



Projet : BioREco - Méthodologie et expérimentation système pour la réduction de l'utilisation des pesticides en vergers de pommiers

Site : INRA Gotheron

Localisation : Gotheron 26320 ST-MARCEL-LES-VALENCE
 (44.977305, 4.929933)

Système DEPHY : BIO Melrose

Contact : Sylvaine SIMON (sylvaine.simon@inra.fr)



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

BIO Melrose : verger de pommiers AB peu sensible aux maladies

Site : unité Expérimentale INRA Gotheron (Drôme)

Durée de l'essai : 2005-2015

Espèce : pommier

Conduite : agriculture Biologique

Circuit commercial : long

Valorisation : frais

Signe de qualité : AB

Dispositif expérimental : parcelle de 0.4 ha, pas de répétition spatiale

Système de référence : système Raisonné ('RAI') présent sur le site (mêmes variété et porte-greffe, date et distance de plantation) et piloté selon les pratiques régionales

Type de sol : terrasses anciennes du Rhône (Diluvium alpin), sols peu profonds (40-50 cm), caillouteux et lessivés

Origine du système

Le projet BioREco vise à réaliser une **analyse multicritère** (agronomique, environnementale, technico-économique...) de systèmes de production de pommes combinant plus ou moins de leviers d'action contre les **principaux bio-agresseurs du pommier** (puceron cendré *Dysaphis plantaginea*, carpocapse *Cydia pomonella*, tavelure *Venturia inaequalis*...), dans l'objectif de **réduire l'IFT en verger**.

Ce système en Agriculture Biologique (AB) implanté avec la variété Melrose (BIO Melrose), **peu sensible** aux maladies, vise à **réduire d'au moins 50% l'IFT** par rapport à la référence (Conventionnel Raisonné RAI), pour un **niveau et une qualité de production proches des moyennes régionales en AB**.

Objectif de réduction d'IFT



Par rapport au système de référence sur site (Conventionnel Raisonné)

Mots clés

- Pommier - Agriculture biologique -
- Combinaison de leviers - Variété peu sensible aux maladies -
- Evaluation du risque de dégâts -
- Lutte biologique - Prophylaxie -
- Désherbage mécanique

Stratégie globale

- Efficience** ★★☆☆☆
- Substitution** ★★★★★
- Reconception** ★★★☆☆

Efficience : 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 réduction de l'utilisation des pesticides est un enjeu majeur en arboriculture fruitière. Dans l'objectif de concevoir et expérimenter des systèmes AB économes en intrants assurant une production de qualité, nous avons combiné un matériel végétal **peu sensible aux maladies**, un **ensemble de méthodes alternatives** aux pesticides et une **évaluation fine du risque de dégâts**. L'idée est d'illustrer l'importance de **combinaison un ensemble de leviers** d'action en vue de produire autrement, démarche à **adapter au contexte** de chaque parcelle et chaque exploitation agricole. » S. Simon

Caractéristiques du système

Espèce	Variété	Porte-greffe	Mode de conduite	Distance de plantation	Année implantation vigne
Pommier	Melrose INFEL® 2643	PI80 INFEL® 6275	Axe, conduite centrifuge	5 x 2 m rangs Nord-Sud	2005

Système d'irrigation : irrigation localisée (mini-diffuseurs), surélevée pour permettre le désherbage mécanique ; la faible réserve du sol demande de fractionner les apports.

Gestion de la fertilisation : fumure organique avec apport hivernal de compost et apports d'engrais organique au printemps selon besoins (fractionnement).

Palissage : le verger est palissé ; sa hauteur est de 3,5 m environ.

Rang/inter-rang : l'inter-rang du verger est enherbé et la bande désherbée mécaniquement sur le rang n'excède pas 1,6 m.

Infrastructures agro-écologiques : des haies composites anciennes (plantations 1980-1990) sont implantées au Nord et au Sud du dispositif en tant que brise-vent ; elles constituent un habitat semi-naturel qui contribue à fournir des ressources pour les auxiliaires.

Mode de production : AB depuis plantation (2005).



Verger BIO Melrose
Crédit photo INRA © Gotheron

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont de 3 ordres :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux
<p>Rendement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avoir un rendement proche des références régionales (environ 25 t/ha) - Limiter l'alternance de production 	<p>Maîtrise des adventices</p> <p>Peu/pas de concurrence en verger jeune, tolérance de l'herbe en verger âgé</p>	<p>IFT total</p> <p>Réduire de 50 % l'IFT total et privilégier les méthodes de biocontrôle</p>
<p>Qualité</p> <p>Avoir une qualité permettant de répondre aux critères des circuits de commercialisation longs (limiter la valorisation en industrie)</p>	<p>Maîtrise des maladies</p> <p>Pas de tavelure en fin de contamination primaire</p>	<p>IFT herbicide</p> <p>IFT herbicide = 0</p>
	<p>Maîtrise des ravageurs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Présence du puceron cendré tolérée - Contrôle des populations de carpocapse (dégâts sur fruits et populations hivernantes peu élevés au fil des saisons) 	<p>IFT fongicide</p> <p>Limiter la prise de risque et minimiser l'utilisation de cuivre</p>
		<p>IFT insecticide</p> <p>Privilégier les méthodes de biocontrôle</p>
		<p>Biodiversité</p> <p>Préserver les auxiliaires et leurs ressources</p>

A la plantation (2005), aucun objectif d'IFT n'avait été défini a priori, l'idée étant i) de mesurer l'économie en produits phytosanitaires réalisée en combinant un ensemble de méthodes de substitution, un choix de variété peu sensible aux maladies et un mode de production en AB, et ii) d'évaluer les effets de cette réduction pour un ensemble de critères (environnemental, agronomique et technico-économique, organisationnel, faisabilité...).

Résultats sur les campagnes de 2012 à 2015

Légende : Le dispositif BioREco combine 3 systèmes de protection et 3 variétés, soit 9 parcelles.

Système : BIO = Agriculture Biologique ; RAI = Conventio nnel Raisonné (référence) ;

Résistance variétale : Smoothee = sensible à la tavelure ; Melrose = peu sensible aux maladies : tavelure, oïdium ; Ariane = résistante aux races communes de tavelure.

Pour illustrer le poids de la variété au sein des différents systèmes, il a été fait le choix de présenter également les 2 autres systèmes BIO (BIO Ariane, BIO Smoothee) et RAI Smoothee. Pour mémo, le verger, implanté en 2005, est en pleine production depuis 2009.

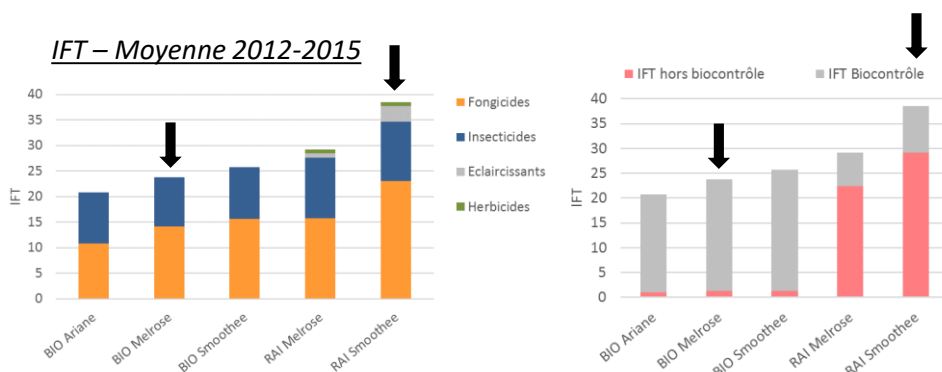
> Maîtrise des bioagresseurs

Le contrôle de la **tavelure** est **insuffisant**, en particulier en 2013, année de très forte pression (32% de fruits tavelés dans RAI Smoothee, 88% dans BIO Melrose). Ceci renvoie aux limites de stratégies limitant les fongicides en période de **contamination primaire en AB** (cf. schéma décisionnel). Le contrôle des autres bio-agresseurs est satisfaisant quelle que soit l'année.

BIO Melrose	2012	2013	2014	2015	moyenne
tavelure	☹️	☹️	☹️	☹️	☹️
carpocapse	☺️	☺️	☺️	☺️	☺️
puceron cendré	☺️	☺️	☺️	☺️	☺️

> Performances environnementales

Par rapport à la référence RAI Smoothee (type Golden), la réduction de l'utilisation des pesticides est de **38%** pour l'**IFT total** et de **95%** pour l'**IFT 'chimique'** (IFT hors biocontrôle) dans la mesure où seul le cuivre utilisé dans la parcelle n'est pas classé en produit de biocontrôle. Les fongicides sont réduits de **39%**.

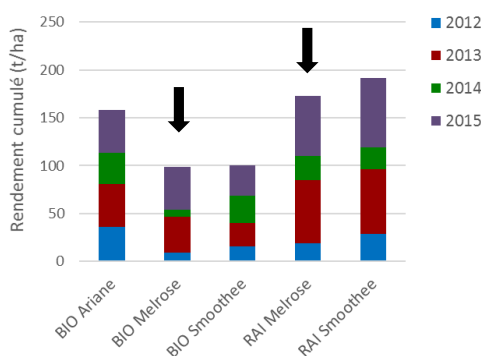


> Performances agronomiques

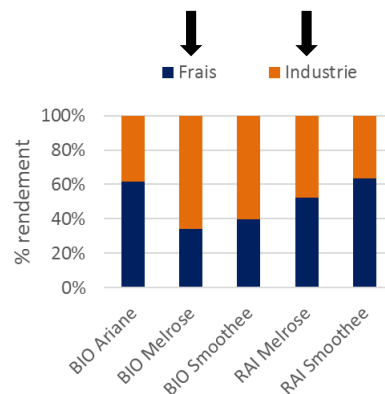
Moins productive que Smoothee, Melrose présente une **alternance de production**, quel que soit le système. Le différentiel de rendement entre RAI et BIO est de **-43%** sur la période 2012-2015. La faible proportion de fruits vendus en frais s'explique par : i) de gros calibres de fruits, un manque de coloration et la sensibilité aux coups, comme pour l'ensemble des systèmes (circuit de commercialisation long) et ii) un échec de protection contre la tavelure en 2013 dans BIO Melrose.

Période 2012-2015

Rendement total cumulé

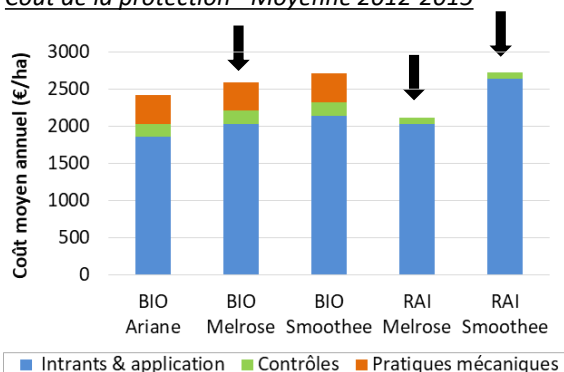


Qualité de la récolte



> Performances technico-économiques

Coût de la protection - Moyenne 2012-2015



Les coûts calculés incluent intrants, temps de machinisme (barème d'entraide agricole) et temps de main d'œuvre (opérations manuelles, mécaniques et contrôles).

Le **coût de protection** varie selon les **variétés** et les **pratiques**.

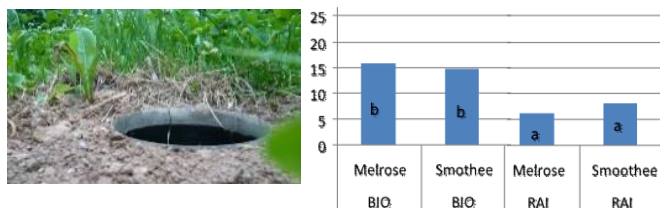
La diminution de l'utilisation des pesticides dans BIO Melrose ne permet pas de compenser le surcoût de protection/ha lié à la mécanisation, à l'utilisation de méthodes alternatives et aux contrôles en verger par rapport à RAI Melrose. Le surcoût ramené au kg de pomme produit (+0.055 et +0.05 €/kg par rapport à RAI Melrose et RAI Smoothee, respectivement) est toutefois plus lié à la **différence de rendement** qu'au coût de la protection *sensu stricto*.

Ce **surcoût est faible** par rapport au **différentiel de prix de vente** des fruits AB vs. conventionnels en circuit de commercialisation long (NB : le mode de production AB s'accompagne d'autres surcoûts, par ex. pour la gestion de la charge en fruits et la fertilisation).

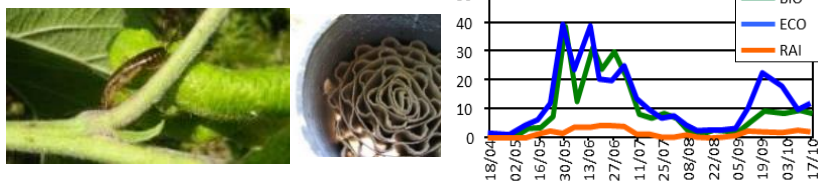
Zoom sur le suivi de la biodiversité

Plusieurs communautés biologiques du verger ont été étudiées. Dans le système BIO Melrose, les **abondances de forficules et d'araignées du sol**, prédateurs généralistes, sont **plus élevées** que dans le système de référence (RAI).

Abondance des araignées du sol piégées par pot Barber (juin 2013)



Abondance saisonnière des forficules (Melrose 2012) mesurée dans des abris de carton ondulé sur les troncs



Transfert en exploitations agricoles

Si le choix variétal ne peut être modifié en verger installé (hors surgreffage), la **sensibilité aux maladies et au puceron cendré** sont des **critères importants à considérer à la plantation du verger AB** : ils conditionnent les performances agronomiques, l'ampleur des efforts à réaliser pour protéger le verger et optimisent l'efficacité de méthodes de protection à effet partiel (ex. prophylaxie tavelure).

Parmi les méthodes de substitution, le **désherbage mécanique** avec un outil spécifique à disques, utilisable en sol caillouteux, suppose d'installer l'irrigation en hauteur. Les opérations de buttage/débuttage permettent de contrôler les adventices avec des passages réguliers en verger jeune, et une fréquence moindre en verger âgé. Ceci permet par ailleurs **d'enfouir les feuilles sur le rang** d'arbres en fin d'automne, à compléter par un **balayage ou un broyage sur l'inter-rang**, en vue de réaliser une **prophylaxie** maximale par rapport à la **tavelure**. Même si la stratégie de protection contre la tavelure est à améliorer, son pilotage repose sur l'utilisation de modèles **d'évaluation du risque de contamination**, couplés à une station météorologique (accès à l'information en temps réel). La **confusion sexuelle**, le **virus de la granulose** et les **nématodes utilisés** contre les larves hivernantes permettent une gestion du carpocapse avec des moyens de biocontrôle, sous réserve de réaliser des observations tout au long de la saison (pièges, contrôles sur fruits) afin de connaître les périodes à haut risque et de détecter rapidement un éventuel 'décrochage'. Les **suivis réguliers** réalisés en verger (pucerons, carpocapse, tavelure, oïdium, zeuzère... et auxiliaires) permettent enfin d'optimiser le positionnement des interventions.

→ Toutes ces méthodes sont accessibles et utilisables en exploitation agricole ; **l'accès à l'information** (modèles, suivis), ou encore la **structure et la taille** du verger (cf. interventions réalisées au plus près des risques de contamination) peuvent en revanche constituer des **freins** à l'adoption des stratégies de ce système.

Pistes d'améliorations du système et perspectives

Le système proposé combine un **ensemble de méthodes** pour gérer la protection du verger AB planté avec une **variété peu sensible** aux maladies : si cette faible sensibilité ne permet pas/peu d'alléger la protection en période de **contamination primaire** en AB (l'expérimentation montre les limites d'une telle réduction), elle constitue un atout sur le reste de la saison et pour la **maîtrise de l'inoculum au fil des années**.

Le système vise par ailleurs à **préserver les auxiliaires** par un choix de produits de protection (ex. pas de spinosad), et une gestion 'minimaliste' de l'herbe (tontes peu fréquentes), au sein d'un paysage diversifié. L'approche pourrait être complétée par l'introduction dans le système de ressources pour les auxiliaires, plus diversifiées et/ou présentes en début et fin de saison, ou encore l'implantation de plantes répulsives vis-à-vis du puceron cendré (périodes cibles : éclosion, vol retour).

L'intérêt du système est également de questionner par rapport aux **variétés** disponibles et leur **sensibilité à différents bio-agresseurs**, à **l'accès à la formation et à l'information** (évaluation des risques, temps dédié pour combiner différentes informations...) et à **l'organisation et l'équipement** nécessaires pour intervenir dès risque de dégâts. Enfin, au-delà du 'design' du verger et des pratiques, la **structure de commercialisation** reste une composante à part entière de la réduction de l'utilisation des pesticides, afin de valoriser des standards de fruits différents (variétés, cosmétique) et issus de vergers plus complexes à gérer.

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

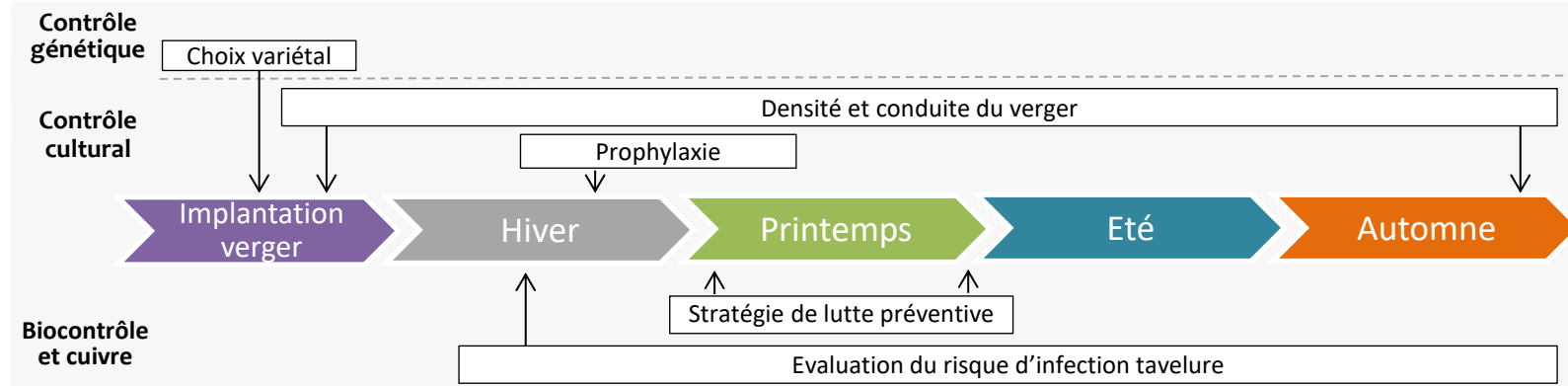
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par Sylvaine Simon
INRA Gotheon 26320 Saint-lès-Valence

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 :
tavelure

Objectifs :
Peu/pas de tâches (seuil) dans le verger en fin de contamination primaire pour arrêt protection

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Choix variétal	La résistance génétique est partielle pour Melrose, mais elle permet d'adopter des stratégies plus économes pour la gestion des maladies.	La sensibilité des variétés aux différentes maladies n'est pas toujours connue. Melrose présente l'intérêt d'une faible sensibilité aux principales maladies du pommier (tavelure, oïdium, maladies de conservation)
Densité et conduite du verger	Faible densité et conduite centrifuge pour un verger « aéré ». Permet de limiter la durée d'humectation du feuillage par la densité de plantation et l'aération au centre de l'arbre (conduite centrifuge, puits de lumière).	Ces choix de conduite sont réalisés car ils sont bénéfiques à la qualité des fruits, notamment pour la coloration. L'effet de réduction partielle de la pression maladie est un plus.
Prophylaxie	Détruire la litière foliaire dans laquelle se conserve la tavelure en hiver pour diminuer fortement l'inoculum de la parcelle.	Une prophylaxie maximum consiste à balayer et enlever les feuilles sur l'inter-rang (balayeuse type espaces verts), et à les enfouir sur le rang. Intérêt d'enfouir le compost en même temps si période d'épandage (cf gestion adventices).
Evaluation du risque d'infection tavelure	Evaluer le risque d'infection en fonction des conditions météorologiques (modèle - courbes de Mills), de l'inoculum de la parcelle (contrôle automne, projections) et de la sensibilité variétale (modèle Olivier).	En l'absence de taches en verger, cette évaluation permet de supprimer des traitements en fin de période de contamination primaire et de ne protéger que les risques importants de contamination si l'inoculum de l'automne précédent est faible. Cette stratégie demande toutefois un environnement spécifique (station météo, modèles) et du temps pour gérer les informations. Elle est mise en défaut dans le verger d'expérimentation, en rapport avec les limites des solutions curatives en AB en cas de lessivage, ou de risque non prévu et non protégé préventivement.
Stratégie de lutte préventive	Protection préventive du verger: fongicides cuivre et soufre en fonction de seuils (contrôles, modèles). Curative si en défaut.	La protection contre la tavelure à base de soufre permet de gérer l'oïdium sans application spécifique.



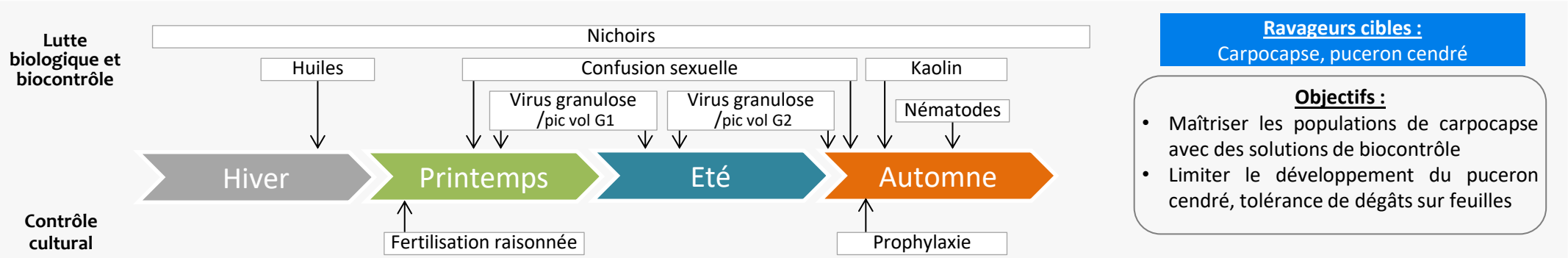
Litière foliaire sur le rang avant enfouissement.
Crédit photo: INRA Gotheron.

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.

En complément : Les autres ravageurs présents dans ce verger sont les campagnols gérés avec des pièges à guillotine. Le site présente par ailleurs un environnement diversifié (jachères, bois, haies) favorable aux auxiliaires (oiseaux, arthropodes) et des nichoirs à mésange sont installés dans le verger. Cet environnement est commun à tous les systèmes expérimentés.



Ravageurs cibles :
Carpocapse, puceron cendré

- Objectifs :**
- Maîtriser les populations de carpocapse avec des solutions de biocontrôle
 - Limiter le développement du puceron cendré, tolérance de dégâts sur feuilles

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Confusion sexuelle	La phéromone diffusée perturbe la communication entre insectes et la reproduction, ce qui diminue les pontes en verger à faibles populations. Selon les modèles, 500 à 1000 diffuseurs/ha sont installés dans le verger avant les 1ères émergences de carpocapses.	L'installation dans le haut des arbres se réalise facilement avec une plateforme ou une canne. Diffusion couvrant les 2 générations sur le site. Nécessite des contrôles en verger pour surveillance, mais souplesse par rapport à une protection chimique (pas de lessivage)
Virus granulose	Le virus ingéré par les larves de carpocapse entraîne leur mort. Les interventions sont positionnées lors des pics d'éclosion, en fonction des dégâts (seuil). Alternier les isolats de granulose entre générations pour prévenir l'apparition de résistance ou choisir les isolats de granulose adéquats si résistance	Efficacité de la combinaison confusion sexuelle – virus de la granulose dans la situation expérimentée. Sensible aux UV et à la chaleur, la granulose doit être appliquée en tout début ou fin de journée. Nécessite des contrôles en verger pour surveillance.
Prophylaxie	Pas de fruits dans le verger après récolte pour la gestion du carpocapse	
Nématodes	Ces nématodes sont pulvérisés après récolte sur le sol et le tronc des arbres et infectent les larves de carpocapse diapausantes.	Méthode de biocontrôle complémentaire des 2 précédentes. La difficulté est d'avoir les conditions adéquates pour appliquer le produit (t° douces et humidité pendant 24h-48h selon souches).
Huiles	Leur application asphyxie les jeunes larves et gêne l'installation des colonies au printemps. Positionnement avant fleur, dans l'idéal en période de redoux.	Une ou 2 applications avant fleur n'ont pas permis de limiter à elles seules le puceron cendré, en partie en raison d'une efficacité limitée dès que les feuilles sont enroulées suite à l'infestation.
Kaolin	Son application perturbe le vol de retour du puceron cendré à l'automne (a priori plusieurs processus impliqués : aspects visuels, contact surface des feuilles).	Le vol de retour du puceron est généralement déjà commencé à la récolte, ce qui limite l'efficacité de la méthode. Un positionnement au printemps après fleur (testé en fin d'essai) retarde la progression de l'infestation dans l'arbre et donc les dégâts sur fruits.
Fertilisation raisonnée	Apports d'azote fractionnés et adaptés aux besoins de l'arbre ; apports de printemps hors période d'infestation par le puceron cendré.	Effet probablement très partiel du levier mais le fractionnement et le suivi permettent d'optimiser la nutrition de l'arbre

Diffuseur de phéromone (confusion sexuelle)



Piège à phéromone/kairomone

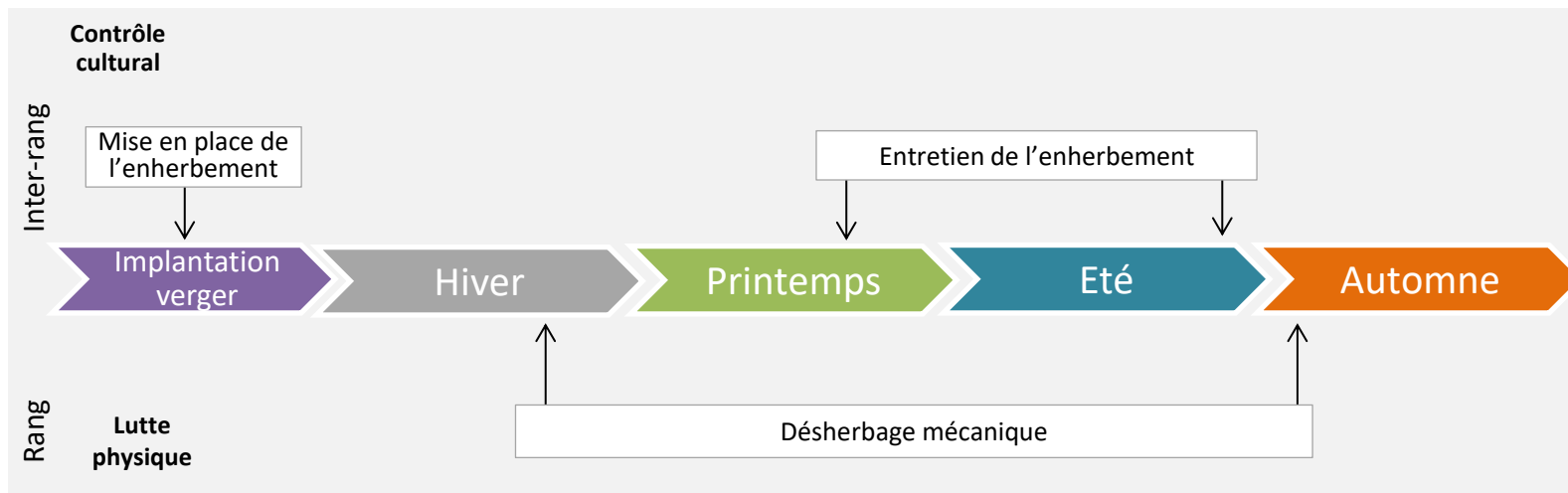


Crédit photo: INRA Gotheron.

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.



Adventices cibles :
Pas de cible en particulier

Objectifs :

- Sur le rang : présence d'adventices tolérée (verger âgé).
- Sur l'inter-rang : couvert végétal, pas de limitation de la hauteur sauf réalisation des opérations culturales manuelles.

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Mise en place de l'enherbement

Semis après plantation (2006) d'un mélange ray-grass/fétuque peu poussant, dans lequel se sont développées de nombreuses espèces spontanées.

Les espèces spontanées diversifient la flore du verger sans conséquence pour les travaux en verger.

Entretien de l'enherbement

Réduction du nombre de tontes, avec passages uniquement avant chantiers manuels (éclaircissage, récolte).

Une scarification du couvert végétal a été réalisée après quelques années afin de redonner de l'aération au sol.

Désherbage mécanique

Passage de disques en buttant/débuttant alternativement (3 à 4 passages/an en verger âgé) : 2 passages max. au printemps; pas de passage en été pour ne pas endommager fruits (branches basses); passage après récolte pour être en situation débuttée et faciliter l'enfouissement des feuilles après chute.

Le couplage des opérations culturales de gestion du rang, de la litière foliaire (cf prophylaxie tavelure) et d'enfouissement du compost (fertilisation) permet d'optimiser l'utilisation du machinisme et de limiter les coûts.



Passage du système à disques pour la gestion de l'herbe sur le rang



Crédit photo: INRA Gotheron.