine dès la première observation de traces de *Tuta* dans la culture (modalité 2/1) et une autre avec apports de trichogrammes



© C. Faroux

raisonnés en fonction de l'évolution des dégâts de *Tuta* dans la culture (modalité 2/2).

Dans la première modalité (modalité 2/1), il y a eu 19 lâchers de Trichogrammes (dont 2 doubles), pas de traitement, pas de dégât observé sur fruit et globalement moins de mines sur feuilles que dans l'autre modalité.

Dans la seconde (modalité 2/2), il y a eu 6 lâchers de Trichogrammes, un traitement contre *Tuta*, quelques rares fruits touchés, et des niveaux de dégâts sur feuille légèrement supérieurs à la première modalité.

La modalité (2/1) a coûté 12 centimes/m² de plus que la modalité (2/2).

Dans les conditions de l'essai, ces deux stratégies ont donné des résultats satisfaisants (pas de dégât significatif dû à *Tuta* malgré la présence du ravageur dès le mois d'avril et une pression moyenne à forte à partir de début juillet) mais avec des niveaux de coût, de contrainte et de risque différents.

Même si *Tuta* impose dans tous les cas une très grande vigilance, la stratégie avec apport raisonné de Trichogrammes (modalité 2/2) demande un suivi encore plus régulier que la stratégie avec apport systématique (modalité 2/1) et une forte réactivité pour intervenir rapidement et ne pas laisser la situation se dégrader, ce qui est parfois difficile en période de forte activité sur les exploitations.



© C. Fatoux

→ Essai 3

INRA d'Alénya – Apports de Trichogrammes raisonnés

Dans cet essai réalisé en station, la culture a été infestée artificiellement avec *Tuta* afin de créer des conditions de pression du ravageur. *Macrolophus* a été introduit en culture à la dose de 20 000 individus/ha et 8 lâchers de Trichogrammes ont été réalisés chaque semaine, à une dose simple.

La stratégie utilisant *Macrolophus* et lâchers systématiques de Trichogrammes a donné des résultats satisfaisants avec 0,2% de fruits rouges touchés sur l'ensemble de la récolte.

→ Essai 4 et 5

InVivo Agrosolutions (IAS) - Effet de fortes doses de Trichogrammes en complément de *Macrolophus*

Dans les essais 4 et 5, les modalités 4/1 et 5/1 avec de fortes doses de Trichogrammes en complément de *Macrolophus* ont été comparées avec des modalités sans Trichogramme.

Dans l'essai 4, le pourcentage maximum de fruits rouges touchés observé lors des contrôles a été de 0,3 % pour la modalité avec Trichogrammes contre 25,2 % pour la modalité avec *Macrolophus* seul.

Dans l'essai 5, avec une très bonne installation des *Macrolophus* et une moindre pression de *Tuta*, la différence entre les deux modalités est beaucoup moins marquée» (1,6% de fruits rouges touchés contre 2,6%).

Dans le premier essai, les apports de Trichogrammes ont permis d'éviter de lourdes pertes et, même à forte dose, leur coût est facilement compensé. Dans le deuxième essai, les apports à forte dose ne sont pas rentabilisés. Ils auraient pu être limités. Ces résultats mettent en évidence l'intérêt de suivre régulièrement la culture pour mettre en œuvre une stratégie adaptée à la situation (évolution de la population de *Tuta*, évolution des dégâts, présence de Mirides...). Voir « *Eléments de stratégie* » en page 11.



© Mathieu Conseil

Éditeurs : Frédéric Rey, Julie Carrière et Aude Coulombel (ITAB)

Auteurs et relecteurs : Elisabeth Tabone (INRA PACA), Amélie Lefèvre, Michaël Goude (INRA Alénya), Anne Terrentroy (CA13), Yannick Trottin (Ctif), Anthony Ginez, Claire Goillon (APREL), Jérôme Lambion (GRAB), Marion Giraud, Julien Séguret (IAS), Frédéric Rey, Julie Carrière (ITAB)

Remerciements : Le projet Casdar TutaPI (2011-2014) a bénéficié du concours du Ministère de l'Agriculture, et de la labellisation par le pôle européen TERRALIA et par le Groupement d'intérêt Scientifique PIClég.

Comment citer ce cahier technique?

Rey F., Carrière J., Ginez A., Giraud M., Goillon C., Goude M., Lambion J., Lefèvre A., Séguret J., Tabone E., Terrentroy A., Trottin-Caudal Y. Stratégies de protection des cultures de tomates sous abri contre *Tuta Absoluta* - Protection Biologique Intégrée, Agriculture Biologique. Cahier technique TUTAPI, Paris, ITAB, 2014, 16p.

✦ Pour en savoir plus

Brochure Ctif «TOMATE SOUS SERRE ET ABRIS : Maîtrise de la protection intégrée»
Yannick TROTTIN-CAUDAL (Ctif), 2011