



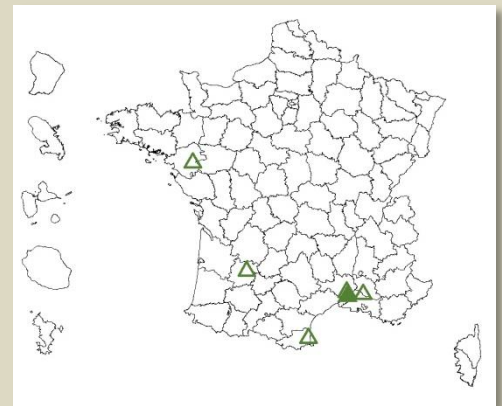
Projet : GEDUBAT - Innovations techniques et variétales pour une Gestion Durable des BioAgresseurs Telluriques dans les systèmes maraîchers sous abris

Site : CTIFL Balandran

Localisation : 751 chemin de Balandran – 30127 BELLEGARDE
 (43.756920, 4.462254)

Système DEPHY : TM12 Apport de MO

Contact : **Yannie TROTTIN** (trottiny@ctifl.fr)



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

Alternance 'salades – cucurbitacée' avec apport de matière organique

Site : station expérimentale

Durée de l'essai : 2012 – 2017

Situation de production : culture en sol sous abris plastiques

Espèces : salade – cucurbitacées (principalement melon)

Conduite : protection intégrée

Circuit commercial : long

Dispositif expérimental : 1 tunnel de 160 m² dont 150 m² pour les cultures. Il n'y a pas de répétition. La succession salades – cucurbitacée a lieu tous les ans.

Système de référence : en l'absence de système de référence, des références extérieures ont été retenues. Par exemple pour l'IFT, ce sont les données recueillies dans le réseau DEPHY FERME Maraîchage en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Type de sol : limono argilo sableux

Origine du système

Le système testé s'inscrit dans la continuité d'un précédent projet intitulé « PraBioTel », qui visait à proposer des pratiques améliorantes pour la gestion des bioagresseurs telluriques en cultures légumières. A cela, s'ajoute aujourd'hui un objectif de réduction des produits phytosanitaires.

La rotation testée est basée sur une **alternance de cucurbitacées** en printemps-été (principalement du melon greffé) et de **deux cultures de salades** en automne-hiver. Ce système reste intensif et correspond à ce que l'on peut rencontrer chez des maraîchers de la région, avec la succession de deux salades par an.

L'**apport annuel de matière organique**, sous forme de fumier, est étudié dans ce système avec un objectif d'amélioration de l'activité biologique du sol comme levier de **gestion alternatif des nématodes**. Cette technique bénéficie de quelques années de recul, puisqu'elle avait déjà été utilisée pendant deux années lors du précédent projet.

Objectif de réduction d'IFT

50 %

Par rapport aux données de références du réseau DEPHY FERME Maraîchage en Provence-Alpes-Côte d'Azur

Mots clés

Apport de matière organique (fumier) – Bioagresseurs telluriques – Champignons – Nématodes – Greffage

Stratégie globale

Efficiences ☆☆☆☆☆

Substitution ★★★★★

Reconception ☆☆☆☆☆

Efficiences : 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

« Dans ce système, l'accent est mis sur l'apport annuel de fumier (réalisé avant la culture de melon) afin d'améliorer l'activité biologique du sol, sans bouleverser les pratiques culturales de la rotation. Les premières années d'expérimentation montrant des résultats prometteurs sur la gestion des nématodes à galles, le transfert de cette technique a déjà pu être initié auprès des agriculteurs du réseau FERME (groupe des Bouches du Rhône). » **Y. TROTTIN**

Caractéristiques du système

Succession culturale pour une campagne donnée :



Mode d'irrigation : Aspersion pour salade et goutte-à-goutte pour melon.

Travail du sol : Recours à des outils de type décompacteur, rotobèche et herse rotative (ou rotolabour). Réalisation d'un travail du sol superficiel avant chaque culture pour préparer le lit de plantation.

Gestion du sol : Du fumier est apporté annuellement depuis 2009 (sauf en 2011) et une solarisation après l'apport de fumier a été réalisée en 2012.

Gestion des adventices : Faux semis réalisé en août. Mise en place de paillage plastique intégral pour les salades et en ligne pour les melons. Un désherbage à la main peut être fait en cours de culture si besoin.

Infrastructures agro-écologiques : Présence de haies arbustives, de bandes fleuries, de céréales et de ruches autour du tunnel.



Photo du tunnel TM12, culture de melon en 2015 – Crédit photo : CTIFL

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont de trois ordres :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux
<p>Rendement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pas de perte de rendement 	<p>Maîtrise des bioagresseurs telluriques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limiter les populations de nématodes à galles <i>Meloidogyne</i> - Maintenir l'état sanitaire des racines - Limiter les pourritures basales sur salade dues à <i>Botrytis</i>, <i>Sclerotinia</i> et <i>Rhizoctonia</i>. 	<p>IFT Chimique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduction de 50 % par rapport aux données de références du réseau DEPHY FERME Provence-Alpes-Côte d'Azur
<p>Commercialisable</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critères de commercialisation équivalents au conventionnel 	<p>Maîtrise des bioagresseurs aériens</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sur salades, 0 tolérance de mildiou et tolérance de quelques pucerons - Sur melons, tolérance d'oïdium et d'acariens 	<p>Toxicité des produits</p> <ul style="list-style-type: none"> - En melon, choix de produits les moins toxiques vis-à-vis des auxiliaires / pollinisateurs - Prise en compte du risque sur l'homme et des délais de ré-entrée - 0 désinfection chimique du sol (si possible)
<p>Activité biologique des sols</p> <ul style="list-style-type: none"> - Augmenter l'activité biologique (vers de terre, communautés de nématodes non phytoparasites) 		

Dans de tels systèmes intensifs en salades, une des préoccupations majeure réside sur **l'état sanitaire du sol**, qui tend à se détériorer au fil des ans. Au lancement du projet, la parcelle allouée à ce système étant faiblement attaquée (fumier en 2009 et 2010 puis fumier et solarisation en 2012), l'objectif est de maintenir ce bon état sanitaire.

Par ailleurs, aucun objectif économique ou social n'a été défini au lancement du projet, mais à terme, il y a une volonté d'intégrer différents indicateurs tels que la marge, le temps de travail,... dans l'évaluation multicritère de ce système.

Résultats sur les campagnes de 2012 à 2017

Le code couleur traduit le niveau de satisfaction des résultats vis-à-vis des objectifs initialement fixés.

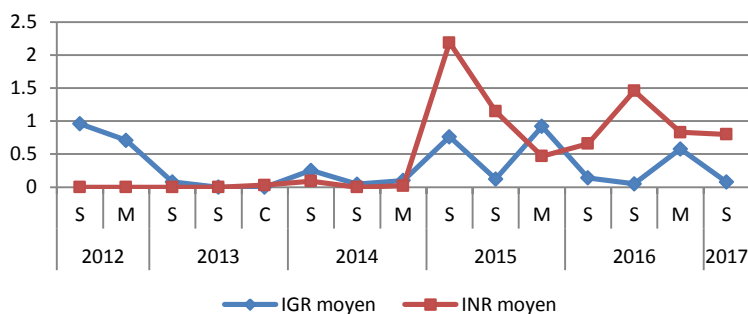
vert = résultat satisfaisant, orange = résultat moyennement satisfaisant, rouge = résultat insatisfaisant, gris = non concerné

> Maîtrise des bioagresseurs

		Campagne 2012			Campagne 2013			Campagne 2014			Campagne 2015			Campagne 2016			Campagne 2017	Satisfaction globale sur les 6 années
		S	M		S	S	C	S	S	M	S	S	M	S	S	M	S	
Telluriques	Nématodes	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
	Champignons	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Aériens	Mildiou	😊		😊	😊		😊	😊		😊	😊		😊	😊				😊
	Pucerons	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
	Oïdium		😊			😊			😊			😊			😊			😊
	Acariens		😊			😊			😊			😊			😊			😊

S = Salade ; M = Melon ; C = Courgette

Evolution des attaques de nématodes représentées par les indices de galles racinaires (IGR) et de nécroses racinaires (INR) moyens de 2012 à 2017



S = Salade ; M = Melon ; C = Courgette

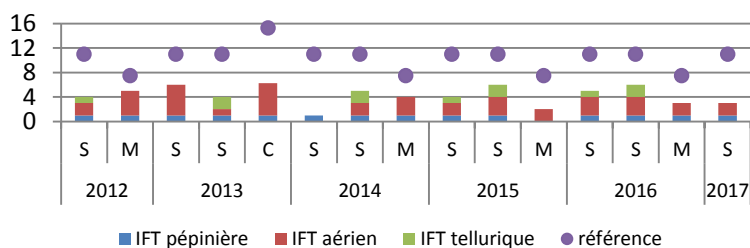
Les apports de fumier maintiennent les **populations de nématodes *Meloidogyne*** à un **niveau très faible** dans ce système de culture. Les attaques initialement faibles ont été maintenues à un faible niveau. Les effets de la solarisation (en 2012) et de l'apport de fumier annuel (7 apports de fumier en 8 ans depuis 2009) pourraient expliquer ces observations de non remontée des populations de nématodes notamment après la solarisation.

Par contre, **l'indice de nécroses racinaires (INR) est en augmentation** dans ce système intensif en salade même s'il reste faible pour le melon greffé qui suit les salades.

Et depuis 2014, **d'autres bioagresseurs telluriques apparaissent**, notamment *Rhizoctonia* en progression sur salade provoquant des pourritures basales ainsi que d'autres espèces de nématodes.

> Performances

IFT chimique par culture pour le système TM12 et pour la référence



S = Salade ; M = Melon ; C = Courgette

IFT calculé sans distinction des cibles. L'IFT de référence correspond à l'IFT moyen des années 2009 à 2011 dans quelques exploitations du réseau FERME DEPHY Maraîchage en PACA, pour chaque culture.

Rendement par culture et niveau de satisfaction

	2012			2013			2014			2015			2016			2017
	S	M		S	S	C	S	S	M	S	S	M	S	S	M	S
Rdt (kg/m²)	-	2,6	5	3,4	7,4	1,7	4,3	3,3	1,7	3,8	4,6	3,2	2,9	2,8	4,2	

S = Salade ; M = Melon ; C = Courgette

Pour le rendement, il n'y avait pas de référence disponible, le niveau de satisfaction est exprimé après recueil d'éléments auprès des techniciens de la région PACA afin d'obtenir un degré de satisfaction « à dire d'experts ».

L'IFT tellurique reste faible chaque année et l'IFT chimique comprend surtout des traitements vis-à-vis des bioagresseurs aériens. En moyenne, les IFT chimiques ont été diminués de 65% par rapport à l'IFT du réseau FERME PACA pour la salade d'automne, de 52% pour la salade d'hiver et de 53% pour le melon (année 2013 non prise en compte dans la moyenne pour le melon). Les **objectifs de réduction d'IFT chimiques ont été atteints**. Le nombre de traitements de biocontrôle est faible (de 1 à 3 pour la salade et 0 pour le melon) mais ce n'était pas un objectif de ce système de culture.

Le **rendement est satisfaisant pour le melon** (cultures homogènes, vigoureuses) et **plus variable pour les salades**. C'est notamment le cas pour la salade d'automne, où le rendement est souvent insuffisant, ce qui s'explique par la courte durée de culture et une pression en bioagresseurs plus élevée due notamment à des conditions climatiques plus favorables (température, humidité).



Zoom sur les populations de nématodes présents dans le sol

Deux types de suivi sont réalisés pour quantifier et caractériser les différentes populations de nématodes présents dans ce système. Les **nématodes non phytoparasites** sont sensibles aux pratiques mises en place dans le système. Ils peuvent être considérés comme l'un des indicateurs de la biodiversité du sol. Les **nématodes phytoparasites** sont quant à eux sensibles à la succession culturale et entrent en compétition les uns avec les autres.

❖ Quantification des nématodes à galles phytoparasites *Meloidogyne*

La quantification des populations de *Meloidogyne* (juvéniles et adultes) est réalisée depuis 2012. Cette population a été suivie grâce à des prélèvements de sol. On observe le maintien d'une quasi-inexistence de *Meloidogyne* dans ce système, probablement **grâce à la solarisation de 2012** (réalisée la première année du projet) et à l'apport annuel de fumier (pas de remontée des populations de nématodes *Meloidogyne*).



Crédit photo : CTIFL

Photo de galles de nématodes sur salade

❖ Suivi des populations de nématodes phytoparasites et non phytoparasites

Ces suivis sont réalisés depuis 2013 grâce à des prélèvements annuels après la culture d'hiver de salade. Concernant les nématodes phytoparasites, ils sont principalement du genre *Paratylenchus* qui paraît être en augmentation (hypothèse d'équilibre de communauté entre les différentes espèces?). Les autres genres sont négligeables. Pour ce qui est des nématodes non phytoparasites, ces populations ont augmenté entre 2013 et 2014, mais diminuent depuis. Il reste pour l'instant difficile de relier l'effet des pratiques de ce système de culture (solarisation au départ, puis apport de fumier annuel et alternance d'une culture de cucurbitacées et d'une succession de deux salades) avec l'évolution des communautés de nématodes du sol.

Transfert en exploitations agricoles



Le levier « **apport de fumier** » présente à ce jour une utilisation faible à moyenne. Il est plutôt apporté dans les exploitations conduites en agriculture biologique alors que les autres exploitations introduisent des composts de déchets verts ou des bouchons d'amendements organiques.

Même si la ressource existe, il manque l'organisation pour le transport et l'épandage sur les exploitations. Ce **travail est en cours par la Chambre d'Agriculture 13** ce qui pourrait permettre un transfert plus important de ce levier.

Pistes d'améliorations du système et perspectives



Des **pistes d'améliorations** peuvent être proposées concernant la **diversification** des cultures de printemps-été. L'objectif serait de remplacer une culture de melon par une culture de tomates par exemple un an sur deux, tout en maintenant un apport de fumier en amont. La culture de tomates étant une culture plus longue que le melon, il ne serait possible de ne faire qu'une seule culture de salade par la suite, ce qui aurait comme bénéfice de rendre le système moins intensif. En effet la durabilité de ce système intensif et sans rotation se pose notamment vis-à-vis des champignons et des autres espèces de nématodes (autres que *Meloidogyne*). Ce type de système reste à approfondir.



Des **connaissances** restent à développer sur les **effets à long terme** entre apports de matières organiques et activités biologique du sol, notamment pour l'évolution des communautés de nématodes (phytoparasites et non phytoparasites) et des communautés de champignons-bactéries. Les mécanismes sous-jacents doivent être approfondis.

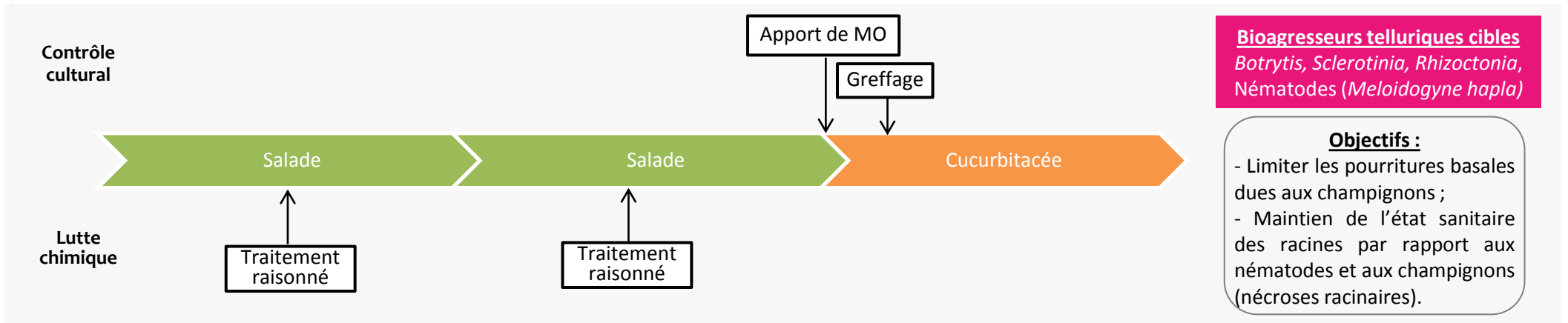
Pour en savoir **+**, consultez les fiches **PROJET** et les fiches **SITE**

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 **Yannie TROTTIN** et **Tiphaine SARGENTINI**,
CTIFL Balandran

Stratégie de gestion des bioagresseurs telluriques

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 bioagresseurs telluriques.



Leviers

Principes d'action

Enseignements

Apport de MO

Apport de 25 t/ha/an de fumier de cheval pour augmenter l'activité biologique du sol. Le fumier de cheval a été choisi de par sa facilité d'approvisionnement.

Cet apport se fait avant la culture de cucurbitacée pour une meilleure valorisation puisque le cycle de la cucurbitacée est plus long que celui d'une salade. De plus, l'apport de fumier avant salade augmenterait le risque d'avoir une concentration en nitrate supérieure à la limite maximale autorisée.

Le taux de matière organique est passé de 1,5 à 2 %. Il y a eu une amélioration de la structure du sol et une limitation des populations de nématodes.

Evolution possible : modification de la dose de fumier à apporter, mais tout en tenant compte de la réglementation (Directive Nitrates).

Greffage

Utilisation d'espèces greffées pour augmenter la vigueur des plants. Le choix de la variété et du porte-greffe se fait de manière classique, il n'y a pas de résistance des porte-greffes de melon aux bioagresseurs telluriques (nématodes /champignons).

Il y a une plus grande homogénéité des plants. Le coût des plants est 2 fois plus élevé, mais la densité de plantation est deux fois moindre, ce qui n'engendre pas de freins économiques.

Traitement raisonné

1 à 2 traitements sont réalisés sur la première salade et 2 traitements sur la deuxième contre *Botrytis*, *Sclerotinia* et *Rhizoctonia*. Les traitements sont raisonnés en fonction du stade de développement de la salade : 1^{er} traitement entre le stade 7 et 9 feuilles, 2^e traitement entre 11 et 13 feuilles.

Par comparaison aux itinéraires réalisés de manière conventionnelle, un traitement a été supprimé, celui juste après plantation, tout en obtenant des niveaux de protection similaires. L'hypothèse est que le traitement réalisé en pépinière (avant plantation) joue encore son rôle de protection.

Bioagresseurs telluriques cibles
Botrytis, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*,
Nématodes (*Meloidogyne hapla*)

Objectifs :

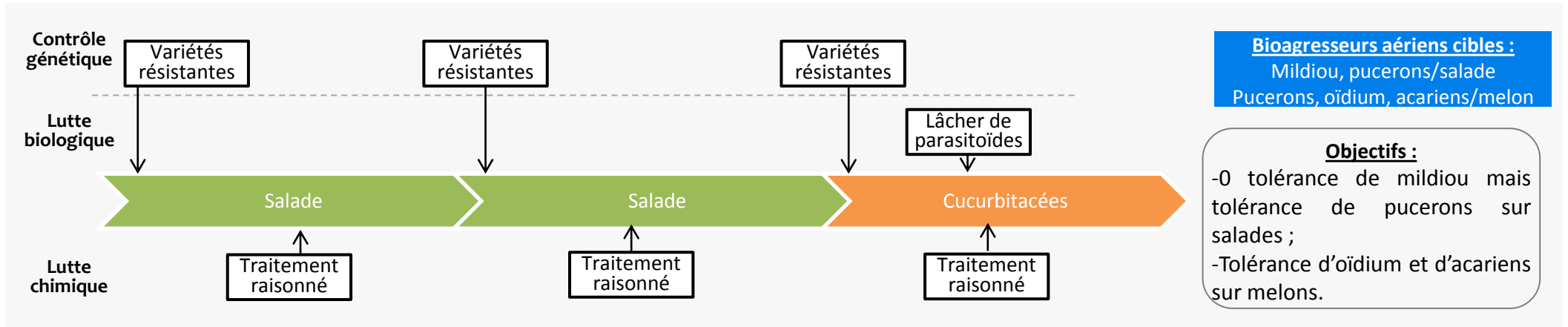
- Limiter les pourritures basales dues aux champignons ;
- Maintien de l'état sanitaire des racines par rapport aux nématodes et aux champignons (nécroses racinaires).



Incorporation du fumier dans le sol
- Crédit photo : CTIFL

Stratégie de gestion des bioagresseurs aériens

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 bioagresseurs aériens.



Leviers

Principes d'action

Enseignements

Variétés résistantes

En salade : la variété est sélectionnée selon trois critères : le créneau de production, le type de salade et un niveau de résistance maximal contre le mildiou (en priorité) puis contre les pucerons.

En melon : le choix se porte sur une variété résistante aux pucerons (variété VAT – Virus Aphid Transmission) qui sont des vecteurs de phytovirus et à l'oïdium (résistance intermédiaire des variétés).

Ces choix variétaux ont permis de réduire le risque d'attaques. Point positif : ces variétés sont facilement accessibles sur le marché.

Lâcher de parasitoïdes

En melon, 1 ou 2 lâchers de guêpes parasitoïdes sont réalisés dès apparition de pucerons (0,5 à 1 guêpe/m²). Les guêpes pondent leurs œufs à l'intérieur des pucerons, ce qui entraîne leur mort. La nette réduction de traitement contre les pucerons favorise aussi des entrées de parasitoïdes et prédateurs indigènes dans le tunnel.

Cette technique est simple et nécessite peu de main d'œuvre. Elle permet de réduire nettement les traitements insecticides, ou seulement en localisé si besoin. Afin de ne pas impacter les parasitoïdes, il est nécessaire de bien raisonner les autres traitements lorsqu'il y en a.

Traitement raisonné

En salade, réalisation de traitements contre le mildiou et les pucerons selon les observations : intervention seulement si présence des bioagresseurs.

En melon, réalisation de traitements raisonnés à l'observation des premières tâches et en cas d'évolution.

Nécessaire de réaliser des observations fréquentes (1 fois par semaine) pour bien raisonner les traitements.



En culture de melon, lâcher de parasitoïdes de pucerons (momies introduites dans des petites boîtes en carton ou dibox suspendues pour éviter leur prélèvement par les fourmis)

– Crédit photo : CTIFL