



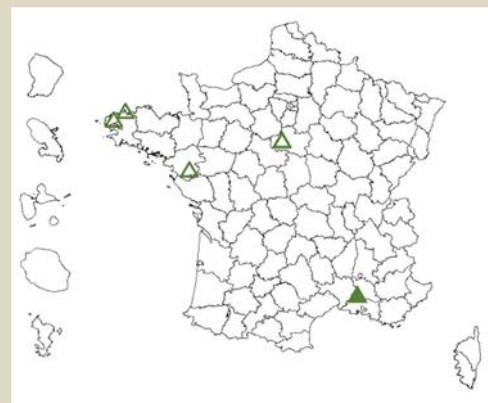
Projet : DEPHY SERRE - Production sous serres tomate et concombre : tendre vers le zéro intrant phytosanitaire

Site : APREL

Localisation : Route de Molléges, 13210 St Rémy de Provence
(43.795254, 4.862658)

Système DEPHY : Zéro résidu

Contact : **Claire GOILLON** (goillon@aprel.fr)



Localisation du système (▲)
(autres sites du projet △)

Production de tomates sans résidu

Site : producteur

Durée de l'essai : 2014-2017

Situation de production : culture hors-sol sous serre verre

Espèces : tomate

Conduite : conventionnel

Circuit commercial : circuit long majoritairement

Dispositif expérimental : serre d'1,2 ha, succession de tomate

Système de référence : en l'absence de système de référence, la situation des pratiques sur la 1^{ère} année du suivi est retenue pour évaluer le système

Type de substrat : conduite sur substrat de laine de roche

Origine du système

La culture de tomate hors-sol dans le Sud de la France est soumise à une **pression de maladies et ravageurs importante**. La Protection Biologique Intégrée (**PBI**) représente aujourd'hui la principale méthode de protection contre les **aleurodes**. Cependant, elle est fragilisée par la présence de punaise **Nesidiocoris tenuis** et par la pression des autres maladies et ravageurs tout au long de la culture.

Le système étudié vise à maintenir une **PBI efficace contre l'aleurode** en améliorant le potentiel de prédation des **Macrolophus** et en apportant des solutions compatibles contre les autres bioagresseurs. Il doit répondre à l'attente sociétale d'une consommation de **tomate sans résidus**.

Objectif de réduction d'IFT



*Tendre vers le zéro intrant phytosanitaire chimique.
Evaluation par rapport à la 1^{ère} année de suivi.*

Mots clés

Tomate hors-sol - Aleurodes - *Macrolophus* - Oïdium - *Tuta absoluta* - *Nesidiocoris* - PBI

Stratégie globale

Effizienz ★☆☆☆☆
Substitution ★★★★★
Reconception ☆☆☆☆☆

Effizienz : Amélioration de l'efficacité des traitements

Substitution : Remplacement d'un ou plusieurs traitements phytosanitaires par un levier de gestion alternatif

Reconception : La cohérence d'ensemble est repensée, mobilisation de plusieurs leviers de gestion complémentaires



Le mot du pilote de l'expérimentation

« La difficulté en tomate hors-sol est de maintenir un équilibre entre ravageurs et auxiliaires sur une durée de culture longue. Cet équilibre biologique est dépendant de très nombreux facteurs et peut rapidement être fragilisé. Cela demande des observations précises, une grande technicité, et suffisamment de solutions alternatives pour préserver la PBI. A ce jour, il manque encore beaucoup d'outils de biocontrôle efficaces contre les ravageurs. » C. GOILLON

Caractéristiques du système

Plantation fin Novembre
(sem 47) année n

Arrachage début Novembre
(sem 44) année n+1

Succession culturale :



Substrat : laine de roche, renouvelée chaque année.

Interculture : vide sanitaire de 2-3 semaines.

Variétés de tomate : tomate grappe, cocktail et cerises, greffées sur DRO141.

Densité : 2,70 à 3,6 plants/m² après augmentation de densité.

Structure : serre verre ancienne de 1,2 ha, rehaussée, hauteur 4 m sous chéneaux. Orientation des chapelles Nord/Sud.

Chauffage : thermosiphon et tubes de croissance. Ordinateur climatique Hortimax.

Equipements : écran thermique mobile, gouttières à 0,30 cm de haut, injection de CO₂, cogénération depuis fin 2016.



Culture de tomate en production. Crédit photo APREL

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont de 4 ordres :

<p>Agronomiques</p> <p>Rendement</p> <p>Pas de pertes de rendement par rapport à la 1^{re} année de suivi</p> <p>Qualité</p> <ul style="list-style-type: none"> - <5% de second choix - Qualité gustative 	<p>Maîtrise des bioagresseurs</p> <p>Maîtrise des ravageurs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aleurodes : pas de fumagine, pas de virus - <i>Tuta absoluta</i>, chenilles, pucerons, acariens : pas de dégâts sur fruits - <i>Nesidiocoris</i> : pas d'installation des populations, pas de dégâts sur plante - Acariose bronzée, cochenilles : tolérance de symptômes sans propagation des foyers 	<p>Socio-économique</p> <p>Commercialisation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Satisfaction du marché en volume - Pas de résidus phytosanitaires - Prix de vente > production conventionnelle
<p>Environnementaux</p> <p>IFT</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tendre vers le zéro intrant phytosanitaire chimique. - Introduction de produits de biocontrôle avant toute solution chimique ou en substitution 	<p>Maîtrise des maladies</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oïdium : tolérance attaques en bas de plante - Virus : pas de TYLCV (virus des feuilles jaunes en cuillère de la tomate) et TSWV (virus de la maladie bronzée de la tomate). Tolérance ToCV (chlorose de la tomate), PVY (virus Y de la pomme de terre) et Pepino - Coryné (chancre bactérien) : pas de plante fânée - Botrytis : tolérance de symptômes sans perte de plante 	<p>Main d'œuvre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tolérance d'une surcharge de travail liée aux techniques alternatives - Amélioration des conditions de travail

Le système privilégie la **prophylaxie**, la **lutte mécanique** et le recours aux produits de **biocontrôle** pour maîtriser les bioagresseurs dans la culture. Il doit conduire à la production de tomates commercialisées sous le **label « Zéro résidus »**.

La stratégie implique une **prise de risque importante** sur le niveau de protection de la culture et une **augmentation de main d'œuvre** considérable.

Résultats sur les campagnes de 2015 à 2017

> Maîtrise des bioagresseurs

Le code couleur traduit le niveau de satisfaction des résultats vis-à-vis des objectifs initialement fixés : vert = résultat satisfaisant, orange = résultat moyennement satisfaisant, rouge = résultat insatisfaisant.

Dans ce système, la protection contre les **maladies** est **satisfaisante**.

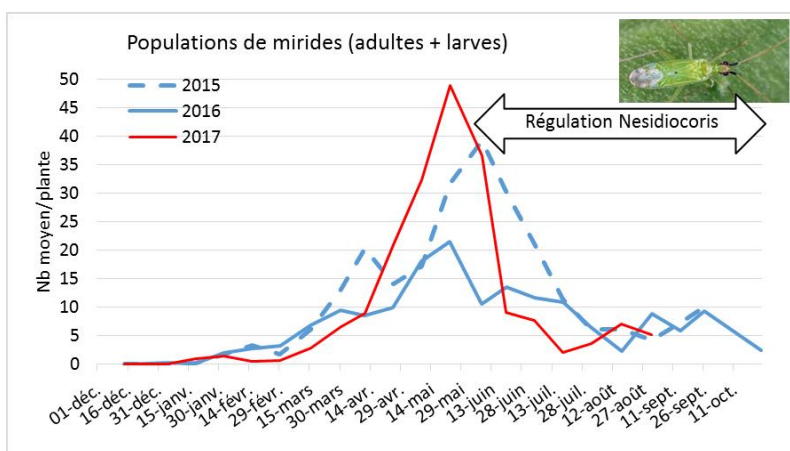
L'**oïdium**, présent chaque année, nécessite toutefois des interventions stratégiques pour être contrôlé.

Des **solutions alternatives intéressantes** ont pu être introduites, telles que le retrait des premières tâches et l'applications de soufre et de bicarbonate de potassium.

Campagne		2014-2015	2015-2016	2016-2017	Satisfaction globale sur les 3 ans
Bioagresseurs					
Ravageurs	Aleurodes	😊	😞	😡	😞
	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	😞	😡	😞	😞
	<i>Tuta absoluta</i>	😊	😡	😊	😞
	Pucerons	😊	😡	😊	😊
	Acariens	😊	😊	😊	😊
	Acariose bronzée	😞	😞	😞	😞
	Cochenille	😞	😞	😞	😞
Maladie	Oïdium	😊	😊	😞	😊
	Botrytis	😊	😊	😊	😊

Contre les **ravageurs**, la protection de la culture dépend surtout de l'installation de **Macrolophus pygmaeus**. Les populations sont faibles jusqu'au printemps, elles sont ensuite rapidement limitées par l'arrivée de *Nesidiocoris tenuis*.

Une installation de *Macrolophus* plus lente en février-mars 2017 (*graphique ci contre*) et une mauvaise efficacité des parasitoïdes est principalement à l'origine du débordement des **aleurodes**, ce qui a conduit à des **dégâts de fumagine** (en avril 2017, 60% des plantes présentent plus de 100 adultes). Les **produits de biocontrôle** testés n'ont pas été suffisamment efficaces.



Populations de mirides = (Macrolophus + Nesidiocoris + Dicyphus)

Nesidiocoris tenuis est un ravageur difficile à maîtriser car quelques individus suffisent à causer des dégâts en tête et à déséquilibrer la PBI. En 2017, les effectifs sont maintenus en-dessous de 0,5/plante grâce à un investissement considérable en main d'œuvre pour appliquer des **techniques de régulation alternative** comme l'aspiration des adultes en tête et le retrait des bourgeons pour l'élimination des larves.

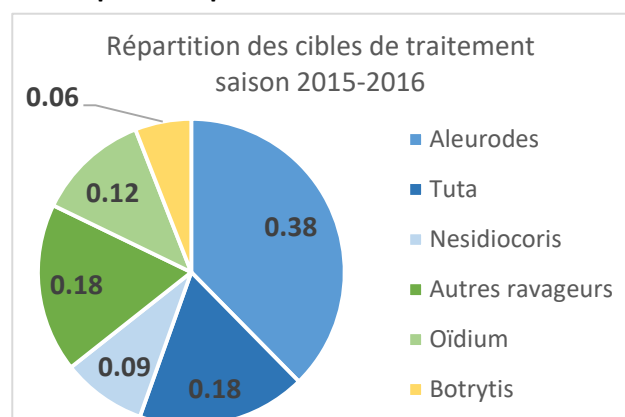
Les **pucerons** et *Tuta absoluta* ont été à l'origine de pertes de production lorsque leur développement n'a pas été enrayé à temps (2016). Avec la réduction des traitements chimiques, des ravageurs comme l'**acariose bronzée** et la **cochenille** redeviennent problématiques.

> Performances

Des **solutions alternatives** ont été testées pour réduire les traitements chimiques sur les principales problématiques. En 2016, elles n'ont **pas permis de réduire les IFT**. La tendance d'IFT est à la baisse en 2017 mais la protection de la culture n'est pas encore suffisante car on constate notamment l'**augmentation des problèmes secondaires** (acariose, cochenilles...). Chaque campagne est à replacer dans un **contexte climatique et de pression environnementale différent**.

Campagne	IFT chimique	IFT biocontrôle
2014-2015	14	8,6
2015-2016	17	17,7
2016-2017	13	10,9

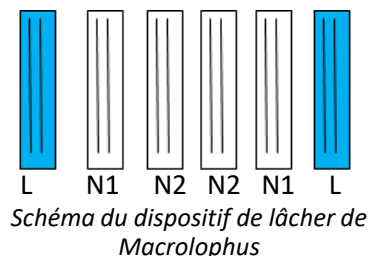
Le rendement a été impacté en 2016 par les attaques de **pucerons** et *Tuta absoluta*, et en 2017 par les **dégâts d'aleurodes**.



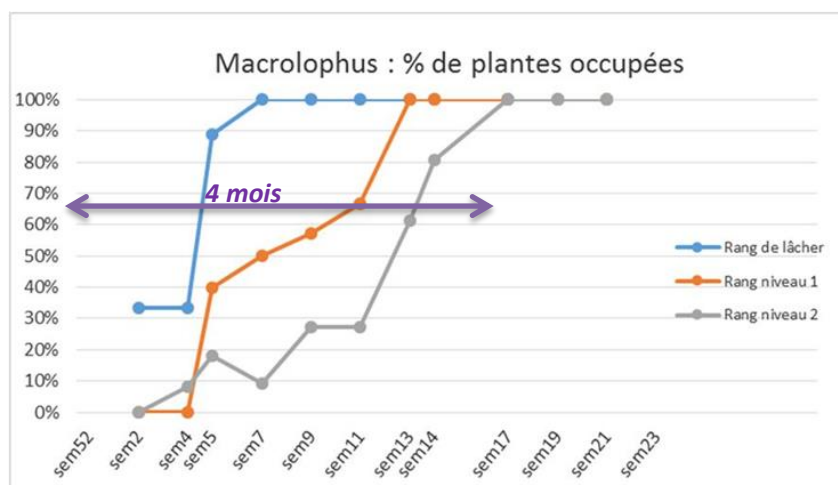


Zoom sur l'installation des *Macrolophus*

L'installation des *Macrolophus* dans la culture est un point crucial de la réussite de la PBI en tomate. Dans le cas étudié, ils sont lâchés 1 mois après plantation sur des rangées entières tous les 5 rangs de tomate (rang L sur le schéma) à la dose de 2/m² (1/m² semaine 51 + 1/m² semaine 52).



Le **nourrissage** des *Macrolophus* avec des cystes d'*Artemia* permet de stimuler leur développement. Il se fait au moment des lâchers puis à la sortie des premières larves 15 jours plus tard. Quatre nourrissages supplémentaires sont ensuite réalisés tous les 15 jours, en disposant la nourriture (500 g/ha) en tête de plantes progressivement dans les rangs voisins (N1, N2) pour faciliter la dispersion des auxiliaires. Il faut ainsi **4 mois** pour que **toutes les plantes** de la serre hébergent des *Macrolophus* (graphique ci contre). Ils sont **deux fois plus nombreux** avec cette technique que sans nourrissage après lâchers.



Transfert en exploitations agricoles

Toutes les techniques utilisées dans cette étude sont transférables à la plupart des producteurs de tomate hors-sol puisque le travail a été réalisé **en conditions de production**. Cependant, le système étudié ne permet pas de développer une stratégie de protection contre les **aleurodes** et **Nesidiocoris** suffisamment solide pour être généralisée à toutes les exploitations.

Certains points stratégiques sont à retenir comme le **dispositif de lâcher de *Macrolophus***, les **techniques de régulation de *Nesidiocoris*** par aspiration ou retrait des bourgeons. La réduction des traitements chimiques impose une **mobilisation de main d'œuvre plus élevée** et parfois une **réorganisation du travail importante**. L'adaptation de ces techniques ne peut se faire qu'avec **l'acceptation de ces contraintes** dans les exploitations.

En dehors des techniques étudiées, la méthode d'observation et de suivi utilisée peut servir aux producteurs comme outil d'aide à la décision. Il reste certains seuils à mieux définir et à adapter à chaque situation.

Pistes d'améliorations du système et perspectives

Les pistes d'amélioration dans la protection contre les ravageurs en tomate hors-sol passent tout d'abord par une **meilleure utilisation des outils actuels** : les doses de lâcher de *Macrolophus* peuvent être renforcées en début de culture, le travail des plantes et la gestion du climat doivent mieux tenir compte du développement des auxiliaires, l'observation doit être organisée pour une réactivité technique rapide...

Mais de **nouvelles techniques** demandent aussi à être développées pour apporter des solutions à des situations parfois compliquées. L'intégration des produits de biocontrôle efficaces, de plantes relais, de confusion sexuelle ou de nouveaux auxiliaires pourraient être utiles. La rénovation des vieilles serres par des serres fermées facilitera aussi la protection des cultures à l'avenir.

Pour en savoir **+**, consultez les fiches **PROJET** et les fiches **SITE**

Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par Claire GOILLON, APREL



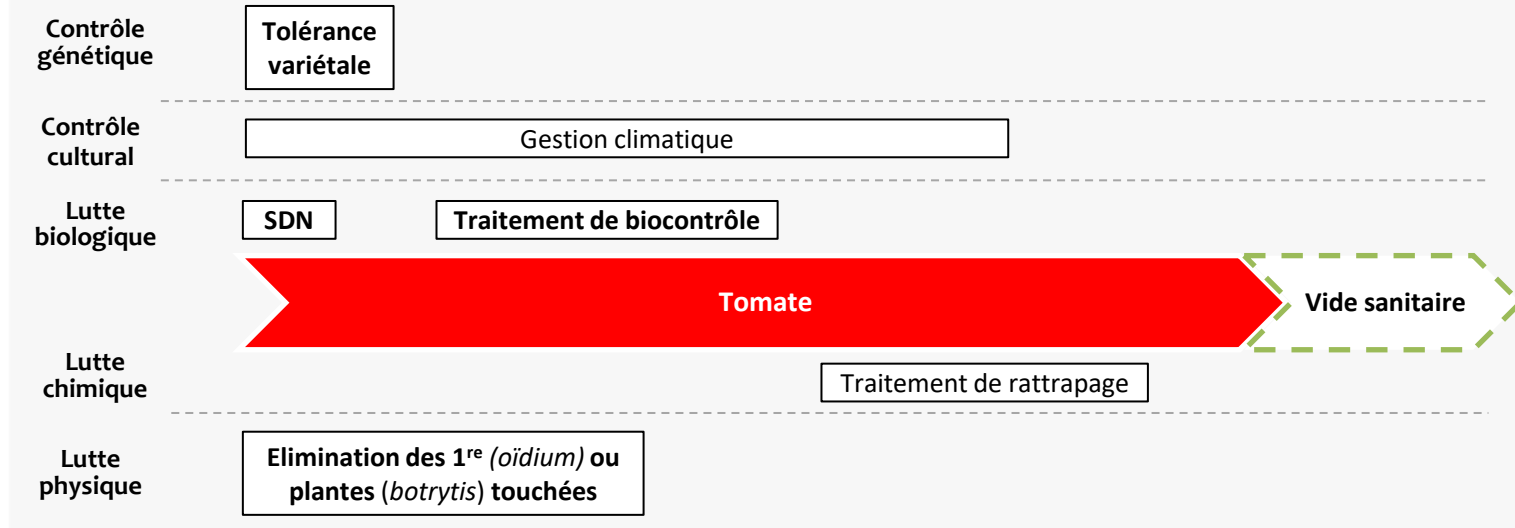
AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



Stratégie de gestion des maladies



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des maladies.



Maladies cibles :
Oïdium, Botrytis

- Objectifs :**
- Eviter les traitements pendant l'installation des *Macrolophus*
 - Tolérance de taches d'oïdium sur les feuilles basses
 - Eviter la généralisation de l'oïdium à la culture

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Tolérance variétale	Il n'existe pas de résistance totale contre l'oïdium en tomate mais une résistance intermédiaire ou une tolérance à ce champignon qui limitent le développement de la maladie.	La gamme de variétés tolérantes à l'oïdium n'est aujourd'hui pas suffisamment développée pour orienter le choix variétal en fonction de ce critère. Mais les nouvelles sélections intègrent ce besoin.
SDN (Stimulateur de Défense Naturelle)	Application en préventif sur la culture régulièrement, surtout en période à risque, pour stimuler les mécanismes de défense des plantes. Le but est de retarder le développement des maladies.	Essai de Bastide et Blason sur un bloc séparé. Les résultats sont intéressants sur le retard de contamination et l'intensité d'attaque mais doivent être confirmés.
Elimination des feuilles touchées	Les premières plantes touchées sont nettoyées. Retrait des feuilles avec taches d'oïdium ou nettoyage des chancres de botrytis. De cette façon, l'inoculum primaire est retiré de la serre, ce qui freine l'extension de la maladie. Une application localisée avec un biocontrôle permet de compléter l'action.	Ce levier est mis en œuvre assez facilement sur foyer avec un effeuillage et évacuation des parties contaminées hors de la serre. Il n'est pas réalisable sur une contamination généralisée d'oïdium mais doit être organisé pour le botrytis
Traitement de biocontrôle	L'application de produit de biocontrôle (Armicarb, soufre) est réalisée dès détection des premières taches d'oïdium et renouvelée à moins d'une semaine.	L'efficacité des produits de biocontrôle dépend de la qualité d'application et de la répétition des traitements. L'association avec le soufre est bénéfique.



Contamination avancée d'une culture de tomate par l'oïdium.
Crédit photo APREL

Stratégie de gestion des ravageurs

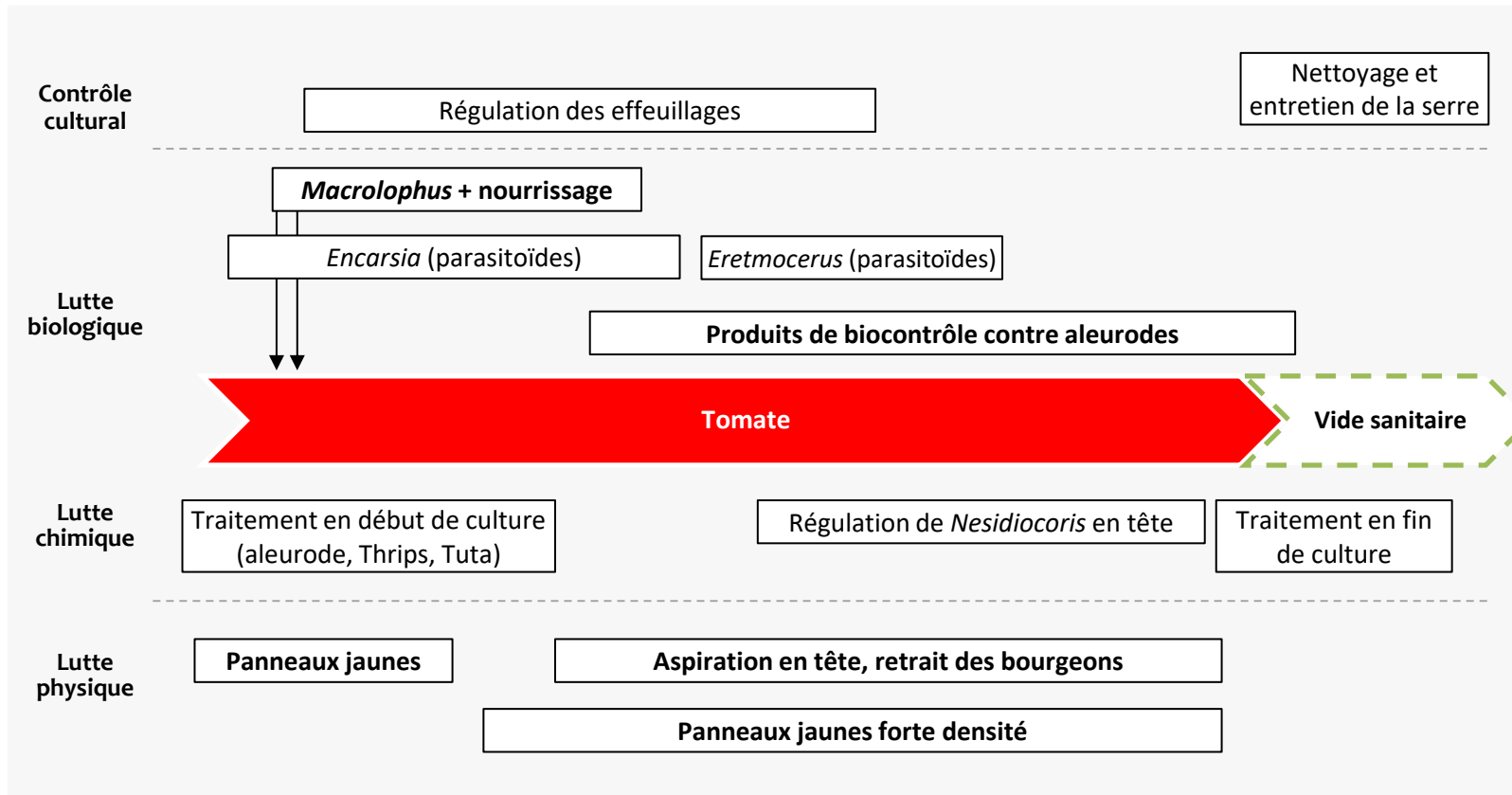


Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des ravageurs.

Objectifs :

- Installer rapidement la PBI dans la culture avec *Macrolophus*
- Atteindre un équilibre ravageurs /auxiliaires qui permette de contrôler les ravageurs
- Ne pas avoir de fumagine (aleurodes) ni de dégâts sur fruits (piqûres de *Tuta*)
- Tolérance de quelques anneaux nécrotiques causés par *Nesidiocoris* mais aucune coulure de fleur et pas d'installation des populations

Ravageurs cibles :
Aleurodes, *Nesidiocoris tenuis*
Tuta absoluta



Adaptation d'un chariot pour l'aspiration des adultes d'aleurodes et de *Nesidiocoris*.
Crédit photo APREL



Leviers

Principes d'action

Enseignements

Macrolophus	<p>La prédation de <i>Macrolophus</i> pour de nombreux ravageurs de la tomate fait de lui un auxiliaire indispensable à la protection de la culture. Les lâchers se font environ 4 semaines après plantation dans des zones définies de la culture (tous les 5 rangs). Le nourrissage avec des cystes d'<i>Artemia</i> (6 apports de 500 g/ha tous les 15 jours) permet d'améliorer son installation.</p>	<p>Le <i>Macrolophus</i> doit atteindre rapidement des effectifs entre 5 et 15 individus/plante pour être efficace mais ces niveaux ne sont atteints en général que début avril, plus de 3 mois après les lâchers. Cette efficacité dépend du niveau de population de ravageurs. En cas d'infestation d'aleurodes, des lâchers complémentaires en cours de culture peuvent être plus efficaces que des traitements. Le <i>Macrolophus</i> est sensible au climat et à de nombreuses interventions culturales comme l'effeuillage, des applications foliaires ou le soufre.</p>
Parasitoïdes (<i>Encarsia</i>, <i>Eretmocerus</i>)	<p>Les parasitoïdes ont une action de parasitisme des larves d'aleurodes. Des lâchers répétés de 6 individus/m² pendant toute la phase d'installation des <i>Macrolophus</i> permet de contrôler l'installation des aleurodes avant que le <i>Macrolophus</i> soit efficace. Les doses sont ajustées en fonction de la pression.</p>	<p><i>Encarsia formosa</i> est utilisé en premier pour la période hivernale. <i>Eretmocerus</i> lorsque les températures sont plus élevées. Le taux de parasitisme obtenu est toujours faible et n'est pas à la hauteur du résultat attendu. De nombreux facteurs peuvent perturber l'action des parasitoïdes comme le climat ou les interventions sur la culture.</p>
Traitement en début de culture	<p>L'état sanitaire en début de culture doit être irréprochable pour assurer l'installation des <i>Macrolophus</i> dans de bonnes conditions.</p>	<p>Un traitement contre le thrips et l'aleurode est souvent nécessaire au risque d'être affecté par des virus transmis par ces ravageurs. Les premiers individus d'aleurodes se développent plus vite que les <i>Macrolophus</i>.</p>
Panneaux jaunes	<p>Ils permettent de détecter les premiers aleurodes dans la serre mais aussi de piéger les adultes. Ils sont positionnés dans les zones sensibles en début de culture (35/ha) et sont généralisés à forte densité à l'ensemble de la culture en période critique. Positionnés au niveau des chariots de récolte, ils permettent de profiter de la mobilité des adultes pour les piéger.</p>	<p>L'installation de panneaux jaunes à forte densité est très longue et représente un coût important mais la capture des adultes d'aleurodes et de <i>Nesidiocoris</i> est efficace. Ils doivent être positionnés en tête de plantes pour préserver le <i>Macrolophus</i>.</p>
Aspiration en tête, retrait des bourgeons	<p>Lorsque les adultes de <i>Nesidiocoris</i> ou d'aleurodes doivent être régulés (présence d'anneaux, vols d'aleurodes), les plantes sont aspirées les unes après les autres au niveau des têtes. L'élimination des bourgeons apicaux permet de sortir les larves de la serre.</p>	<p>L'aspiration est réalisée une fois par semaine car l'effet n'est pas durable. Cette technique est très contraignante en termes de temps de travail, nuisance sonore et conditions d'utilisation. Elle ne permet pas de capturer les larves et s'associe donc au retrait des bourgeons et à l'application de produits de biocontrôle.</p>
Produits de biocontrôle contre aleurodes	<p>Ces produits (Mycotal, Eradicoat, savon noir) sont utiles pour contrôler l'aleurode pendant la phase d'installation des <i>Macrolophus</i>, sur foyers ou en cas de déséquilibre de la PBI. Ils permettent de réguler les larves ou les adultes.</p>	<p>Les produits de biocontrôle utilisés ont des conditions d'application très spécifiques pour être efficaces. Le mouillage des plantes, la localisation et l'heure des traitements sont déterminants. Ils ne sont efficaces que partiellement et doivent souvent être renouvelés.</p>
Régulation des effeuillages	<p>L'objectif est de ne pas effeuiller tant que les éclosions et la montée des jeunes larves de <i>Macrolophus</i> ne sont pas effectives.</p>	<p>La régulation des effeuillages fait partie des acquis de la PBI.</p>