



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

Site : INVENIO – Lycée agricole Ste Livrade

Système DEPHY : T3 Aubergine

Localisation : Route de Casseneuil – 47110 STE-LIVRADE-SUR-LOT
(44.422320, 0.606700)

Contact : **Henri CLERC** (h.clerc@invenio-fl.fr)



Localisation du système

Système aubergine avec cultures de rupture en hiver

Site : établissement d'enseignement agricole

Durée de l'essai : 2012 – 2018

Situation de production : culture en sol sous tunnel non chauffé

Espèces : aubergine ; cultures d'hiver de diversification : radis, épinard, navet ; engrais verts

Conduite : conventionnelle

Circuit commercial : long

Dispositif expérimental : 1 tunnel de 430 m². Il n'y a pas de répétition. La succession aubergine – culture d'hiver a lieu tous les ans.

Système de référence : le système d'un producteur de la région, correspondant aux pratiques mises en œuvre dans la région et faisant partie du réseau DEPHY FERME a été retenu comme référence extérieure pour l'indicateur IFT pour l'aubergine.

Type de sol : sablo-limoneux

Origine du système

Ce tunnel utilisé auparavant dans le projet à financement CasDar « PraBioTel » pour tester la bio-désinfection, présentait un niveau moyen d'infestation par les bioagresseurs telluriques. L'assolement pratiqué reproduit l'assolement rencontré dans les exploitations de la région avec une succession aubergine-salade.

Dans ce système intensif, nous incluons différents leviers pour maintenir ces bioagresseurs à des niveaux faibles : apport de matière organique, alternance de porte-greffe, enlèvement des systèmes racinaires en fin de culture d'aubergine et surtout mise en place de **cultures dites de rupture en hiver** : soit des **engrais verts**, soit des **cultures de diversification**.

Objectif de réduction d'IFT

50 %

Par rapport à la référence

Mots clés

Ruptures dans l'assolement en hiver – Alternance de porte-greffe – Apport de matière organique (fumier) – Bioagresseurs telluriques

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 en particulier sur les ruptures d'assolement en hiver (remplacement de la salade par d'autres cultures ou engrais verts non hôtes) et sur l'apport annuel de fumier. Les premiers résultats montrent un état satisfaisant des systèmes racinaires des cultures d'aubergine en fin d'essai et l'intérêt de cette modification d'assolement dans notre contexte d'essai. Cependant la commercialisation des cultures d'hiver (épinards, navets...) n'est pas évidente en conventionnel à l'échelle de l'essai. » *H. CLERC*

Caractéristiques du système

Succession culturale :



Système d'irrigation : aspersion pour les cultures d'hiver et goutte à goutte pour l'aubergine.

Travail du sol : utilisation de chisel, rotobèche, rotalabour ou herse rotative pour réaliser les travaux du sol.

Apports de matière organique : apports annuels de fumier de cheval non composté (40 t/ha/an).

Greffage : greffage des cultures en alternant les types de porte-greffe (PG) KNVFFr (Beaufort) ou *Solanum torvum* (STT3).

Culture d'hiver de rupture : éliminer la salade d'hiver de la rotation pour la remplacer soit par des engrais verts soit par des cultures de vente permettant des ruptures au niveau des bioagresseurs telluriques.



Photo du tunnel, culture d'aubergines –
Crédit photo : Invenio

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont de quatre ordres :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Economiques
<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"> - Réduire l'inoculum tellurique - Maintenir l'état sanitaire des racines par rapport aux nématodes et aux champignons - Favoriser la biodiversité du sol 	<p>IFT Tellurique aubergine</p> <ul style="list-style-type: none"> - 50 % de réduction / référence 	<p>Marge brute</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conserver la rentabilité globale de l'abri
<p>Activité biologique des sols</p> <ul style="list-style-type: none"> - Augmenter la fertilité des sols, favoriser la flore et la microfaune non pathogène 	<p>Maîtrise des bioagresseurs aériens</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conduire les cultures en Protection Biologique Intégrée (PBI) quand cela est possible 	<p>IFT Total aubergine</p> <ul style="list-style-type: none"> - 50 % de réduction / référence 	<p>Commercialisable</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produire de l'aubergine tous les ans et étudier un élargissement de la gamme commerciale en hiver
	<p>Maîtrise des adventices</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limiter les interventions chimiques de désherbage des passe-pieds - Garder les tunnels propres 	<p>Toxicité des produits</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absence de désinfection chimique (si possible) 	

Dans la région, pour des systèmes avec des successions annuelles aubergine – salade, il est observé des situations préoccupantes : montée des attaques de nématodes (*Méloïdogyne sp*) et champignons (*C. coccodes*) sur les systèmes racinaires et fortes attaques de *Verticillium dahliae* sur plantes.

Dans cet essai (où le sol est encore peu impacté par la verticilliose), nous souhaitons démontrer la possibilité de **limiter l'évolution des agents pathogènes** en **modifiant radicalement les assolements en hiver**, tout en maintenant une production intensive d'aubergine en été afin de conserver la rentabilité économique globale de l'abri.

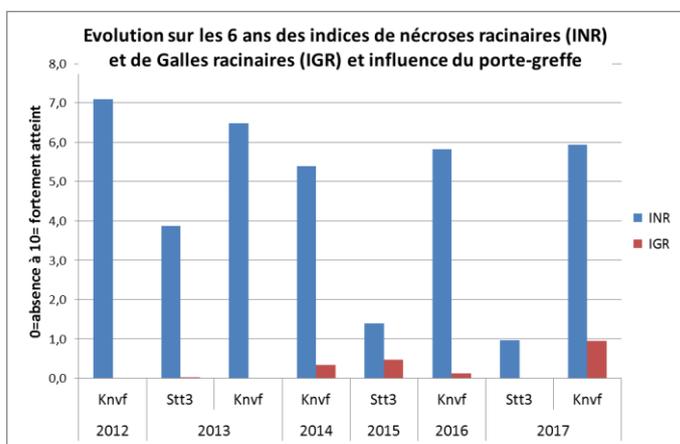
Résultats sur les campagnes de 2012 à 2017

> Maîtrise des bioagresseurs

Le code couleur traduit le niveau de satisfaction des résultats obtenus vis-à-vis des objectifs initialement fixés : vert = résultats satisfaisants et bonne maîtrise des bioagresseurs, orange clair = résultats moyennement satisfaisants et bioagresseurs en partie maîtrisés, marron = résultats insatisfaisants et bioagresseurs non maîtrisés, gris = non concerné.

	Cultures	2012		2013		2014		2015		2016		2017		Satisfaction globale
		Aub	EV	Aub	R	Aub	E	Aub	N	Aub	EV	Aub		
Telluriques	Nématodes	Vert	Vert	Vert										
	Champignons	Marron	Vert	Orange	Vert	Orange	Vert	Stt3	Vert	Orange	Vert	Orange	Orange	Orange
Aériens	Pucerons	Orange	Gris	Orange	Gris	Gris	Gris	Orange	Gris	Orange	Gris	Orange	Orange	Orange
	Thrips /aleurodes	Vert	Gris	Vert	Vert	Vert								
	Acariens	Orange	Gris	Orange	Orange	Orange								
	Punaises	Marron	Gris	Marron	Marron	Marron								

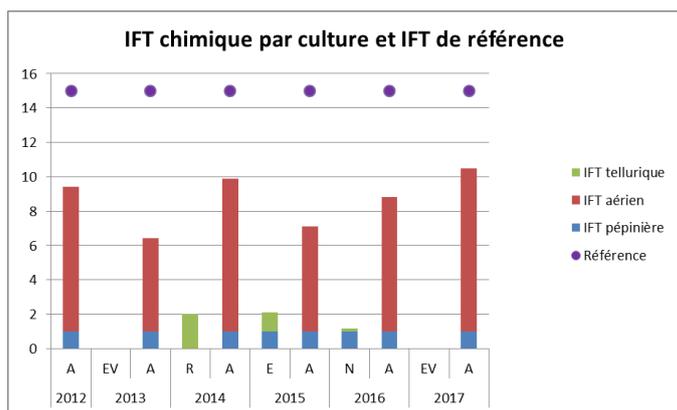
Aub = aubergine, EV = engrais vert, R = radis, E = épinard, N = navet, Stt3 = porte-greffe Solanum torvum, Knvf = porte-greffe KNVFFr (Beaufort)



Au niveau tellurique, les leviers utilisés (apports annuels de matière organique, enlèvements de racines, greffage, ruptures rotationnelles en hiver) ont permis de contenir l'évolution des indices de nécroses racinaires mais sans permettre de les faire notablement baisser sur porte-greffe KNVF. Les porte-greffes de type Solanum présentent un comportement intéressant vis-à-vis des champignons et des nématodes. Au niveau des nématodes, la pression de départ est très faible et évolue peu sauf sur le dernier contrôle sur KNVF.

Au niveau aérien, la PBI fonctionne bien sur thrips et aleurodes ; acariens et pucerons sont plus difficiles à contrôler et les punaises restent le ravageur le plus impactant au niveau des rendements.

> Performances



A = aubergine, R = radis, E = épinard 2 coupes, N = navet, EV = engrais vert. IFT calculé sans distinction des cibles. L'IFT de référence en aubergine correspond à l'IFT de l'année 2017 pour l'aubergine dans une exploitation du réseau DEPHY FERME Maraîchage en Nouvelle-Aquitaine.

Rendement par culture (en kg/m²) et niveau de satisfaction pour l'aubergine : orange = rendement moyen, vert = satisfaisant

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	A	A	R	A	E	A
Rdt	10	12,8	4,9	9,8	2,7	11,5
	A	N	A	A	A	A
Rdt	4,2	12,2	9,1			

Pour le rendement, le niveau de satisfaction est donné à dire d'expert en référence aux rendements moyens réalisés sur la région en aubergine.

En **aubergine**, l'IFT chimique comprend principalement des traitements aériens contre les nombreux ravageurs aériens. La conduite en PBI permet de limiter les applications chimiques. L'**IFT tellurique** est nul, de par l'absence de désinfection et l'absence de traitement sur les bioagresseurs telluriques. De plus, il n'y a eu aucun désherbage chimique en aubergine du fait du bâchage des passe-pieds.

Pour les **cultures d'hiver** les IFT sont très bas. L'introduction d'engrais verts à base de seigle forestier et vesce permet, si ils sont implantés assez tôt, de faire reposer le sol et de booster la vie microbienne du sol au moment de l'enfouissement.

Les **rendements en aubergine** sont moyens, amputés par les attaques de punaises et une date de plantation un peu tardive (début avril).

Pour les **cultures d'hiver**, il manque des données régionales pour juger des rendements obtenus. Les cultures ont été belles mais la conduite (densité, variété, fertilisation...) doit être optimisée pour améliorer ces résultats. Pour les cultures d'engrais verts en hiver, ils représentent un coût économique (semence et mise en place) sans produit financier direct.



Zoom sur les nécroses racinaires

Les **suisvis racinaires** effectués en fin de culture sur 1 plante/4 permettent de suivre assez précisément ce qui se passe au niveau des racines des cultures et d'en suivre l'évolution. Sur aubergine, les bioagresseurs les plus souvent observés sont *Colletotrichum coccodes* et *Rhizoctonia solani*. Ils induisent des nécroses importantes qui sont exprimées en indice allant de 0 signifiant un système sain (racines blanches) à 10 équivalant à des racines complètement nécrosées (noires ou détruites).

Sur **aubergine**, nous sommes arrivés à stabiliser les INR à un niveau moyen sur les porte-greffe de type KNVFFr. On peut penser que la **conjugaison des leviers utilisés** a été efficace. Nous avons pu noter aussi que les cultures d'hiver présentent des systèmes racinaires sains.

De la même façon, nous démontrons l'intérêt d'**introduire d'autres types de porte-greffe** (type *Solanum torvum*) qui ont un comportement totalement différent vis-à-vis de ces bioagresseurs.



Racines nécrosées de KNVF,
Crédit photo : Invenio

Transfert en exploitations agricoles



Dans ce type d'essai, il est difficile de discerner quel est le levier utilisé qui est le plus efficace pour limiter les bioagresseurs telluriques.

- Les **ruptures d'hiver** avec soit des engrais verts, soit des cultures commerciales autres que la salade, avec des plantes non hôtes ou faibles hôtes, ont permis de **rompre les cycles des bioagresseurs** mais leur commercialisation reste délicate en conventionnel à l'échelle de l'essai (manque de quantité et de suivi client).
- L'**alternance de porte-greffe** avec des *Solanum torvum* semble intéressante mais le comportement de STT3 en plantation précoce reste à travailler pour préciser son adaptation à ces créneaux de production.
- L'**apport de fumure organique** de type **fumier de cheval pailleux**, a réellement permis d'améliorer la structure du sol et donc la **vie du sol** mais les faibles disponibilités de ce type d'amendement ne le rendent pas accessible à tout le monde.
- Le **retrait des racines**, pratiqué par certains producteurs, est certes contraignant mais permet de **limiter l'inoculum restitué au sol** en fin de culture.

Cependant nous pensons qu'il est nécessaire d'**associer ces différents leviers** pour cumuler leurs efficacités.

Il semble important pour un producteur de **suivre l'évolution de la pression tellurique** dans chacune de ses parcelles pour pouvoir mettre en place les conduites et des leviers d'action adaptés.

Pistes d'améliorations du système et perspectives

Notre système, basé sur des systèmes existants en Nouvelle-Aquitaine, est construit dès le départ avec l'obligation de réaliser une culture d'aubergine tous les ans pour satisfaire le circuit commercial et assurer le revenu de l'exploitation. Nous démontrons l'intérêt de modifier les assolements d'hiver et les pratiques.

D'autres leviers pourraient être introduits dans le dispositif pour le rendre encore plus durable :

- **Solariser le sol** de l'abri en été **tous les 5 à 6 ans**.
- Trouver d'**autres porte-greffes**, d'**autres espèces** à introduire dans le système et qui seraient économiquement et agronomiquement intéressants pour le producteur.

Sur ce sujet, des travaux restent à mener. Des connaissances restent à compléter sur les **effets sur le long terme** des leviers utilisés dans ce système, ainsi que sur l'efficacité vis-à-vis des bioagresseurs telluriques des **produits de biocontrôle** actuellement en développement, en précisant leurs modes d'action et leurs conditions optimales d'utilisation.

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

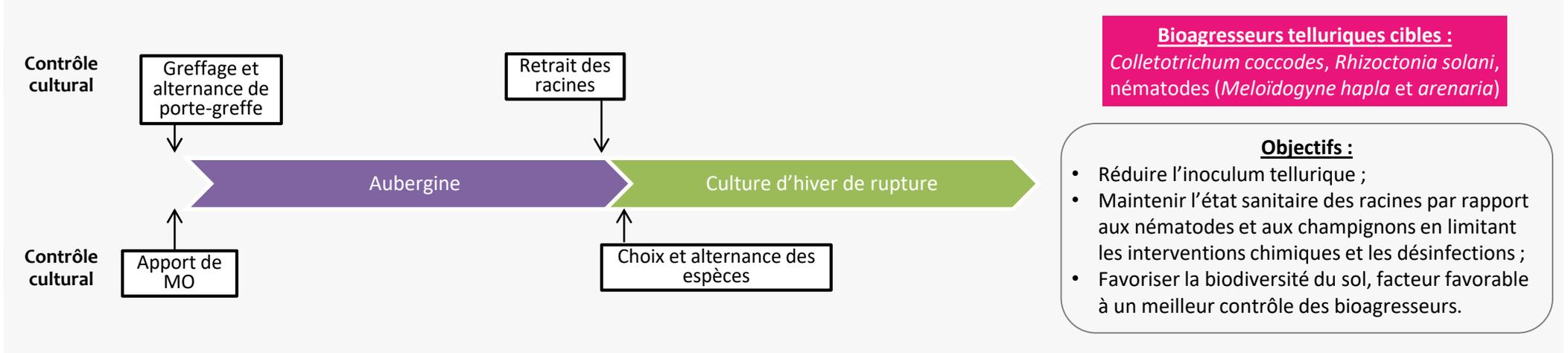
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par **Henri Clerc**,
Invenio



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

Greffage et alternance de porte-greffe Les cultures d'aubergine ont toutes été greffées sur porte-greffe KNVF, sauf quelques essais d'introduction d'un nouveau type de porte-greffe *Solanum torvum*.

Les porte-greffes KNVF arrivent aux limites de leurs résistances avec une culture d'aubergine tous les ans. Alternier avec d'autres porte-greffes avec des profils de résistance différents doit permettre de baisser la pression de sélection exercée sur les anciens comme les nouveaux porte-greffes introduits.

Apport de MO Apports importants de fumier de cheval (40 t/ha/an) disponibles sur le site. Cet apport se fait avant l'aubergine ou avant l'engrais vert en fonction des disponibilités en main d'œuvre.

La structure s'améliore dans ces sols d'alluvions sensibles à la battance. Les analyses devraient nous confirmer l'amélioration du taux de matière organique.

Retrait des racines L'enlèvement des racines permet de limiter l'inoculum que l'on laisse dans le sol.

Ce levier est couramment utilisé par les producteurs et ne doit pas être négligé dans une stratégie globale.

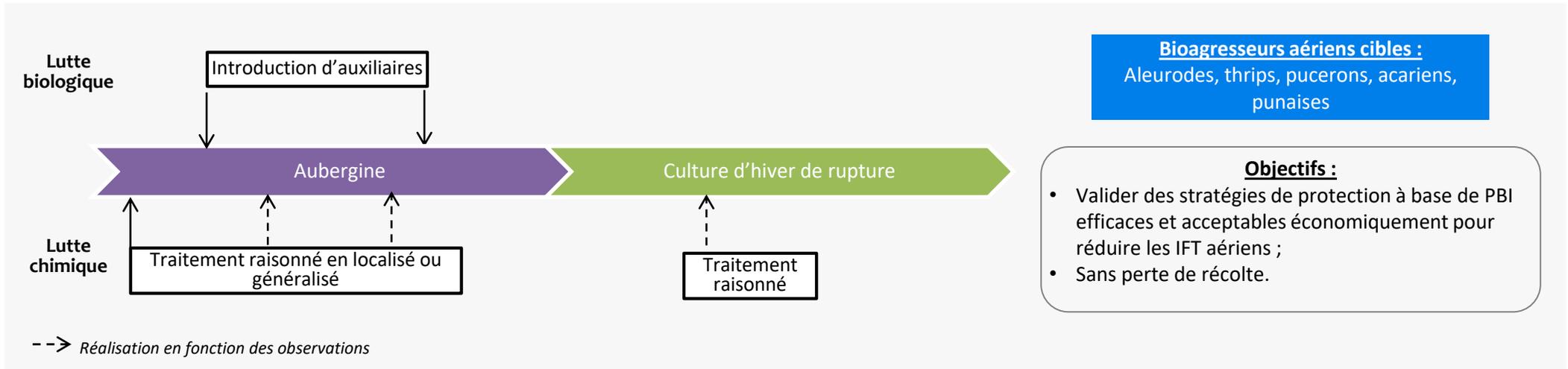
Choix et alternance des espèces Le principe est de provoquer des ruptures d'espèces en hiver, ruptures supposées efficaces pour baisser la pression de bioagresseurs telluriques. La rupture est réalisée soit avec des engrais verts à base de graminées et de légumineuses soit avec des cultures non hôtes : radis, navet, épinard.

Les systèmes racinaires de ces cultures d'hiver ne présentent pas de symptômes de nécroses ou de galles. La mise en place d'un engrais vert nécessite un travail spécifique dans un temps assez court après la fin de la culture d'aubergine pour assurer une installation des plantes avant les froids. Cela permet de faire reposer le sol, d'améliorer la structure et d'amener de la matière fraîche qui va booster la vie du sol.



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

Introduction d'auxiliaires

Vis-à-vis des aleurodes et des thrips, des *Amblyseius swirskii* ont été introduits tous les ans à raison d'un sachet pour 4 plantes mi-mai puis un faible apport (1 pour 10 plantes) fin juillet pour renforcer les populations d'auxiliaires mises à mal par les traitements.

Cette stratégie permet un très bon contrôle des aleurodes et des thrips. Mais les ravageurs actuellement les plus contraignants pour réussir une PBI sur aubergine sont les punaises, pour lesquelles nous recherchons des solutions biologiques.

Traitement raisonné en localisé ou généralisé

Les autres ravageurs ou les maladies sont contrôlés avec des produits chimiques compatibles, soit en localisé soit en généralisé sur la culture, en fonction des observations. Des interventions spécifiques vis-à-vis des punaises sont nécessaires en début de culture pour nettoyer l'abri et pendant l'été quand les populations de ravageurs deviennent trop importantes.

Nos interventions sur pucerons, acariens et punaises sont encore importantes et impactent l'IFT. Nous sommes intervenus en préventif sur mildiou de certaines cultures d'hiver. Les produits de biocontrôle qui arrivent sur le marché seront à tester et à introduire dans ces systèmes pour arriver à baisser l'IFT chimique.

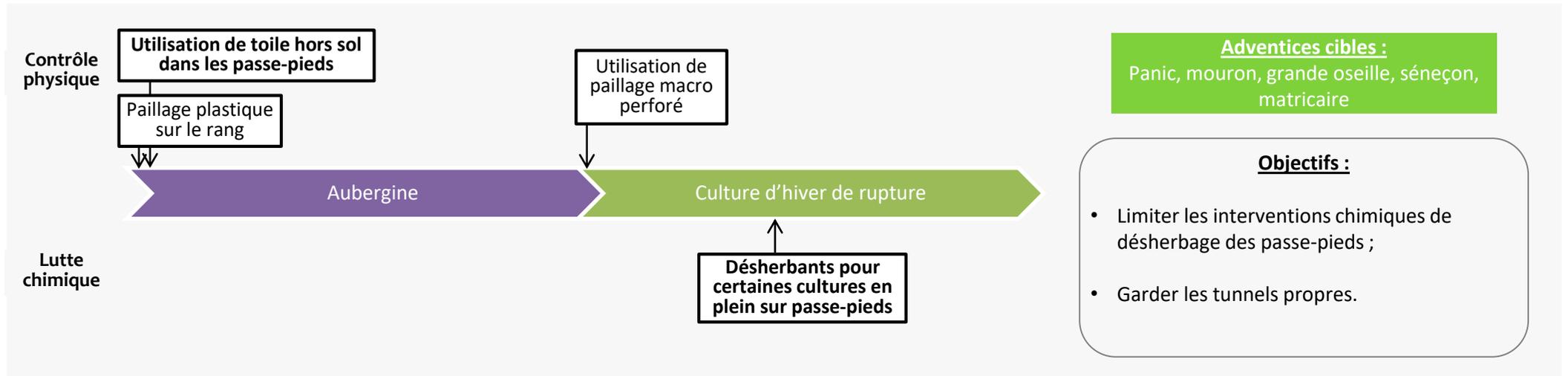


Punaises Nezara viridula,
Crédit photo : Invenio

Stratégie de gestion des adventices



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 adventices. Seuls les leviers en gras sur le schéma sont détaillés ensuite dans le tableau.



Leviers

Principes d'action

Enseignements

Utilisation de toile hors sol dans les passe-pieds

La toile horticole tissée est posée entre les rangs de culture sur les passe-pieds après plantation. Elle est récupérée en fin de culture pour être réutilisée l'année suivante.

La toile permet de bien contrôler le développement des adventices dans les passe-pieds, même si quelques plantes arrivent parfois à traverser la toile. Elle est récupérable pour amortir le coût d'achat. Des expériences d'utilisation et de récupération sur de grandes surfaces en serre hors sol existent en France.

Dés herbants pour certaines cultures en plein ou passe-pieds

Pour les cultures d'hiver, les faibles surfaces consacrées aux passe-pieds ont été désherbées chimiquement.

Les IFT induits par cette pratique sont faibles. La disparition du Basta en 2018 implique une réflexion pour gérer autrement ces enherbements : gestion mécanique, utilisation d'un produit de biocontrôle ?



Toile hors sol dans les passe-pieds,
Crédit photo : Invenio