



Tomate hors sol sous serre fermée

Stratégie de protection biologique intégrée

2016

Claire GOILLON, Anthony GINEZ, APREL – Céline TARDY, Rougeline.

Essai rattaché à l'action n°04.2015.04 : Protection biologique intégrée en cultures de Solanacées et Cucurbitacées.

1. Contexte

En Provence, les conditions climatiques sont favorables aux cultures maraîchères, mais aussi aux ravageurs et maladies qui se développent rapidement, notamment en été avec des températures élevées. Les cultures sous abris s'échelonnent toute l'année. On distingue des productions sous abri froid de février à octobre et des productions sous serre chauffée, souvent hors sol, avec des plantations d'août à janvier. Ce chevauchement de cultures et la proximité des exploitations occasionnent des transferts de ravageurs et maladies, favorisant le développement des insectes comme l'aleurode.

Ce ravageur très présent dans toutes les cultures maraîchères représente un risque important de dégâts directs et de transmission de viroses. Le risque du virus TYLCV a fortement bouleversé les stratégies de protection des cultures en Provence. Il s'avère de plus en plus difficile de mener une stratégie efficace contre aleurodes du fait de la forte pression d'aleurodes toute l'année mais aussi par la présence endémique de *Nesidiocoris (Cyrtopeltis) tenuis* dans l'environnement qui devient une limite du fonctionnement de la lutte intégrée. Aussi, de nouvelles serres équipées de filets insect-proof dès la construction voient le jour. Ces serres dites « serres fermées » ou « serres semi-fermées » ont pour intérêt d'être autonomes au niveau climatique, et hermétiques aux ravageurs présents dans l'environnement.

2. But de l'essai

La protection contre l'aleurode est une thématique de travail renouvelée chaque année sur les différentes cultures maraîchères. En tomate, les stratégies de protection intégrée évoluent en fonction des créneaux de production ou des nouveaux ravageurs. Depuis 2012, la problématique sanitaire des cultures hors sol de tomate a fait l'objet d'une étude centrée sur la protection contre l'aleurode pour les plantations d'été où la pression est particulièrement importante en Provence. Le projet Dephy Serre œuvre en parallèle pour consolider des stratégies de PBI sur des créneaux plus classiques où des difficultés persistent en lien avec *Nesidiocoris (cyrtopeltis) tenuis*. Peu de solutions sont ressorties de ces travaux, si ce n'est l'orientation vers une protection physique des cultures par rapport à l'environnement. L'installation de filets insect-proof sur les serres est sans doute la piste la plus concluante, mais elle nécessite un investissement important ou la construction de nouvelles serres. Cette année, l'étude se porte donc sur le cas d'une serre fermée. Ces travaux font appel à des expérimentations « système » qui prennent en compte une stratégie globale et des règles de décision évoluant en fonction des observations. L'objectif est d'évaluer au cours du temps les méthodes de protection qui peuvent réduire la pression en pathogènes sur l'ensemble de la culture et les traitements phytosanitaires.

3. Protocole expérimental

3.1 Parcelle

Cette étude est menée dans une nouvelle serre fermée construite en 2016 à Avignon (84). La première mise en culture a eu lieu en février 2016 avec des variétés de tomate cocktail, cerise et grappe commercialisées au sein du groupement Rougeline.

Description de la serre	
Type de serre	Serre fermée récente (2016)
Orientation	N/S
Hauteur sous chéneaux	7 m
Surface	3 ha
Dimensions des chapelles	20 chapelles de 8 rangs de 1 530 m ² chacune
Equipements	Gouttières à 0,86 m 200 brasseurs d'air Ouvrants de sécurité en toiture Ecran thermique mobile Injection de CO ₂ issue de la cogénération 36 lampes à soufre

Chauffage	2 PAD sur les parois Nord et Sud Cogénération Thermosiphon (haute température) Tube de croissance (basse température)
Ordinateur climatique	Hortimax
Environnement	Vergers, friches, zones commerciales, axes routiers
Culture 2015-2016	
Substrat	Laine de roche GROTOP, Grodan
Pépiniériste	Earl les tilleuls
Date de plantation	10/02/16 (semaine 6)
Début récolte	28/03/16 (semaine 13)
Variétés	Tomate cerise (1,9 ha) et tomate grappe Clodano (1,15 ha). Plants greffés 2 têtes
Densité	Tomate grappe : 1,8 puis 2,8 plantes/m ² (mars)
Augmentation de densité	Tomate cerises : 2,8 puis 3,5 plantes/m ² (mars)
Fournisseur PBI et bourdons	CAPL, Koppert

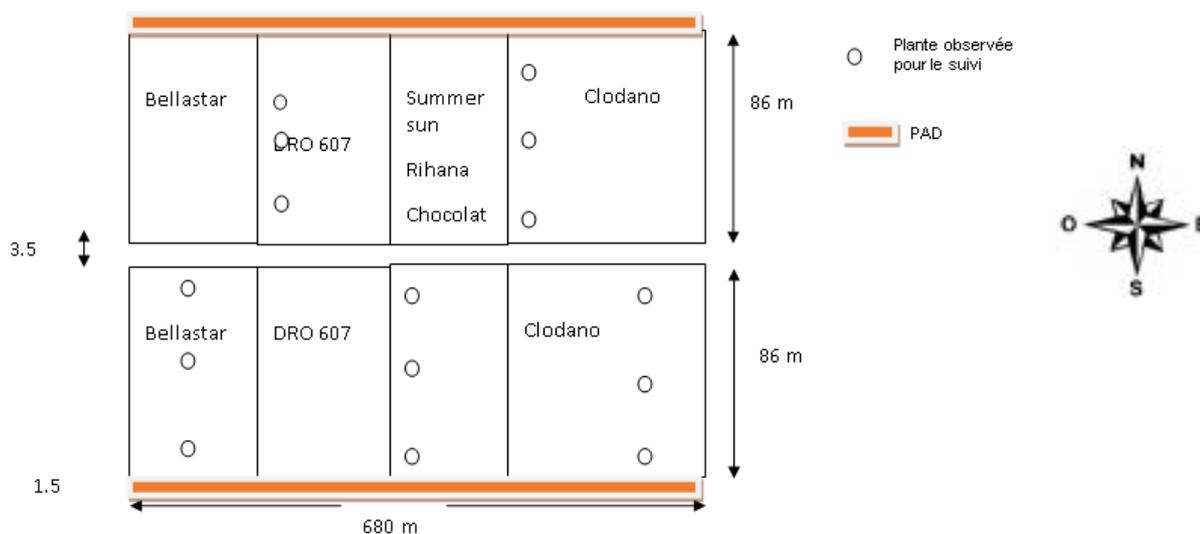


Figure 1 : Plan de la parcelle, variétés et répartition des plantes observées

3.2 Stratégie étudiée

La stratégie de protection adoptée pour ce nouveau type de serre est la même que pour une serre classique mais avec plus de chances de réussite car les auxiliaires peuvent se développer plus facilement avec une pression moins forte et moins précoce en ravageurs. L'objectif est de pouvoir réduire au maximum les traitements phytosanitaires.

Pour les autres maladies et ravageurs, les mêmes moyens sont utilisés. Une attention particulière sera donnée à l'oïdium car ce type de serre semble développer un climat plus favorable à ce champignon.

Aleurodes	<ul style="list-style-type: none"> - Panneaux jaunes pour détection - <i>Macrolophus</i> en pépinière (2/m²) et nourrissage en culture - Biocontrôle - Traitements compatibles
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Biocontrôle en tête - Traitement à effet secondaire en tête - Aspirateur en tête
Oïdium	<ul style="list-style-type: none"> - Lampes à soufre - Traitements préventifs et curatifs
<i>Botrytis</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion du climat - Nettoyage des plaies, retrait des plantes contaminées - Traitements si nécessaire
<i>Tuta absoluta</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pièges à phéromones pour détection - Action secondaire des <i>Macrolophus</i> - Lâchers de <i>Trichogramma achaeae</i> - Si besoin, traitements compatibles

Thrips, acariens	- Traitements localisés sur foyers - Lâchers de <i>Phytoseiulus persimilis</i> - Si besoin, traitements compatibles
Autres maladies et ravageurs	- Traitements localisés sur foyers

3.3 Observations

Compte tenu des objectifs de cette action, il s'agit de suivre à la fois l'environnement, les dynamiques de populations de ravageurs et d'auxiliaires tout au long de la culture à partir de la stratégie de protection choisie par le producteur.

➤ Contrôle des plantes dans la serre

- Observation de l'ensemble des ravageurs et maladies sur **100 plantes**, à la plantation puis 1 à 2 semaines plus tard.
- Tous les 15 jours, observation de **15 plantes entières** choisies au hasard réparties dans 5 chapelles définies. Les chapelles sont choisies en quinconce dans la serre. Dans la longueur de la chapelle, 3 ou 4 plantes sont observées : une proche de l'allée, une au centre et une proche de la paroi (voir figure 1).
- Comptage par plante entière :
Aleurodes :
 - nombre d'aleurodes adultes (*Trialeurodes*, *Bemisia tabaci*)
 - nombre de larves (distinction Tv et Bt si possible)

Un seuil maximum de comptage est défini pour 100 aleurodes par plante. A ce stade, la plante est définie comme « critique » et l'effectif noté est de 100.

Auxiliaires :

- nombre d'adultes et larves âgées de *Macrolophus*, *Nesidiocoris*, *Dicyphus*, et nombre de larves jeunes pour lesquelles la distinction est impossible.
- Parasitisme : Nb de larves parasitées

Tuta absoluta :

- Numéro de la 1^e feuille touchée à partir de l'apex (1^{er} bouquet visible)
- Intensité d'attaque (1 faible, 2 moyen, 3 fort)
- Présence de fruits touchés
- Comptage d'adultes dans les pièges à phéromones

Oïdium :

- Numéro de la 1^e feuille touchée à partir de l'apex (1^{er} bouquet visible)
- Intensité d'attaque, notée de 1 à 3 (1 faible, 2 moyen, 3 fort)

Autres ravageurs (acariens, pucerons, mineuses...) : notation par classe d'intensité d'attaque

- Observations générales
Détection des autres maladies et ravageurs (botrytis, virus, bactérioses, pythium...) dans les rangées traversées ou dans la serre : notation de présence, intensité, échantillonnage pour diagnostic si besoin et observation de foyers si nécessaire

➤ Suivi des pratiques sanitaires sur l'exploitation

Le producteur communique toutes les interventions réalisées en termes de protection sanitaire. Certaines techniques culturales ayant un lien avec la protection sont également notées (effeuillage, fertilisation...).

4. Résultats

4.1 Protection contre les aleurodes

➤ Installation de la PBI

Les *Macrolophus* ont été lâchés en pépinière pour gagner du temps sur le développement en culture. La dose introduite sur les jeunes plants est équivalente à 2 *Macrolophus*/m² à l'échelle de la parcelle de production. Aucun lâcher de parasitoïde n'a été réalisé en complément du fait d'une faible pression enviroennante lié à l'isolement de la serre.

Le nourrissage des *Macrolophus* est effectué avec les cystes d'*Artemia* en 4 passages tous les 15 jours pour alimenter les jeunes larves. A chaque passage, une dose de 500 g/ha est appliquée en tête de plante, soit 2 kg/ha au total.

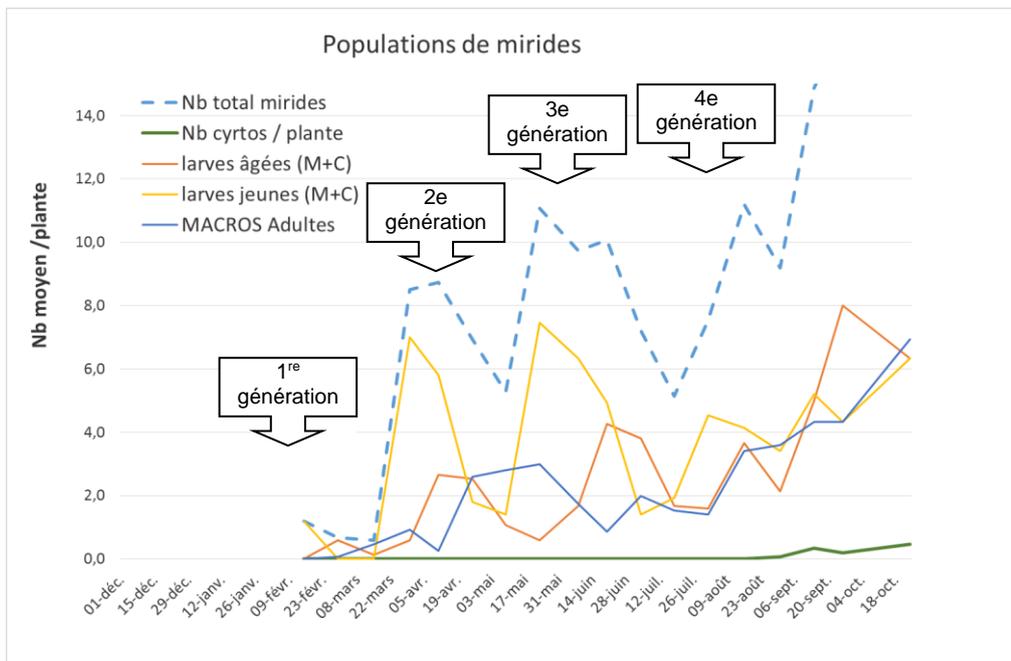


Figure 2 : Effectifs de mirides (*Macrolophus* et *Cyrtopeltis*) observés dans la culture

Les lâchers de *Macrolophus* en pépinière ont permis d'obtenir rapidement des effectifs importants dans la culture et de manière homogène. Ce n'est qu'à la 2^e génération (début avril) que les populations sont significatives et représentent plus de 5 *Macrolophus*/plante. Les pics d'éclosion de larves sont bien marqués à chaque génération, toutes les 6 semaines environ. La 4^e génération qui émerge début août est moins importante sans qu'aucune intervention pouvant perturber leur développement n'ait été faite dans la culture. Cependant, les effectifs sont de nouveau très élevés en fin de culture.

Les *Cyrtopeltis* sont parvenus à entrer dans la serre malgré les filets. Les premiers adultes ont été observés le 31 août sur la variété Clodano. Ils sont restés faiblement représentés (0,5 adulte/plante au maximum) mais ont quand même provoqué quelques piqûres en anneaux dans le secteur de Clodano. Ils ont été gérés localement avec le passage d'un aspirateur en tête de plante

➤ Contrôle de l'aleurode

Malgré l'isolement de la serre fermée, les aleurodes *Trialeurodes vaporariorum* ont été présentes dans la culture à partir d'avril, soit 3 mois après la plantation. La pression en aleurodes a été faible tout au long de la culture, mais on observe un développement de la population significatif sur les mois d'été, même si les *Macrolophus* sont bien installés. Les effectifs atteignent en moyenne jusqu'à 8 adultes et 11 larves d'aleurodes par plante en août.

Aucune intervention chimique n'a été effectuée pour l'aleurode dans la serre. Sur la partie la plus affectée (chapelles avec la variété DRO607), une régulation des larves avec Mycotal et de l'huile blanche a été réalisée fin août. Un traitement réalisé contre les pucerons dans ce même secteur a pu aussi avoir un effet secondaire sur l'aleurode fin juin.

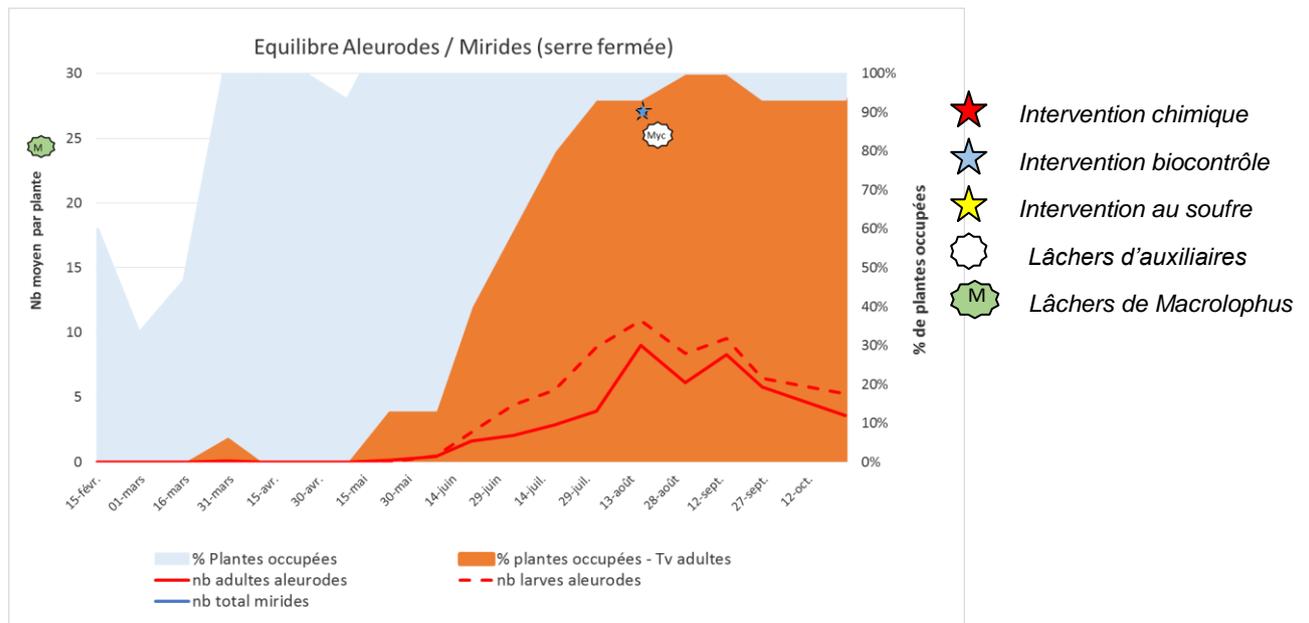
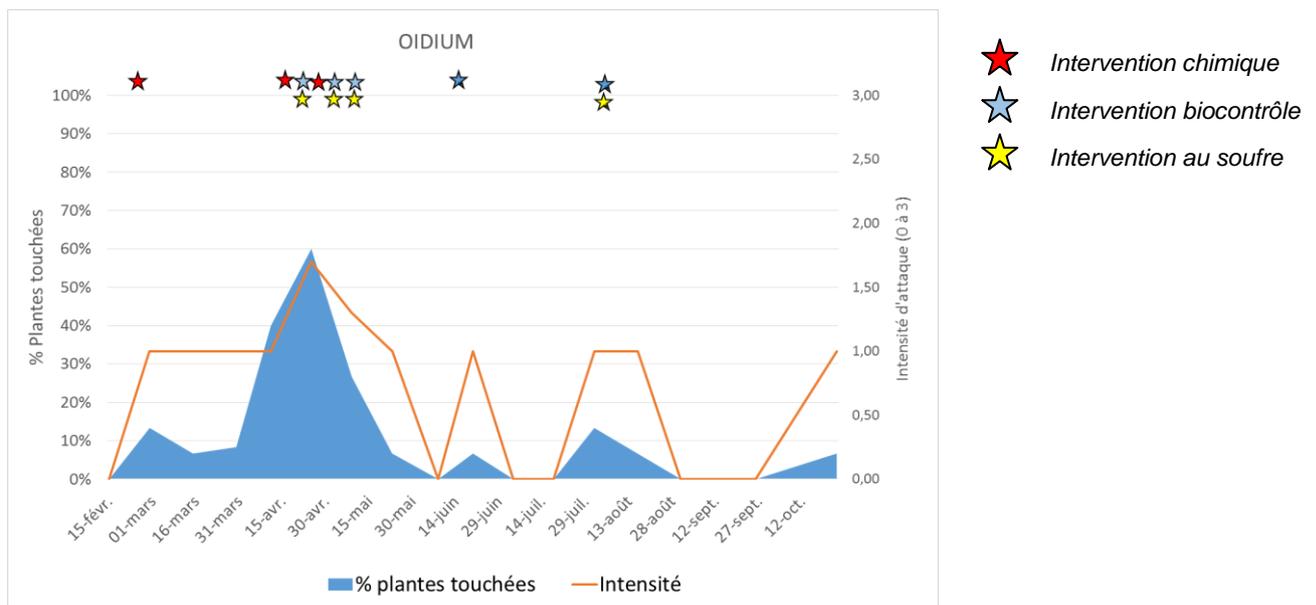


Figure 3 : Evolution des populations de mirides et d'aleurodes dans la culture en 2016

4.2 Protection contre le *Botrytis* et l'oïdium

➤ Oïdium

Aucune des variétés dans la serre ne possède de résistance intermédiaire à l'oïdium. Ce champignon est un point de vigilance car le climat plus sec des serres fermées semble lui être favorable.



L'oïdium est présent dans la culture très rapidement après la plantation. Les premières taches sont observées sur les cotylédons. Des lampes à soufre ont été mises en fonctionnement la nuit, 2 semaines après la plantation. Compte tenu de la précocité de la maladie, le choix est fait d'utiliser un traitement chimique fin février avant que le développement soit trop important. Cette intervention ralentit l'oïdium mais ne l'élimine pas, car on observe un pic plus important début avril qui concerne 60% des plantes, en particulier la variété Clodano. La stratégie choisie est d'alterner des traitements chimiques avec des produits de biocontrôle (Fluidosoufre, Armicarb). L'oïdium est finalement contrôlé début juin. Il n'a jamais atteint dans la culture un niveau élevé pouvant pénaliser la production.

Un stimulateur de défense des plantes (Bastide et Blason) est alors essayé sur la moitié sud de la serre. Quelques taches d'oïdium réapparaissent ponctuellement sur la variété Bellastar au Nord comme au Sud et sont gérées avec des applications de soufre localisées.

➤ **Botrytis**

Le *Botrytis* a été observé en juin localement dans la partie sud-est de la serre (variété Clodano) qui se caractérise par des températures plus élevées et une moins bonne ventilation. Des nettoyages de plantes ont été effectués et ont suffi à éviter une contamination plus étendue. Aucun traitement fongique n'a été réalisé contre le *Botrytis*. Des ajustements climatiques sont étudiés.

4.3 Protection contre les autres maladies et ravageurs

➤ **Tuta absoluta**

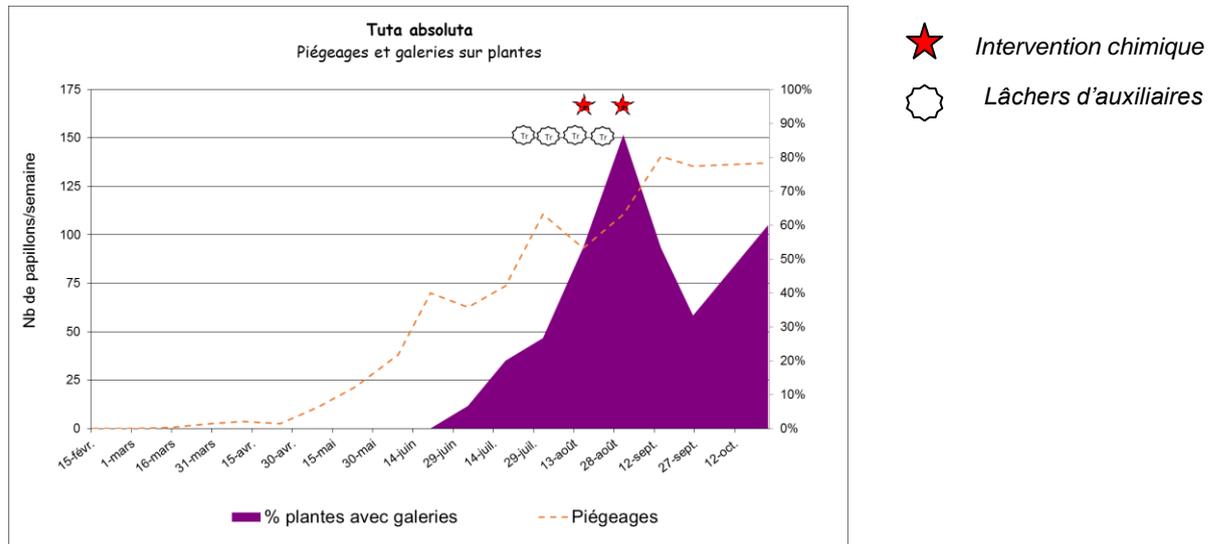


Figure 5 : Evolution des piégeages et des contaminations de plantes par *Tuta absoluta* dans la culture en 2016

La détection de *Tuta absoluta* dans la serre a commencé dans les pièges Delta en mars, soit un mois après plantation. Les piégeages ne sont devenus significatifs qu'à partir du mois de mai et les premières galeries n'ont été observées que le 4 juillet. A cette époque, la bonne installation des *Macrolophus* permettait d'envisager un contrôle par le prédateur. Mais les infestations de plante ont continué à progresser sur les deux secteurs de bordure, variétés Clodano et Bellastar.

Des lâchers de l'auxiliaire *Trichogramma achaeae* ont été réalisés durant 4 semaines de mi-juillet à mi-août à la dose de 50 plaquettes par secteur. En août, aucune baisse des galeries sur plantes et des piégeages n'est observée et un traitement localisé avec Success est effectué sur les secteurs de Clodano puis Bellastar. On observe une réduction des larves sur les plantes qui permettent d'épargner la production mais le ravageur est toujours bien présent en fin de culture sur 60% des plantes. Dans les pièges, on dénombre encore plus de 100 papillons par semaine.

➤ **Pucerons**

Les premiers pucerons sont observés dans le secteur sud-ouest de la serre sur la variété DRO607 mi-avril. Habituellement peu virulents sur la tomate en culture hors-sol, ils sont laissés comme proie pour les *Macrolophus*. Mais à partir de fin mai, les colonies de pucerons se développent fortement et commencent à dégrader les grappes de tomate cerise (DRO607). Mi-juin, on comptabilise en moyenne 33 pucerons par feuille avec des effectifs plus importants en tête de plante. Une application localisée en tête d'un produit de biocontrôle (Eradicoat) est essayée en juin sur les foyers mais sans aucun résultat. Cela conduit à l'application d'un aphicide sur le secteur contaminé. On observe une bonne mortalité début juillet mais quelques pucerons vivants restent encore. L'essai d'un fertilisant foliaire à base d'extraits de plantes a montré une efficacité intéressante sur ces petites populations de pucerons.

➤ **Acariens**

Un foyer est observé fin juillet dans la partie sud. Un traitement localisé sur les plus gros foyers permet de rétablir la situation et de lâcher des auxiliaires *Phytoseiulus persimilis* sur la variété DRO607 (2 lâchers consécutifs de 5 individus/m² à une semaine d'intervalle, positionnés sur les cubes des plantes). En août, certains secteurs sont encore contaminés (variété Bellastar) et font l'objet d'un traitement acaricide qui se montre très efficace. Les *Phytoseiulus* sont visibles 3 semaines environ après les lâchers et complètent la protection contre acariens.

➤ Thrips et virus du TSWV

Quelques thrips sont observés sur panneaux jaunes à la plantation. Aucun traitement n'est réalisé en début de culture contre ce ravageur car il n'existe aucun produit compatible avec les *Macrolophus*, déjà présents sur les plantes. Les thrips n'ont jamais été observés sur les plantes mais le virus du TSWV a été détecté mi-mars et a occasionné la perte de quelques plantes au cours de la culture. Toutes les variétés n'étant pas résistantes à ce virus, le risque est important.

➤ Autres problèmes sanitaires

Des cochenilles farineuses se sont développées sur des foyers à l'entrée de la serre en été. Cette contamination assez surprenante dans le cadre d'une serre neuve a sans doute une explication dans le fait que l'utilisation d'un appareil de traitement commun avec une autre serre contaminée a été nécessaire ponctuellement. Les cochenilles ont été traitées localement avec de l'huile blanche.

5. Bilan phytosanitaire

Tableau 8 : Bilan des traitements par ravageur ou maladie au cours de la saison 2016

Ravageur ou maladie	IFT chimique	IFT biocontrôle	Autres alternatives utilisées
Aleurodes	-	0.4	Auxiliaires <i>Macrolophus</i> (2/m ²), panneaux jaunes
Punaises	-	-	aspirateur
Chenilles, <i>T. absoluta</i>	0.6	2.5	Auxiliaires <i>Macrolophus</i> (2/m ²), <i>Trichogrammes</i> (400 plaquettes sur 1.9 ha), pièges à phéromones
Acariens	1.12	-	Auxiliaire <i>Phytoseiulus persimilis</i> (10/m ² sur 7000 m ²)
Pucerons	0.2	0.001*	
Thrips	-	-	Panneaux de détection
Cochenilles	-	0.001*	
Oïdium	2.5	6.5	Lampes à soufre (12/ha)
Botrytis	-	-	Nettoyage des plants
TOTAL	4.42	9.402	

* traitements localisés effectués sur une très petite surface, à l'échelle de quelques plantes. L'indication 0.001 est une estimation.

La protection de la culture en serre fermée a occasionné moins de 5 traitements chimiques par hectare sur une culture de 11 mois. La majorité des traitements concerne l'oïdium (56%), et les acariens (25%). Les pucerons et *Tuta absoluta* ont fait l'objet des autres traitements (18%). L'aleurode, principal ravageur des cultures de tomate sous serre, n'a pas occasionné d'interventions chimiques et a pu être entièrement contrôlé par la PBI.

Les produits de biocontrôle ont particulièrement été utilisés pour l'oïdium qui bénéficie de plusieurs alternatives au contrôle chimique. Il n'existe que très peu de solutions alternatives pour les autres maladies et ravageurs. Néanmoins, l'application de traitements localisés sur les foyers est une solution qui a été exploitée pour réduire les IFT.

Dans ce type de serre, la protection contre l'oïdium et les acariens doit donc être travaillée pour réduire les interventions chimiques.

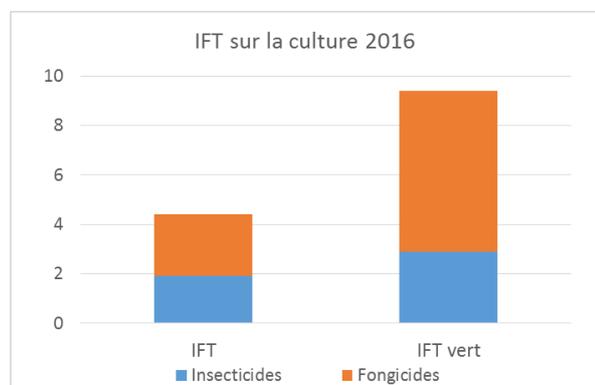


Figure 6 : Cumul des IFT chimiques et des IFT de biocontrôle sur la culture en 2016

6. Conclusion

L'aleurode est certainement l'enjeu principal pour les cultures de tomate hors-sol dans le Sud-Est de la France au vu des populations importantes, des risques de viroses et des dégâts occasionnés dans les cultures. La serre fermée apparaît comme un outil intéressant pour se prémunir d'un environnement chargé en ravageurs, améliorer l'efficacité de la PBI et réduire les traitements chimiques.

Les résultats de l'essai réalisé cette année permettent de confirmer ces multiples intérêts pour la protection de l'aleurode. Aucun traitement chimique n'a été appliqué contre ce ravageur et les *Macrolophus* à la dose de 2/m² ont suffi à contrôler l'aleurode.

Néanmoins, plusieurs points de vigilance sont à mettre en avant :

- Il s'agit d'une première mise en culture dans une serre neuve et avec une plantation décalée en février, sans risque de contamination résiduelle d'une saison antérieure. La situation peut être moins simple sur les prochaines années.
- Tous les ravageurs habituellement observés sur la tomate ont été observés dans la serre dès la 1^{ère} année de culture malgré l'isolement par les filets. Même si les populations initiales sont plus faibles que dans une serre classique, une fois dans la culture, le développement des ravageurs est identique.
- Les lâchers de *Macrolophus* en pépinière ont été favorables à une installation rapide et homogène des auxiliaires. Cependant cela impose de ne pas faire de traitement en début de culture contre les thrips, vecteurs du TSWV.
- La présence de *Nesidiocoris tenuis* est inquiétante et risque de poser les mêmes problèmes qu'en serre classique avec des dégâts sur la production et la disparition des *Macrolophus*.

Concernant les maladies fongiques, le climat particulier de la serre favorise bien l'oïdium. Apparu très rapidement dans la culture, ce champignon est à l'origine des principaux traitements chimiques dans la culture cette année. Pour limiter les applications de fongicides, il peut être intéressant de travailler avec des stimulateurs de défense des plantes pour mettre la culture dans une situation de moindre sensibilité. La solution Bastide et Blason sera essayée de façon plus précoce en 2017. L'utilisation de variétés résistantes serait aussi un atout, mais elle est plus difficile à mettre en œuvre avec les variétés commerciales actuelles. Enfin, la gestion de la fertilisation azotée par rapport au développement de l'oïdium est une piste qui a déjà été travaillée dans le projet Fertipro et qui pourrait être exploité dans ce contexte.

Si la perspective dans cette serre est de réaliser une production sans résidu phytosanitaire, certaines améliorations sont à prévoir suite à ce premier suivi :

- La surveillance sur les points d'entrée doit être plus importante pour éviter l'introduction des ravageurs par les flux d'air, les outils ou le personnel.
- Les lâchers de *Macrolophus* se feront après plantation pour permettre un assainissement des plants vis-à-vis du thrips.
- Les traitements localisés sur foyers doivent être maintenus avec une intervention rapide
- Les lâchers de *Trichogramma achaeae* contre *Tuta absoluta* doivent être déclenchés de façon plus précoce et combinés avec des applications de *Bacillus thuringiensis* et l'utilisation des lampes UV lorsque les vols de papillons dans la serre deviennent trop importants.

Cet essai sera renouvelé en 2017 et permettra de valider certains points sur la stratégie de protection de la culture de tomate en serre fermée.

Renseignements complémentaires auprès de :

Claire GOILLON, APREL, 13210 St-Rémy-de-Pce, Tel 04 90 92 39 47, goillon@aprel.fr

Action A933

<p>Réalisé avec le soutien financier de :</p>	 <p>FranceAgriMer ÉTABLISSEMENT NATIONAL DES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE LA MER</p> <p>La responsabilité de FranceAgriMer ne saurait être engagée</p>	 <p>Liberté • Égalité • Fraternité REPUBLIQUE FRANÇAISE</p> <p>MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'ALIMENTATION DE LA PÊCHE DE LA RURALITÉ ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE</p> <p><small>avec la contribution financière de compte d'affectation spéciale "Développement agricole et rural"</small></p>
		<p>La responsabilité du Ministère chargé de l'Agriculture ne saurait être engagée</p>