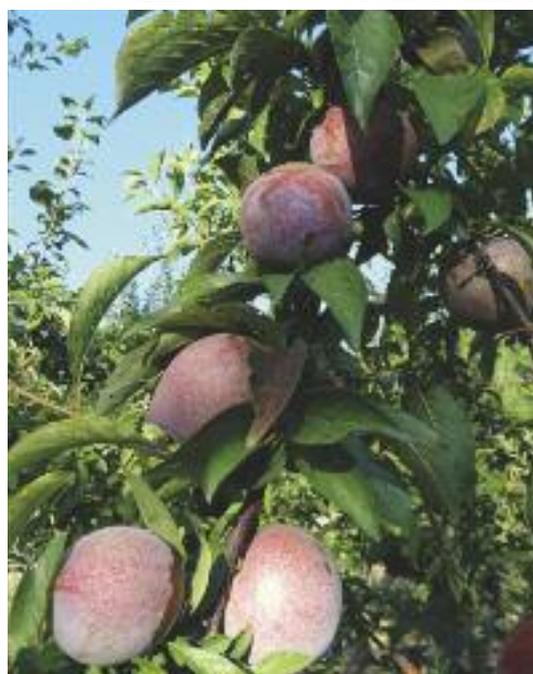


ÉCOPHYTO

RÉDUIRE ET AMÉLIORER
L'UTILISATION DES PHYTOS

GUIDE ÉCOPHYTO FRUITS

Guide pour la conception de systèmes de production
fruitière économes en produits phytopharmaceutiques



Fiches techniques

Le guide a été réalisé dans le cadre du plan Écophyto piloté par le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt et financé par l'ONEMA. Sa réalisation a été confiée au GIS Fruits (Groupement d'Intérêt Scientifique) et à l'INRA qui a coordonné le travail d'un comité de 20 experts scientifiques et techniques.

Le guide a bénéficié du concours de nombreux techniciens de la filière Fruits et des stations régionales d'expérimentation



Pour citer ce document : Laget E., Guadagnini M., Plénet D., Simon S., Assié G., Billote B., Borioli B., Bourguin B., Fratantuono M., Guérin A., Hucbourg B., Lemarquand A., Loquet B., Mercadal M., Parveaud C-E, Ramade L., Rames M-H., Ricaud V., Rousselou C., Sagnes J-L., Zavagli F. 2014. Guide pour la conception de systèmes de production fruitière économes en produits phytopharmaceutiques. GIS Fruits et Ministère de l'agriculture, Paris, 264 p.

ISBN (version imprimée) : 2-7380-1370-8
ISBN (version numérisée) : 2-7380-1373-2
Code EAN : 978 273 801 3736

LIVRET FICHES TECHNIQUES

Le livret « Fiches techniques » comporte trois types de fiches techniques : des **fiches sur les pratiques agronomiques** utilisables pour la gestion globale des bio-agresseurs (ensemble de leviers à effets globaux et partiels ; outils de raisonnement de la lutte), des **fiches techniques ciblées sur la gestion d'une catégorie de bio-agresseurs** (leviers techniques spécifiques) et des **fiches techniques « prospectives »** (leviers encore en cours d'expérimentation et d'évaluation).

Une **Fiche type** de **fiche technique ciblée sur la gestion d'une catégorie de bio-agresseurs** est présentée en *page 5*.

Remarques importantes

Les symboles utilisés dans les fiches ont pour signification :

P : levier « principal » : efficacité connue, permettant de diminuer le nombre de traitements phytopharmaceutiques ;

C : levier « complémentaire » : levier à effet partiel, nécessitant de le combiner à d'autres leviers pour diminuer le nombre de traitements phytopharmaceutiques ;

Expé : levier en expérimentation ;

« ! » : attention, effet non intentionnel possible, précautions à prendre, levier qui dans certaines conditions peut induire un effet sur...

Pour certaines techniques alternatives, les références existantes ne sont parfois pas suffisamment nombreuses pour définir le domaine d'efficacité de la technique, surtout si cette efficacité est très dépendante des conditions de mise en œuvre ou d'un savoir-faire professionnel. Il est nécessaire que le producteur s'informe sur les conditions optimales d'emploi de chaque technique alternative, en particulier dans le cadre d'une adaptation à un nouveau contexte régional ou à une autre espèce fruitière, et qu'il définisse précisément, en concertation avec son conseiller, les conditions permettant leur introduction au sein de ses vergers pour garantir un niveau d'efficacité suffisant par rapport au but recherché.

➤ **NB** : *Un index bio-agresseurs par espèce fruitière est présent en fin du livret*

Les informations présentes dans ce guide ont été vérifiées avec soin ; cependant, les rédacteurs ne pourront en aucun cas être tenus pour responsables d'une erreur ou de changement de contexte remettant en cause les informations données, ainsi que des conséquences qui pourraient en résulter.

FICHES TECHNIQUES

TABLE DES MATIÈRES

Fiche type	Fiche technique ciblée sur la gestion d'une catégorie de bio-agresseurs	5
Fiche n° 1 :	Prophylaxie	8
Fiche n° 2 :	Lutte biologique par conservation – Biodiversité fonctionnelle ou comment préserver et favoriser les auxiliaires du verger ?	14
Fiche n° 3 :	Contrôle cultural – Méthodes culturales	23
Fiche n° 4 :	Outils d'aide à la décision (OAD) et choix des produits	28
Fiche n° 5 :	Augmentation de l'efficacité des traitements	34
Fiche n° 6 :	Contrôle génétique – Choix du matériel végétal	39
Fiche n° 7 :	Paillage sur le rang	46
Fiche n° 8 :	Désherbage mécanique	49
Fiche n° 9 :	Méthode Sandwich	53
Fiche n° 10 :	Éclaircissage mécanique du pommier	56
Fiche n° 11 :	Prophylaxie par gestion de la litière foliaire	59
Fiche n° 12 :	Lutte par pulvérisation de micro-organismes	63
Fiche n° 13 :	Argiles (kaolinite calcinée)	67
Fiche n° 14 :	Filet monorang : Alt'Carpo/Alt'Mouche	72
Fiche n° 15 :	Filet monoparcelle – Alt'Carpo	75
Fiche n° 16 :	Lâcher d'auxiliaires	78
Fiche n° 17 :	Confusion sexuelle	82
Fiche n° 18 :	Piégeage massif par piège attractif	86
Fiche n° 19 :	Piégeage mécanique contre les campagnols	89
Fiche n° 20 :	Grillage d'exclusion ou de protection	92
Fiche n° 21 :	Système à explosion contre les campagnols	96
Fiche n° 22 :	Produits divers peu préoccupants	98
Techniques prospectives		100
Fiche n° 23 :	Bâche anti-pluie	101
Fiche n° 24 :	Stimulateurs de défense des plantes (SDP)	104
Fiche n° 25 :	Autres techniques prospectives	107
Index des Bio-agresseurs		109

1. FICHE TYPE (FICHE TECHNIQUE CIBLÉE SUR LA GESTION D'UNE CATÉGORIE DE BIO-AGRESSEURS)

► **Principe :** (définition, principe de la technique)

► **Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés**

Levier principal pour

– bio-agresseurs pour lesquels la technique est un levier principal

Levier complémentaire pour

– bio-agresseurs pour lesquels la technique est un levier complémentaire

Moyens mis en oeuvre...

► **Matériel**

– Matériel spécifique nécessaire pour la mise en oeuvre de la technique

► **Technique**

– Comment mettre en oeuvre la technique ? Quelles précautions faut-il prendre ?

► **Suivi**

– Y a-t-il des observations ou contrôles nécessaires ? À quelle fréquence ? Sur quelle période ?

En expé

Bio-agresseurs pour lesquels la technique est en cours d'expérimentation.

Pour en savoir plus...

Références bibliographiques permettant d'approfondir certains aspects de la technique, ses effets induits (ex. résultats d'expérimentation), son mode opératoire adapté au contexte local (ex. guides régionaux)...

(levier principal ou complémentaire) **P** ou **C**

► **Dans quelles conditions la solution est-elle efficace?**

Ex. surface minimale, structure du verger, conditions pédoclimatiques...



Temps de travail (nombre d'heures/hectare) : temps approximatif de mise en oeuvre de la technique

Effets induits sur les aspects...	
Autres bio-agresseurs	Effets indirects de la technique sur les autres bio-agresseurs
Organisationnel	Interaction de la technique par rapport aux différentes tâches de l'exploitation, contraintes organisationnelles liées à la mise en oeuvre de la technique
Économique	Coût/hectare approximatif de la technique
Agronomique	Incidence agronomique de la technique (rendement, état des arbres, sol...)
Environnemental	(Impacts toxicologiques de la technique sur l'eau, l'air, le sol, les organismes)
Qualité des fruits	Impacts de la technique sur la qualité des fruits (organoleptique, sanitaire, technologique...)
Auxiliaires	Impact de la technique sur les populations d'auxiliaires du verger

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

Techniques alternatives qui sont intéressantes à combiner avec la technique décrite.

Incompatible ou inutile ou interactions négatives avec les techniques alternatives...

Techniques alternatives qui ne sont pas intéressantes à combiner avec la technique décrite (ou incompatibles).

Effets **positifs (+)** et **négatifs (-)**

Tableau 1. Liste des fiches sur les pratiques agronomiques utilisables pour la gestion globale des bio-agresseurs.

N°	Nom de la fiche	Espèces concernées	Bio-agresseurs concernés	Catégorie
1	Prophylaxie	Toutes	Tous	Contrôle cultural
2	Lutte biologique par conservation Biodiversité fonctionnelle	Toutes	Ravageurs	Lutte biologique
3	Contrôle cultural Méthodes culturales	Toutes	Tous	Contrôle cultural
4	Outils d'aide à la décision (OAD) et choix des produits	Toutes	Tous	Raisonnement de la protection
5	Augmentation de l'efficacité des traitements	Toutes	Tous	Raisonnement de la protection
6	Contrôle génétique Choix du matériel génétique	Toutes	Nombreux ravageurs et maladies	Contrôle génétique

Implantation de phacélies autour d'un verger de pommier dans la Drôme – Lutte biologique par conservation



Tableau 2. Liste des fiches techniques ciblées sur la gestion d'une catégorie de bio-agresseurs.

N°	Cible	Nom de la fiche	Espèce(s) concernée(s)	Principaux bio-agresseurs concernés ou cibles	Catégorie de levier
7	Adventices	Paillage	Toutes	Adventices	Physique (bâches, toiles tissées) Contrôle cultural (paillis végétaux)
8		Désherbage mécanique	Toutes	Adventices, campagnols	Physique
9		Méthode sandwich	Toutes	Adventices	Contrôle cultural
10	Charges	Éclaircissage mécanique	Pommier	Éclaircissant chimique	Physique
11	Maladies	Prophylaxie par gestion de la litière foliaire	Pommier, poirier, noyer, noisetier	Tavelure du pommier et du poirier, stemphyliose, anthracnose	Contrôle cultural
12	Maladies ravageurs	Lutte par pulvérisation de micro ou macro-organismes	Nombreuses espèces	Lépidoptères, Coléoptères, feu bactérien	Biologique
13	Ravageurs	Argiles	Nombreuses espèces	Mouche de l'olive, mouche de la cerise, psylle du poirier, cicadelle verte, cératite, vecteurs ECA, acariens, carpocapse du prunier, mouche du brou, pucerons...	Produits divers
14		Filets monorang	Pommier, cerisier	Carpocapse, mouche de la cerise	Physique
15		Filet Alt'Carpo monoparcelle	Pommier	Carpocapse	Physique
16		Lâcher d'auxiliaires	Nombreuses espèces	<i>Metcalfa pruinosa</i> , cynips du châtaignier, cochenilles farineuses, mineuse des agrumes, pou rouge de Californie, acariens, cochenille noire	Biologique
17		Confusion sexuelle	Pommier, poirier, pêcher, prunier, abricotier	Carpocapse des pommes, tordeuse orientale du pêcher, carpocapse des prunes	Biotechnique
18		Piégeage massif par piège attractif	Nombreuses espèces	Cératite, xylébore, <i>Drosophila suzukii</i> , ver des framboises	Biotechnique
19	Campagnols et autres animaux	Piégeage mécanique	Toutes	Campagnol	Physique
20		Grillage d'exclusion et de protection	Toutes	Campagnols, cervidés, lapins...	Physique
21		Système à explosion	Toutes	Campagnols	Physique
22	Divers	Produits divers peu préoccupants			Produits divers
23	Techniques en cours d'expérimentation	Bâche anti-pluie	Pommier, cerisier	Tavelure, maladies de conservation	Physique
24		Stimulateurs de défense des plantes	Fruits à pépins	Feu bactérien...	Produits divers
25		Autres techniques prospectives			

➤ **NB** : Un index bio-agresseurs par espèce fruitière est présent en fin du livret

FICHE n° 1 : LA PROPHYLAXIE

La prophylaxie désigne l'ensemble des actions ayant pour but de prévenir l'apparition ou la propagation d'une maladie ou d'un ravageur dans un verger. C'est un préalable indispensable à toute intervention culturale et avant de décider d'un traitement. Les mesures prophylactiques entrent dans le cadre des bonnes pratiques agricoles. Cette fiche décrit, dans un premier temps, la prophylaxie spécifique à la création du verger. Puis, pour l'ensemble des périodes de vie du verger, sont présentées les mesures prophylactiques visant la réduction de la pression des ravageurs et des maladies et celles permettant de réduire les contaminations et la dissémination des bio-agresseurs, ainsi que les situations risquées.

À la création du verger

▼ Lieu de plantation

Certaines situations à risque sont à éviter lors de la plantation d'un verger :

- ▶ **situations gélives et non aérées**, favorables au développement des maladies (a contrario, la présence de plans d'eau limite les risques de gel) ;
- ▶ **proximité de vergers** de la même espèce (ou d'espèces ayant le même cortège de bio-agresseurs) récemment abandonnés ou subissant de fortes attaques parasitaires (réservoirs de bio-agresseurs) ;
- ▶ **proximité de prairies** non entretenues ou jachères, favorables aux campagnols ;
- présence à proximité de la parcelle d'une source de contamination (maladie ou ravageur), alors que l'espèce à planter y est sensible (sharka, ECA, mouche méditerranéenne, pourridié...) ;
- ▶ **plantes relais ou hôtes potentiels** d'un bio-agresseur à éviter ou à supprimer :
rejets de porte-greffe type *Prunus* dans le verger et son environnement pour limiter le risque de développement de la sharka et de l'ECA (abricotier, pêcher, prunier),
amandiers sauvages par rapport à *Eurytoma* (amandier), peupliers et saules par rapport à la zeuzère (pommier, poirier), au cossus gâte-bois (cerisier) et à la maladie du plomb (abricotier), certaines rosacées (*Pyracantha*, *Cotonéaster*, *aubépine*) par rapport au feu bactérien (pommier, poirier),
si proximité de bois ou de forêts, risque de dégâts par les sangliers, lapins, lièvres ou cervidés ;
- ▶ **éclairages nocturnes** qui peuvent attirer les carpocapses, tordeuses et autres Lépidoptères (teigne de l'olivier, pyrale du jasmin, tordeuses de la grappe) ;
- ▶ **précédents à risque** :
de manière générale, éviter de planter un verger sur des parcelles où il y a des problèmes historiques de pourridié, en fonction du contexte et de la sensibilité de l'espèce à planter :
éviter les précédents **luzerne, défriches** et cultures **marai-chères** qui peuvent héberger et multiplier la **verticilliose** (fruits à noyau, olivier).

Dans tous les cas, il est fortement recommandé de faire un **vide sanitaire** (repos du sol pendant quelques années sans cultures pérennes) et/ou d'implanter une culture intermédiaire en fonction des problèmes rencontrés (implantation de sorgho, tagettes...).

▼ Choix du matériel végétal

Le matériel végétal doit être **adapté** au sol (caractéristiques pédologiques) et aux conditions sanitaires. L'utilisation de matériel **certifié** est fortement recommandée et dans certains cas obligatoires (ex. prune d'Ente). Le prélèvement « sauvage » de greffons est à proscrire. Il existe par ailleurs des variétés et porte-greffes plus ou moins **résistants** aux bio-agresseurs.
=> Fiche technique n° 6 « Contrôle génétique »

▼ Structure et conduite du verger

La **structure** du verger (densité, palissage, système d'irrigation) et la **conduite** de l'arbre (taille, forme fruitière) doivent permettre d'avoir un verger équilibré, bien aéré et de vigueur maîtrisée pour limiter le développement des bio-agresseurs. Les systèmes d'irrigation mouillant le feuillage (type aspersion sur frondaison) sont fortement déconseillés en saison pour limiter le développement des maladies. Toutefois, dans le cas du poirier, l'aspersion sur frondaison peut être intéressante pour lessiver le miellat produit par le psylle du poirier. L'aspersion sur frondaison permet également de lutter contre les gelées printanières. Tous les éléments de prophylaxie liés aux méthodes culturales (fertilisation, irrigation, taille...) sont développés dans une fiche technique spécifique. => Fiche technique n° 3 « Méthodes culturales »

Notons que l'**augmentation de la hauteur de greffage** (greffage à 80 cm ou plus) permet une réduction des symptômes de la bactériose de l'abricotier, mais cela affecte la forme et la conduite de l'arbre impactant le potentiel de production.

Réduction des populations de ravageurs et de l'inoculum des maladies

Il s'agit d'actions directes sur les populations de ravageurs et sur l'inoculum des maladies.

▼ Par élimination des refuges

Éviter de laisser des palox en bois proches d'un verger de fruits à pépins (pommier, poirier) ou de clémentiniers, car les larves de

FICHE n° 1 : LA PROPHYLAXIE

carpocapse ou les cochenilles *pseudococcines* (ex. *Pseudococcus viburni*) peuvent s'y abriter en hiver. Il est préférable de choisir des palox en plastique et de les éloigner des vergers. Attention également à la terre véhiculée par les semelles des palox qui favorisent les maladies de conservation (ex. *Cylindrocarpon mali*, *Phytophthora*).

Éviter de laisser des tas de bois de taille proches du verger, car ils constituent des abris pour certains ravageurs (carpocapse, tordeuse orientale, forficules pour les fruits à noyau...) et des sources d'inoculum (chancres).

Éviter de laisser des fruits non récoltés sur le sol ou entassés à proximité du verger, car ils sont des supports d'alimentation pour de multiples ennemis : pourritures dont monilioses, *Phytophthora*, chancre européen, anthracnose, mais aussi campagnols, larves de carpocapse, tordeuse orientale, *Drosophila suzukii*, cératites, *Polystigma ochraceum*. Il est recommandé de les broyer ou de les sortir du verger. De même, ne pas déverser les écarts de station de conditionnement dans le verger.

Favoriser la dégradation de la litière foliaire pour diminuer l'inoculum de tavelure (*Venturia inaequalis*) en vergers de pommiers et de poiriers, ainsi que l'inoculum de la stemphyliose en vergers de poiriers et celui de l'anthracnose en vergers de noyers. Pour accélérer la dégradation des feuilles, il existe différentes possibilités : **l'application d'urée, le broyage** des feuilles, **le retrait et l'enfouissement** des feuilles par buttage. => **Fiche technique n° 11 « Prophylaxie par gestion de la litière foliaire »**

Éliminer les grappes de fruits lors de l'**éclaircissage** manuel pour prévenir l'apparition et/ou limiter le développement de certains ravageurs (ex. carpocapse, tordeuses de la pelure, tordeuse orientale, thrips californien, forficules pour les fruits à noyau...) et maladies (ex. maladies de conservation chez toutes les espèces fruitières et mildiou, oïdium, *Botrytis*, pourriture acide sur la vigne pour raisin de table).

Curer les chancres et les cicatriser.

Mastiquer les plaies qui sont des portes d'entrée à certains bio-agresseurs : chancre européen, *Phomopsis*, bactérioses, cécidomyies des écorces, pyrale des troncs...

Brosser les troncs et les charpentières en hiver ou utiliser une lance à eau (40 bars) pour décaper les encroûtements de la cochenille du mûrier sur pêcher.

Cureter au fil de fer les zeuzères et les cossus en hiver.

▼ Par piégeage sans attractifs

► Piégeage du carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella*) par bandes pièges

La pose de bandes pièges contre le carpocapse permet de diminuer la population initiale de carpocapse pour l'année suivante. Ce sont des bandes de carton ondulé fixées autour des troncs en fin de première génération des ravageurs. Elles sont retirées et brûlées après récolte ou après la fin des vols annuels, alors que les larves s'y sont réfugiées pour passer l'hiver. L'élimination des larves diapausantes (en arrêt de développement) en fin de saison permet de réduire le nombre d'adultes hivernants qui émergeront l'année suivante.

► Piégeage des forficules (*Forficula auricularia*) par l'utilisation de cannes

Le piégeage consiste à poser une canne de Provence (ou bambou) au pied de chaque arbre et à récupérer quelques jours après les forficules présents dans les cannes en les faisant tomber dans un seau. Cette technique peut présenter l'intérêt de coupler le piégeage des forficules sur fruits à noyau où ils sont ravageurs et leur redistribution sur fruits à pépins où ils sont auxiliaires.

Pour que ce piégeage soit efficace, il est important de dégager les herbes dans la partie située autour du tronc notamment au-dessus de la canne (pour ne pas faire de ponts). Le coût de la technique par cannes est, main-d'œuvre comprise (coupe des cannes, préparation, pose des cannes, récupération des forficules dans seaux et distribution dans les vergers de poirier ou pommier) : 120 €/ha pour un passage, 165 € pour deux passages et 210 € pour trois passages (Poulet, 2009).

▼ Par élimination des organes contaminés

L'élimination des organes végétatifs voire d'arbres entiers atteints par des bio-agresseurs et sources de contamination permet de limiter le développement de certaines maladies et ravageurs. Ces interventions doivent être effectuées le plus tôt possible pour maîtriser le développement des bio-agresseurs et limiter le temps d'intervention, ou encore à des périodes précises du cycle du bio-agresseur. Certaines interventions peuvent être relativement lourdes, mais certaines sont à caractère obligatoire. **Le tableau 1** précise quels sont les organes qui peuvent être éliminés en fonction des bio-agresseurs concernés et de l'espèce fruitière.

Réduire les contaminations, les disséminations et les situations risquées

Certaines bonnes pratiques sont à mettre en œuvre pour limiter les contaminations et les disséminations des bio-agresseurs et ne pas accentuer les risques de leur développement. **Les tableaux 2 et 3** recensent certaines bonnes pratiques à suivre en fonction de l'espèce fruitière et du bio-agresseur concerné.

FICHE n° 1 : LA PROPHYLAXIE

Tableau 1. Prophylaxie par élimination des organes contaminés (en souligné, les bio-agresseurs pour lesquels l'élimination des organes constitue un levier très conseillé).

Fruits (à l'éclaircissage, à la récolte, après la récolte, fond de cueille, momies)		Rameaux/branches/cannes/drageons/litière feuilles	Arbres (arracher, brûler, ne laisser ni souches ni racines)
Pommier	- <u>Carpocapse/tordeuse orientale</u> - Cératite - Certaines maladies de conservation (ex : <i>black rot</i>) - Tavelure	- <u>Tavelure</u> (litière) - <u>Oïdium</u> - <u>Feu bactérien</u> (lutte obligatoire) - Chancre européen - Puceron lanigère	<u>Feu bactérien</u>
Poirier	- Carpodapse/tordeuse orientale - Tavelure	- Tavelure (litière) - Stemphyliose (litière) - <u>Feu bactérien</u> (lutte obligatoire) - Cèphe	<u>Feu bactérien</u>
Pêcher	- <u>Monilioses (momies)</u> - Tordeuse orientale - Cératite - <i>Anarsia</i> - Thrips californien (grappes)	- <i>Fusicoccum</i> - Bactériose - Plomb - Puceron vert du pêcher	- <u>Sharka</u> (lutte obligatoire) - <u>ECA*</u> (selon réglementation locale) - <u>Bactériose</u>
Abricotier	- <u>Monilioses (momies)</u> - <i>Anarsia</i> - Forficule (grappes) - Tordeuse orientale (variétés tardives)	- Monilioses - Bactériose - Plomb	- <u>Sharka</u> (lutte obligatoire) - <u>ECA*</u> (selon réglementation locale) - <u>Bactériose</u>
Cerisier	- <i>Drosophila suzukii</i> - Mouche de la cerise - Monilioses (momies)	Monilioses	- <u>Bactériose</u> - Cossus
Prunier	- Monilioses des fruits - Carpodapse	Monilioses (fleurs et rameaux)	- Sharka (obligatoire) - ECA* (selon réglementation locale)
Amandier	<i>Eurytoma amygdali</i> (en hiver)	- <i>Fusicoccum</i> - Scolyte - Bactériose - Anthracnose	Scolyte
Olivier	Mouche de l'olive	- Verticilliose - Fumagine - Chancre bactérien (<i>Pseudomonas</i>) - Cochenille noire - Cécydomyies des écorces	Verticilliose
Châtaignier	- Balanin - Carpodapse - Pourritures (récolte)	Scolyte (jeunes vergers)	Virus de la mosaïque
Noyer		- <i>Xanthomonas</i> (branches) - <i>Pseudomonas</i> (branches) - Anthracnose (litière)	
Noisetier		- <i>Fomitiporia</i> - Anthracnose (litière)	<i>Fomitiporia</i>
Clémentinier	Cératite	Mal Secco	- Gommose - <i>Tristeza</i> (lutte obligatoire)
Kiwi		- <u>PSA**</u> (cannes) - Pourriture grise (à la taille d'hiver)	<u>PSA**</u>
Cassissier/groseillier		- Dépérissement - Phytote (si taille manuelle) - Sésie	
Framboisier	<u><i>Drosophila suzukii</i></u>	- Cécidyomyies des galles - Virus (RDBV) (couper toute la canne au moment de la récolte)	
Myrtillier	<u><i>Drosophila suzukii</i></u>	Maladies des bois : <i>Godronia</i> , <i>Phomopsis</i> , pourridié (bois malades)	
Raisin de table	<i>Botrytis</i>	- Oïdium - <i>Botrytis</i> - <i>Black rot</i> - Thrips	- Maladies du bois - Eutypiose - Bois noir (lutte obligatoire) - Flavescence dorée (lutte obligatoire)

*ECA : Enroulement chlorotique ; **PSA : *Pseudomonas syringae* pv *actinidiae*

Tableau 2. Bonnes pratiques pour limiter les contaminations/disséminations des bio-agresseurs et les situations risquées en verger.

Pratiques et conditions	Pommier, poirier	Pêcher, abricotier, prunier	Cerisier	Kiwi	Olivier	Châtaignier	Petits fruits	Noisetier	Noyer	Raisin de table
Circuler des parcelles saines vers les parcelles atteintes	Feu bactérien (outils de taille)	- <i>Xanthomonas et Pseudomonas</i> (pulvérisateur)		PSA* (outils de taille)						
Désinfecter le matériel (séateurs, barre de coupe, installations)	Feu bactérien (obligatoire)	- Verticilliose - Bactériose - <i>Xanthomonas</i>		PSA*	Bactériose		<i>Phytophthora</i> (framboisier)	<i>Fomitiporia</i>		- Maladies du bois - Eutypiose
Ne pas laisser de branches basses et de hautes herbes / Nettoyer autour du tronc	- Tavelure - <i>Phytophthora</i>	- <i>Xanthomonas et Pseudomonas</i> (si aspersion) - <u>Forficules</u> (si glu)				- Javart - Chancres de l'écorce				
Prohiber le prélèvement « sauvage » de greffons	- Feu bactérien - Virus	- Sharka - ECA** - Virus - Bactériose	- Bactériose - Virus	PSA*	Xylella	Chancres				
Mise en quarantaine (48 h) des ruches quand elles sortent des vergers contaminés	Feu bactérien			PSA*						
Éviter les blessures des racines / Éviter le travail du sol dans des parcelles contaminées / Boucher les goutteurs d'irrigation dans les zones attaquées	- <i>Phytophthora</i> - Pourridié	- <i>Phytophthora</i> - Verticilliose - Pourridié	Verticilliose Pourridié		Verticilliose	<i>Phytophthora</i> - Pourridié	<i>Phytophthora</i> (framboisier)	Pourridié	<i>Phytophthora</i>	
Extraire les racines du sol en cas d'arrachage	- Maladies telluriques (Pourridié, <i>Phytophthora</i>) - Prolifération du pommier	- Sharka - Pourridié - Verticilliose - Capnodes	Pourridié		Verticilliose	Encres - Pourridié, <i>Phytophthora</i> (techniquement très difficile)		Pourridié	<i>Phytophthora</i>	
Éviter la taille en temps humide	- Chancres européens			PSA*						
Éviter de tailler l'arbre en repos végétatif		- Bactériose (abricotier, cerisier)								Eutypiose
Limiter les blessures des parties aériennes	- Chancres européens - <i>Phomopsis</i> - Feu bactérien (en période douce et humide) - <i>Black rot</i>	- Bactériose (sur bois) - Monilioses (fruits)	Monilioses (sur fruits) - Chancres bactérien (sur tronc)	PSA* (sur bois)	- Chancres bactérien des troncs - Pyrale	- Javart (sur le collet ; éviter notamment les brûlés de souches à proximité des troncs)	- Dépérissement (cassier / groseille)			- Maladies du bois - Eutypiose - <i>Botrytis</i> (fruits) - Pourriture acide (fruits)
Protection des troncs contre le gel				PSA*		- Septoriose - Scolyte				

Pratiques et conditions	Pommier, poirier	Pêcher, abricotier prunier	Cerisier	Kiwi	Olivier	Châtaignier	Petits fruits	Noisetier	Noyer	Raisin de table	Clémentine
Éviter les récoltes par temps humide	Maladies de conservation (dont <i>Phytophthora</i>)	Maladies de conservation		PSA*		Maladies de conservation (<i>Botrytis</i> , anthracnose)				Botrytis	Cératite
Éviter la surmaturité	Maladies de conservation		- <i>Drosophila suzukii</i> - Maladies de conservation		Bactériose		<u>Framboisier</u> : <i>Drosophila suzukii</i> (cueille tous les deux jours pour enlever les fruits attractifs régulièrement)			Botrytis	
Enlever les premiers fruits au sol avant récolte mécanique / Limiter le temps de contact des premiers fruits chutés avec le sol	Vergers cidricoles : - Maladies de conservation - Champignons à mycotoxines (tel que <i>Penicillium e.</i> produisant la patuline)										
Utiliser des caisses et plateaux de récolte propres	- Maladies de conservation - Champignons à mycotoxines (tels que <i>P. expansum</i> produisant la patuline)			PSA* (présence de débris végétaux)			Moniliose				
Refroidir les fruits le plus tôt possible / Limiter les ruptures de chaîne du froid	- Maladies de conservation - Cératite (pommier)	Maladies de conservation	- <i>Drosophila suzukii</i> - Mouche de la cerise - Maladies de conservation				Moniliose			Botrytis	
Ne pas laisser de branches basses et hautes herbes	- Tavelure - <i>Phytophthora</i>	- <i>Xanthomonas</i> (si aspersion) Forficules (si glu)									

Tableau 3. Limiter les contaminations et disséminations des bio-agresseurs et les situations risquées au moment de la récolte et en post-récolte.

*PSA : *Pseudomonas syringae* pv *actinidiae* ;

FICHE n° 1 : LA PROPHYLAXIE POUR EN SAVOIR PLUS

Parmi les pratiques et les conditions accentuant les risques se trouvent également certaines pratiques culturales. La gestion de l'**irrigation**, de la **fertilisation** et de la **taille** conditionne le développement des bio-agresseurs et peut être un facteur de risque si elle n'est pas bien raisonnée. => **Fiche technique n° 3 « Méthodes culturales »**.

Pour en savoir plus...

► Piégeage massif de forficules

Poulet L., 2009. Lutte alternative forficule. Communication interne Ceta des Techniciens.

Test en grande parcelle, en vergers d'abricotiers, en 2006, 2007 et 2008 : diminution de près de 90 % des dégâts de forficules dans un verger infesté (4 % de dégâts max. contre 20 % sans lutte).

► Prophylaxie bactériose du kiwi (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*)

Chambre régionale d'agriculture de Rhône-Alpes. Bulletin de Santé du Végétal Rhône-Alpes. Kiwi : Bactériose du kiwi. Cultures fruitières, 33 [en ligne]. Éditions CRA Rhône-Alpes, 12 octobre 2011. Disponible sur : <http://www.fredonra.com/files/2011/10/BSV-RA-Arbon%C2%B033du12102011.pdf> [consulté le 06/06/2014].

► Prophylaxie pommes à cidre

Journal officiel de l'Union européenne. 2003. Recommandation de la commission du 12 août 2003 sur la réduction de la contamination par la patuline du jus de pomme et du jus de pomme utilisé comme ingrédient dans d'autres boissons [notifiée sous le numéro C(2003) 2866] (2003/598/CE). L203/54-59.

► Guides de protection régionaux

• Chambre d'agriculture de la Drôme. 2013. Bulletin hors-série. Zoom Arboriculture, 13.

• Chambre régionale d'agriculture du Languedoc-Roussillon. 2010. **Fiche technique n° 2** : Prophylaxie. In : Guide de la protection raisonnée et biologique en Languedoc-Roussillon, Fiches techniques, coll. SudArbo. Disponible sur : <http://www.languedocroussillon.chambagri.fr/fiches-sud-arbo.html> [consulté le 06/06/2014]

• Ghion K., Sagnes J.-L., Dordolo M., Rivière N., Méry D., Maguy A., Lessoult C., 2013. Le guide Arbo du sud-ouest 2014. L'action agricole. Éditeur SARL SEIDA. Disponible sur : <http://www.agri82.fr/arboriculture-et-raisin-de-table/traitementsphytosanitaires> [consulté le 06/06/2014]

• Station la Pugère, CRA PACA. 2014. Guide Production Fruitière intégrée 2014. *Objectifs Info Arbo*.

► EcophytoPIC

• Berthier C. (coord.), 2012. Guide CepViti : Co-conception de systèmes viticoles économes en produits phytopharmaceutiques [en ligne]. DGAL-Maaf. Disponible sur :

<http://viticulture.ecophytopic.fr/vt/m%C3%A9thodes-de-lutte/autres-m%C3%A9thodes-alternatives/cepviti-co-conception-de-syst%C3%A8mes-viticoles> [consulté le 06/06/2014]

• Maaf-ACTA. EcophytoPIC [en ligne], filière Arboriculture. Disponible sur : <http://arboriculture.ecophytopic.fr/arboriculture> [consulté le 06/06/2014]

• Maaf-ACTA. EcophytoPIC [en ligne], filière Viticulture. Disponible sur : <http://viticulture.ecophytopic.fr/viticulture> [consulté le 06/06/2014]

► Ouvrages Ctifl

• Lichou J., Mandrin J.-F., Breniaux D., 2001. Protection intégrée des arbres fruitiers à noyau. Éditions Ctifl, coll. Memento, Paris, 272 p.

• Orts R., Giraud M., Darhout L., 2006. Protection intégrée pommier-poirier. 2e édition Ctifl, coll. Memento, Paris, 336 p.

• Monographies par espèce fruitière : voir la rubrique « *En savoir plus* » de la => **Fiche technique n° 6 : « Contrôle génétique »**



Pose de bandes pièges contre le carpocapse du pommier et du poirier

FICHE n°2 : LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSERVATION BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE OU COMMENT PRÉSERVER ET FAVORISER LES AUXILIAIRES DU VERGER ?

Principe de la lutte biologique par conservation

La lutte biologique par conservation de la biodiversité consiste à modifier l'environnement et/ou les pratiques existantes afin de protéger et favoriser les **auxiliaires** (organismes contribuant à la régulation des bio-agresseurs par prédation ou parasitisme) spécifiques ou autres organismes permettant de réduire l'effet des ravageurs. Cette manipulation de l'environnement vise à améliorer la survie, la fécondité, la longévité et le comportement des ennemis naturels des ravageurs (ou auxiliaires) pour augmenter leur efficacité.

Préserver les auxiliaires dans le verger va consister à **éviter ou limiter les pratiques agricoles** qui leur sont **défavorables**, directement (ex. mortalité par application de pesticide peu sélectif) ou indirectement par suppression de leurs ressources (ex. broyage du couvert herbacé).

La **biodiversité végétale** permet de favoriser les auxiliaires qui sont souvent tributaires d'une **diversité de ressources et de milieux** pour réaliser leur cycle biologique, alors que les ravageurs sont plus souvent inféodés à une culture. Ces auxiliaires sont une part de la **biodiversité fonctionnelle** qui contribue ici au service de régulation naturelle des ravageurs. Toutefois, le choix des espèces à planter dans l'objectif d'augmenter la biodiversité végétale est à raisonner. En effet, certaines essences sont des hôtes de bio-agresseurs du verger : l'aubépine est hôte du feu bactérien ou encore certaines espèces de Prunus sont hôtes des agents pathogènes des maladies telles que l'enroulement chlorotique de l'abricotier (ECA) ou la sharka.

Enfin, la biodiversité fonctionnelle est potentiellement intéressante dans la régulation des ravageurs qui peuvent être **tolérés à des niveaux de population élevés** dans le verger avant de nécessiter une intervention phytosanitaire, laissant la possibilité à un cortège d'auxiliaires de s'installer et de maintenir sous contrôle les populations de ravageurs. La biodiversité fonctionnelle a notamment montré son intérêt dans la régulation du **psylle du poirier, des acariens**, de certains **pucerons et des campagnols**. En revanche, la biodiversité fonctionnelle est un levier insuffisant pour contrôler des bio-agresseurs tels que les mouches des fruits (cerise, olive), le carpocapse, certains pucerons, les vecteurs de l'ECA, la sharka ou la flavescence dont la présence entraîne un risque de dégâts importants sur la production annuelle ou risque de compromettre la longévité du verger à de très faibles niveaux de population.

Les deux points clés de la lutte biologique par conservation – (i) préserver/exploiter le potentiel de biodiversité par des pratiques culturelles respectueuses et (ii) favoriser les auxiliaires par des aménagements spécifiques – sont successivement développés dans cette fiche.

Préserver les auxiliaires dans le verger

Une gestion raisonnée des pratiques agricoles est nécessaire pour ne pas éliminer directement ou indirectement (via la suppression de leurs ressources) les auxiliaires. Il s'agira donc de ne pas supprimer ni d'altérer de manière importante la qualité des habitats et des ressources, et d'utiliser si possible des pesticides ayant un faible impact sur les populations d'auxiliaires.

▼ Gestion extensive de l'enherbement au sein du verger

► Inter-rang

Au niveau de l'entretien de l'enherbement sur l'interrang, **réduire le nombre de coupes** du couvert herbacé favorise la présence de proies (ex. pucerons des graminées, Diptères, collembolés...) et donc celle de prédateurs (ex. forficules en fruits à pépins, entre autres prédateurs de pucerons lanigères et psylles, arachnides, staphylins...). **Couper plus haut** (10 cm voire plus) ou ne pas tondre la totalité d'une parcelle en une seule fois en **fauchant** par exemple un **rang sur deux** préserve partiellement les ressources pour les auxiliaires ; les rangs complémentaires seront tondues lorsque les fleurs réapparaîtront sur les premiers rangs. Les **fauches tardives** sont recommandées dans la mesure du possible. Par ailleurs, les dates de tonte doivent être raisonnées pour éviter les problèmes de ravageurs secondaires (bio-agresseur qui ne l'est qu'en l'absence du bio-agresseur primaire ou de la protection dirigée contre le bio-agresseur primaire). Par exemple, éviter de faucher juste avant récolte pour que les thrips ou les sauterelles ne migrent pas de la strate herbacée dans les arbres pour les fruits à noyau.

Le broyage de l'herbe (par gyrobroyage) détruit de nombreux auxiliaires, aussi est-il préférable d'opter pour le **fauchage ou le roulage** de l'herbe. L'apport de fertilisation azotée est déconseillé sur les enherbements afin de limiter la pousse et favoriser la biodiversité botanique dans les vergers.

Un mode de gestion de l'interrang préservant les ressources pour les auxiliaires consiste à semer des graminées résistantes au passage des outils sous les passages de roues et des espèces favorables aux auxiliaires par ailleurs (voir paragraphe sur les bandes fleuries).

FICHE n°2 : LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSERVATION BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE OU COMMENT PRÉSERVER ET FAVORISER LES AUXILIAIRES DU VERGER ?

► Tournières et bordures

« Extensifier » au maximum leur entretien est possible via les pratiques suivantes : ne pas les fertiliser, effectuer seulement une fauche tardive, alterner les zones fauchées une année sur deux ou trois, évacuer les produits de coupe pour favoriser une flore diversifiée et attractive pour les auxiliaires ou encore les faire pâturer avec un faible chargement en bétail, etc.

► Rang

Limiter le travail du sol ou l'effectuer dans de bonnes conditions (temps sec...) permet de ne pas/peu perturber la faune du sol (ex. carabes). L'apport d'amendements organiques favorise les arthropodes décomposeurs, par exemple les collemboles, source de nourriture pour de nombreux prédateurs.

Les éléments liés aux techniques alternatives aux herbicides pour l'entretien du rang sont développés dans des fiches techniques spécifiques : => **Fiches techniques n° 7 « Paillage sur le rang », n° 8 « Désherbage mécanique » et n° 9 « Système sandwich ».**

▼ Lutte chimique aménagée pour la préservation des auxiliaires

Il est indispensable **d'aménager la lutte chimique** pour ne pas tuer (directement) les auxiliaires. La lutte aménagée consiste à choisir les pesticides les moins toxiques pour les auxiliaires => (**Fiche technique n° 4 « Outils d'aide à la décision et choix des produits »**) et à les utiliser dans de bonnes conditions (absence de fleurs, vent faible...). La stratégie de lutte doit bien sûr privilégier les méthodes alternatives (ex : confusion sexuelle ou filet pour diminuer le nombre d'insecticides) et utiliser les produits phytopharmaceutiques en dernier recours.

► Exemples d'application

Par exemple, l'absence d'utilisation d'insecticides à large spectre est suffisante pour permettre aux phytoséides et prédateurs de psylle de réguler, respectivement, les populations d'acariens phytophages et de psylles du poirier.

Aménager des habitats pour favoriser les auxiliaires

Les infrastructures agro-écologiques (IAE) correspondent à des **habitats** semi-naturels qui ne reçoivent ni fertilisants chimiques, ni pesticides et qui sont gérés de manière extensive : ce sont par exemple des haies, des couverts herbacés ou fleuris... En favorisant la biodiversité et le maintien des chaînes trophiques, ces in-

frastructures favorisent les auxiliaires dont il est attendu un **contrôle accru des ravageurs (régulation naturelle)**. Comme évoqué en introduction, l'effet recherché n'est pas une augmentation de la biodiversité générale, mais celle d'auxiliaires de biologie et régime alimentaire variés (« spécialistes » d'une catégorie de proies ou plus « généralistes »). La prédation (ou le parasitisme) par ces auxiliaires aura un effet en termes de protection du verger lorsqu'elle intervient à des périodes du cycle des ravageurs à faibles niveaux de populations et/ou pour des ravageurs qui peuvent être tolérés à un certain niveau de population dans le verger sans occasionner de dégâts ou de dommages.

La qualité des **habitats semi-naturels** peut être caractérisée par leur **surface et la nature** de leurs ressources (liée à leur composition botanique et à leur gestion) et par leur possibilité de relation avec d'autres habitats, appelée connectivité, à l'échelle de l'exploitation et du paysage. La **connectivité** est fonction de la présence de corridors (zones de végétation connectées) qui, par leur maillage, favorisent la dispersion des auxiliaires prédateurs et parasitoïdes à l'échelle du paysage et les possibilités de (re)colonisation en cours de saison. Par ailleurs, les **parcelles de petite taille** favorisent la régulation naturelle : l'effet d'une haie sur l'abondance des auxiliaires reste important dans le verger jusqu'à 60-80 m de cette IAE.

▼ Haies et lisières de bois

Les haies, dont les fonctions dans l'espace agricole sont multiples, sont souvent implantées en tant que brise-vent en bordure de verger. Elles constituent également un « réservoir » de plantes, un refuge, un **habitat, un site d'hivernation** (ex : feuilles persistantes, tiges entrelacées), des **ressources** (pollen, nectar, baies, proies) pour les auxiliaires (insectes et oiseaux), un filtre, une barrière (ex : contre les Lépidoptères) et/ou un corridor (pour certaines espèces de carabes, oiseaux, mammifères, reptiles...).

► Moyens

Les haies mixtes pluristratifiées et de large emprise sont les plus intéressantes en termes d'abondance et de richesse de la faune en général et de la faune auxiliaire. La **diversité des espèces** floristiques, de leurs **caractéristiques** (types de fructification, de feuilles...) et la présence de l'ensemble des **strates végétales** (herbacée, buissonnante, arbustive et arborée) permettent de multiplier les sources d'alimentation, les abris (gradient d'humidité et de température), les zones de reproduction et de circulation pour la faune (insectes, micromammifères, oiseaux...). Le maintien d'arbres creux dans la haie est propice aux chauves-souris et/ou aux

FICHE n°2 : LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSERVATION BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE OU COMMENT PRÉSERVER ET FAVORISER LES AUXILIAIRES DU VERGER ?

oiseaux cavernicoles. La complexification de la haie et sa diversité végétale (haies composites) montrent un effet positif sur l'installation de populations d'oiseaux par rapport à des haies monospécifiques de cyprès.

► Choix des essences

Le choix des essences doit favoriser les auxiliaires tout en limitant les risques d'implantation de plantes hôtes de bio-agresseurs du verger.

Les plantes appartenant à des familles botaniques autochtones à large répartition géographique (Rosacées, Salicacées) hébergent une faune plus riche que les espèces végétales exotiques introduites ou ayant une aire de répartition très restreinte. Il est donc conseillé de privilégier les espèces locales et bien sûr adaptées aux conditions pédoclimatiques.

Les espèces végétales de la **même famille** que celle implantée dans le verger à aménager sont **déconseillées** pour éviter d'héberger des bio-agresseurs de la culture. Enfin, les **ravageurs secondaires** peuvent être favorisés par la présence de leurs plantes hôtes dans certains aménagements végétaux : sauterelles, punaises, xylophages, anthonomes...

Au-delà d'autres objectifs tels que la mise en place d'une haie brise-vent (choix d'essences à croissance rapide), le choix des essences aura pour objectif de fournir un habitat et une succession de ressources pour les auxiliaires : abri hivernal, ressources de post-hivernation telles le **pollen des floraisons précoces**, proies ou **hôtes alternatifs** pour assurer le maintien des auxiliaires en l'absence de leur hôte ou proie principale, ressources de saison (nectar, pollen, miellat, proies...) et d'arrière-saison avec des floraisons tardives...

La présence d'essences à feuilles **persistantes** (ex. lierre, laurier-tin, laurier-sauce, nerprun alaterne, buis) ou **marcescentes** (qui conservent ses feuilles mortes attachées aux branches durant la saison de repos végétatif ; ex. le charme commun) permet de fournir des **refuges hivernaux** aux insectes (ex. certains chrysopes adultes) et aux oiseaux ; les feuilles caduques constituent une litière abritant hérissons et divers petits carnivores ou hébergent des arthropodes du sol (araignées, carabes, staphylins).

L'implantation de végétaux à **floraison précoce** (noisetier, saule marsault, viorne tin...), de saison (seringat, cornouillers, viorne lantane, sureau...) ou **tardive** (lierre, arbousier) offre nectar et/ou pollen à de nombreux insectes tels que les syrphes, certaines punaises prédatrices, les coccinelles, les Hyménoptères parasitoïdes et pollinisateurs... Les fructifications variées et les graines, pré-

sentes au printemps-été pour certaines et en automne-hiver pour d'autres, sont une source de nourriture importante pour la faune sauvage (oiseaux, renards...).

Certaines essences hébergent des phytophages spécifiques, inféodés à l'essence (ex. le puceron *Aphis sambuci* sur le sureau), qui constituent des **proies de substitution** abondantes et permettent le maintien d'auxiliaires consommant plusieurs types de proies en l'absence de leur proie principale.

Il existe des références locales ou nationales pour choisir les espèces à planter dans les haies afin de favoriser un cortège d'auxiliaires de biologie et de régime alimentaire variés.

Si ces principes ont été décrits et documentés, les exemples d'application en verger sont rares (psylle du poirier) et l'effet d'une augmentation de l'abondance des auxiliaires dans la haie ne se traduit pas toujours par une augmentation de la régulation naturelle dans le verger. Les principes énoncés ci-dessus méritent toutefois d'être considérés lors de l'implantation de toute haie, par exemple brise-vent, pour limiter d'éventuels risques sanitaires et privilégier les essences riches en auxiliaires.

► Entretien des haies

La taille des haies est préférable à l'automne, après consommation des baies et fruits par les auxiliaires. Favoriser le développement en largeur des structures basses pour créer un effet de lisière et éviter d'avoir une structure compacte en mur moins favorable à la biodiversité (prévoir 6 m de largeur pour l'implantation d'une haie).

► Coût

Les haies ont un **coût économique** non négligeable d'investissement (achat des plants et mise en place avec souvent un paillage) et d'entretien (matériel spécifique pour la taille, parfois nécessité d'irrigation à l'implantation). Toutefois, les haies présentent un intérêt à **long terme** pour maintenir et favoriser la biodiversité fonctionnelle à l'échelle de la parcelle et du paysage. Par ailleurs, les haies enrichissent la structure paysagère en la complexifiant. Elles participent également au maintien de la biodiversité patrimoniale en abritant des espèces rares ou qui ne pourraient pas se maintenir sans leur présence et permettent enfin de protéger la ressource en eau.

▼ Bandes fleuries et enherbées

Les bandes fleuries et enherbées fournissent nectar et pollen aux auxiliaires qui ont un stade floricole et/ou des proies (ex. pucerons des graminées, organismes décomposeurs tels que les Diptères détritiphages consommées par certains auxiliaires).

FICHE n°2 : LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSERVATION BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE OU COMMENT PRÉSERVER ET FAVORISER LES AUXILIAIRES DU VERGER ?

► Choix des espèces

Il existe des références pour choisir les espèces à planter dans les bandes florales selon les ravageurs ciblés. Les bandes fleuries sont généralement constituées de mélange d'espèces annuelles, bisannuelles et vivaces (jusqu'à 30 espèces), autochtones de préférence, et installées pour une période de 2 à 6 ans. Parmi les plantes implantées en verger, le sarrasin et la phacélie ont été testés et se sont montrés intéressants vis-à-vis des prédateurs (notamment les syrphes) et des parasitoïdes (de pucerons notamment), mais il s'agit de plantes annuelles qui ont l'inconvénient de peu persister sauf re-semis. Par ailleurs, le sarrasin est mal adapté au climat méditerranéen et aux sols calcaires.

L'anthémis des champs, le bleuet et le chrysanthème des moissons hébergent un grand nombre de prédateurs du psylle et de pucerons (Anthocorides, Mirides, coccinelles et syrphes).

L'inule visqueuse, la ronce (*Rubus ulmifolius*) et l'euphorbe characias sont des réservoirs de parasitoïdes de pucerons. Le souci officinal est intéressant pour attirer les Mirides et les syrphes. La fève (ou féverole), quant à elle, héberge des pucerons précoces et attire donc des auxiliaires aphidiphages (qui consomment des pucerons). Toutefois, il faut être vigilant avec l'implantation de **légumineuses** qui sont très appétentes vis-à-vis des **campagnols** et qui ne sont pas des espèces faciles à planter au sein d'un verger.

► Exemples d'application

La présence d'anthémis des champs, de bleuet et de chrysanthème des moissons en fleur à proximité de jeunes **poiriers** infestés par des **psylles** diminue significativement leur population en deux semaines.

Sur **pêcher**, le mélange de quatre espèces (brome cathartique, trèfle blanc, moutarde et sarrasin) non fauchées pendant deux ans a permis une diminution du nombre de foyers de **pucerons** grâce à l'action des auxiliaires (syrphes, punaises prédatrices, micro-Hyménoptères, araignées). La moutarde et le sarrasin, dont la floraison est abondante, ont permis d'attirer des syrphes adultes et ont augmenté l'abondance de larves de syrphes dans les foyers de pucerons du pêcher.

En Suisse, sur **pommiers**, le semis d'une vingtaine d'espèces de plantes sauvages annuelles, bisannuelles et vivaces en mélange (achillée millefeuille, carotte sauvage, millepertuis perforé, tanaïsie...) a permis d'augmenter le nombre de prédateurs de **pucerons** (syrphes, coccinelles, chrysopes, diverses punaises Mirides, Anthocorides...) et a eu un effet significatif sur la réduction du nombre de pucerons verts et cendrés. La présence plus abondante d'araignées

en automne près des bandes enherbées, source de proies, pourrait également expliquer la diminution du nombre de foyers de pucerons au printemps suivant. À noter qu'en France il n'y a pas eu de succès de ces approches dans la régulation du puceron cendré.

En culture de **framboisiers** (Corrèze), l'implantation de plantes plus précoces que le framboisier (ex. sureau, orties...) permet d'attirer un cortège de pucerons et de prédateurs de pucerons (ex. syrphes...) favorisant un transfert de ces prédateurs sur les framboisiers dès le début de la présence de pucerons.

Par ailleurs, l'implantation de fétuques dans l'environnement des tunnels (laissés ouverts) permet d'abriter les prédateurs d'acariens (ex. *Amblyseius andersoni*) durant l'hiver. Ces derniers pourront être présents sur les cultures dès la présence d'acariens phytophages.

Toutefois, sous tunnel, la chaleur peut freiner le développement des acariens prédateurs. La micro-aspersion sur le haut du feuillage des framboisiers en fin de journée peut permettre de résoudre ce problème et d'attirer les acariens prédateurs sur le haut du feuillage (crée un microclimat plus favorable).

Favoriser la présence des auxiliaires de pucerons et d'acariens sur framboisiers peut suffire à résoudre les problèmes dus à ces ravageurs.

► Conditions d'application

L'installation de bandes fleuries au milieu des vergers peut compliquer la gestion de la protection du verger, car la **réglementation** interdit l'application de produits phytopharmaceutiques en période de présence des **abeilles et des pollinisateurs**. Si un traitement s'avère indispensable, cela nécessite de faucher les bandes florales avant le traitement, ce qui fait disparaître tout leur bénéfice. Traiter hors de présence des pollinisateurs, par exemple le soir ou de nuit, ne paraît pas réaliste et n'exclut pas la présence de pesticides sur les fleurs.

Par ailleurs, la présence d'une bande fleurie au milieu du verger peut gêner les observations et les interventions manuelles au verger (éclaircissage, récolte...) à moins de ne l'implanter que sur une bande limitée au centre de l'inter-rang qui peut être enjambée par les outils agricoles. Toutefois, les bandes fleuries peuvent être installées à proximité du verger dans des **zones préservées** de tout traitement et à l'abri des dérives (en lisière de haies), même si les effets cités dans les exemples ci-dessus peuvent être amoindris par la distance de la bande fleurie aux arbres du verger.

La composition des bandes florales **évolue** plus ou moins rapidement au cours des années en fonction des caractéristiques pédoclimatiques, des conditions au moment du semis et de l'en-

FICHE n°2 : LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSERVATION BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE OU COMMENT PRÉSERVER ET FAVORISER LES AUXILIAIRES DU VERGER ?

retien. La bande florale peut notamment se faire progressivement envahir par les **graminées** qui sont moins intéressantes pour la faune auxiliaire, ce qui nécessiterait de la ressemer régulièrement selon les espèces.

Faucher tardivement les **bandes fleuries** à la fin de la floraison en fin d'été permet l'ouverture du tapis végétal, favorable aux espèces minoritaires, principalement annuelles. Limiter la fauche à la moitié de la bande florale permet par ailleurs d'offrir des abris pendant l'hiver, l'autre moitié étant fauchée l'année suivante. La fauche ou le roulage sont préférables au gyrobroyage, ce dernier détruisant beaucoup plus les insectes et les animaux.

► Coût

Les mélanges floraux commercialisés ont un **coût** non négligeable. Le prix varie de manière importante en fonction du choix des espèces de la bande fleurie. Par exemple, l'implantation de mélanges floraux est beaucoup plus chère que l'implantation de sarasin seul.

▼ Nichoirs, abris et gîtes

Les nichoirs, abris et gîtes sont des habitats destinés aux auxiliaires pour favoriser le contrôle biologique des ravageurs. Toutefois, l'installation de gîtes et nichoirs au sein et autour du verger ne se substitue pas aux infrastructures agro-écologiques de type haies et bandes florales ni au raisonnement des pratiques culturales qui sont les plus à même de maintenir la biodiversité. En effet, l'abondance des auxiliaires est essentiellement liée à l'abondance de proies à proximité, dépendante de la diversité végétale et des milieux. Les gîtes et nichoirs sont favorables à certains prédateurs, dans un contexte où le nombre d'abris naturels est limité dans un verger (ex. cavités pour oiseaux). Un nombre limité d'espèces est toutefois concerné par ce type d'aménagement, d'où l'importance des autres mesures, précédemment décrites, pour préserver et favoriser les auxiliaires.

► Nichoirs et abris à insectes

Différents supports existent pour abriter les insectes auxiliaires. Ils sont soit **naturels** – tas de bois, tas de pierres, paillis de feuilles mortes favorables à de nombreux auxiliaires (ex : araignées prédatrices de tordeuses et carabes prédateurs de mouches et pucerons) –, soit **artificiels** et spécifiques : abris à coccinelles (prédatrices de pucerons, acariens, cochenilles, aleurodes selon les espèces), abris à chrysopes (prédateurs généralistes) et gîtes à forficules (prédateurs généralistes).

Il est possible de construire soi-même certains abris. Par exem-

ple, des pots en terre remplis de paille peuvent être des abris pour les forficules (pots suspendus) ou des abris à bourdons (pots enterrés), des boîtes en bois trouées peuvent être des abris pour les chrysopes et des bûches percées peuvent être des abris pour abeilles solitaires.

► Nichoirs d'oiseaux et gîtes à chauves-souris

Le maintien de **cavités naturelles** dans l'environnement du verger favorise la présence des oiseaux et des chauves-souris dans les vergers. Les haies composites sont plus riches en cavités que les haies monospécifiques (ex. les haies de cyprès sont pauvres en cavités). Par ailleurs, les arbres morts présents dans les haies autour des vergers sont des milieux riches en cavités.

Les nichoirs à passereaux

Les passereaux (ex. mésanges charbonnières, mésanges bleues, rouges-queues noirs, moineaux friquets...) sont des oiseaux insectivores qui peuvent consommer des chenilles et des proies présentes au niveau des écorces comme, par exemple, les **larves** diapausantes (en arrêt de développement) de **carpocapse** des pommes et des poires.

Des nichoirs à passereaux peuvent être installés dans les vergers (éviter de les placer dans les haies car risque de colonisation par les fourmis et/ou microrongeurs). Dans le cas où le verger est couvert par des filets monorang, les nichoirs peuvent être placés en lisière du filet (bordure du verger proche de la haie) pour ne pas piéger les oiseaux sous les filets.

Le nombre de nichoirs à disposer par hectare dépend du nombre d'espèces d'oiseaux présentes dans la région. Par exemple, dans le sud de la France, seules trois espèces de passereaux sont communes, ce qui nécessite environ 3 à 5 nichoirs par hectare (le territoire d'un couple de passereaux étant d'environ 1 hectare). Plus au nord, dans des régions où le nombre d'espèces est plus important, le nombre de nichoirs par hectare peut être augmenté. Parmi les nichoirs disponibles dans le commerce, ceux ayant les orifices les plus grands sont à privilégier pour augmenter la probabilité d'installation d'un couple de passereaux (toutes les espèces peuvent s'y installer).

Des dispositifs anti-prédation peuvent également être placés en dessous ou sur les nichoirs (cône anti-prédateur, manchon, cuvette, chaîne, ronce...).

Une seule visite des nichoirs à l'automne est suffisante pour évaluer leur taux d'occupation (observer les vieux nids) et les nettoyer (enlever les vieux nids pour dégager la place pour de futures installa-

FICHE n°2 : LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSERVATION BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE OU COMMENT PRÉSERVER ET FAVORISER LES AUXILIAIRES DU VERGER ?

tions d'oiseaux). Il est préférable de ne pas ouvrir les nids du début du printemps à la fin de l'été pour ne pas déranger les oiseaux.

Les nichoirs à rapaces

Les **rapaces** sont des oiseaux carnivores, prédateurs notamment de **campagnols**.

Des poteaux à rapaces peuvent être installés si peu de perchoirs sont présents dans l'environnement des vergers. Par ailleurs, l'installation de nichoirs artificiels à rapaces (recommandation : 2 à 4 nichoirs/100 ha) rencontre des succès très différents selon les régions. Les rapaces (chouette, faucon) s'installent préférentiellement dans les vieux nids de corneille présents dans les haies. Le moyen le plus efficace pour favoriser la présence de rapaces est donc le maintien ou la mise en place de haies composites favorables à l'installation des corneilles (les corneilles changent de nid chaque année laissant libre leur nid pour les rapaces).

Les gîtes à chauves-souris

Les **chauves-souris** sont des mammifères insectivores nocturnes ayant de grande capacité de consommation (métabolisme très élevé) et de ce fait très intéressantes. Leurs proies sont majoritairement des Diptères (**mouches**) et des Lépidoptères (**tordeuses, carpocapses...**).

Différents types de gîtes existent pour préserver les chauves-souris en vergers : des gîtes naturels (cavités dans les haies) ou artificiels.

Les gîtes artificiels sont à placer dans les haies, à une hauteur d'au moins 4 mètres, dans un endroit dégagé pour faciliter les entrées-sorties des chauves-souris. Les gîtes artificiels doivent être une solution temporaire, relayée par l'aménagement de cavités naturelles dans l'environnement des vergers (ex. mise en place de haies composites).

▼ Milieux divers

Différents milieux permettent également de favoriser la biodiversité : les plans ou les points d'eau pour abreuver les auxiliaires, les friches, les jachères, les fossés, les murets, les terrasses, les talus, les tas de bois ou de gravats, les arbres isolés, les bosquets, les petits patrimoines bâtis sont autant de ressources et d'habitats pour les auxiliaires (arthropodes auxiliaires, oiseaux, chauves-souris, hérissons, reptiles...).

Évaluation du service de contrôle biologique

Le contrôle biologique par les auxiliaires peut être suivi directement au verger par observations et comptage des auxiliaires et des ravageurs : présence de larves de syrphes dans les foyers de pucerons, prédateurs de psylle observés par frappage, etc.

La qualité agro-écologique des aménagements peut être évaluée à partir de différentes expertises et d'outils de diagnostics tels que l'outil l'aménagement en cours de développement par le Ctifl.

Complémentarité de la lutte biologique par conservation avec les autres techniques alternatives

La lutte biologique par conservation est intéressante en combinaison avec **toutes les autres méthodes alternatives**.

Notons toutefois que les filets de protection monorange (Alt'Carpo) entraînent des modifications de la structure du cortège d'auxiliaires (autres groupes d'auxiliaires présents en saison).

La confusion sexuelle, qui nécessite une mise en place sur de grandes parcelles homogènes pour une efficacité maximale, peut être gênée par l'aménagement de parcelles de taille restreinte bordées de haies (ou autre IAE) : il est toutefois possible de déployer la confusion sur des ensembles de parcelles en incluant les haies et bordures.

Haie composite favorisant les auxiliaires et fournissant des refuges à la faune



INRA Gotheron.

FICHE n°2 : LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSERVATION BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE OU COMMENT PRÉSERVER ET FAVORISER LES AUXILIAIRES DU VERGER ? POUR EN SAVOIR PLUS

Pour en savoir plus...

- Albouy V., 2008. *Nichoires et abris à insectes, quelle efficacité ?* *Insectes* 150, 25-28. Disponible sur : <http://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i150albouy.pdf> [consulté le 06/06/2014]
- Baudry O., Bourgerie C., Guyot G., Rieux R., 2000. *Les haies composites : réservoirs d'auxiliaires*. Ctifl, Paris, 124 p.
- Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire, 2012. *Arbres et arbustes au service de la biodiversité – Les auxiliaires et l'arboriculture* – Guide technique.
Disponible sur : http://www.agrilianet.com/uploads/media/depliant_12_auxiliaires_arboriculture.pdf [consulté le 06/06/2014]
- Dubois G., 2012. *Les infrastructures agro-écologiques : état des lieux dans les communes françaises* [en ligne]. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Commissariat général au développement durable et Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable. La Défense, 4 p. *Le Point sur* 145. Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/LPS145-2.pdf> [consulté le 06/06/2014]
- Eilenberg J., Hajek A., Lomer C., 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl* 46, 387-400.
- Garcin A., Vandrot H., 2003. *Pêcher en culture biologique. Intérêt des bandes florales pour favoriser les aphidiphages*. *Infos-Ctifl*, 188, 26-30.
- Garcin A., Picault S., Ricard J.-M., 2011. *Les carabes en cultures fruitières et légumières* [en ligne]. *Le Point sur*, n° 31. Ctifl, Paris, 8 p. Disponible sur : http://www.ctifl.fr/ecophytopic/point_sur/PSCarabes.pdf [consulté le 28/04/2015]
- Jay M., 2000. *Oiseaux et mammifères : auxiliaires des cultures*. Ctifl, 203 p.
- Jay M., 2005. Fiches oiseaux : n° 410 Les mésanges, n° 411 Poser des nichoirs à mésanges, n° 412 Les rapaces, n° 413 Nichoirs et aménagement à rapaces. *L'arboriculture fruitière*, n° 594.
- Jay M., Boreau de Roince C., Ricard J.-M., Garcin A., Mandrin J.-F., Lavigne C., Bouvier J.-C., Tupinier Y., Puechmaille S., 2012. *Biodiversité fonctionnelle en verger de pommier. Les chauves-souris consomment-elles des ravageurs ?* *Infos-Ctifl*, 286, 28-34.
Disponible sur : http://www.ctifl.fr/ecophytopic/infos_ctifl/infos%20286/286p28-34.pdf [consulté le 10/06/14]
- Landis D.A., Wratten S.D., Gurr G.M., 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45, 175-201.
- *Ligue pour la protection des oiseaux, coordination Rhône-Alpes* [en ligne]. *Groupe Chiroptères*. Disponible sur : <http://rhone-alpes.lpo.fr/nos-reseaux/groupe-chiropteres/> [consulté le 10/06/2014]
- Lorpin C., 2008. Nichoirs.net [en ligne]. *Dispositifs anti-prédation*. Disponible sur : <http://nichoirs.net/page8.html> [consulté le 10/06/14]
- Ricard J.-M., Garcin A., Jay M., Mandrin J.-F., 2012. *Biodiversité et régulation des ravageurs en arboriculture fruitière*. Éditions Ctifl, coll. Hortipratic, 437, 352-357, 366-369, 372, 380-410.
- Ricard J.-M., Mandrin J.-F., 2013. *Les araignées en verger* [en ligne]. Ctifl, Paris. *Le Point sur* n° 35. Disponible sur : http://www.ctifl.fr/ecophytopic/point_sur/PSAraigneesVerger.pdf [consulté le 06/06/2014]
- Simon S., Sauphanor B., Defrance H., Lauri P.E., 2009. Manipulations des habitats du verger biologique et de son environnement pour le contrôle des bio-agresseurs. Des éléments pour la modulation des relations arbre-ravageurs-auxiliaires. *Innovations Agronomiques* 4, 125-134.
- Station la Pugère – CRA PACA, 2014. *Guide production fruitière intégrée 2014. Objectifs Info Arbo*, 5-7.
- Wyss E., 1995. The effects of weed strips on aphids and aphidophageous predators in an apple orchard. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 75, 43-49.
- Wyss E., Niggli U., Nentwig W., 1995. *The impact of spiders on aphid populations in a strip-managed apple orchard*. *J. Appl. Ent.* 119(7), 473-478.

FICHE n°2 : LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSERVATION BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE OU COMMENT PRÉSERVER ET FAVORISER LES AUXILIAIRES DU VERGER ?

Autres ressources conseillées

AUXILIAIRES EN VERGERS ET VIGNES

- ACTA, 1999. *Les organismes auxiliaires entomophages et entomopathogènes en vignoble*. Éditions ACTA, Paris, coll. ACTA Point,7, 32 p.
- Baudry O., 2001. *Auxiliaires en vergers et vignes*. 2e édition. Éditions Ctifl, Paris, 109 p.
- Chambre régionale d'agriculture de Normandie/IFPC/EPLEFPA d'Alençon-Sées. *Favoriser les auxiliaires dans les vergers cidricoles*. 4p.

AUXILIAIRES DU POMMIER

- Boreau de Roince C., Ricard J.-M., Garcin A., Jay M., Mandrin J.-F., Lavigne C., Bouvier J.-C., 2010. Lutte biologique par conservation de la biodiversité – *Fonctionnalité des auxiliaires vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs du pommier* (1^{ère} partie). *Infos-Ctifl*, 263, 10-15.
- Ricard J.-M., Boreau de Roince C., Garcin A., Jay M., Mandrin J.-F., Lavigne C., Bouvier J.-C. Mille M., 2010. *Lutte biologique par conservation de la biodiversité – Fonctionnalité des arthropodes du sol dans le contrôle des ravageurs du pommier* (2e partie). *Infos-Ctifl*, 273, 24-29.
- Ricard J.-M., Boreau de Roince C., Mandrin J.-F., Garcin A., Jay M., Lavigne C., Bouvier J.-C., 2012. *Sur le contrôle des pucerons du pommier : le rôle des araignées de la frondaison*. *Infos-Ctifl*, 285, 30-36.

BIODIVERSITÉ EN VERGERS

- Tronel C., Ricard J.-M., 2012. *Espaces non cultivés et biodiversité en vergers. Vers une meilleure prise en compte*. *Infos-Ctifl*, 286, 24-27.



Nichoirs à oiseau dans verger de pommier

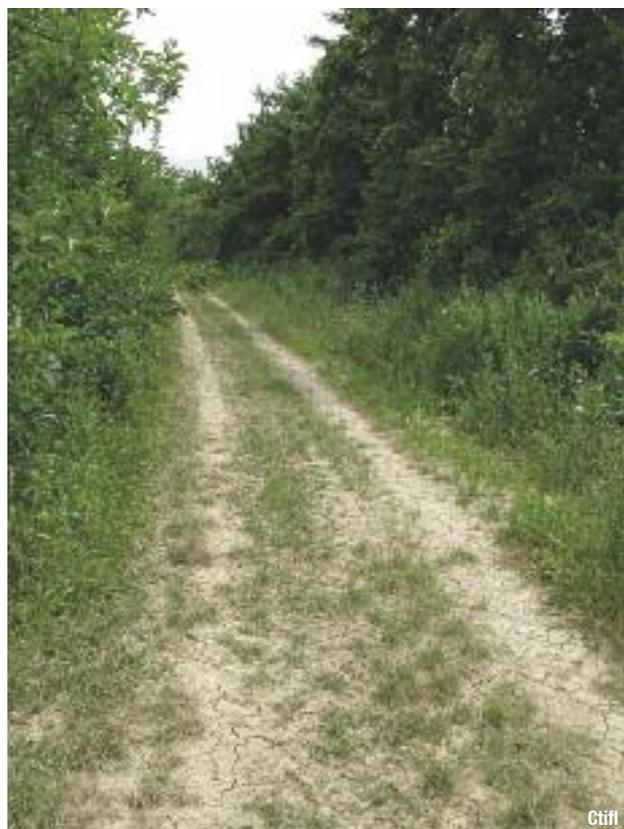


FICHE n°2 : LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSERVATION BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE OU COMMENT PRÉSERVER ET FAVORISER LES AUXILIAIRES DU VERGER ?



INRA

Bande fleurie en bordure de parcelle associée à une haie arbustive



Ctifl

Extensification de l'entretien des abords



Ctifl

Bande fleurie en bordure de verger



INRA

Haie verger dans la Drôme



Ctifl

Carabe, prédateurs de pucerons, mouches, tordeuses et larves de carpocapse du pommier

FICHE n°3 : CONTRÔLE CULTURAL

MÉTHODES CULTURALES

Principe du contrôle cultural

Le contrôle cultural correspond à un ensemble de techniques culturales qui n'appartiennent pas directement au domaine de la protection des plantes, mais qui peuvent contribuer à limiter l'apparition et le développement des bio-agresseurs et/ou fournir à la culture les moyens de se défendre. Ce sont donc essentiellement des **méthodes préventives** qui s'inscrivent dans un **raisonnement agronomique global** de la gestion de la parcelle, voire de l'exploitation, et qui reposent sur la combinaison de techniques ayant surtout une **efficacité partielle** vis-à-vis des bio-agresseurs.

Par convention, on regroupe sous le terme contrôle cultural tous les leviers autres que le contrôle génétique, la lutte physique, la lutte biologique, la lutte biotechnique, la lutte chimique et les produits divers. Le contrôle cultural intègre donc les interventions contribuant aux « **bonnes pratiques agronomiques (BPA)** », mais aussi des mesures de prophylaxie générales **Fiche technique n° 1 « Prophylaxie »**.

En production fruitière, la **gestion de l'irrigation, de la fertilisation et de la conduite architecturale** des arbres (taille d'hiver, taille en vert, forme fruitière...), en interaction avec la gestion de la charge en fruits, impactent fortement la **vigueur** des arbres, ce qui influence le développement des bio-agresseurs par la modification du **microclimat** (aération, durée d'humectation, éclaircissement) au sein de la frondaison et par la **dynamique de croissance** des organes modulant les périodes de sensibilité ou d'appétence selon le stade de développement. La conduite des arbres modifie également la **répartition des organes dans l'espace**, ce qui peut influencer le développement de certains ravageurs (puceron cendré...) ou la propagation des maladies. Enfin, ces techniques influencent la **composition biochimique** des organes des arbres (ex. teneurs en azote et acides aminés, sucres, composés organiques volatils, composés phénoliques...) et les propriétés mécaniques liées à l'état hydrique (turgescence) des organes avec des effets directs possibles sur le développement des bio-agresseurs via des processus complexes (stimuli chimiques intervenant dans les phénomènes d'attractivité et de répulsion, appréciation de la qualité alimentaire lors de la prise de nourriture...).

Si ces méthodes culturales sont souvent mises en œuvre pour optimiser la récolte, en quantité ou qualité (ex. taille en vert pour favoriser la qualité des fruits via leur éclaircissement), leurs effets sur les bio-agresseurs sont souvent difficilement quantifiables

et, de ce fait, il n'est pas facile de prédire leur contribution effective à la réduction des pesticides. Malgré cela, leur importance pour moduler la « sensibilité » du verger aux bio-agresseurs est largement confirmée par les observations des producteurs et des techniciens : ceci justifie leur prise en compte dans les bonnes pratiques agronomiques et leur rappel dans tous les cahiers des charges (OILB, chartes PFI, etc.).

Dans les systèmes de culture où l'utilisation de produits phytopharmaceutiques est limitée soit par le cahier des charges (mode de production en agriculture biologique, exigences du circuit de commercialisation...), soit par d'autres critères (volonté du producteur, absence de solution de lutte chimique...), l'association cohérente de différentes méthodes culturales doit constituer le socle technique, en interaction avec le choix du matériel végétal, pour réduire la sensibilité du verger aux bio-agresseurs. Dans les systèmes où les marges de manœuvre économiques sont réduites, la conjugaison de toutes ces méthodes culturales peut cependant aboutir à une économie de certaines interventions de la lutte chimique, mais sans qu'il soit possible de les quantifier *a priori*. Dans toutes les situations, une plus grande prise en compte des interactions méthodes culturales/bio-agresseurs est indispensable dans le contexte de la production intégrée.

Gestion de l'irrigation

L'irrigation peut agir sur le développement des bio-agresseurs soit par le mode d'apport de l'eau, soit par les doses d'irrigation, ou encore par une combinaison des deux.

▼ Choix du système d'irrigation

Les systèmes d'irrigation localisent de manière différente les apports d'eau au sein du verger, ce qui modifie les conditions **microclimatiques** au sein de la frondaison et peut influencer le développement des bio-agresseurs, en particulier les maladies. Cependant, le choix du système d'irrigation est souvent dicté par des compromis entre l'efficacité agronomique, la possibilité d'une utilisation pour la protection contre le gel, le désherbage mécanique sur le rang, le coût du matériel, les contraintes d'organisation du travail, etc.

De manière générale, les systèmes d'irrigation mouillant le feuillage (aspersion sur frondaison) ou favorisant un microclimat humide dans le verger (aspersion sous frondaison) favorisent le développement des maladies (ex. *Xanthomonas*, monilioses, tavelure, stemphyliose, feu bactérien, bactérioses...).

FICHE n°3 : CONTRÔLE CULTURAL

MÉTHODES CULTURALES

Toutefois, l'aspersion sur frondaison peut présenter un intérêt contre certains bio-agresseurs (ex. psylle du poirier, acariens). Par ailleurs, la durée et la proportion de surface du sol maintenue humide jouent sur la dynamique de levée et de croissance des **adventices** sur le rang des arbres. Les systèmes d'irrigation de type goutte à goutte, en particulier le goutte à goutte enterré qui permet de ne pas humecter le sol en surface, sont les plus à même de limiter le développement des adventices.

À l'inverse, le maintien d'un sol humide par aspersion peut être un levier d'action contre certains bio-agresseurs (ex. le capnode qui se développe préférentiellement dans les sols secs).

▼ Pilotage de l'irrigation et outils d'aide à la décision

En production fruitière, l'optimisation des quantités d'eau apportées est raisonnée prioritairement par rapport à l'élaboration de la production de fruits en quantité et qualité. Ceci nécessite d'associer un raisonnement fondé sur un bilan hydrique (pluviométrie, évapotranspiration des arbres selon la demande climatique de la période considérée) à des **outils** permettant de connaître plus précisément l'état hydrique du **sol** (sondes tensiométriques ou capacitives) et des **observations** du comportement des arbres (vigueur, croissance en calibre des fruits, sorties de gourmands ou d'anticipés, etc.) pour ajuster les apports d'eau d'irrigation aux besoins réels de chaque verger.

Une irrigation bien maîtrisée sans apports d'eau excédentaires est essentielle pour éviter de sensibiliser le verger aux bio-agresseurs, en particulier pour certaines maladies de conservation des fruits. Des expérimentations récentes conduites sur différentes espèces fruitières (pommier, pêcher, prunier...) ont montré l'intérêt de l'utilisation de sondes d'humidité du sol pour réduire les quantités d'eau d'irrigation grâce à un pilotage très précis des apports. Les époques d'irrigation peuvent aussi jouer un rôle comme par exemple sur abricotier où les irrigations tardives avant l'entrée en dormance sont favorables aux bactérioses.

Sur certaines espèces fruitières, en particulier sur **pêcher et abricotier**, des études ont permis de définir une gestion encore plus précise de l'irrigation (**irrigation avec restriction hydrique** ; acronyme **RDI** pour *regulated deficit irrigation*) pour économiser la ressource en eau en valorisant mieux la contribution du sol par les plantes. En appliquant de légères restrictions hydriques à des stades ne pénalisant pas la croissance des fruits, le concept de RDI transforme la gestion de l'alimentation hydrique en un levier d'action de conduite du verger. La RDI peut contribuer à maîtriser la vigueur (en interaction avec la conduite

des arbres) et à augmenter les teneurs en sucre des fruits, ce qui peut être intéressant dans le cadre de circuits commerciaux valorisant la qualité ou pour des variétés ayant un caractère sucré un peu faible par rapport aux exigences des consommateurs. De plus, sur pêcher, il a été démontré que ce type de pilotage de l'irrigation, en régularisant la vitesse de croissance du fruit, diminue l'apparition de microfissures cuticulaires à la surface des fruits, principales voies de pénétration des conidies des champignons responsables des monilioses, ce qui permet de réduire de manière significative les taux de fruits infectés. Des techniques similaires comme le *partial rootzone drying* (PRD) testées sur prunier pourraient permettre de réduire les proportions de fruits infectés.

Pour piloter l'irrigation à des niveaux inférieurs au confort hydrique des arbres sans pénaliser significativement la croissance des fruits, il est nécessaire d'utiliser des indicateurs précis du statut hydrique de la plante, comme par exemple le potentiel hydrique minimal des tiges ou les variations micrométriques des branches (système Pepista®), au moins pour caler les outils classiques de pilotage de l'irrigation (indicateurs de l'humidité du sol comme les sondes tensiométriques ou capacitives).

En fruits à noyau pour lesquels il n'existe pas beaucoup d'alternatives à la lutte chimique contre les maladies de conservation, le pilotage précis de l'irrigation est donc une méthode complémentaire à ne pas négliger pour élaborer une stratégie de protection globale contre les monilioses fondée sur l'association d'un ensemble de techniques (prophylaxie, conduite de l'arbre, irrigation, enherbement, etc.). Ces combinaisons de techniques peuvent permettre une économie de traitements dans le programme de lutte fongicide et/ou une réduction des dommages sur fruits lors d'épisodes climatiques très favorables au développement des champignons (situations où ces maladies deviennent non maîtrisables même par la lutte chimique).

Gestion de la fertilisation

L'optimisation de la fertilisation est essentielle actuellement pour concilier productivité et protection de l'environnement. Le raisonnement repose sur des bilans intégrant les besoins des arbres et la contribution du sol pour définir les quantités de fertilisants à apporter. L'utilisation de **diagnostics foliaires** (en cours de saison) et parfois d'**analyses de rameaux** (période hivernale), en complément d'une **observation** de la vigueur du verger, permet d'ajuster les préconisations de fertilisation aux besoins de chaque situation (se référer aux recommandations régionales). La fertilisation azotée, en jouant sur la composition biochimique

FICHE n°3 : CONTRÔLE CULTURAL

MÉTHODES CULTURALES

des organes (teneur en sucres et en acides aminés...) et sur le nombre d'organes végétatifs en croissance active, va jouer sur l'attractivité de la plante pour certains bio-agresseurs.

Un excès de vigueur lié à une fertilisation excessive favorise le développement de certains bio-agresseurs, notamment les insectes piqueurs-suceurs (ex : **pucerons**) ou les **acariens** (ex : **acarien rouge**, *Panonychus ulmi*). Des études récentes réalisées sur le pêcher ont permis d'établir la courbe de réponse entre une augmentation du statut azoté des pousses et le développement des colonies de puceron vert *Myzus persicae*. Le **chancre européen** sur pommier est également favorisé par les excès de fertilisation, notamment d'azote ammoniacal.

La fertilisation azotée, en augmentant les rythmes de croissance des organes, peut aussi interférer avec le développement de certaines maladies. Par exemple, l'accélération de la dynamique de croissance des organes augmente le nombre de jeunes feuilles très sensibles aux contaminations par la tavelure, *Venturia inaequalis*, ce qui peut conduire à augmenter la fréquence de la lutte chimique pour protéger les feuilles nouvellement émises depuis la précédente application.

Système de conduite et interventions sur l'architecture

Les choix du système de conduite (densité de plantation, forme des arbres...) en relation avec la sélection du couple variété porte-greffe sont déterminants pour la gestion du verger. Ces choix, en interaction avec la gestion annuelle de l'architecture et la taille de fructification, sont des éléments clés pour la réussite technico-économique du verger, car ils influencent très fortement la vitesse d'entrée en production, la régularité des performances agronomiques, la qualité des fruits et les temps de travaux.

Les interventions réalisées pour la conduite des arbres associent de nombreuses techniques comme la **taille d'hiver et d'été** (taille en vert), la suppression manuelle de bourgeons (extinction sur le pommier, effleurage sur le pêcher), l'arcure, etc. Ces opérations visent à orienter le développement et la croissance des arbres vers des objectifs adaptés à une exploitation commerciale (formes fruitières assurant une régularité de la production et facilitant les opérations culturales, ou limitant les opérations manuelles...), mais aussi à augmenter la pénétration de la lumière et sa répartition au sein de la canopée (induction florale, production de fruits de qualité). Ces interventions peuvent également jouer un rôle dans le développement des bio-agresseurs.

▼ Action indirecte via la modification du microclimat et de la vigueur des arbres

Les interventions de **taille en vert** réalisées en cours de végétation jouent un rôle important sur certaines espèces fruitières en supprimant les excès de « **vigueur** » (gourmands, pousses en excès) favorables à certains bio-agresseurs. En améliorant la répartition du rayonnement solaire, la **taille en vert** permet d'optimiser la photosynthèse des feuilles et « d'éclairer » les fruits, ce qui contribue à leur qualité (composition en sucres, coloration). Cette technique est considérée comme faisant partie des bonnes pratiques pour la conduite des vergers, notamment en pêcher, car elle contribue aussi à éviter l'installation d'un **microclimat favorable aux maladies** telles que les **monilioses des fruits à noyau**. Il a été montré que des interventions précoces visant à éliminer des jeunes pousses (arrachage manuel précoce) pour optimiser la répartition de la lumière au sein de la frondaison permettent de réduire de manière significative les dommages liés aux monilioses en l'absence de fongicides. De même, en réduisant l'intensité de la taille d'hiver, on modifie les équilibres entre pousses courtes et longues, et on réduit l'intensité des attaques du **puceron vert**.

Sur **pommier**, des études récentes confirment l'influence de l'architecture des arbres sur le développement des bio-agresseurs. Cependant, la réponse diffère selon les bio-agresseurs et les modes de conduite de l'arbre, sans doute en raison des mécanismes complexes impliqués (vitesse de croissance et répartition des organes au sein de la frondaison, microclimat, etc.), ce qui rend difficile une utilisation pratique.

Les systèmes de conduite et la gestion de l'architecture des arbres apparaissent donc comme des leviers d'action potentiels. Leur mode d'action complexe et la maîtrise des temps de travaux imposent de trouver des compromis entre efficacité et rentabilité. Il ressort cependant que, pour les maladies dont le développement est favorisé par l'humidité au sein de la frondaison ou l'humectation des feuilles, une conduite des arbres créant une certaine porosité du couvert est un moyen de réduire sensiblement les risques.

▼ Action directe par élimination d'organes infestés ou suppression d'accès à la frondaison

Les interventions de taille peuvent également être un levier d'action directe non négligeable contre certains ravageurs. Par exemple, la taille des gourmands sur poirier permet de diminuer les populations de psylle (taille lorsque les larves de **psylle** sont présentes dessus). De même, la taille en vert peut permettre de

FICHE n°3 : CONTRÔLE CULTURAL MÉTHODES CULTURALES

diminuer les populations de **pucerons lanigères** (suppression des rameaux touchés). La taille des branches basses est un moyen d'action contre les **forficules** sur fruits à noyau en réduisant les chemins d'accès à la frondaison des arbres.

▼ **Système de conduite des arbres améliorant l'efficacité des traitements**

De nouveaux systèmes de conduite en haie fruitière étroite se développent pour permettre une mécanisation plus facile des opérations de taille et d'éclaircissage afin de réduire les coûts de main-d'œuvre. Ces haies fruitières peuvent aussi favoriser le développement de **techniques de pulvérisation**, actuellement en cours d'expérimentation, qui permettraient une réduction des quantités de produits phytosanitaires utilisées, soit en utilisant de nouveaux matériels de pulvérisation, soit en modulant la dose aux volumes des arbres.

Combinaisons de techniques : des synergies potentielles

Des travaux récents sur **pêcher** montrent l'intérêt de bien articuler **l'irrigation** avec la **conduite des arbres** et la **fertilisation azotée**. En effet, en combinant des règles de gestion de l'irrigation de type RDI avec une conduite du pêcher en branche fruitière, il est possible de bénéficier d'une synergie pour contrôler le développement des **maladies** en l'absence de protection fongicide (réduction de 70 % de la proportion de fruits infectés), bien plus intéressante que les effets simples de chacune des techniques. La combinaison de différentes modalités de gestion de **l'irrigation et de la fertilisation azotée** modifie aussi fortement la dynamique des colonies de **puceron vert** du pêcher via leur action sur la croissance des apex, lieu privilégié des attaques et via les modifications de la composition biochimique des organes et l'apparition de composés pouvant contribuer à une défense naturelle des arbres.

Si l'enjeu est de mobiliser toutes ces connaissances récentes, la difficulté réside dans la recherche d'un compromis entre une nutrition hydrominérale suffisamment sous contrainte pour réduire significativement la sensibilité des arbres aux bio-agresseurs et un état nutritionnel suffisant pour obtenir les performances agromonomiques visées.



Système d'irrigation à aspersion dans un verger de pommier

INRA Gotheron.

FICHE n°3 : CONTRÔLE CULTURAL MÉTHODES CULTURALES POUR EN SAVOIR PLUS

Pour en savoir plus...

- Bussi C., Huguet J.G., Besset J., Girard T., 1999. Irrigation scheduling of an early maturing peach cultivar using tensiometers and diurnal changes in stem diameter. *Fruits* 54 (1), 57-66.
- Chambre régionale d'agriculture PACA et Station La Pugère, 2014. Guide de protection fruitière intégrée. Objectif info Arbo. 8.
- Giaque P., Moras P., Moreau-Rio M.A., Scandella D., Kraeutler E., 1997. *La pêche : consommation et itinéraire qualité*. Éditions Ctifl, 96 p.
- Gibert C., Chadœuf J., Vercambre G., Génard M., Lescourret F., 2007. Cuticular cracking on nectarine fruit surface: Spatial distribution and development in relation to irrigation and thinning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 132(5), 583-591.
- Gomez C., Mercier V., 2008. Effet de l'enherbement total sur le développement des monilioses. *L'Arboriculture fruitière*, 626, 20-23.
- Grechi I., Sauge M.-H., Sauphanor B., Hilgert N., Senoussi R., Lescourret F., 2008. How does winter pruning affect peach tree-*Myzus persicae* interactions? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 128, 369-379.
- Grechi I., Hilgert N., Sauphanor B., Senoussi R., Lescourret F., 2010. Modelling coupled peach tree-aphid population dynamics and their control by winter pruning and nitrogen fertilization. *Ecological Modelling* 221, 2363-2373.
- Huguet J.G., 1985. Appréciation de l'état hydrique d'une plante à partir des variations micrométriques de la dimension des fruits ou des tiges au cours de la journée. *Agronomie* 5, 733-741.
- Lauri P.-E., Belouin A., Cardon J.-C., Cochet P., Crespel B., Créte X., Delort F., Dupont N., Ferré G., Florens B., Hucbourg B., Lespinasse J.-M., Mayor P., Méry D., Navarro E., Orain G., Plénet D., Ramon-Guilhem M., Simard V., Thiéry D., 2006. Pourquoi et comment mieux connaître l'arbre. in MAFCOT : Connaître l'arbre pour mieux le conduire. *Réussir Fruits & Légumes*, Supplément au 247, 4-5.
- Lauri P.-E., Simon S., Brun L., Morel K., Combe F., Defrance H., Hemptinne J.-L., Hucbourg B., Regnard J.-L., 2011. Le pommier et ses bio-agresseurs, les composantes dynamique et structurelle de l'arbre modulent les dynamiques d'infestation et d'infection. *Innovations agronomiques* 15, 65-77.
- MAAF-ACTA. EcophytoPIC [en ligne]. Arboriculture – Prévention/Prophylaxie. Disponible sur : <http://arboriculture.ecophytopic.fr/arbo/pr/C3%A9vention-prophylaxie/mesures-agronomiques> [consulté le 10/06/14]
- Mercier V., Gueldry H., Neraudeau E., Chauffour D., 2005. Taille, irrigation et monilioses sur pêcher. Effets des pratiques culturales sur les attaques de monilioses en verger de pêchers. *Phytoma-La Défense des Végétaux*, 581, 40-41.
- Mercier V., Bussi C., Plénet D., Lescourret F., 2008. Effects of limiting irrigation and manual pruning on brown rot incidence in peach. *Crop Protection* 27, 678-688.
- Mercier V., Bussi C., Lescourret F., Génard M., 2009. Effects of different irrigation regimes applied during the final stage of rapid growth on an early maturing peach cultivar. *Irrigation Science* 27 (4), 297-306.
- Navarro E., Plénet D., 2002. Taille en vert du pêcher : l'arrachage manuel précoce des pousses végétatives est-il une technique alternative ? *Réussir Fruits & Légumes* 209, 38-41.
- Sauge M.-H., Grechi I., Poëssel J.-L., 2010. Nitrogen fertilization effects on *Myzus persicae* aphid dynamics on peach: vegetative growth allocation or chemical defence? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 136, 123-133.
- Simon S., Lauri P.-E., Brun L., Defrance H., Sauphanor B., 2006. Does manipulation of fruit-tree architecture affect the development of pests and pathogens? A case study in an organic apple orchard. *J. Hort. Sci. Biotech.* 81(4), 765-773.
- Soing P., 2004. *Fertilisation des vergers : environnement et qualité*. Éditions Ctifl, Paris, 95 p.
- Thiéry D., Derridj S., Calatayud P.-A., Maher N., Marion-Poll F., 2013. L'insecte au contact des plantes. In Sauvion N., Calatayud P.-A., Thiéry D., Marion-Poll F. (eds), *Interactions insectes-plantes*. Éditions IRD, Quae, 347-368.
- Verpont F., Zavagli F., Giraud M., Favareille J., 2014. Vergers de pommier en agriculture biologique : impact des conduites sur les bio-agresseurs. *Infos-Ctifl*, 298, 30-35.

Pour en savoir plus sur les méthodes culturales en vigne

- Berthier C. (coord.), 2012. *Guide CepViti (Co-conception de systèmes viticoles économes en produits phytopharmaceutiques)*. Disponible sur : <http://viticulture.ecophytopic.fr/vt/m/C3%A9thodes-de-lutte/autres-m/C3%A9thodes-alternatives/cepviti-co-conception-de-syst/C3%A8mes-viticoles> [consulté le 12/06/2014]
- MAAF-ACTA. EcophytoPIC Viticulture [en ligne]. Disponible sur : <http://viticulture.ecophytopic.fr/viticulture> [consulté le 10/06/14]

FICHE n°4 : OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION (OAD) ET CHOIX DES PRODUITS

Les outils d'aide à la décision (OAD) permettent de décrire le **niveau de pression d'un bio-agresseur et/ou d'évaluer le risque** de dégâts/dommages pour la récolte ou le verger. Certains outils permettent, à partir de règles de décision, de décider des mesures à adopter (ex. intervention de protection) en fonction du niveau de développement du bio-agresseur et des conditions de l'environnement (ex. grilles de décision et seuils d'intervention).

Plus largement, on regroupe sous ce terme OAD d'autres catégories d'outils et/ou de méthodes qui, en apportant de l'information sur l'état du système et/ou des référentiels, vont contribuer à l'analyse des risques et aider à la prise de décision par les agriculteurs. Il s'agit de **protocoles d'observation (§ 1)** des bio-agresseurs avec seuils d'intervention, de **bases de données (§ 2)**, de **modèles biologiques (§ 3)**...

Les niveaux de précision des informations apportées par ces outils correspondent souvent à des échelles spatiales différentes :
– **échelle régionale** pour les *Bulletins de Santé du Végétal* (BSV) ou les guides de protection régionaux (annuels) ;

– **échelle locale** pour les notes issues des services techniques ou les messages d'avertissement provenant d'associations agrométéorologiques locales ;

– **échelle de l'exploitation** voire de la **parcelle** pour les observations et piégeages en verger (par l'exploitant ou par un « contrôleur phytosanitaire ») et pour les modèles (ex. tavelure) alimentés avec les données d'une station météorologique présente sur l'exploitation.

Pour prévoir les risques d'attaque par les bio-agresseurs et cibler au mieux les interventions, il est nécessaire de disposer d'un certain nombre d'informations et de connaissances de base, notamment sur les **cycles biologiques** des bio-agresseurs et des auxiliaires. Il faut connaître les dynamiques des bio-agresseurs qui dépendent souvent fortement des conditions climatiques (précipitations, hygrométrie, température), de l'état physiologique du végétal (réceptivité, stade phénologique et sensibilité ontogénique, c'est-à-dire liée au développement) et de sa sensibilité génétique. Ces informations sont également essentielles pour identifier les phases de développement pendant lesquelles les bio-agresseurs sont vulnérables afin de positionner au mieux les interventions.

Outils d'Aide à la Décision (OAD)

▼ Protocoles d'évaluation du risque de dégâts en verger

Il existe différents moyens d'évaluation de la pression des bio-agresseurs au verger. Les principales méthodes d'observation sont le **contrôle visuel** (observation des symptômes de maladies, comptage par observation visuelle du nombre de ravageurs voire d'auxiliaires sur un nombre défini d'organes végétaux), le **battage ou frappage** (échantillonner les ravageurs et/ou les auxiliaires pour pouvoir les identifier et les compter) et le **piégeage** (utilisation de phéromones sexuelles, hormones de comportement, attractifs alimentaires, pièges chromatiques ou bandes pièges...) pour dénombrer les ravageurs ou détecter leur présence à un certain stade de leur cycle. Le nombre et la nature des observations dépendent de l'évolution de la végétation, des bio-agresseurs surveillés, ainsi que des résultats des observations antérieures et de la stratégie adoptée.

À l'échelle d'une exploitation agricole, la bonne connaissance de l'état sanitaire de toutes les parcelles, obtenue par des contrôles répétés, permet de définir des unités culturelles homogènes. Le producteur constate souvent que dans certaines parcelles différemment situées, la présence des bio-agresseurs est analogue, alors que des différences peuvent exister entre des parcelles voisines de la même exploitation. La définition d'unités culturelles homogènes permet ainsi de piloter chaque groupe de parcelles à partir des informations issues d'une parcelle (ou de quelques parcelles).

En fonction de ces observations, l'exploitant décidera ou non d'intervenir en estimant le **risque de dégâts**, en fonction du **seuil d'intervention** (niveau d'infestation/d'infection à partir duquel la diminution du rendement ou de la qualité a un coût supérieur au coût des moyens mis en œuvre pour lutter contre le bio-agresseur). L'estimation du risque doit par ailleurs intégrer une évaluation des populations **d'auxiliaires** (détecter leur présence et leur activité...) et l'évolution potentielle des conditions locales (météo, stade végétatif...) : si les conditions sont défavorables aux bio-agresseurs, il est possible de retarder voire de supprimer un traitement en maintenant une surveillance du verger.

L'évaluation du risque par les observations nécessite de se **former à la reconnaissance des bio-agresseurs et des auxiliaires**, de connaître leur **cycle biologique**, de savoir évaluer leur **niveau de présence** et de connaître le(s) **seuil(s) de nuisibilité** des bio-agresseurs pour la culture. Il est également essentiel de reconnaître les **stades phénologiques** de la culture et d'en connaître les **stades sensibles** pour cibler les périodes à risque. Une formation technique est utile et s'acquiert aisément, notamment si on a le goût de l'observation.

Ces observations en verger peuvent dans certains cas être réalisées par des techniciens ou des contrôleurs intervenant chez plusieurs producteurs.

FICHE n°4 : OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION (OAD) ET CHOIX DES PRODUITS

▼ Base de données pour l'identification des bio-agresseurs

Le tableau indique quelques sites pouvant servir à la reconnaissance des bio-agresseurs.

Site/auteur	Bio-agresseurs	Lien internet
EcophytoPIC	Tous	http://agriculture.gouv.fr/Les-outils-de-reconnaissance
Ctifl*	Tous	http://www.ctifl.fr/Pages/EspacePro/Production.aspx?mode=pp
Inra	Ravageurs	http://www7.inra.fr/hyppz/
Inra	Maladies	http://www7.inra.fr/hyp3/
Inra	Adventices	http://www2.dijon.inra.fr/hyppa/hyppa-f/hyppa_f.htm
Fredon Corse**	Maladies	http://www.fredon-corse.com/maladies/
Fredon Corse**	Ravageurs	http://www.fredon-corse.com/ravageurs/
DRAAF Midi-Pyrénées**	Tous	http://draaf.midi-pyrenees.agriculture.gouv.fr/Fiches-Organismes-Nuisibles
Agroscope	Tous	http://www.agroscope.admin.ch/obstbau/00867/02221/03987/index.html?lang=fr
Campagnols.fr	Campagnols	http://www.campagnols.fr/

* D'autres documents réalisés par le Ctifl apportent également des informations sur les ravageurs et les maladies (ouvrages de la collection Monographies, fiches de la collection Le Point sur...)

** Exemples de sites où l'on peut trouver de l'information sur les maladies et les ravageurs, les autres sites des DRAAF et Fredon apportent également de l'information sur différents bio-agresseurs.

FICHE n°4 : OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION (OAD) ET CHOIX DES PRODUITS

▼ Les modèles disponibles pour évaluer le développement des bio-agresseurs

Modèles servant de référence

Espèce	Bio-agresseurs	Modèle	Auteur	Validation	Utilisation en routine (avril 2014)	Disponibilité
Pommier	Carpocapse	Pomme-carpocapse DGAL- Onpv	DGAL/ONPV	oui	oui	Inoki®
	Carpocapse	Pomme-carpocapse Inra	Inra	oui	oui	Inoki®
	Tavelure	Pomme-tavelure DGAL	DGAL	oui	oui	Inoki®
	Tavelure	RIMpro	Marc Trapman	oui	oui	Modèle privé abonnement
Pêcher	Zeuzère	Zeuzère	DGAL/ONPV	oui	Utilisation limitée aux acteurs maîtrisant le modèle	Dans les régions concernées
	Thrips californien	Pêche-thrips Ctifl	Ctifl	oui	oui	Inoki®
	Tordeuse orientale	Tordeuse orientale du pêcher	DGAL/ONPV	oui	oui	Dans les régions concernées
Olivier	Mouche de l'olive	Mouche de l'olive	DGAL/ONPV	oui	Devrait être utilisable en routine en 2014	Cirame
	Maladie de l'œil de Paon	Maladie de l'œil de paon	DGAL/ONPV	oui	Devrait être utilisable en routine en 2014	Cirame
Noyer	Anthraxnose	Anthraxnose	DGAL/ONPV	oui	oui	Inoki®
	Mouche du brou	Mouche du brou	DGAL/ONPV	En cours	à venir	À déterminer dès fin de validation
	Carpocapse du noyer	Carpocapse du noyer	DGAL/ONPV	Très difficile	Modèle utilisé en routine malgré difficultés de validation sur le terrain au plan méthodologique	
Prunier	Carpocapse	Carpocapse	DGAL/ONPV	oui	oui	En régions concernées

Sources : B. Bourguin (Maaf/DGAL/SDQPV), C. Roubal (DRAAF PACA/SRAL) et J. Vibert (Ctifl), 2014.

	Validé, utilisation en routine, accès bien identifié
	Validé, accès plus restreint
	En cours de développement

FICHE n°4 : OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION (OAD) ET CHOIX DES PRODUITS

Modèles utilisés en vigne (*raisin de table*)

Espèce	Bio-agresseurs	Modèle	Auteur	Validation	Utilisation en routine	Disponibilité
Vigne	Mildiou	Milvit/Milstop (dernière version)	DGAL/ONPV	oui	oui	Epicure®
	Mildiou	EPI Mildiou/potentiel système (dernière version)	IFV/Sesma	oui	oui	Epicure®/Sesma
	Oïdium	SOV	DGAL/ONPV	oui	non	Epicure®
	Eudémis Cochylis	EVA/Activ	DGAL/ONPV IFV ACTA	oui	oui	Epicure® (EVA) NB : Activ n'est pas encore sur Epicure

Sources : B. Molot (IFV) et C. Roubal (SRAL/DRAAF PACA), 2014.

D'autres modèles sont en cours d'expérimentation (cf. rubrique en expé).

▼ Les limites d'utilisation des modèles

Les informations apportées par les modèles sont toutefois indissociables des **observations**, qui permettent d'une part de déterminer la date de début de modélisation (ex. « point 0 » pour début de la période de risque) et d'autre part de détecter d'éventuels écarts au modèle, par exemple dus au site.

Les informations issues de modèles ne sont que des estimations de la réalité, qui comportent une marge d'erreur et doivent être interprétées par des experts et par l'arboriculteur et son technicien en fonction de leur connaissance du verger et de l'exploitation. Il est nécessaire de tenir compte de ces incertitudes afin de ne pas prendre de risque.

La fiabilité des modèles dépend en particulier de la qualité des données ou prévisions climatiques qui alimentent ces modèles.

Le choix des produits

Le choix d'un produit phytopharmaceutique prend en compte différents critères. Généralement, le premier élément de choix est le rapport coût/bénéfice (ou efficacité) pour la cible visée. Mais il doit être modulé par d'autres critères :

- les **aspects réglementaires** (zone non traitée, délai de ré-entrée dans le verger, délai avant récolte...) et/ou **imposés par les cahiers des charges** (ex. nombre de résidus maximal) ;
- les **caractéristiques toxicologiques** pour l'homme, notamment les produits classés CMR (cancérogène, mutagène et toxique pour la reproduction). Les spécialités commerciales clas-

sées CMR ne doivent être utilisées que si elles ne peuvent pas être remplacées par un autre produit ou un procédé présentant moins de risque pour la santé ou la sécurité des travailleurs ;

- les données **écotoxicologiques** (abeilles, effets non intentionnels sur les auxiliaires, effets non intentionnels sur la plante, effets sur certains compartiments de l'environnement...);
- la **formulation** (liquide, poudre...) et les **règles des mélanges** si on doit appliquer plusieurs produits phytopharmaceutiques ;
- la **prévention de l'apparition de la résistance** à la substance active (alternance des produits ou famille de produits pour prévenir l'apparition de souches/populations résistantes) ;
- la **persistance d'action** de la substance active au verger, qui conditionne la fréquence de son renouvellement ;
- sa tenue au **lessivage** ;
- les **effets physiologiques** négatifs sur le **fruit ou la végétation** (rugosité, brûlures...), etc.

Le choix va dépendre des **priorités du producteur** au moment de l'intervention en fonction de son cadre de contraintes.

Des outils (ex. E-phy, index ACTA ou site de l'ACTA, fiches de données de sécurité...) sont disponibles pour connaître les caractéristiques des produits phytopharmaceutiques (toxicité, efficacité, interactions...) afin de les choisir au mieux. La dispersion des informations et la difficulté de hiérarchiser objectivement les critères de choix font que la prise de décision relative au produit phytopharmaceutique le mieux adapté aux conditions du moment n'est pas toujours facile.

FICHE n°4 : OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION (OAD) ET CHOIX DES PRODUITS POUR EN SAVOIR PLUS

En expérimentation pour les modèles

Pommier-poirier

Feu bactérien

– **Pare-feu** : remis en fonction par le Cirame en 2009 (validé dans plusieurs régions de France). L'utilisation est difficile (car on ne connaît la pluviométrie qu'après), mais le modèle est tout de même intéressant pour cadrer les observations et les périodes d'assainissement.

– **Adem-Fireblight** (faisant partie du modèle Morph-Adem) : modèle acquis par le Cirame auprès de la station d'East Malling en Angleterre.

– **CougarBlight** (Ctifl) : modèle issu d'un outil éprouvé (cougarblight), mais n'en est qu'au stade prototype en France.

Oïdium : Modèle Adem (faisant partie du modèle Morph-Adem) : acquis par le Cirame auprès de la station d'East Malling en Angleterre. Expérimentation du modèle par la Chambre d'agriculture de Savoie.

Document disponible sur [consulté le 10/06/14] : [http://rhone-alpes.synagri.com/synagri/pj.nsf/TECHPJPARCLEF/04269/\\$File/Mod%C3%A9lisation%20des%20attaques%20d%270%C3%AFdium.pdf](http://rhone-alpes.synagri.com/synagri/pj.nsf/TECHPJPARCLEF/04269/$File/Mod%C3%A9lisation%20des%20attaques%20d%270%C3%AFdium.pdf)

OpenElement

Mouche méditerranéenne : élaboration d'un modèle en cours (Draaf PACA/SRAL/DGAL/SDQPV).

Tavelure poirier : test du modèle NH2 Poire dans le cadre du GIS Fruits (Draaf PACA/SRAL/DGAL/SDQPV).

Œil de paon sur olivier : système expert Optipaon. Ce modèle (Draaf PACA/SRAL/DGAL/SDQPV) est en cours de validation (stade prototype). Il a pour objectif de réduire l'utilisation du cuivre contre la maladie de l'œil de paon de l'olivier.

Pour en savoir plus...

OAD

• ACTA, 1974. *Contrôle, seuils et indications pour la lutte. Pommier*, Tome III. Éditions ACTA, Paris, 79 p.

• Agroscope/Agora/Agriidea/Amtra/EIC., 2012. Guide arbo 2014-2015 [en ligne]. *Revue suisse Viticulture Arboriculture Horticulture* 46 (1), p. 14-16. Disponible sur : http://www.agrometeo.ch/sites/default/files/u10/guide_arbo_2014-2015.pdf [consulté le 12/06/14]

• Baudry O., 2001. *Reconnaître les auxiliaires en vergers et vigne*. Ctifl-ITV, 110 p.

- Chambre régionale d'agriculture PACA, Station La Pugère, 2014. Guide production fruitière intégrée 2014. *Objectifs Info Arbo*, 3-8, 36-39
- Gendrier J.-P., Lichou J., Baudry O., Orts R., Rondeau S., Soing P., Mandrin J.-F., 1999. *Outils de pilotage. Bonnes pratiques en arboriculture fruitière*. Éditions Ctifl, coll. Hortipratic, 214 p.
- Reboulet J.N., 1999. *Les auxiliaires entomophages*. 3^e édition. ACTA, Paris, 135 p.

Modèles

> Ctifl. Plateforme Inoki® [en ligne]. Disponible sur :

<http://www.ctifl.fr/Inoki/pages/Presentation/Plateforme.aspx> [consulté le 28/04/2015]

Inoki® est une plate-forme créée et maintenue par le Ctifl qui est destinée à terme à mettre à disposition le plus grand nombre de modèles existants selon une approche ouverte en contrepartie d'une contribution aux frais de maintenance. Un ensemble de modèles a vocation à figurer sur cette plate-forme, que ces modèles aient été développés en interne ou en collaboration. Plus d'une vingtaine de modèles sont en cours d'étude ou de développement (expérimentation au Ctifl et dans des stations régionales).

> Cirame (Centre d'information régional et agrométéorologique) [en ligne]. Disponible sur : <http://www.agrometeo.fr/> [consulté le 10/06/2014].

> IFV. Epicure® [en ligne]. Disponible sur : <http://www.vignevin-epicure.com/index.php/fre/Epicure>

Epicure est un système d'information autour de la modélisation des maladies de la vigne. Ce travail a été initié par l'Institut français de la vigne et du vin dans les années 1980.

> Sesma [en ligne]. Disponible sur : <http://www.sesma.fr/> [consulté le 12/06/2014]

Choix des produits

• ACTA [en ligne]. Disponible sur : <http://www.ACTA.asso.fr/> [consulté le 10/06/2014]

• ACTA, 2014. *Index phytosanitaire*. 50^e édition. ACTA, 956 p.

• ACTA. Logiciel Diaphyt [en ligne]. Disponible sur :

<http://www.ACTA.asso.fr/apps/accueil/autodefault.asp?d=6216> [consulté le 10/06/14]

• Aversenq S., 2008. *Choix des produits phytosanitaires en vergers*. Phytoma 614. Disponible sur :

<http://www.ACTA.asso.fr/apps/accesbase/bindocload.asp?d=6279&identObj=Bun8mTAt> [consulté le 10/06/14]

FICHE n°4 : OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION (OAD) ET CHOIX DES PRODUITS POUR EN SAVOIR PLUS

- Chambre d'agriculture du Vaucluse, 2011. Guide phytosanitaire à l'usage des producteurs de Paca.
- Corpen, 2012. Techniques d'application et de manipulation des produits phytosanitaires [en ligne]. Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Techniques-d-application-et-de.html> [consulté le 12/06/14]
- INRS, 2006. Classification, emballage et étiquetage des substances et préparations chimiques dangereuses [en ligne] [consulté le 10/06/14]. Disponible sur : <http://www.inrs.fr/ac-cueil/produits/mediatheque/doc/publications.html?refINRS=ED%20983> [consulté le 12/06/14]
- Maaf. E-phy [en ligne] : <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/> [consulté le 12/06/14]

Coût des approvisionnements

Chambre d'agriculture du Vaucluse et GDA Arboriculture de Vaucluse, 2014. Coûts des approvisionnements en arboriculture 2014. 27e édition. GDA, Cavailon, 212 p.



Piège à projections d'ascospores de Tavelure BURKARD ®

INRA Gottheron.

FICHE n°5 : AUGMENTATION DE L'EFFICACITÉ DES TRAITEMENTS

L'augmentation de l'efficacité des traitements consiste à améliorer l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (de synthèse et de biocontrôle) par le raisonnement des périodes d'application (observations, outils d'aide à la décision, seuils d'intervention), le choix des produits (**Fiche technique n° 4 « OAD et choix des produits »**), le **réglage** des appareils et le **mode de pulvérisation** (limitation du phénomène de dérive des produits), **l'ajustement des volumes et des doses** de produits appliqués, ainsi que par l'optimisation de l'efficacité des traitements. Ces différents points font l'objet de **guides des bonnes pratiques phytosanitaires** et/ou de documents régionaux qui développent aussi tous les aspects essentiels de la réglementation et de la protection des applicateurs (voir aussi le portail EcophytoPIC). Les points importants pour améliorer l'efficacité des interventions sont juste rappelés.

Choix, réglage et entretien du matériel

Le **choix du matériel** est un facteur important pour optimiser l'efficacité des traitements et limiter la dérive (choix du pulvérisateur, du type de flux – radial ou tangentiel –, de la pression de fonctionnement et des buses adaptées au traitement). Le matériel conditionne aussi très fortement le volume de bouillie optimal à appliquer. Se référer aux documents spécialisés.

L'entretien du matériel de pulvérisation est également important pour permettre un traitement homogène et optimal (révision et nettoyage régulier du pulvérisateur, contrôles interne et externe...).

Par ailleurs, le **réglage du matériel** est primordial pour appliquer la dose voulue à l'hectare, avoir une pulvérisation homogène sur l'ensemble de la végétation et minimiser la dérive. Différents paramètres sont à étalonner :

- la **vitesse d'avancement** (km/h) ;
- le **débit de l'appareil** (l/min) qui tient compte du volume de bouillie par hectare qu'on veut pulvériser, de la largeur de traitement (en mètres, correspondant généralement en arboriculture à la largeur séparant les rangs de plantation) et de la vitesse d'avancement (km/h) ;
- le choix des buses et de la pression (se référer aux tableaux des fabricants).

La qualité de la répartition de la pulvérisation peut être vérifiée en plaçant des papiers hydrosensibles dans la végétation (agrafés sur les feuilles), en vérifiant par des observations phytosanitaires les efficacités des interventions ou par la vérification de l'adéquation entre les volumes appliqués et les surfaces traitées.

Rappel sur la notion de « dose de produit phytopharmaceutique »

Il faut distinguer deux notions : le **volume de bouillie** (mélange, généralement dans l'eau, qui sert de vecteur, d'une préparation phytopharmaceutique destinée à être appliquée par pulvérisation, arrosage ou trempage) qui a pour but d'assurer une bonne répartition du produit phytopharmaceutique (mouillage, proportion de la surface des organes recouverte par le produit...) et la **dose** qui correspond à la quantité (masse ou volume) de produit ou de substance active appliqué par unité de surface (dose/hectare) ou par hectolitre de bouillie (dose/hectolitre). La dose d'emploi doit être conforme à la réglementation (autorisation de mise sur le marché, AMM), qui définit une dose homologuée maximale à ne pas dépasser pour l'usage donné (couple culture x bio-agresseur, complété éventuellement par des précisions sur le mode ou le champ d'application).

En arboriculture, la dose d'un produit phytopharmaceutique est historiquement exprimée en dose/hectolitre pour les produits de traitements des parties aériennes, avec une généralisation progressive à une expression en dose maximale/hectare à ne pas dépasser. Cette spécificité propre aux plantes pérennes a pour objectif de permettre une modulation de la dose/hectare en fonction du volume de végétation des arbres, dans la limite de la dose maximale/hectare autorisée qui est indiquée sur l'étiquette du produit.

► Des surfaces foliaires/hectare différentes selon les vergers

L'intérêt d'une dose/hectolitre est de pouvoir adapter la dose à apporter à l'hectare en fonction du type de verger. En effet, les arbres peuvent avoir des volumes de végétation et des surfaces foliaires très différents en fonction de leur gabarit qui dépend de leur âge, du mode de conduite, du porte-greffe, des distances de plantation et de l'itinéraire cultural. La surface foliaire évolue également dans la saison, sur une même parcelle, entre le débournement et la pleine feuillaison. Pour la quasi-totalité des produits phytopharmaceutiques, c'est la dose par centimètre carré de feuillage (ou de fruit) qui fait l'efficacité.

La dose à appliquer par hectare devra être modulée, dans le respect de la réglementation, en fonction du gabarit du verger, de son stade végétatif et de sa surface foliaire, au risque sinon de sous-doser les produits dans les vergers de fort volume et de les sur-doser dans les vergers de faible volume.

FICHE n°5 : AUGMENTATION DE L'EFFICIENCE DES TRAITEMENTS

► Notion de « point de ruissellement » ou de « goutte pendante » (volume normal)

Historiquement, les pulvérisations se faisaient à la lance en balayant la végétation, jusqu'à la limite du ruissellement. On recouvrait ainsi totalement le végétal avec la bouillie, sans déperdition. La quantité de bouillie effectivement pulvérisée à l'hectare, et par conséquent la dose de produit phytosanitaire, dépendait donc bien de la surface foliaire et du volume de végétation. En pulvérisation à volume normal sur des vergers avec des arbres de grande dimension (plus de 3,50 m de hauteur), le volume de bouillie pour atteindre le point de ruissellement peut correspondre à 1500-2000 l/ha. Par contre, en vergers piétons (hauteur de 2 à 2,5 m), le point de ruissellement est souvent atteint avec un volume de 1 000 l/ha. Ce volume est donc devenu, pour de nombreuses espèces et types de verger, le volume de référence usuel pour déterminer la dose/hectare de substance active.

Ainsi, un peu arbitrairement, la dose/hectare correspondait pour la majorité des vergers à la dose/hectolitre multipliée par 10, c'est-à-dire calculée sur une base d'un traitement à 1 000 l/ha de bouillie. Exemple : pour un produit homologué à 0,100 kg/hl avec un volume de 1 000 l, la dose/hectare est égale à 1 kg de produit commercial. Mais pour un verger de gros gabarit où le volume « point de ruissellement » est par exemple de 1 500 l/ha, un produit à 0,100 kg/hl est théoriquement appliqué à 1,5 kg/ha (**tableau 1**) si la dose maximum de l'AMM le permet.

► Le volume réduit

Avec l'amélioration des performances du matériel de pulvérisation, il est possible d'obtenir une bonne homogénéité de la répartition des produits pulvérisés au sein de la frondaison avec un volume de bouillie inférieur à celui correspondant au point de ruissellement. Dans ce cas, le volume de bouillie pulvérisé ne dépend plus de la surface foliaire du verger, mais du type et de la performance du matériel de pulvérisation utilisé. L'objectif de la pulvérisation reste toutefois le même qu'en volume normal : recouvrir l'ensemble du végétal de façon homogène avec la substance active. Selon les régions et les espèces, les volumes de bouillie effectivement pulvérisés pour le pommier en axe varient le plus souvent de 200 l à 800 l/ha.

Se pose alors la question de la dose/hectare de produit phytosanitaire. En toute logique, pour un même verger, cette dose/hectare doit être la même, quel que soit le volume de bouillie utilisé, l'eau n'étant qu'un vecteur.

En pulvérisation à volume réduit, la dose/hectare correspond donc à la dose/hectolitre multipliée par le nombre d'hectolitres estimés nécessaires pour arriver au point de ruissellement sur ce type de verger. Par simplification et convention, cette dose/hectare est souvent calculée sur la base d'un volume de bouillie de 1 000 l/ha (soit dose/hectolitre x 10).

► Le calcul de la dose/hectare pour l'adapter au volume foliaire

Lors de l'autorisation de la mise sur le marché, les doses sont aujourd'hui données soit par hectare soit par hectolitre (calculées sur une base d'un traitement de 1 000 litres de bouillie/hectare), mais avec une dose maximale à ne pas dépasser par hectare.

Pour augmenter l'efficacité d'utilisation des produits phytopharmaceutiques, il serait nécessaire de déterminer précisément le volume de surface foliaire à traiter à l'instant t, afin d'apporter juste ce qui est nécessaire pour garantir une efficacité optimale par rapport aux bio-agresseurs.

Pour cela, il serait souhaitable de disposer d'une méthode à la fois simple d'utilisation et fiable pour réaliser cette adaptation, comme c'est le cas dans de nombreux pays ; ces méthodes consistent généralement à évaluer la surface foliaire du verger à partir de mesures simples comme la hauteur de frondaison, l'épaisseur des arbres, la largeur entre rangs.

Au niveau de l'Union européenne, c'est la méthode LWA (*leaf wall area*, en français « surface de haie foliaire ») qui devrait être adoptée dans les années à venir. Le verger en haie fruitière est considéré comme un mur dont on calcule la surface de la façon suivante : (hauteur de la haie x 10 000)/largeur entre rang x 2. La dose de produit serait exprimée par mètre carré de LWA avec une dose maximale à ne pas dépasser.

FICHE n°5 : AUGMENTATION DE L'EFFICACITÉ DES TRAITEMENTS

Le **tableau 1** présente un exemple de détermination de la dose/hectare d'un produit phytopharmaceutique (produit ayant une dose autorisée de **0,100 kg/hl** pour l'espèce et l'usage considéré, avec une **dose maximale à ne pas dépasser de 1,3 kg/ha**). Quatre dimensions de vergers sont prises comme exemple afin d'illustrer le volume de bouillie permettant d'atteindre le point de ruissellement.

Dans le cas du verger **1**, l'adaptation de la dose au volume de surface foliaire permet de réduire la quantité de produit

appliquée par hectare par rapport à la dose usuelle calculée sur la base de 1 000 l/ha de bouillie (cas du verger **2**). Pour les vergers **3** et **4**, la surface foliaire étant élevée, la dose/hectare théorique dépasse la dose calculée sur la base de 1 000 l/ha de bouillie, mais reste plafonnée à la dose AMM maximale à ne pas dépasser. L'exemple illustre également que l'utilisation d'un volume de bouillie réduit ne modifie pas la dose/hectare : la concentration de la bouillie sera alors augmentée pour appliquer cette dose/hectare dans le volume réduit utilisé.

Tableau 1. Détermination de la dose/hectare.

Verger	Volume de bouillie permettant d'atteindre le point de ruissellement (volume normal/hectare)	Volume de bouillie réellement utilisé/hectare dans le cadre d'un volume réduit	Coefficient multiplicateur correspondant au volume de végétation du verger ¹	Dose/hectare ³
Verger 1	700 l	400 l	7	0,700 kg/ha
Verger 2	1000 l	400 l	10	1,000 kg/ha
Verger 3	1200 l	400 l	12	1,200 kg/ha
Verger 4	1500 l	400 l	13 ²	1,300 kg/ha ³

¹ Le **coefficient multiplicateur** permet de calculer la dose/hectare en fonction de la dose/hectolitre et du volume de bouillie permettant d'atteindre le point de ruissellement. Ce coefficient est égal au volume de bouillie permettant d'atteindre le point de ruissellement divisé par 100, dans la limite de ne pas dépasser la dose maximale autorisée.

² Si le coefficient calculé entraîne une dose/hectare supérieure à la dose maximale autorisée, alors le coefficient est égal à la dose/hectare maximale autorisée divisée par 100.

³ Si la dose/hectare calculée est supérieure à la dose maximale autorisée alors la dose/hectare est égale à la dose maximale autorisée.

Cette technique permet, sur des jeunes vergers, des économies substantielles de produits phytopharmaceutiques. Il est cependant important de signaler que cette méthode d'adaptation de la dose au volume de végétation nécessite d'être expérimentée dans des conditions très diversifiées (conditions climatiques, types de pulvérisateur, stades phénologiques des arbres et des

bio-agresseurs...) afin de garantir le maintien de l'efficacité des produits phytopharmaceutiques et d'évaluer les risques d'induire plus fréquemment des phénomènes de résistance des bio-agresseurs aux produits phytopharmaceutiques avec l'utilisation de doses réduites.

FICHE n°5 : AUGMENTATION DE L'EFFICACITÉ DES TRAITEMENTS

Optimisation de l'efficacité des traitements

L'efficacité d'un traitement dépend de différents paramètres qu'il faut intégrer pour optimiser l'intervention :

► **Le stade biologique du bio-agresseur** (ravageur, maladie ou adventice). Les bio-agresseurs sont plus ou moins sensibles aux traitements selon leur stade de développement. C'est souvent l'âge et l'état des cuticules (couche externe qui recouvre et protège les adventices et les ravageurs) qui expliquent les niveaux d'efficacité. Par ailleurs, pour certaines substances actives (modes d'action spécifiques), le stade biologique du bio-agresseur conditionne totalement l'efficacité (ex. un insecticide ovicide doit être positionné juste avant le dépôt des œufs ciblés) ;

► **Les conditions climatiques** avant et après le traitement :

• **l'hygrométrie et la température** conditionnent l'état des cuticules des ravageurs et l'état d'ouverture des stomates (petits orifices dans l'épiderme du végétal) et donc la pénétration du produit dans la cible (porosité de la cuticule au milieu aqueux pour les ravageurs, pénétration des produits systémiques dans le végétal) et une part de l'efficacité de la substance active. En outre, en plein soleil avec une température élevée et une faible hygrométrie, la vaporisation rapide du produit peut réduire son efficacité. Les températures optimales pour réaliser un traitement sont situées entre 15 et 22 °C, les températures extrêmes sont donc à éviter. L'humidité relative de l'air est optimale au-delà de 75 %, ce qui correspond en général au début de la matinée ou à la fin de la journée,

• **le vent** entraîne un phénomène de dérive des produits. Il doit être faible lors d'un traitement avec une limite réglementaire à ne pas dépasser (vitesse inférieure à 19 km/h),

• **la pluie** entraîne le lessivage des produits. Les traitements ne doivent pas être effectués en cas de prévision de pluie importante à court terme. De plus, les traitements doivent être effectués sur feuillage sec (sauf exception). Cependant, pour certains bio-agresseurs, il peut être nécessaire d'appliquer un traitement préventif pour protéger le végétal juste avant un épisode pluvieux pouvant occasionner de graves risques de contamination (ex. cloque, tavelure...), notamment lorsque les traitements curatifs sont moins efficaces ou plus susceptibles d'induire des mécanismes de résistance aux produits phytopharmaceutiques. Dans ce cas, il est conseillé de choisir des spécialités commerciales ayant une meilleure tenue au lessivage quand elles existent,

► **l'ajout d'adjuvant(s)** dans la bouillie avec le(s) produit(s) phytopharmaceutique(s) peut améliorer l'efficacité du(es) produit(s) phytopharmaceutique(s). Toutefois, ces adjuvants doivent être autorisés et avoir démontré une efficacité.

En expé

– Adaptation de **l'outil Optidose® sur raisin de table** par la station La Tapy (Reynaud, 2013).

– **Pulvérisateurs limitant la dérive :**

=> Type tunnel permettant de limiter la dérive en verger, en haie fruitière basse (Turbocoll®).

=> Pulvérisateur à pulvérisation électrostatique (ex. Kwh®).

=> Pulvérisateur à flux tangentiels.

– **Systèmes de traitement fixe sur frondaison :** utilisation d'un réseau fixe d'irrigation pour l'application des produits phytopharmaceutiques sur la culture. Pulvérisation par aspersion sur frondaison à l'aide de micro-asperseurs situés au-dessus de chaque arbre. En étude au Ctifl et en stations régionales, mais ce mode d'application est **non autorisé** actuellement (contrairement aux pulvérisateurs en expérimentation ci-dessus).

Pulvérisateur pneumatique à jet porté pour contrôle optimal des traitements



FICHE n°5 : AUGMENTATION DE L'EFFICACITÉ DES TRAITEMENTS POUR EN SAVOIR PLUS

Pour en savoir plus...

Réglage et entretien du matériel de pulvérisation

- Agroscope/Agora/Agriidea/Amtra/EIC, 2012. Guide arbo 2014-2015 [en ligne]. *Revue suisse Viticulture Arboriculture Horticulture* Vol. 46 (1), 54-55. Disponible sur : http://www.agrometeo.ch/sites/default/files/u10/guide_arbo_2014-2015.pdf [consulté le 12/06/14]
- Chambre d'Agriculture du Vaucluse, 2013. Guide phytosanitaire à l'usage des producteurs de Paca, 48 p.
- Chambre régionale d'agriculture Paca, Station La Pugère, 2014. Guide production fruitière intégrée 2014. *Objectifs Info Arbo*, 36-39.
- Corpen, 2012. Techniques d'application et de manipulation des produits phytosanitaires [en ligne]. Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Techniques-d-application-et-de.html> [consulté le 12/06/14]
- Gendrier J.-P., Lichou J., Baudry O., Orts R., Rondeau S., Soing P., Mandrin J.-F., 1999. *Outils de pilotage. Bonnes pratiques en arboriculture fruitière*. Éditions Ctifl, coll. Hortipratic, 214 p.
- Maaf. *Optimisation de l'application* [en ligne]. Disponible sur : <http://agriculture.gouv.fr/Reduction-de-dose> [consulté le 12/06/2014]
- MSA, 2005. Prévention et produits phytosanitaires [en ligne]. Disponible sur : http://references-sante-securite.msa.fr/front/id/SST/S_Des-outils--sante-et--securite/S_RISQUES/S_Chimique-et-phytosanitaire/publi_Prevention-et-produits-phytosanitaires.html [consulté le 12/06/14]
- Station La Pugère, 2005. Le machinisme en arboriculture. Le point sur les réglages. Dossier technique 2005 [en ligne]. *Objectif Info Arbo*. Disponible sur : http://www.lapugere.com/lapugere_public/publi/Dossier_tech/2005/DT2005_06-09.pdf [consulté le 12/06/14]
- UIPP, 2013. Bonnes pratiques phytopharmaceutiques : 10 gestes responsables et professionnels. Disponible sur : <http://www.uipp.org/Bonnes-pratiques/Phytoprevention> [consulté le 12/06/14]

Adaptation de la dose/hectare

- Agroscope/Agora/Agriidea/Amtra/EIC, 2012. Guide arbo 2014-2015 [en ligne]. *Revue suisse Viticulture Arboriculture Horticulture* Vol. 46 (1), 52-53. Disponible sur : http://www.agrometeo.ch/sites/default/files/u10/guide_arbo_2014-2015.pdf [consulté le 12/06/14]
- Ghion K., Sagnes J.-L., Dordolo M., Rivière N., Méry D., Maguy A., Lessoult C., 2013. Le guide Arbo du sud-ouest 2014. *L'action agricole*. Disponible sur : <http://www.agri82.fr/arboriculture-et-raisin-de-table/traitementsphytosanitaires> [consulté le 06/06/2014]

Outil Optidose en viticulture (raisin de table)

- Maaf-ACTA. EcophytoPIC [en ligne]. Disponible sur : <http://viticulture.ecophytopic.fr/vt/v-boites-%C3%A0-outils/v-oad/optidose%C2%AE-en-ligne-sur-le-web-un-outil-pour-ajuster-les-doses-de> [consulté le 12/06/14]
- Reynaud C., 2013. Réduire les doses d'intrants phytosanitaires avec Optidose®. *Vaucluse agricole*, 26/04/2013, 11.
- Reynaud C., 2013. Compte-rendu d'essai La Tapy. Raisin de table 2013 : Faisabilité du programme Optidose® en raisin de table au sein d'un réseau de parcelles – parcelles de Carpentras-Serres.
- Reynaud C., 2014. Compte-rendu d'essai La Tapy. Raisin de table 2013 : Faisabilité du programme Optidose® en raisin de table au sein d'un réseau de parcelles – parcelle de La Tour d'Aigues.
- Reynaud C., 2014. Compte-rendu d'essai La Tapy. Raisin de table 2013 : Optimisation des doses de pulvérisation par le concept Optidose® sur petites parcelles de raisin de table en lyre..

FICHE n°6 : CONTRÔLE GÉNÉTIQUE CHOIX DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le choix du matériel végétal peut être, selon les espèces, un levier très important pour mettre en place un verger peu sensible à certains bio-agresseurs et, de ce fait, à faible niveau d'intrants phytopharmaceutiques. Il est donc primordial de considérer le matériel végétal avant d'envisager tout autre levier.

Le contrôle génétique consiste à utiliser un matériel végétal (variétés et/ou porte-greffes) sélectionné pour sa résistance (caractéristiques qui interdisent ou limitent le développement d'un bio-agresseur) totale ou partielle à certains bio-agresseurs ou pour ses caractéristiques physiologiques permettant de contrôler les bio-agresseurs ou de diminuer les symptômes.

Il existe chez les espèces fruitières des **différences de sensibilité du matériel génétique** (variétés et porte-greffes) vis-à-vis des bio-agresseurs. Pour chaque espèce fruitière, ces différences de sensibilité sont plus ou moins valorisées au sein de la gamme variétale actuellement commercialisée. Se reporter aux **documents cités en référence** pour connaître les différences de comportement des variétés vis-à-vis des bio-agresseurs, car ces informations permettent d'adapter le niveau de protection phytosanitaire (ex. diminution des interventions sur les variétés peu sensibles).

La pression des bio-agresseurs est également liée à des facteurs pédoclimatiques, environnementaux et à l'historique des parcelles. Ceci induit une variabilité régionale dans l'expression des sensibilités du matériel génétique. De manière générale, l'expression des ravageurs va être plus importante dans les régions chaudes et sèches et l'expression des maladies va être plus importante dans les régions humides. Les critères de choix des variétés et porte-greffes vont donc être différents selon les régions.

Matériel végétal à résistance « totale »

L'utilisation de matériel végétal **résistant**, reposant souvent sur une résistance monogénique, c'est-à-dire sur un seul gène majeur, doit être associée à d'autres moyens de lutte alternatifs (ou chimiques) pour diminuer le risque de **contournement** par les bio-agresseurs (apparition de souches de pathogène virulentes), d'autant plus que les variétés résistantes peuvent s'avérer très sensibles une fois le gène de résistance contourné (ex. Ariane® ou Goldrush® ayant le gène Vf de résistance à la tavelure du pommier). D'autres variétés résistantes peuvent toutefois se montrer peu sensibles une fois le gène contourné (ex. Pitchounette® ayant le gène Vf à la tavelure du pommier), car le gène de résistance majeur est sans doute associé à d'autres gènes de résistance ou à une capacité de la plante à supporter les dégâts infligés (tolérance).

Le tableau 1 recense les bio-agresseurs pour lesquels il existe du matériel végétal résistant (à certaines des souches du pathogène).

Tableau 1. Matériel végétal résistant.

	Variétés résistantes	Porte-greffes résistants
Abricotier	Sharka (plusieurs gènes de résistance)	Feu bactérien (monogénique)
Pommier	-Tavelure (monogénique) -Feu bactérien (monogénique)	
Poirier	Feu bactérien (monogénique)	Feu bactérien (monogénique)

FICHE n°6 : CONTRÔLE GÉNÉTIQUE CHOIX DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Différence de sensibilité du matériel végétal (résistance partielle)

Les résistances **polygéniques**, c'est-à-dire reposant sur plusieurs gènes, confèrent, selon les variétés, une **résistance partielle** plus ou moins élevée vis-à-vis des bio-agresseurs. Cette résistance est en général stable (plusieurs gènes doivent être contournés pour perdre le caractère de résistance), ce qui lui confère un caractère **durable**. Du fait du caractère partiel de la résistance polygénique, l'utilisation du matériel végétal doit souvent être associée à d'autres moyens de lutte (alternatifs ou chimiques) ou à des pratiques culturales adaptées.

► Variabilité de la sensibilité aux bio-agresseurs entre variétés

Le **tableau 2** désigne les bio-agresseurs pour lesquels on note une variabilité de sensibilité parmi les variétés existantes. Les différences de sensibilité du matériel végétal sont citées dans la littérature (cf. rubrique « **Pour en savoir plus** »).

NB : l'ordre de citation des bio-agresseurs est indépendant de l'importance de la variabilité de sensibilité du matériel végétal pour une espèce donnée.

Par exemple, on peut lire dans le **tableau 2** (colonne 2, entrée 1 « Abricotier ») qu'il existe une variabilité de sensibilité à l'oïdium parmi les variétés d'abricotiers existantes. Pour avoir des informations sur les variétés les moins sensibles, il faut se référer aux documents cités dans la rubrique « **Pour en savoir plus** ».



CEP Innovation

Variété d'abricot Bergarouge ® résistante au virus de la Sharka

FICHE n°6 : CONTRÔLE GÉNÉTIQUE CHOIX DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

	Maladies	Ravageurs
Abricotier	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Monilia</i> fleurs - Bactériose - Rouille - Maladies de conservation - Oïdium - Tavelure 	
Amandier	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Fusicoccum</i> - <i>Monilia</i> fleurs 	<i>Eurytoma</i> (en fonction de l'épaisseur de la coque, la ponte ne peut être effectuée)
Cassissier/groseillier	Oïdium (sur feuilles)	
Cerisier	<ul style="list-style-type: none"> - Maladies de conservation (lié à la tolérance à l'éclatement des variétés) - Bactériose/chancres bactérien - Anthracnose/cylindrosporiose 	
Châtaignier	<ul style="list-style-type: none"> - Pourritures - Septoriose - Chancres 	Cynips
Clémentinier	Mal secco	
Framboisier	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Phytophthora</i> - Virus (ex. RDBV) 	
Kiwi	Bactériose	
Myrtillier	Anthracnose	
Noisetier		Phytopte des bourgeons
Noyer		Mouche du brou
Olivier	<ul style="list-style-type: none"> - Œil de paon - Verticilliose - Fumagine - Chancres bactérien (<i>Pseudomonas</i>) - Brunissement 	Mouche de l'olive
Pêcher	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Monilia</i> fruits - Cloque - Oïdium (fruit et feuilles) - <i>Xanthomonas</i> - Chancres (<i>Fusicoccum</i>) - Bactériose - Sharka 	<ul style="list-style-type: none"> - Thrips (peau fine et lisse plus sensible) - Pucerons
Poirier	<ul style="list-style-type: none"> - Tavelure - Feu bactérien - Chancres européen - Stemphyliose - Dépérissement du poirier - Dessèchement bactérien (floraison précoce défavorable) - Maladie de conservation 	Psylle (lié à la vigueur)
Pommier (dont pomme à cidre)	<ul style="list-style-type: none"> - Tavelure - Oïdium - Maladies de conservation - Chancres européen - Feu bactérien 	<ul style="list-style-type: none"> - Puceron cendré - Phytoptes
Prunier	ECA (prune américano-japonaise plus sensible que prune d'Ente ou mirabelle)	
Raisin de table	<ul style="list-style-type: none"> - Oïdium - Mildiou - <i>Botrytis</i> - Esca 	

Tableau 2. Indications de l'existence d'une différence de sensibilité vis-à-vis des bio-agresseurs au sein de la gamme variétale actuelle de chaque espèce fruitière (se reporter aux documents cités en fin de fiche).

FICHE n°6 : CONTRÔLE GÉNÉTIQUE CHOIX DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

▼ Variabilité de la sensibilité aux bio-agresseurs entre porte-greffes

Le **tableau 3** désigne les bio-agresseurs pour lesquels on note une variabilité de sensibilité parmi les porte-greffes existants. Les différences de sensibilité des porte-greffes (PG) suivantes sont citées dans la littérature (l'ordre de citation des bio-agresseurs est indépendant de l'importance de la variation de sensibilité du PG pour une espèce donnée).

	Maladies	Ravageurs
Poirier	- Feu bactérien - Dépérissement du poirier	Campagnol
Pommier (dont pomme à cidre)	- Phytophthora - Feu bactérien	- Campagnol - Puceron lanigère
Abricotier	- Bactériose (PG pêchers moins sensibilisants) - Pourridié (PG pruniers moins sensibles)	- Campagnol - Capnode - Nématode
Pêcher	- Bactériose - Verticilliose - Pourridié	Nématodes
Cerisier	Pourridié	- Puceron noir (éviter PG très nanifiant type Tabel-Edabriz) - Campagnols
Amandier		- Capnode - Nématodes méloïdogines (pas encore un problème en France)
Châtaignier	- Encre - Pourridié - Chancre	
Noyer	Maladie de l'encre	
Clémentinier	- Gommose - <i>Tristeza</i>	
Raisin de table	Mildiou, oïdium, <i>Botrytis</i> (PG vigoureux sensibilisants)	Nématodes
Kiwi		

Tableau 3. Indications de l'existence d'une différence de sensibilité vis-à-vis des bio-agresseurs au sein de la gamme actuelle des porte-greffes de chaque espèce fruitière (se reporter aux documents cités en fin de fiche).

FICHE n°6 : CONTRÔLE GÉNÉTIQUE CHOIX DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Précocité et stade de maturité (stratégie d'évitement)

Certaines variétés ne sont pas (ou peu) sensibles à certains bio-agresseurs du fait de leur précocité ou de leur période de maturité. La période de sensibilité de la culture ou du fruit ne coïncide pas avec la phase de présence du bio-agresseur, ce qui permet « d'éviter » les attaques de ce dernier.

Par exemple, les **variétés précoces de cerises** ne sont pas touchées par les attaques de mouche de la cerise qui interviennent après la récolte de ces variétés. De même, les **variétés précoces de clémentiniers** sont moins exposées aux attaques de mouche méditerranéenne (*Ceratitis capitata*).

Les **variétés précoces en fruits à noyau** sont moins exposées dans le temps aux attaques de tordeuse orientale et de monilioses, et les variétés précoces en fruits à pépins sont moins exposées aux attaques des dernières générations de carpocapse et de tordeuse orientale.

Les **variétés précoces de noyer** sont moins exposées à l'antracnose (moins en phase avec la maladie).

La **surmaturité** est également un facteur aggravant dans l'exposition aux attaques de certains bio-agresseurs. Par exemple, la surmaturité peut favoriser les attaques de *Drosophila suzukii* sur **cerisier**. De même, la surmaturité est un facteur de risque pour le développement des maladies de conservation **sur toutes les espèces fruitières**.

En expé

► Recherche/évaluation de la sensibilité variétale

- Recherche de **variétés** ayant des résistances polygéniques à la tavelure, des variétés peu sensibles au feu bactérien sur **pommier-poirier** et des variétés peu sensibles au psylle sur **poirier** (Inra d'Angers).
- Recherche de **variétés** résistantes à la sharka sur abricotier (il en existe déjà plusieurs) et sur pêcher, ainsi que la création et le test de lignées résistantes au puceron vert à l'Inra d'Avignon et de Bordeaux.
- Évaluation de la sensibilité de **28 variétés de pêche** aux maladies (Parveaud *et al.*, 2012).
- Évaluation de la sensibilité aux bio-agresseurs de **36 variétés de pomme** (Parveaud *et al.*, 2010).
- Évaluation de la sensibilité de nouvelles variétés de pommiers et pêcheurs (Giraud *et al.*, 2014).
- Recherche et caractérisation de **variétés de raisin de table** tolérantes ou résistantes au mildiou et l'oïdium par les stations d'expérimentation de La Tapy et du Cefel, l'Inra, l'IFV et le Ctifl (Leydet, 2013).

► Recherche/évaluation de la sensibilité des porte-greffes

- **Pomme à couteau** (GRAB) : étude de la sensibilité aux campagnols.
- **Pomme à cidre** (IFPC) : étude de la sensibilité au Phytophthora (IFPC, 2013).

► Essai de mélanges variétaux pour évaluer l'efficacité dans le contrôle de certains bio-agresseurs

- Essais de mélanges variétaux sur **pommier** (pomme à couteau) pour tester « l'effet dilution » et « l'effet barrière » que pourrait entraîner la diversité génétique sur le développement de la tavelure (Parisi *et al.*, 2013).
- Essais en cours de mélanges variétaux en pommes à cidre (IFPC).

FICHE n°6 : CONTRÔLE GÉNÉTIQUE CHOIX DU MATÉRIEL VÉGÉTAL POUR EN SAVOIR PLUS

Pour en savoir plus...

Fiches de sensibilités variétales publiées dans L'Arboriculture fruitière

- Broquaire *et al.*, 2011. **Fiche n° 4** : La rouille : **abricot** : « Variétés classiques ». *L'Arboriculture fruitière*, 662.
- Brun *et al.*, 2011. **Fiche n° 1** : Le chancre bactérien : **abricot** : « Variétés classiques ». *L'Arboriculture fruitière*, 659.
- Brun *et al.*, 2012. **Fiche n° 5** : La tavelure : **abricot** : « Variétés classiques ». *L'Arboriculture fruitière*, 663.
- Brun *et al.*, 2012. **Fiche n° 10** : La tavelure : **pomme** : Sensibilité variétale aux maladies et ravageurs : Variétés « peu sensibles ». *L'Arboriculture fruitière*, 673.
- Combe F., Laget E., Brun L., 2013. **Fiche n° 11** : L'oïdium : **pomme** : Sensibilité variétale aux maladies et ravageurs : Variétés « peu sensibles ». *L'Arboriculture fruitière*, 671.
- Delaunay *et al.*, 2011. **Fiche n° 2** : Le chancre bactérien : **abricot** : « Nouvelles variétés ». *L'Arboriculture fruitière*, 660.
- Gomez *et al.*, 2012. **Fiche n° 6** : La tavelure : **pomme** : Anciennes et nouvelles variétés en AB. *L'Arboriculture fruitière*, 664.
- Gomez *et al.*, 2012. **Fiche n° 7** : Puceron cendré : **pomme** : Sensibilité variétale aux maladies et ravageurs : Anciennes et nouvelles variétés en AB. *L'Arboriculture fruitière*, 665.
- Gomez *et al.*, 2012. **Fiche n° 8** : Oïdium : **pomme** : « Anciennes et nouvelles variétés en AB ». *L'Arboriculture fruitière*, 666.
- Gomez *et al.*, 2012. **Fiche n° 9** : La cloque : **pêche et nectarine** : Sensibilité variétale aux maladies et ravageurs : « Anciennes et nouvelles variétés ». *L'Arboriculture fruitière*, 672.
- Parveaud *et al.*, 2011. **Fiche n° 3** : Monilioses sur fleur : **abricot** : « Variétés classiques ». *L'Arboriculture fruitière*, 661.

Ouvrages du Ctifl, collection Monographie

- Argenson C., Regis S., Vaysse P., 1999. *L'Olivier*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 204 p.
- Breisch H., 1995. *Châtaignes et marrons*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 237 p.
- Edin M., Lichou J., 1990. *Le Cerisier : la cerise de table*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 361 p.
- Edin M., Gaillard P., Massardier P., 1999. *Le Framboisier*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 208 p.
- Germain E., Sarraquigne J.-P., Breisch H., Hutin C., Leglise P., De Taffin H., 2004. *Le Noisetier*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 298 p.
- Germain E., Prunet J.-P., Garcin A., 1999. *Le Noyer*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 280 p.
- Gignoux C., 1996. *La Mirabelle*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 212 p.
- Grasselly C., Duval H., 1997. *L'Amandier*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 167 p.
- Hennion B., Floc'Hlay F., Hutin C., Mazollier J., Vaysse P., Baudry A., Fournier J.-M., 2003. *Le Kiwi*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 250 p.
- Hilaire C., Giaque P., Mathieu V., Soing P., Osaer A., Scandella D., Lichou J., Maillard F., Hutin C., 2003. *Le Pêcher*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 282 p.
- Lichou J., Jay M., 2012. *L'Abricot*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 568 p.
- Masseron A., Trillot M., 1991. *Le Poirier*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 224 p.
- Tillard S., 1999. *Myrtilles, groseilles et fruits des bois*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 128 p.
- Trillot M., Bore J.-M., Dupin J.-P., Massardier P., 2001. *Le Cassis*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 170 p.
- Trillot M., Masseron A., Mathieu V., Bergougnoux F., Hutin C., Lespinasse Y., 2002. *Le Pommier*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 290 p.
- Vidaud J., Charmond S., Wagner R., 1993. *Le Raisin de table*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 264 p.

FICHE n°6 : CONTRÔLE GÉNÉTIQUE CHOIX DU MATÉRIEL VÉGÉTAL POUR EN SAVOIR PLUS

Autres documents conseillés

- IFPC, 2009. **Pomme à cidre**. Les variétés. Présentation des caractéristiques des principales variétés cidricoles [en ligne]. Disponible sur : http://www.ifpc.eu/fileadmin/users/ifpc/infos_techniques/Varietes_cidricoles.pdf [consulté le 12/06/2014]
- Jacquemond C., Curk F., Heuzet M., 2013. *Les clémentiniers et autres petits agrumes*. Éditions Quae, Versailles, coll. Savoir-faire, 268 p.
- Lichou J., Mandrin J.-F., Breniaux D., 2001. *Protection intégrée des arbres fruitiers à noyau*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Memento, 272 p.
- Maaf-ACTA. EcophytoPic [en ligne]. Disponible sur : <http://arboriculture.ecophytopic.fr/arbo/pr%C3%A9vention-prophylaxie/mat%C3%A9riel-v%C3%A9g%C3%A9tal> [consulté le 27/08/13]
- Moutier N., Pinatel C. et al., 2004. *Identification et caractérisation des variétés d'Olivier cultivées en France*. Tome 1. Éditions Naturalia Publications, Turriers, 245 p.
- Moutier N., Pinatel C., Martre A., Roger J.-P., 2011. *Identification et caractérisation des variétés d'Olivier cultivées en France*. Tome 2. Naturalia Publications, Turriers, 248 p.
- Orts R., Giraud M., Darthout L., 2006. *Protection intégrée pommier-poirier*. 2^e édition Ctifl, Paris, coll. Memento, 336 p.

Références des essais cités dans la rubrique En expé

- Giraud M., Verpont F., Codarin S., Hilaire C., Noubennec A., Ruesch J., 2014. Pomme et Pêche face aux maladies et ravageurs. Dispositifs d'évaluation de la sensibilité des nouvelles variétés. *Infos-Ctifl*, n° 300, 32-37.
- IFPC, 2013. Vers un matériel végétal mieux adapté : Porte-greffe. Compte rendu d'activité 2012 de l'IFPC. Éditions IFPC, Sées, octobre 2013, 4.
- Leydet F., 2013. Expérimentation de cépages de table résistants : où en est-on ? In : Rousseau J., Chanfreau S. *Les cépages résistants aux maladies cryptogamiques*. Panorama européen. Éditions Groupe ICV, coll. Guide technique, 30-33.
- Parisi L., Gros C., Combe F., Parveaud C.-E., Gomez C., Brun L., 2013. Impact of a cultivar mixture on scab, powdery mildew and rosy aphid in an organic apple orchard. *Crop Protection* 43, 207-212.
- Parveaud C.-E., Gomez C., Libourel G., Romet L., Warlop F., Simon S., Brun L., Pouzoulet D., Delebecq A., Tournant L., Oste S., Laurens F., 2010. Assessment of the susceptibility to pests and diseases of 36 apple cultivars in four low-input organic orchards in France. 14th International Conference on Organic Fruit Growing, Ecofruit, 22-24 février 2010, Universität Hohenheim, Germany. Disponible sur : http://orgprints.org/17132/1/Ecofruit_Extended_abstract_Parveaud_et_al_2010.pdf [consulté le 12/06/14]
- Parveaud C.-E., Gomez C., Libourel G., Warlop F., Mercier V., 2012. Assessment of disease susceptibility and fruit quality of 28 peach cultivars. 15th International Conference on Organic Fruit Growing, 20-22 février 2012, Hohenheim, Germany. Disponible sur : <http://www.ecofruit.net/2012/proceedings-2012.pdf> [consulté le 12/06/14]

FICHE n°7 : PAILLAGE SUR LE RANG

► Principe : les paillages ou *mulchs* ont pour but d'empêcher la levée de la flore adventice au niveau du rang de plantation.

P

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

– Cas des paillis végétaux : épaisseur épandue suffisante.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour

– adventices sur toutes les espèces fruitières.

NB : En vergers cidricoles, la récolte s'effectuant au sol, le paillage est à éviter dès la 3^e feuille (risque de dégradation du paillage et résidus de paillage dans la récolte).



Temps de travail

– Pose
– Entretien de la bordure paillage/interrang

Moyens mis en oeuvre...

► Matériel

- Toile tissée (matière plastique, agro-textiles, feutres végétaux)
- Bâche plastique
- Paillis végétaux : bois raméal fragmenté (BRF), copeaux de bois, écorce de pin, *mulch* de tonte...

Pour la pose du paillage

- Toile et bâche : dérouleur et tracteur
- BRF ou autres paillis végétaux : désileuse latérale ou épandeur à fumier

► Technique

Toiles tissées et bâches plastiques

- Mise en place avant plantation (nécessitant une plantation manuelle) sauf si dispositif en deux demi-bandes
- Importance du désherbage sur la bordure des toiles tissées et des bâches pour permettre d'allonger leur durabilité

Paillis végétaux

- Mise en place avant ou après plantation
 - Épaisseur : 10-20 cm (grosse granulométrie) à renouveler
- L'efficacité et la vitesse de renouvellement dépendent de la granulométrie et de l'épaisseur de la couverture.

► Suivi

- Contrôle de l'étanchéité du couvert, des levées d'adventices et remplacement si nécessaire
- Paillage végétal : apports réguliers car effet limité dans le temps

NB : enlever les bâches plastiques ou toiles tissées avant qu'elles ne soient trop dégradées ou enfouies sous l'herbe, car sinon l'enlèvement sera difficile.

FICHE n°7 : PAILLAGE SUR LE RANG

Effets induits sur les aspects...	Paillis végétaux	Toile tissée	Bâche plastique
Autres bio-agresseurs	<p>Le paillage est fortement déconseillé en présence de campagnols</p> <p>(-) Abris pour les campagnols (-) Recolonisation par certaines adventices après deux ans avec des bâches plastiques (usure de la bâche) ou avec du BRF (développement de vivaces tel que le chiendent) NB : la toile tissée est plus résistante et efficace.</p>		
Organisationnel	<p>(-) Temps à consacrer à des interventions de fertilisation avec <i>mulch</i> organique pour apporter de l'azote en complément</p>	<p>(+) Goutte à goutte sous toile ou bâche à l'abri des animaux (écureuil, sangliers...) qui coupent les tuyaux pour boire en été</p> <p>(!) Interaction localisation/mode d'apport de la fertilisation (bâche et toile) et de l'eau (bâche uniquement).</p>	
Agronomique	<p>(+) Permet d'éviter les problèmes de phytotoxicité induits par les désherbants chimiques sur jeunes vergers (+) Limite l'asphyxie racinaire due à un excès d'eau temporaire dans la parcelle (+) Augmentation de la température du sol en sortie hiver (!) Enracinement très dense en surface (-) Impossibilité d'enfouir les apports</p> <p>Par rapport au désherbage mécanique :</p> <p>(+) Gain de vigueur, amélioration de la dynamique de croissance avec la bâche (+) Meilleur maintien de l'état hydrique du sol (hygrométrie plus élevée au printemps) (+) Paillis végétaux : augmentation du taux de matière organique, favorise la vie du sol, amélioration de la structure du sol - Rendement équivalent</p>		
	<p>(-) Faim d'azote (pour le BRF pendant 1 à 2 ans) (+) Apport d'azote à N + 1 ou N + 2 pour le BRF, disponibilité en N plus régulière après décomposition qu'avec désherbage mécanique</p>	<p>(-) Gestion de l'herbe sur la lisière entre la bâche et l'enherbement</p> <p>(+) Eau pénètre sous la toile tissée (+ limitation de l'évaporation)</p>	<p>(-) Gestion de l'herbe sur la lisière entre la bâche et l'enherbement</p>
Économique	<p>(-) Coût des apports important (-) Équipement d'épandage adapté (-) Efficacité du BRF pour limiter les adventices : variable selon l'épaisseur épandue (environ 2 ans sans renouvellement pour 20 cm d'épaisseur)</p>	<p>Coût : - 0,3 à 0,4 €/m² (soit environ 1 500 €/ha) (+) Durée de vie longue (au-delà de 10 ans si bon entretien de l'enherbement en bordure)</p>	<p>(+) Peu coûteux : environ 0,20 €/m² (-) Durabilité plus faible (2-4 ans max)</p>
Environnemental	<p>(+) Absence ou forte limitation des désherbants (qualité de l'eau) (+) BRF : faible coût énergétique (sauf si source d'approvisionnement éloignée)</p>	<p>(+) Absence ou forte limitation des désherbants (qualité de l'eau) (-) Si toile tissée en plastique, problème de ramassage et de recyclage selon leur biodégradabilité</p>	<p>(+) Absence ou forte limitation des désherbants (qualité de l'eau) (-) Résidus de plastique sur la parcelle, problème de ramassage et de recyclage selon leur biodégradabilité</p>
Qualité des fruits	<p>(+) Pas de résidus dans fruits</p>		
Auxiliaires	<p>Par rapport au désherbage mécanique :</p> <p>(+) Vers de terre plus abondants, augmentation de l'abondance et diversité de la mésofaune</p>		<p>Par rapport au désherbage mécanique :</p> <p>(+) Favorise le développement de carabes (-) Moins de vers de terre</p>

Incompatible ou inutile ou interactions négatives avec les techniques alternatives...

Prophylaxie : le retrait des feuilles et des fruits sur le rang n'est pas possible avec des bâches plastiques ou des paillis végétaux.

FICHE n°7 : PAILLAGE SUR LE RANG

POUR EN SAVOIR PLUS

Pour en savoir plus...

- Chambre régionale d'agriculture Languedoc-Roussillon, 2013. **Fiche n° 1** : Alternatives au désherbage chimique des arbres fruitiers. *In* : Guide de la protection raisonnée et biologique en Languedoc-Roussillon, Fiches techniques, coll. SudArbo. Disponible sur : <http://www.languedocroussillon.chambagri.fr/fiches-sud-arbo.html> [consulté le 06/06/2014]
- Chambre régionale d'agriculture Paca, Station La Pugère, 2014. Guide production fruitière intégrée 2014. *Objectifs Info Arbo*, 30-32
- CTO, 2012. Productions oléicoles en agriculture biologique. Afidol, Aix-en-Provence, coll. Les guides de l'Afidol, 52-58.
- Garcin A., Bussi C., Corroyer N., Dupont N., Ondet S.-J., Parveaud C.-E., 2012. Alternatives au travail du sol sur le rang et gestion du sol en arboriculture [en ligne]. Dossier Gestion du sol en AB. *Alter Agri*, 116, 20. Disponible sur : <http://www.itab.asso.fr/downloads/solab/aa116-dossier-solab-arbo.pdf> [consulté le 12/06/14]



Paillage sur rang d'un verger de pêcher

D. Plénet INRA PSH

FICHE n° 8 : DÉSHÉBAGE MÉCANIQUE

► **Principe** : supprimer les adventices au plus près des arbres (à la différence du système sandwich, **Fiche technique n° 9**) grâce à des outils mécaniques.

P

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

La qualité du travail dépend de l'outil, de la vitesse de travail, du stade de développement des adventices, de l'état du sol (humidité, texture, absence d'ornières...)

– Sol peu caillouteux et ressuyé.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour

– adventices sur toutes les espèces fruitières.



Temps de travail

– 2 à 6 h/ha (3-6 fois/an) selon le type d'outil, l'âge du verger et le mode d'irrigation.

NB : En vergers cidricoles, la récolte s'effectuant au sol, le travail du sol n'est plus possible dès que le verger est entré dans sa phase de production (fruits récoltés). En effet, il est nécessaire que le sol soit portant et le plus plat possible pour faciliter la récolte mécanique. Le désherbage mécanique favorise en effet la formation d'ornières et augmente le risque de ramasser les fruits dans des conditions de sols boueux.

Moyens mis en oeuvre...

► Matériel

- Outils de travail du sol : lames, outils à disques, outils rotatifs hydrauliques, fraises, souvent déportés et se rabattant à chaque tronç
- Outils sans travail du sol (grattage superficiel) : outils à brosses, à fils.

► Technique

- Un passage sur chaque face du rang
- Vitesse d'avancement (dépend de la densité, du stade des adventices et de l'appareil) : 2 à 7 km/h
- Technicité importante (maîtrise du tracteur et de l'outil) pour éviter d'abîmer les arbres voire de les arracher.

NB : l'attelage de l'outil à l'avant du tracteur est plus ergonomique (permet d'éviter de tourner la tête pour diriger l'outil).

► Suivi

Observations de la repousse de la flore adventice.

(!) Le système d'irrigation doit être compatible (suspendu ou enterré).

(!) Certains outils ne sont pas compatibles avec des arbres sur butte.

(!) Certains outils ne sont pas utilisables en jeune verger (destruction tronç, racines...).

FICHE n°8 : DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE

Effets induits sur les aspects...	Outils de travail du sol	Outils sans travail du sol
Autres bio-agresseurs	(+) Dérange les campagnols par destruction des galeries superficielles et du couvert herbacé (!) Risque de blessures sur le pied ou les racines qui peuvent être des portes d'entrée pour les bio-agresseurs (ex : propagation de la verticilliose, formation de chancre, bactérioses, pucerons lanigères...).	(+) Destruction du couvert herbacé favorisant la prédation des campagnols Ce n'est toutefois pas toujours suffisant pour contrôler les campagnols.
Organisationnel	(+) Couplages possibles avec l'enfouissement d'amendements organiques, avec broyage, tonte de l'herbe (!) Adaptation des arbres au gabarit de l'outil (relever branches basses) (-) Passages plus fréquents et plus longs qu'en désherbage chimique (-) Fortement dépendants des conditions pédoclimatiques (problèmes de réalisation après pluie ou sur sol trop sec)	(+) Faible résistance à l'avancement des outils sans travail du sol, d'où plus de facilité pour déporter l'outil et moindre puissance nécessaire
Économique	(-) Temps de travail important, principal facteur de coût par rapport à l'investissement matériel (-) Coût d'investissement : de 7 000 à 12 000 € selon l'outil	
Agronomique	(+) Permet d'éviter les problèmes de phytotoxicité induits par les désherbants chimiques sur jeunes vergers NB : possibilité avec certains outils de préparer un lit de semence pour engrais vert ou bandes florales. (+) Sans irrigation : permet d'améliorer l'alimentation hydrique (!) Le désherbage mécanique peut permettre de réduire les problèmes structuraux dans les sols à indice de battance élevé, mais effectué dans de mauvaises conditions (sol non ressuyé), il peut favoriser le développement d'accidents structuraux (tassement, semelle de labour, croûte de battance...) (!) Certains outils favorisent les plantes à bouturage facile (par exemple : disques et outils rotatifs favorisant le chiendent). (-) Le passage au désherbage mécanique en verger installé entraîne la destruction des racines superficielles et peut réduire temporairement l'alimentation de l'arbre et le rendement sur arbres adultes (-) Appauvrissement du sol en matière organique	(+) Permet d'éviter les problèmes de phytotoxicité induits par les désherbants chimiques sur jeunes vergers (+) Certains outils (fils) permettent de limiter le lierre, les drageons, rejets (noisetier...) ou de réaliser l'épamprage de la vigne
Environnemental	(+) Remplacement ou diminution des désherbants chimiques (+) Économie d'eau en climat sec (!) Risque d'érosion sur sols en pente	(+) Remplacement ou diminution des désherbants chimiques
Auxiliaires	(!) Si effectué souvent et/ou dans de mauvaises conditions, il peut y avoir des risques de destruction de certains auxiliaires (ex : carabes).	

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

Certains outils de travail du sol peuvent servir pour la prophylaxie tavelure (ex. enfouissement des feuilles à l'automne...).

Incompatible ou inutile ou interactions négatives avec les techniques alternatives...

Paillage sur le rang (bâche, toile tissée...).

FICHE n°8 : DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE

POUR EN SAVOIR PLUS

Pour en savoir plus...

- Chambre d'Agriculture de l'Hérault, Choisir son outil intercep, l'entretien du rang en viticulture et arboriculture [en ligne]. Disponible sur : <http://www.herault.chambagri.fr/index.php?id=2599> [consulté le 12/06/14]
- Chambre d'Agriculture de Lot-et-Garonne, Chambre d'Agriculture de la Dordogne, 2010. Démonstrations de matériels de travail du sol en arboriculture [en ligne]. Disponible sur : http://lot-et-garonne.chambagri.fr/fileadmin/documents/docs/productions_vegetales/agriculture_bio/journee_demo_outils_travail_sol/CR-demo-outils-travail-du-sol.pdf [consulté le 12/06/2014]
- Chambre régionale d'agriculture Paca, Station La Pugère, 2014. Guide production fruitière intégrée 2014. *Objectifs Info Arbo*, 30-32
- Chambre d'Agriculture du Tarn-et-Garonne, 2009. Expérimentation : entretien du rang de plantation en arboriculture biologique. Disponible sur : http://www.mp.chambagri.fr/IMG/pdf/intervention_jl_larrieu.pdf [consulté le 12/06/2014]
- Chambre régionale d'agriculture Languedoc-Roussillon, 2013. **Fiche n° 1** : Alternatives au désherbage chimique des arbres fruitiers. *In* : Guide de la protection raisonnée et biologique en Languedoc-Roussillon, Fiches techniques, coll. SudArbo. Disponible sur : <http://www.languedocroussillon.chambagri.fr/fiches-sud-arbo.html> [consulté le 06/06/2014]
- CTO, 2012. Productions oléicoles en agriculture biologique. Afidol, Aix-en-Provence, coll. Les guides de l'Afidol, 52-58.
- Garcin A., Bussi C., Corroyer N., Dupont N., Ondey S.-J., Parveaud C.-E., 2012. Dossier Gestion du sol en AB. Alternatives au travail du sol sur le rang et gestion du sol en arboriculture. *Alter Agri*, 116, 19-21. Disponible sur : <http://www.itab.asso.fr/downloads/solab/aa116-dossier-solab-arbo.pdf> [consulté le 12/06/14]
- Irla E., Gut D., Weibel F., 2002. Comparaison des sarcleuses dans les cultures fruitières biologiques. *FAT Rapports*, 581, Ettenhausen, Suisse, 1-8. Disponible sur : <http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/einzelpublikation/index.html?lang=fr&aid=17895&pid=19511> [consulté le 12/06/2014]

FICHE n°8 : DÉSHERBAGE MÉCANIQUE



Désherbage mécanique à l'aide de l'outil Herbanette ©- Drôme

INRA Gotheron.



Outil de désherbage mécanique Ommas ®

INRA Gotheron.

FICHE n°9 : MÉTHODE SANDWICH

P ou C

► **Principe** : travailler le sol de chaque côté du rang (40 cm minimum, jusqu'à 1 m pour des plantations larges en fruits à noyaux) avec un outil simple en laissant la bande centrale du rang enherbée (semée ou spontanée) de 20 cm de largeur minimum.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour

– adventices sur vergers adultes

Levier complémentaire

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

– Espèces à grand développement sur le rang ou susceptibles de se multiplier à partir de rhizomes (vivaces type prêle, sorgho, liseron).

NB : En vergers cidricoles, la récolte s'effectuant au sol, le travail du sol n'est plus possible dès que les fruits sont récoltés (3^e feuille). dans des conditions de sols boueux.



Temps de travail

- Implantation enherbement sur le rang au semoir : 2 h/ha
- Entretien des bandes travaillées : 2 à 6 h/ha avec 3-6 passages/an
- Entretien bande central : 1 fauche/an : 3-5 h/ha.

Moyens mis en oeuvre...

Le système d'irrigation doit être compatible (suspendu).

► Matériel

Sur les bandes travaillées : outils usuels adaptés pour le travail du sol localisé.

L'absence de système pour contourner les arbres réduit le coût du matériel à l'achat et à l'entretien et permet des vitesses de passage beaucoup plus importantes.

► Technique

Sur la partie centrale non travaillée

- Enherbement spontané et entretien par fauche avec un outil déporté
 - Enherbement semé : semi-manuel ou au semoir (en fin de première feuille, à l'automne suivant la plantation des arbres)
- Choisir des espèces de plantes couvre-sol sur le rang peu concurrentes ou intéressantes d'un point de vue agronomique (ex. à effet allélopathique telle que l'épervière piloselle (*Hieracium pilosella*)).

► Suivi

Observations de la repousse de la flore adventice.

FIBL-Agridea. 2012. Arboriculture – Système sandwich. Disponible sur :

http://www.srva.ch/files/ftsystemesandwich_final_version2012.pdf [consulté le 12/06/2014]

FICHE n°9 : MÉTHODE SANDWICH

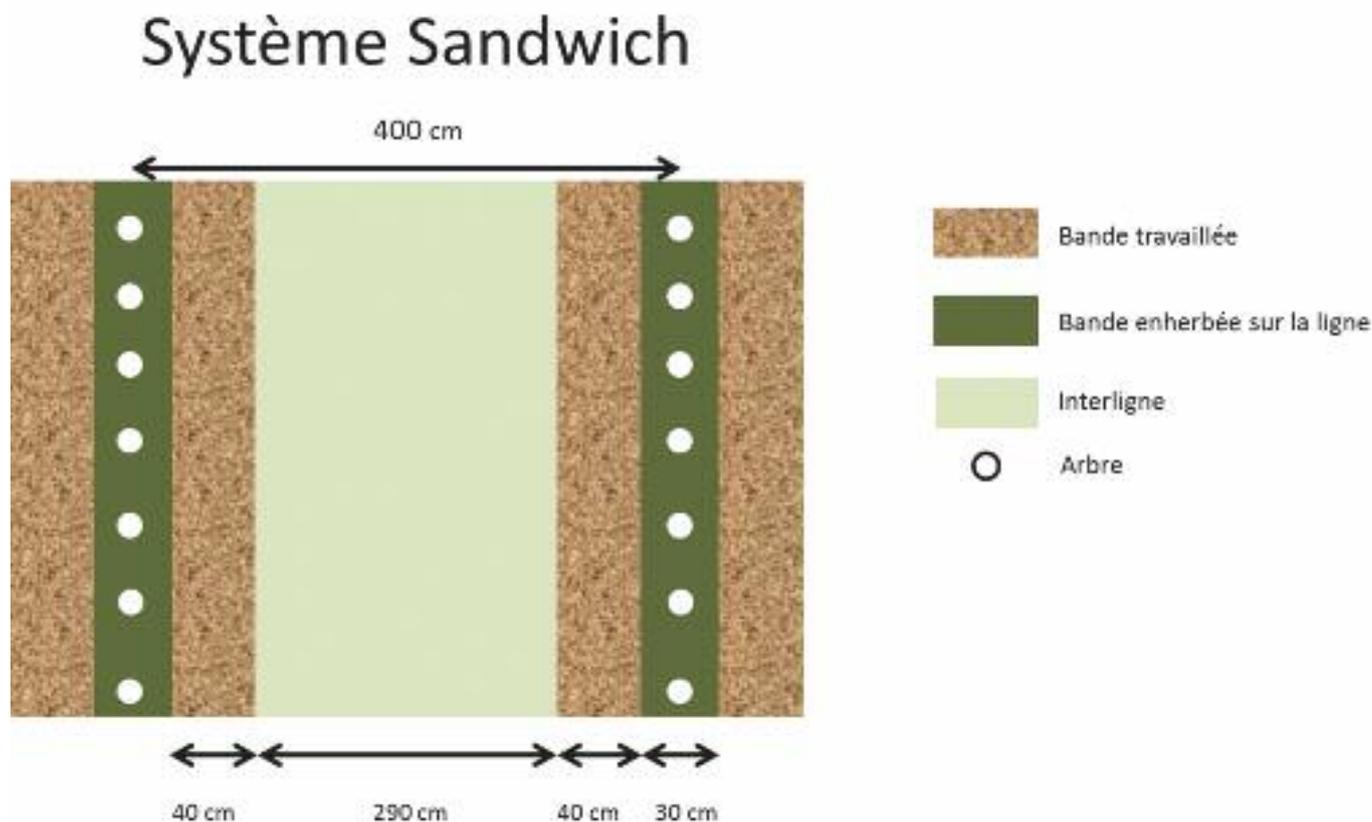
Effets induits sur les aspects...	
Autres bio-agresseurs	(+) Le travail du sol de chaque côté du rang dérange les campagnols par destruction des galeries superficielles et du couvert herbacé (!) Risque de populations accrues de campagnols si implantation de légumineuses ou si la durée de couverture totale du verger est trop importante dans le temps (fin récolte jusqu'au printemps). (!) Fruits à noyau : favorable aux forficules si choix de l'enherbement sur la bande centrale
Organisationnel	(+) Travail du sol beaucoup plus rapide qu'en système classique (!) Fauchage des adventices en fleur si application indispensable de produits phytopharmaceutiques
Économique	(+) Matériel de travail du sol simple suffisant (diminution des coûts par rapport au travail du sol sur le rang) Investissement pour le matériel de travail du sol sur le rang : 7 000–12 000 €
Agronomique	Meilleure porosité dans partie enherbée par rapport à partie travaillée (+) Pas de blessures du tronc ou de rejet près du tronc provoqué par le travail du sol (+) Permet d'éviter les problèmes de phytotoxicité induits par les désherbants chimiques sur jeunes vergers (!) Développement possible de vivaces (exemple du sorgho d'Alep) au pied des arbres (-) Tassement en fond de travail (-) Perte de vigueur et de rendement les premières années si implantation d'un enherbement du rang sur arbres jeunes NB : vigueur et rendement équivalents au désherbage mécanique sur arbres adultes.
Environnemental	Coût énergétique moyen (+) Pas de pollution des eaux (+) Selon les adventices développées, le sol est couvert en hiver (!) Risque d'érosion en pente sur les bandes travaillées
Qualité des fruits	(+) Pas de résidus
Auxiliaires	(+) Faune du sol (mésafaune, microbienne) plus abondante et diversifiée (+) Augmentation de la biodiversité floristique favorable aux auxiliaires



Entretien du sol selon le système sandwich

FICHE n°9 : MÉTHODE SANDWICH

POUR EN SAVOIR PLUS



Pour en savoir plus...

- Chambre d'Agriculture de la Dordogne, 2010. Le système sandwich [en ligne]. Disponible sur : http://www.dordogne.chambagri.fr/fileadmin/documents_ca24/Internet/Agrobio/SystSandwich_w.pdf [consulté le 12/06/2014]
- Chambre régionale d'agriculture Paca, Station La Pugère, 2014. Guide production fruitière intégrée, 2014. *Objectifs Info Arbo*, 30-32.
- Garcin A., Bussi C., Corroyer N., Dupont N., Ondey S.-J., Parveaud C.-E., 2012. Dossier Gestion du sol en AB. Alternatives au travail du sol sur le rang et gestion du sol en arboriculture. *Alter Agri*, 116, 19-21. Disponible sur : <http://www.itab.asso.fr/downloads/solab/aa116-dossier-solab-arbo.pdf> [consulté le 12/06/14]
- Tschabold J.-L., 2009. Arboriculture - Système sandwich [en ligne]. Agridea. Disponible sur : http://www.srva.ch/files/ftsystème-sandwich_final_version2012.pdf [consulté le 12/06/2014]

FICHE n° 10 : ÉCLAIRCISSEMENT MÉCANIQUE DU POMMIER

► **Principe** : l'éclaircissage mécanique est une technique complémentaire aux autres stratégies d'éclaircissage permettant de diminuer les éclaircissants chimiques sur pommier. Les outils utilisés, de type pré-floraux, permettent une destruction totale ou partielle des fleurs à l'aide de fils afin de contrôler la charge en fruits.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier complémentaire

Diminuer l'usage des **éclaircissants chimiques** dans le cas du **pommier** sur la plupart des variétés commerciales.

C

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

– Intervenir au maximum jusqu'au stade F (fleur centrale ouverte), sinon risque d'élimination des feuilles de rosette ou de dégâts sur fruits. Plus l'intervention est tardive, plus il y a de risques de blessures sur jeunes fruits.

– Conduite en **haie fruitière** présentant une faible épaisseur et une hauteur limitée (gradient décroissant d'efficacité de l'extérieur à l'intérieur).

– Pour les formes en volume, adapter la taille pour avoir une porosité suffisante et éviter les branches trop grandes qui sont un obstacle pour une bonne intervention.

– Les parcelles doivent être faiblement accidentées et relativement plates, les allées doivent être longues et les tournières spacieuses. Les parcelles doivent également avoir une floribondité élevée et homogène.

– Attention à l'utilisation de la Darwin® en conditions pluvieuses : effet dépressif augmenté sur feuillage mouillé.).

NB : l'efficacité de l'éclaircissage est très liée au réglage des outils et à l'architecture des arbres.

Moyens mis en oeuvre...

► Matériel (en 2013)

Outils à fils tractés

- La Darwin®, outil à fil tracté adapté au mur fruitier ou en axe central de faible épaisseur
 - L'EclairFel®, outil à fil tracté en **expérimentation** (voir rubrique « en test ») adapté aux formes en volume
- Technique

► Technique

- Importance des réglages des outils : vitesse d'avancement (7 km/h pour la Darwin®), vitesse de rotation (350 tr/min pour la Darwin®), nombre (270) et densité de fils, angle d'attaque, longueur des fils
- La vitesse d'avancement doit rester constante, de même que la distance arbres-outil

► Suivi

Observations de la charge après intervention et de la dégradation exercée sur le feuillage. La surface foliaire supprimée joue un rôle important dans la régulation de la charge (intensité de la chute physiologique des fruits à la nouaison).

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

- Intérêt des méthodes d'éclaircissage **combinées**, mécaniques (Darwin®) et chimiques (doses réduites).
- Éclaircissage manuel.
- Contrôle génétique (architecture facilitante, faible alternance...).
- Conduite (extinction, arrachage, taille...).

FICHE n° 10 : ÉCLAIRCISSEMENT MÉCANIQUE DU POMMIER

Effets induits sur les aspects...	
Autres bio-agresseurs	(!) Risque potentiel de transmission de feu bactérien par les blessures provoquées par l'outil. => Éviter l'utilisation de l'outil en cas de feu bactérien présent ou déclaré les années précédentes.
Organisationnel	(+) Diminue le recours à l'éclaircissage manuel et chimique (+) Interventions indépendantes du climat (sauf sur feuillage mouillé pour la Darwin®) (-) Outils à fils seuls insuffisants, nécessitent un(des) passage(s) complémentaire(s) manuel, mécanique, chimique (-) Hétérogénéité (sauf si mur fruitier) de répartition des fruits (moins avec les outils portatifs car on peut adapter visuellement l'intensité du travail) (!) La surface pouvant être gérée par une machine de type Darwin® est fonction de sa vitesse d'avancement, des conditions météorologiques et de la durée de la période de floraison des variétés (soit environ 30 ha pour le pommier).
Économique	(+) Coût raisonnable d'investissement et coût faible d'entretien Darwin® ~ 9000 € (utilisable environ sur 30 ha)
Agronomique	(-) Risque lié à la précocité de l'intervention en cas de gelées printanières (!) Entraîne des dégâts sur fruits si effectué tardivement par rapport aux stades conseillés (!) En conditions pluvieuses : effet dépressif augmenté sur feuillage mouillé (!) Attention au « sur-éclaircissage » lorsque l'outil mécanique est utilisé avec un programme d'éclaircissants chimiques (!) Risque de relance trop importante de la vigueur NB : éviter l'utilisation de l'outil sur arbre jeune au risque de supprimer l'apex des jeunes pousses.
Environnemental	(+) Diminution des éclaircissants chimiques (doses réduites voire suppression des applications) NB : possibilité de supprimer tous les éclaircissants chimiques pré-floraux.
Qualité des fruits	(+) Pas d'effet sur la rugosité (-) Les fruits blessés ne pourront qu'être destinés au marché de l'industrie (!) Selon les conditions climatiques de l'année, risque de diminution de la coloration des fruits lié à un accroissement du développement végétatif des pousses
Auxiliaires	(!) Veiller à protéger les abeilles : privilégier l'utilisation de l'outil le matin et proscrire des utilisations trop tardives (pleine floraison) lors de journées ensoleillées.

Temps de travail

Darwin® : 1 à 3 h/ha

À noter que dans certaines situations l'éclaircissage manuel des fruits peut atteindre 250 à 300 h/ha en l'absence d'utilisation d'une technique d'éclaircissage sur fleurs ou sur très jeunes fruits.



Brosse effleureuse pour éclaircissage mécanique

FICHE n° 10 : ÉCLAIRCISSEMENT MÉCANIQUE DU POMMIER

POUR EN SAVOIR PLUS

Outils pré-floraux

► EclairFel

L'Eclairfel® (Ctifl/Somaref/Domaine de Castang) est un outil en cours d'expérimentation (prototype testé sur le domaine de Castang) qui est adapté aux formes en volume et utilisable en extinction sur la branche fruitière.

Ses conditions d'utilisation et ses effets induits sont comparables à la Darwin®.

L'expérimentation a donné des résultats intéressants, quelques ajustements de l'outil sont prévus en 2014/2015.



Coût indicatif : 35 à 40 000 €

Temps d'intervention : 2-3 h/ha

Référence

Hennion B., Roche L., Picard L., Barbier J., 2014. Éclaircissage mécanique du pommier. Premiers résultats du prototype Eclairfel®. *Infos-Ctifl*, 298, 36-42.

Outils post-floraux

Les outils post-floraux peuvent être utilisés pour faire chuter une partie des fruits noués.

► Le vibreur (mêmes vibreurs que pour la récolte des pommes à cidre, de type rotation centrifuge).

Le vibreur (Vibrapom®) a été testé en mur fruitier et en axe central (de faible épaisseur) en complément ou en rattrapage d'un outil à fils. L'intervention doit avoir lieu sur des fruits de diamètre suffisant (40 mm) sinon des problèmes de non-chute ou de mûchure des fruits peuvent apparaître.

Le vibreur ne semble pas un outil intéressant à retenir, car **il n'améliore pas le retour à fleurs des arbres** et engendre des **meurtrissures des fruits** (déclassement de 1,1 à 2,2 % des fruits selon Roche *et al.*, 2010).

Par ailleurs, l'effet éclaircissant n'est effectif qu'au centre de l'arbre, mais ne fonctionne pas aux extrémités des branches (notamment sur taille très longue).

De plus, sur porte-greffes peu vigoureux, le vibration peut endommager les arbres (notamment si deux passages/an pour les pommes à cidre : éclaircissage + récolte).

Enfin, l'outil est très difficile à régler et donne des résultats différents selon les arbres.



Coût : environ 9 000 €

Temps d'intervention : 10-15h/ha

Pour en savoir plus...

• Ets Soreau Mounier. Éclaircissage mécanique à l'aide de la machine Darwin® [en ligne]. Disponible sur : <http://www.arboviti.com/catal-darwin.pdf> [consulté le 12/06/2014]

• Mathieu V., Lavoisier C., Ferré G., 2011. *L'éclaircissage du pommier*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Hortipratic, 221-233.

• Roche L., Codarin S., Mathieu V., Saffray C., 2010. Conduite du pommier. L'éclaircissage mécanique pour réduire l'utilisation de substances chimiques [en ligne]. *Infos-Ctifl*, 261, 45-49. Disponible sur : http://www.ctifl.fr/ecophytopic/infos_ctifl/infos%20261/261p45-49.pdf [consulté le 28/04/2015]

• Roche L., Codarin S., 2014. Éclaircissage mécanique pré-floral du pommier. Points physiologiques et agronomiques. *Infos-Ctifl*, 300, 30-36.

• Vittone G., 2010. L'éclaircissage mécanique sur pommier et pêcher. Expérimentation 2009-2010. Présentation le 11/06/2010 à La Pugère. Disponible sur : http://www.lapugere.com/lapugere_public/actualite_fichiers/11juin2010/Eclaircissage%20mecanique.pdf [consulté le 12/06/2014]

FICHE n° 11 : PROPHYLAXIE PAR GESTION DE LA LITIÈRE FOLIAIRE

► **Principe** : différentes techniques sont disponibles pour enlever la litière foliaire ou accélérer sa dégradation afin de diminuer l'inoculum de certains bio-agresseurs.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

- tavelure du pommier
(*Venturia inaequalis*) sur pommier
- tavelure du poirier
(*Venturia pyrina*) sur poirier
- stemphyliose du poirier
(*Stemphylium vesicarium*)
- anthracnose sur noyer
(*Gnomonia leptostyla*)

C

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

Ces méthodes prophylactiques sont particulièrement intéressantes en vergers à forts inoculum.

Retrait/broyage/enfouissement

- à effectuer après la fin de chute des feuilles, en évitant les périodes humides (difficulté pour enlever les feuilles).

Application d'urée (NB : non utilisable en agriculture biologique)

- à effectuer au premier tiers de la chute des feuilles
- ou au printemps juste avant le débourrement.

NB : Sur poirier, l'intérêt de la prophylaxie tavelure sur les feuilles est limité s'il y a présence de chancres de tavelure sur bois.

Moyens mis en oeuvre...

(!) Pour l'enfouissement, le système d'irrigation doit être compatible (suspendu ou enterré).

► Matériel Technique

1) Retrait ou broyage des feuilles sur l'interrang

Retrait

- La balayeuse à brosses ou une ramasseuse à rotor à lames ventilées (attelée à l'arrière du tracteur) retire les feuilles de l'interrang, elle peut également être associée à un satellite (brosse rotative) qui ramène sur l'interrang les feuilles en bordure de la zone enherbée pour permettre à la balayeuse de les aspirer
- Un aller-retour par interrang est nécessaire

Broyage

- Broyeur à couteaux (mieux que les marteaux) : permet de broyer finement les feuilles sur l'interrang
NB : intéressant en jour de gel (meilleur broyage).

2) Gestion des feuilles sur le rang

Déplacer les feuilles du rang sur l'interrang

- Souffleuse ou brosse : permet de déplacer les feuilles sur l'interrang pour ensuite les broyer ou les retirer

Enfouissement des feuilles sur le rang

- Décavillonneuse à disques : permet d'enfouir les feuilles sur le rang (buttage)

3) Application d'urée

- Pulvérisation d'urée (5 %) sur le rang et l'interrang : permet d'accélérer la dégradation des feuilles (par stimulation de l'activité des micro-organismes) et a également un effet inhibiteur sur le développement du champignon (tavelure)

- À l'automne, en début de chute des feuilles (début à mi-novembre), en ciblant la frondaison : 5 % de Perlurée® dans 1 000 l d'eau/ha ou Azofol® (10 l/ha) **et/ou**
- Au printemps (mars), au pulvérisateur, jets dirigés vers le bas (jets du haut fermés), ventilation coupée pour cibler la litière ou avec une rampe à désherber : 5 % de Perlurée® pour 200 l d'eau/ha.
En vergers présentant un inoculum d'automne important, la combinaison de ces méthodes est recommandée.

► Suivi

Pas de suivi particulier

Les deux modalités retrait/enfouissement et broyage/enfouissement sont efficaces contre la tavelure. Toutefois, le retrait montre une meilleure efficacité que le broyage.

FICHE n°11 : PROPHYLAXIE PAR GESTION DE LA LITIÈRE FOLIAIRE



Temps de travail

Retrait	1-2 h/ha
Broyage (fin)	1 h/ha par passage avec un à trois passages selon la largeur du broyeur, la finesse du broyage et la période
Enfouissement/buttage	4 h/ha
Application d'urée	45 min/ha

Effets induits sur les aspects...	
Autres bio-agresseurs	(+) Action du broyage sur les mineuses (mineuse marbrée, <i>Phyllonorycter blancardella</i>) : réduit fortement l'émergence des adultes au printemps suivant (Vincent <i>et al.</i> , 2004) (+) Enfouissement : détruit les adventices
Organisationnel	Enfouissement (!) Potentiel d'environ 30 ha par machine (difficile de faire plus, car les périodes propices à son utilisation sont réduites, entre la fin de la chute des feuilles et avant la pluie ou la neige qui limite le passage des engins agricoles et/ou l'efficacité du balayage...) (!) Il faut être en situation « débütée » avant le début de chute des feuilles pour faciliter l'accumulation des feuilles sur le rang tout au long de leur chute avant leur enfouissement par buttage. (!) Problématique : la taille d'hiver peut avoir commencé avant le passage des outils (à 100 % de chute des feuilles), ce qui rend difficile le retrait ou le broyage des feuilles (réduit l'efficacité) par la présence du broyat de taille..
Économique	(-) Coût du passage Retrait (-) Achat d'équipement adapté - Balayeuse à rotor à lames ventilées 15-20 000 € HT - Balayeuse à brosse : 2 fois moins chère NB : achat en Cuma peut être envisagé pour amortir le matériel. Broyage (+) Pas d'achat d'outil spécifique mis à part l'équipement du broyeur d'un jeu de couteaux (350 € avec usure sur terrain pierreux après 15 ha) Urée (+) Faible coût
Agronomique	Enfouissement (!) Technique intéressante dans les vergers en dés herbage mécanique . Si ce n'est pas le cas, les racines superficielles risquent d'être endommagées par le passage de l'outil de travail du sol une fois par an. Retrait (-) L'exportation des feuilles va pénaliser le bilan de la matière organique du sol. Pour compenser cet effet négatif, possibilité de faire du compost hors du verger et ensuite d'épandre le compost dans le verger. Urée (!) Si intervention en période automne/hiver sur sol détrempe : risque de compaction. NB : l'apport d'urée en automne (20 U) ou au printemps (3-5 U) a un faible impact sur le bilan azoté.
Environnemental	NB : le risque de lixiviation de nitrates lié à l'apport d'urée est négligeable car les quantités apportées sont très faibles (20 U), l'azote est en partie immobilisé par les feuilles et la forme uréique se transforme assez lentement en nitrates en hiver.
Qualité des fruits	(+) Pas de résidus
Auxiliaires	(!) Si combiné à un travail du sol, l'enfouissement des feuilles entraînant la répétition des passages notamment dans de mauvaises conditions liées à l'enfouissement des feuilles peut perturber la macrofaune du sol (lombrics, carabes).

FICHE n° 11 : PROPHYLAXIE PAR GESTION DE LA LITIÈRE FOLIAIRE

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

- La technique de retrait/enfouissement des feuilles peut être combinée à un ensemble de méthodes alternatives (ex. Brun *et al.*, 2007 : article sur la combinaison de méthodes alternatives : variétés partiellement ou totalement résistantes, utilisation d'OAD, évaluation de l'inoculum d'automne et prophylaxie tavelure).
- Le buttage peut être raisonné avec la fertilisation du verger (incorporation d'amendements organiques).

Incompatible ou inutile ou interactions négatives avec les techniques alternatives...

Le paillage sur le rang (empêche l'enfouissement ou le retrait).

Testé

► Tavelure

Verger producteur bio à Loriol (Drôme)

▼ 2003-2004

Dans un verger biologique (variété Smoothee®, mutant de Golden Delicious), la technique de **retrait/enfouissement** a permis, au printemps suivant, de réduire le nombre d'ascospores libérées de 95 %, la sévérité de la tavelure sur feuilles de 63 à 73 % et le pourcentage de fruits tavelés à la récolte de 54 à 82 % selon les années par rapport au témoin dans lequel les feuilles ont été laissées au sol (Brun *et al.*, 2005).

▼ 2010-2013

Comparaison broyage/enfouissement avec retrait/enfouissement

Loriol : en 2012, réduction de 26 % du nombre de fruits tavelés pour retrait/enfouissement par rapport à la modalité broyage et en 2013, réduction de 22 % du nombre de feuilles tavelées et de 35 % de l'intensité, en faveur du retrait/enfouissement par rapport à la modalité broyage (Parveaud *et al.*, 2014).

Station expérimentale La Morinière (2008)

Comparaison broyage et absence de prophylaxie

=> Le broyage permet une diminution de l'incidence sur fruits de 65 % (1,5 % de fruits tavelés contre 6,2 %).

Urée appliquée à l'automne ou au printemps (Station La Pugère, CRA PACA, 2014)

Plusieurs années d'essai montrent une réduction des projections de spores de 50 à 70 % grâce à une meilleure dégradation des feuilles et/ou une inhibition de la germination des spores.

Urée appliquée au printemps (Crété, 2005)

- Apport : fin mars, en plein, avec la rampe à désherber

- Dose/ha : 10 kg/200 l (soit une concentration d'urée à 5 %)

=> Résultats : accélération importante de la vitesse de dégradation de la litière observée.

► Stemphyliose

Le retrait des feuilles permet de diminuer l'incidence de la maladie sur les fruits à la récolte (expérimentation en Espagne par Llorente *et al.*, 2010).

► Anthracnose

Station Senura

Le broyage des feuilles sur noyer a permis de montrer une diminution importante de l'inoculum d'anthracnose (7 fois moins).

FICHE n°11 : PROPHYLAXIE PAR GESTION DE LA LITIÈRE FOLIAIRE

POUR EN SAVOIR PLUS

En expé

Effet potentiel de la destruction de la litière foliaire sur le **tigre du poirier** (*Stephanitis pyri*) sur poirier et pommier **mais non expérimenté**.

Pour en savoir plus...

► Tavelure

- Brun L., Didelot F., Parisi L., 2007. Stratégies de protection innovantes contre la tavelure du pommier : conception, évaluation et intégration en verger. *Innovations Agronomiques*, 1, 33-45.
- Brun L., Gomez C., Dumont E., 2005. Intérêts de la diminution de l'inoculum primaire de tavelure en verger de pommiers. *Phytoma - La défense des végétaux*, 581, 16-18.
- Chambre régionale d'agriculture Paca, Station La Pugère, 2014. Guide production fruitière intégrée, 2014. *Objectifs Info Arbo*, 24-25.
- Créte X., 2005. Revenir à la prophylaxie contre la tavelure. *Réussir fruits et légumes*, 243, 46-47.
- Didelot F., Caffier V., Baudin M., Orain G., Lemarquand A., Parisi L., 2008. Integrating scab control methods with partial effects in apple orchards: the association of cultivar resistance, sanitation and reduced fungicide schedules. 7th International Conference on Integrated Fruit Production, 27-30/10/2008, Avignon. *IOBC/WPRS Bulletin*, 54. 2010. 525-528.
- Gomez C., Brun L., Chauffour D., De Le Vallée D., 2005. Tavelure en verger de pommier-Le ménage d'automne, c'est mieux avec. *L'arboperformance*, 592, 23-26.
- Holb I.J., 2007. Effect of four non-chemical sanitation treatments on leaf infection by *Venturia inaequalis* in organic apple orchards. *Europ. J. Hort. Sci.*, 72 (2) S, 60-65.
- Loquet B., Coureau C., Couanon W., 2009. Méthodes prophylactiques de lutte contre la tavelure du pommier- Eléments de méthodologie et résultats d'essai. *Infos-Ctifl*, 254.
- MacHardy W., 2012. Current status of sanitation and new roles in apple scab management. Integrated Plant Protection in Fruit Crops"Subgroup "Pome Fruit Diseases" *IOBC/WPRS Bulletin*, 84, 319-330.
- Norton R., Smith C.A., MacHardy W., Lord W., 2012. The effect of post-harvest foliar urea applications on tree health and ascospore production of *Venturia inaequalis*. Integrated Plant Protection in Fruit Crops"Subgroup "Pome Fruit Diseases" *IOBC/WPRS Bulletin*, 84, 91-97.
- Parveaud C-E., Gomez C., Ascensio P., De Le Vallée D., Brun L., 2014. Is leaf litter removal more efficient than leaf litter shredding to control apple scab? An answer in a commercial organic orchard. Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress 2014, 13-15 Oct., Istanbul, Turkey. (*in press*).
- Vincent C., Rancourt B., Carisse O., 2004. Apple leaf shredding as a non-chemical tool to manage apple scab and spotted tentiform leafminer. *Agric. Ecosys. Environ.*, 104, 595-604.

► Stemphyliose

- Llorente I., Vilardell A., Villardell P., Patteri E., Bugiani R., Rossi V., Montesinos E., 2010. Control of brown spot of pear by reducing the overwintering inoculum through sanitation. *Eur. J. Plant Pathol.*, 128, 127-141.

FICHE n° 12 : LUTTE PAR PULVÉRISATION DE MICRO ORGANISMES

► **Principe** : pulvériser des **micro-organismes (virus, bactéries, champignons) ou des macro-organismes** de très petites dimensions (**nématodes**) pour protéger les cultures contre les ravageurs et les maladies.

NB : on ne considère dans cette fiche que la pulvérisation de micro ou macro-organismes et non la pulvérisation de toxines produites par les micro-organismes.



Temps de travail

45 min/ha (comme un traitement phytosanitaire).

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour

Virus de la granulose contre :

- **carpocapse** (*Cydia pomonella*) sur **pommier, poirier, noyer**
 - **tordeuse orientale** (*Cydia molesta*) sur **pommier et pêcher**
- Bacillus thuringiensis** contre **Lépidoptères et Coléoptères** selon souches :
- teigne de l'olivier
 - **tordeuse orientale** du pêcher
 - *Anarsia* (petite mineuse)
 - tordeuses de la pelure (*Archips/Capua/Pandemis*)
 - autres tordeuses (verte, rouge, des buissons)
 - zeuzère du pommier, poirier, châtaignier, prunier et noyer
 - cheimatobie
 - teigne du groseillier sur cassis
 - chenilles défoliatrices sur framboisier
 - Eudémis sur raisin de table
 - Cochylis sur raisin de table

Bacillus subtilis contre le feu bactérien

Aureobasidium pullulans contre le **feu bactérien (mais non recommandé en France en rapport à la limitation de la dose par hectare en vigueur)**

Levier complémentaire

Nématodes contre :

- **carpocapse du pommier** (*Cydia pomonella*) sur pommier, poirier et noyer
- tordeuse orientale du pêcher (*Cydia molesta*)
- **carpocapse des prunes** (*Cydia funebrana*)
- **capnode** (*Capnodis tenebrionis*) sur pêcher, abricotier et amandier

P ou C selon le bio-agresseur

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

– Il est important de considérer que les **micro-organismes** et les nématodes utilisés sont des **organismes vivant** seulement sous certaines conditions de **température, d'humidité et de rayonnement**.

– Pour les nématodes, la présence **d'eau libre** est indispensable pendant et après le traitement pour assurer une bonne efficacité (pluie ou **irrigation par aspersion sur frondaison ou par microjets**). De plus, les températures ne doivent pas être trop fraîches (minimum 8-12 °C selon les souches).

– L'utilisation d'organismes vivants nécessite **d'aménager la lutte phytosanitaire** (certains produits chimiques sont à éviter, se renseigner avant utilisation) et d'utiliser du **matériel** de pulvérisation **propre** (sans résidus de produits phytopharmaceutiques) avec des conditions adaptées (pression maximale notamment).

– Les produits microbiologiques permettent à eux seuls un contrôle des ravageurs cités (en levier principal) en présence de niveaux de populations **peu élevés**. En présence de fortes populations, d'autres méthodes sont à utiliser ou à combiner.

NB : il est important de ne pas laisser monter les populations dans un verger en agriculture biologique.

Moyens mis en oeuvre...

► Matériel

Pas de matériel spécifique (pulvérisateur), mais irrigation parfois nécessaire juste après l'application (ex. nématodes).

► Technique

– Appliquer les pulvérisations aux moments opportuns en fonction du cycle biologique du ravageur.

– Nématodes : une seule application sur les larves hivernantes du ravageur dès la fin de la descente larvaire (cf. bulletins de santé du végétal) et une température supérieure à 10-12 °C (selon produit).

► Suivi

Piégeage et observations pour positionner les traitements avec des produits microbiologiques.

FICHE n° 12 : LUTTE PAR PULVÉRISATION DE MICRO ORGANISMES

Effets induits sur les aspects...	
Autres bio-agresseurs	
Organisationnel	<p>(+) Absence ou faible délai de réentrée et de délai avant récolte (-) Nématodes : conditions d'application parfois difficiles à avoir, l'alimentation du réseau d'irrigation doit être encore opérationnelle à cette époque Rappel : système d'irrigation de type aspersion sur frondaison ou par microjets nécessaire pour maîtriser l'efficacité du traitement avec des nématodes. (-) Passage pouvant être spécifique, « hors saison »</p> <p>NB : En saison, la fréquence des applications peut être plus élevée qu'avec un PPP de synthèse car les micro-organismes sont plus sensibles aux fortes températures et aux UV</p>
Économique	<p>Coûts* :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nématodes : 110-220 €/ha - Bt : 30-50 €/ha - Virus de la granulose : 40-50 €/ha - <i>Aureobasidium pullulans</i> : environ 70 € à 1,5 kg/ha - <i>Bacillus subtilis</i> : environ 60 €/ha
Agronomique	<p>(+) Nématodes : amélioration de l'efficacité des stratégies par réduction des populations hivernantes (-) Virus et bactéries : possibilité d'apparition de résistances aux souches utilisées</p> <p>NB : importance de l'alternance des souches/d'isolats de virus (ou bactéries) utilisés ou de l'alternance virus (ou bactéries) et d'autres produits phytopharmaceutiques pour limiter le risque d'apparition de résistances.</p>
Environnemental	<p>(+) Peu d'impact sur l'environnement (eau, air, sol) (-) Les nématodes ou le <i>Bacillus thuringiensis</i> sont peu sélectifs</p>
Qualité des fruits	(+) Pas de résidus
Auxiliaires	L'impact dépend de la sélectivité de l'organisme utilisé (ex. le virus de la granulose est très sélectif, alors que les nématodes sont peu sélectifs).

* Coûts indicatifs, référence : « Coût 2014 des approvisionnements en arboriculture », Chambre d'agriculture 84

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

- Combinaisons de différents micro-organismes.
- Méthodes **culturelles et prophylaxie** : éviter les grappes de fruits et enlever les fruits touchés lors de l'éclaircissage, ne pas laisser de fonds de cueille, éviter les éclairages nocturnes (tordeuses), éviter les palox en bois (préférer en plastique), ne pas laisser les palox proche des parcelles, poser des bandes pièges (carpocapse). **Fiche technique n° 1 « Prophylaxie »**
- Lutte **biotechnique** : confusion sexuelle (tordeuses). **Fiche technique n° 19 « Confusion sexuelle »**
- Lutte biologique par **conservation** : aménagements favorables aux prédateurs des Lépidoptères et pucerons (nichoirs, haies composites...). **Fiche technique n° 2 « Lutte biologique par conservation »**
- Lutte **physique** : filet Alt'Carpo contre le carpocapse. **Fiches techniques n° 15 « Filet Alt'Carpo monorang », n° 16 « Filet Alt'Carpo monoparcelle »**
- Contrôle **génétique** : variétés précoces. **Fiche technique n° 6 « Contrôle génétique »**

FICHE n° 12 : LUTTE PAR PULVÉRISATION DE MICRO ORGANISMES

Testé

► Nématodes sur carpocapse des châtaignes

La technique s'est montrée inintéressante. Le manque d'efficacité, la difficulté de mise en œuvre dans un certain nombre de vergers (pulvérisation, même au sol, souvent impossible) et la difficulté, dans les vergers adaptés à la pulvérisation, de trouver une période climatique favorable pour les utiliser en font une technique difficilement applicable en verger.

En expé (non autorisé en juillet 2014)

- Essai en cours du virus de la **granulose** sur le **carpocapse des prunes**
- Essai en cours (depuis 2011) des **nématodes** sur **capnode en fruits à noyau** (Ctifl, centre de Balandran)
- Essai du *Bacillus thuringiensis* sur **carpocapse du noyer**
- Essai du *Bacillus thuringiensis* sur **balanin du noisetier**
- Essai **champignons antagonistes** contre la **tavelure** (*Microspheropsis*, *Athelia*) (Benyagoub et al., 1998)
- Essais de **Beauveria** (champignons entomophages) contre les larves de **hannetons**, le **balanin des châtaignes** et le **carpocapse de la châtaigne**, la **mouche de la cerise**, *Drosophila suzukii* (cerisier), la **cératite** (clémentinier) et la **mouche de l'olive**
- Essai de *Metschnikowia fructicola* contre *P. expansum* sur pommier (Guérin, 2011) ré-expérimentée (en 2014) en post-récolte contre *Botrytis* et *Monilia* (Ctifl).
- Essais du *Bacillus thuringiensis* pour la mouche du brou sur noyer, sur les chenilles du myrtillier, nématodes sur l'otiorhynque du myrtillier



Pulvérisation de nématodes sur pommier

FICHE n° 12 : LUTTE PAR PULVÉRISATION DE MICRO ORGANISMES POUR EN SAVOIR PLUS

Pour en savoir plus...

- Benyagoub M., Benhamou N., Carisse O., 1998. Cytochemical investigation of the antagonistic interaction between a *Microsphaeropsis* sp. (isolate P130A) and *Venturia inaequalis*. *Biochem. Cell Biol.*, 88, 605-613.
- Férez J.-M., Duchon-Doris J., Decoin M., 2009. Les trois domaines du *Bacillus thuringiensis*. *Phytoma*, 613, 10-13.
- Guérin A., 2011. Techniques de lutte alternatives en verger prévenant l'apparition de *Penicillium expansum* en conservation. IFPC, synthèse bibliographique, 9 p.

Exemples de produits commerciaux (type produits de biocontrôle) – 2014

Se référer au site <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/> et à l'index phytosanitaire ACTA en vigueur pour avoir la liste complète des produits commerciaux en vigueur

► Virus de la granuloze

Carpovirusine® (Carpovirusine 2000® et Carpovirusine Evo 2®)

– <http://www.staehler.ch/fr/produits/info/carpovirusine-evo2.html>

– <http://www.arystalifescience.fr/fr/produits/gamme-bio/126-carpovirusine-2000.html>

– <http://www.arystalifescience.fr/fr/produits/gamme-bio/127-carpovirusine-evo2.html>

↳ Madex® (et Madex plus®)

http://www.compo-expert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/fr/documents/pdf/MADEX_PRO_4_pages_2013.pdf

► Nématodes

↳ NEMASYS C® : <http://www.sumiagro.fr/fichiers/produit-phytosanitaire-1340357062.pdf>

↳ ADVERB® : <http://www.desangosse.fr/produits/n-u-3463450000513.pdf>

↳ Capsanem : <http://www.koppert.fr/actualites/actualites/detail/capsanem-contre-capnode-une-solution-qui-a-seducit-le-jury-du-concours-innovatec-du-miffel-2012/>

↳ Carponem : <http://www.biotop-solutions.fr/agriculture/professionnels/arboriculture/10-agriculture/104-macrotop-23.html>

► Bacillus thuringiensis

Produits utilisés en arboriculture : Bacivers®, Bactura DF®, Biobit DF®, Biobit 2X®, Delphin®, Dipel DF®, Insectobiol 2X®.

Se référer au site : <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>

► Bacillus subtilis

↳ Serenade max® (et Serenade biofungicide®) :

<http://webservices.bayercropscience.fr/urifp.action?codeProduit=1052&codeClient=52142569>

► Aureobasidium pullulans

↳ Blossom protect® : <http://shop.biocontrol.ch/Webportal/showpage.asp?pagename=Fongicides-BlossomProtect&ula=2>

FICHE n° 13 : ARGILES (KAOLINITE CALCINÉE)

► **Principe** : cette technique consiste à pulvériser une fine couche d'argile calcinée sur le végétal afin d'établir une barrière minérale protectrice. Il s'agit d'une action **préventive** qui perturbe le bio-agresseur à certaines périodes de son cycle. Il y a certainement différents modes d'action : perturbation de la reconnaissance de la plante hôte (par la couleur blanche que donne l'argile aux arbres ou aux organes cibles...), modification des conditions de milieu affectant la biologie de l'insecte (pontage, respiration, déplacement, nutrition...) et/ou barrière physique.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour :

- **mouche de l'olive** (*Bactrocera oleae*) sur olivier
- **mouche de la cerise** (*Rhagoletis cerasi*) sur cerisier
- **psylle du poirier** (*Cacopsylla pyri*) sur poirier pour les applications en hiver
- **cicadelle verte** (*Empoasca vitis*) sur vigne à raisin de table
- **mouche du brou** (*Rhagoletis completa*) sur noyer sur des arbres à faible hauteur

Levier complémentaire ou barrière physique ayant un effet sur :

- **psylle du poirier** (*Cacopsylla pyri*) sur poirier pour les applications en saison
- **cicadelles vertes** sur clémentinier
- **mouche méditerranéenne** (*Ceratitis capitata*) sur variétés tardives de pommier et clémentinier
- **vecteur de l'ECA** (*Cacopsylla pruni*) sur abricotier (et pêcher) (à valider en conditions d'exploitation)
- **vecteur de l'ECA** (*Cacopsylla pruni*) sur prunier

En agriculture biologique (intérêt à confirmer en conventionnel)

- **pucerons migrants** (travaux existants sur puceron vert du pêcher et sur puceron cendré du pommier)
- **pucerons non migrants**



Temps de travail

- Identique à un traitement classique si mêmes réglages.

P ou C selon le bio-agresseur

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

- Cibler les périodes et la fréquence des traitements en fonction du cycle biologique du bio-agresseur.
- Application sur feuillage sec et en condition de vent faible.

Aspects réglementaires :

Seules quelques spécialités commerciales à base de Kaolin sont autorisées pour des usages phytosanitaires. Depuis avril 2014, le silicate d'aluminium (kaolin) est listé sur l'annexe II du règlement (CE) no 889/2008, les spécialités commerciales phytosanitaires à base de kaolin autorisées en France sont donc utilisables en Agriculture Biologique.

FICHE n° 13 : ARGILES (KAOLINITE CALCINÉE)

Moyens mis en oeuvre...

- (!) **Pas de traitement pendant la floraison pour protéger abeilles et insectes pollinisateurs.**
- (!) **Ne pas oublier les équipements de protection individuelle (masque par rapport aux poussières).**

➤ Matériel

- Pulvérisateur adapté à la pulvérisation d'argiles avec pompe à membrane
- Les buses en céramique sont également conseillées car plus résistantes dans le temps

➤ Technique

De manière générale

- L'agitation de la bouillie est nécessaire tout au long du traitement pour rester en suspension
- Le volume de bouillie doit permettre un bon mouillage mais sans atteindre le point de ruissellement
- Une adaptation des conditions d'application est nécessaire (pression, type de buses...)

• Mouches (olive, cerise)

Traiter dès l'observation des premières mouches (piégeage), avec renouvellement dès l'apparition de zones du fruit non couvertes et/ou prévoir de renouveler l'application après lessivage par la pluie (ou par le vent)

(!) **Dernier positionnement 15 jours avant récolte pour éviter le marquage des fruits (olives de table, cerises).**

• Mouche du brou (noyer)

Traiter dès l'observation des premières mouches (piégeage), 2^e application 8 jours après la première et renouveler en fonction du lessivage par la pluie.

• Psylle du poirier

- **Applications hivernales** (levier P) (visant la première génération, issue de la ponte des femelles hivernantes) : positionnement avant le début de la ponte des femelles hivernantes avec renouvellement jusqu'au débourrement selon pluviométrie.

- **Applications en saison** (levier C) (visant la 2^e génération et les suivantes) : applications post-florales avant ponte de la 2^e génération avec renouvellement tous les 8 à 10 jours selon l'apparition de nouvelles feuilles. Par rapport aux contraintes, ce positionnement est moins préconisé ; il s'agit surtout de gérer l'aspect protection des fruits contre le miellat et la fumagine s'il y a des attaques.

(!) **Dernier positionnement de l'ordre de 30-40 jours avant récolte pour éviter le marquage des fruits (poires).**

NB : les poires rouges (type Homored) sont plus sensibles aux traces d'argile que Guyot et Williams.

• Vecteur de l'ECA (*Cacopsylla pruni*)

Traiter avant le retour des insectes sur les arbres (avant le débourrement des bourgeons) et jusqu'à la fleur, renouveler les traitements en fonction du lessivage (les pousses doivent être couvertes d'argiles).

• Cicadelles vertes

Raisin de table : applications dès l'apparition des **larves** de cicadelles, à renouveler en fonction du lessivage.

Clémentinier : applications dès l'apparition des premiers **adultes** dans les pièges chromatiques (souvent fin octobre-début novembre en Corse), à renouveler en fonction du lessivage.

(!) **Dernier positionnement avant fermeture de la grappe pour le raisin de table pour éviter le marquage des fruits.**

• **Mouche méditerranéenne** (*Ceratitis capitata*) : une seule application avant maturité (application minimale 8 à 15 jours avant récolte si calibre à l'eau et Brosseuse, sinon 40 jours minimum pour ne pas marquer les fruits).

• Pucerons migrants

- **À l'automne** : positionnement des traitements avant les vols de retour des pucerons ou le plus tôt possible en fonction des dates de récolte pour des espèces se récoltant à l'automne. Plus l'intervention est tardive, plus il y a de pontes déjà réalisées.

(!) Sur variétés de pommes tardives, la récolte est souvent trop tardive pour intervenir avec des argiles car les vols de retour des pucerons cendrés ont déjà eu lieu.

- **Au printemps** : limiter l'installation des fondatrices et des colonies secondaires.

En agriculture biologique, dans un contexte où peu de produits sont aujourd'hui homologués sur puceron cendré, ces applications peuvent induire un « ralentissement » de la colonisation de l'arbre par le puceron à partir des foyers primaires. Cette moindre progression peut permettre aux auxiliaires d'être en situation numérique plus favorable et de limiter ainsi les infestations très précoces qui impactent énormément la production.

Attention : veiller à ne pas dépasser les quantités maximales autorisées (<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>)

➤ Suivi/OAD

- Piégeage des bio-agresseurs pour contrôler leur présence et positionner les traitements
- Observations visuelles pour contrôler la présence des bio-agresseurs
- Renouvellement à prévoir en fonction du lessivage

FICHE n° 13 : ARGILES (KAOLINITE CALCINÉE)

Effets induits sur les aspects...	
Autres bio-agresseurs	(!) Effet indirect sur poirier : la diminution des traitements phytopharmaceutiques liée à l'application d'argiles peut entraîner une recrudescence d'acariens et de phytoptes (diminution des traitements au printemps) et de pucerons mauves (diminution des traitements d'hiver).
Organisationnel	(-) Traitements fréquents au printemps : renouvellement dès l'apparition de nouveaux organes sensibles (ou d'épisodes pluvieux) NB : traitements en automne-hiver moins fréquents car renouvellement seulement selon pluies (psylle). (!) Usage limité de l'argile à certains stades à cause du marquage des fruits. NB : sur clémentiniers, les argiles sont parfois appliquées jusqu'à la récolte si un nettoyage est possible en station de conditionnement.
Économique	Coût : entre 1,4 et 1,8 €/kg – soit environ 50 € à 30 kg/ha/passage et environ 80 € à 50 kg/ha/passage – 1 à 2 passages max. sur cerisier , 3-4 passages min. sur olivier , en moyenne 1 à 3 passages sur poirier en hiver, 0 à 4 en saison, environ 3-4 passages sur noyer , environ 1-2 passages sur prunier .
Agronomique	(+) Régulation du stress hydrique des plantes
Environnemental	(+) Pas d'effet significatif connu sur les compartiments de l'environnement (air, eau, sol)
Qualité des fruits	(+) Pas de résidus de produits phytopharmaceutiques (+) Limite les coups de soleil (noyer-poirier-pommier) (+) Améliore la qualité de l'épiderme des fruits (pommier-poirier) (!) Risque de marquage des fruits pour les applications en saison (ne pas appliquer d'argiles 15 jours avant récolte pour les cerises et olives de bouche et 30-40 jours avant récolte pour le poirier).
Auxiliaires	(+) Toxicité directe faible sur les auxiliaires (!) Néanmoins, effets indirects constatés sur certaines familles d'auxiliaires (cf. rubrique « Pour en savoir plus »)

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

- Méthodes culturales : taille permettant un équilibre végétatif, éviter les excès d'azote, irrigation raisonnée...
 - Aménagement de la lutte insecticide pour favoriser le développement des prédateurs (notamment pour les prédateurs de psylle...).
- NB** : Contre les pucerons, les acariens ou la mouche méditerranéenne, les argiles sont un levier complémentaire et doivent être associées à d'autres leviers.
- Par exemple, l'application d'argiles contre le puceron cendré couplée à un **matériel végétal peu sensible**, des **huiles minérales**, un **aménagement de la lutte insecticide** pour favoriser le développement des auxiliaires permet un effet combiné loin d'être négligeable.

FICHE n° 13 : ARGILES (KAOLINITE CALCINÉE)

POUR EN SAVOIR PLUS

Testé

- ▶ **Puceron vert du pêcher** (Garcin, 2009) : étude de l'efficacité de traitements en hiver et au printemps contre le puceron vert du pêcher.
- ▶ ***Drosophila suzukii*** : les études effectuées montrent que les argiles ne sont pas efficaces, des études complémentaires doivent être réalisées.

En expé

- ▶ **Cynips du châtaignier** : essais sur jeunes arbres car trop de végétation sur arbres adultes
- ▶ **Carpocapse des pommes** : essais au Ctifl (Darthout et Favareille, 2006) et essai en cours à la Chambre d'agriculture du Vaucluse (2014)
- ▶ **Carpocapse du prunier** (*Cydia funebrana*) : en cours d'expérimentation
- ▶ **Anthonome du pommier** : Chambre régionale d'agriculture de Normandie (essais depuis 2012 sur pommes à cidre).
- ▶ **Eurytoma sur amandier** : argiles en expérimentation
- ▶ **Cicadelles vertes sur pêcher** : en cours d'expérimentation.
- ▶ **Acariens du feuillage et puceron vert en noisetier** : en cours d'expérimentation
- ▶ **Cerisier** : étude de la possibilité de régulation des fruits doubles par l'application d'argiles en été.

Autres produits similaires en expérimentation

Talc

Principe : barrière physique : mode d'action similaire à l'argile. Plus facilement lessivable que l'argile, mais sans contraintes pour le choix du pulvérisateur (moins abrasif que les argiles).

En test contre la **tavelure** du poirier (CEHM), le **psylle du poirier** (Station La Pugère) et le **puceron cendré** sur pommier (Ctifl) et contre la **mouche de la cerise** et *Drosophila suzukii* (cerisier), contre la **mouche de l'olive**.

Lait de chaux

Principe : barrière physique par blanchiment

- En test contre le **psylle du poirier** et le **puceron cendré** du pommier (Station La Pugère)
- En test également contre les pucerons sur pêcher.

Pour en savoir plus...

- Annotta N., Belfiore T., Noce M.E., Scalercio S., Vizarrì V., 2007. The impact of some compounds utilised in organic olive groves on the non-target arthropod fauna: canopy and soil levels. VI Jornadas Internacionales de Olivar Ecologico, 22-25/03/2007, Puente de Génave, Espagne.
- Areflec, 2006. Évaluation de l'AGX 12®, de Sokalciarbo® et du Prev-Am® pour lutter contre les cicadelles vertes sur agrumes [en ligne]. Areflec, Rapport résultats d'essai. Disponible sur : <http://areflec.kazeo.com/sites/fr/documents/604/document-6044.pdf> [consulté le 12/06/2014]
- Berud M., Warlop F., Libourel G., Filleron E., 2013. Argiles en arboriculture : pommier, poirier, cerisier, olivier [en ligne]. CRA PACA, Ressources, Collection 1 : Les techniques alternatives, document 1 D. Disponible sur : <http://www.grab.fr/wp-content/uploads/2014/03/Argiles-2014-01-20.pdf> [consulté le 12/06/14]
- Garcin A., 2009. L'argile kaolinite, une nouvelle méthode de lutte par barrière minérale protectrice contre le puceron vert du pêcher *Myzus Persicae* Sulz. *Innovations agronomiques* 4, 107-113.
- Marko V., Blommers L.H.M., Bogya S., Helsen H., 2008. Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. *J. Applied Entomol.*, 132, 26-35

FICHE n° 13 : ARGILES (KAOLINITE CALCINÉE)

POUR EN SAVOIR PLUS

Pour en savoir plus...

- Piffady-Durieux A., 2013. L'argile barre le psylle. *Réussir Fruits & Légumes*, 327, 34.
- Darthout L., Favareille J., 2006. Efficacité de l'argile sur plusieurs ravageurs rencontrés en arboriculture fruitière. AFPP- 3e Conférence Internationale sur les moyens alternatifs de protection des cultures. Lille, France, 13-15 mars 2006.
- Siciliano A. Appliquer une barrière minérale contre la mouche de l'olive. Partie 1. Conseil de préparation. Centre technique de l'olivier.
- Siciliano A. Appliquer une barrière minérale contre la mouche de l'olive. Partie 2. Essai buses. Centre technique de l'olivier.

Produits commerciaux (de type produits de biocontrôle)

↳ Sokalciarbo® : <http://agrisynergie.com/protection-des-vegetaux/fiches-usages-sokalciarbo-wp/>

↳ Surround Crop Protectant® : <http://www.novasource.com/english/ag-products/Pages/surround-crop-protectant.aspx>

↳ Argical Pro® : [http://www.ags-mineraux.com/Scopi/Group/AGS/ags-mineraux.nsf/pagesref/SLMM-8BHM37/\\$File/METAKAOLINS%20AGS.pdf](http://www.ags-mineraux.com/Scopi/Group/AGS/ags-mineraux.nsf/pagesref/SLMM-8BHM37/$File/METAKAOLINS%20AGS.pdf)



Pulvérisation d'argiles sur arbre pour lutter contre le Psylle du poirier

LA PUGÈRE

FICHE n° 14 : FILET MONORANG : ALT'CARPO/ALT'MOUCHE

► **Principe** : barrière physique : effet d'exclusion des insectes pendant sur le végétal et effet perturbant le vol d'accouplement des adultes sous filet notamment pour le carpocapse.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour :

- **carpocapse** (*Cydia pomonella*) et **tordeuse orientale** (*Cydia molesta*) sur **pommier et poirier**
- **mouche de la cerise** (*Rhagoletis cerasi*) sur **cerisier**.



Temps de travail

- Installation : 120 h/ha la première année
- Années suivantes : 70 à 100 h/ha pour plier et déplier les filets lors des opérations manuelles (éclaircissage, récolte...)

P

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

- Fermeture avant le vol (après floraison/pollinisation) ou avant émergence des adultes (mouche de la cerise)
- Le filet peut-être mis en place même lorsque la pression des insectes est assez importante (les dégâts restent faibles) pour le carpocapse.

- Efficacité plus importante qu'en filet monoparcelle (pour le carpocapse)
=> Très bonne efficacité quel que soit le niveau de pression du ravageur.

NB : pas de contrainte liée à la surface du verger, contrairement à la confusion sexuelle qui nécessite une surface minimale pour être efficace.

Moyens mis en oeuvre...

La forme des arbres doit permettre la mise en place des filets (plus problématique avec des formes en volume).

► Matériel

• Monorang

Caractéristique du filet

- **Carpocapse** : « Alt'Carpo » dimension de la maille : 2,2 mm x 5,4 mm (blanc ou gris)
- **Mouche de la cerise** : « Alt'Mouche » dimension de la maille : 2,2 mm x 3,4 mm ou mieux 1,3 mm x 1,3 mm (blanc).

NB : les filets de couleur grise sont plus résistants que les filets de couleur blanche mais interceptent plus de rayonnement lumineux. En pommier (pas testé en cerisier), la maturité des fruits est retardée de quelques jours, notamment pour les pommes bicolores estivales.

► Technique

- Chaque rangée d'arbres est enveloppée par un filet
- La largeur du filet correspond à deux fois la taille de l'arbre plus 1 m (modulation selon frondaison et forme de l'arbre)

- Soutien technique indispensable pour dimensionner le dispositif de filets selon les vergers

NB : mise en œuvre difficile sur arbres en volume.

► Suivi

- Piégeage sous filet
- Contrôles visuels réguliers.

FICHE n° 14 : FILET MONORANG : ALT'CARPO/ALT'MOUCHE

Effets induits sur les aspects...	
Autres bio-agresseurs	(+) Limite le développement des tordeuses de la pelure, des zeuzères, des dégâts d'oiseaux et de guêpes (!) Effet indirect : la moindre utilisation d'insecticides permet généralement une meilleure régulation des populations d'acariens et de psylles. Par contre, dans certaines situations, le filet peut favoriser les mineuses et les pucerons lanigères.
Organisationnel	(-) Limite l' accessibilité aux arbres pour contrôles et éclaircissage manuel (ou mécanique) (!) Installation à réfléchir en fonction du type de désherbage.
Économique	Coût indicatif (2012) (-) Coût : 6 000 €-10 000 €/ha (hors main-d'œuvre) (+) Pérennité : environ 10 ans selon l'entretien, la qualité et la couleur du filet (gris plus résistant que blanc) NB : moins sujet aux aléas climatiques que le filet monoparcelle, mais plus sensible à l'usure dans un verger vigoureux et poussant (les pousses qui traversent le filet peuvent l'endommager lorsqu'on le manipule).
Agronomique	(+) Protège de la grêle et du vent
Environnemental	(+) Pas d'effet direct au verger, le filet n'est pas source de pollution de l'air, de l'eau et du sol à l'échelle du système de culture (+) Effet indirect important : la réduction d'usage des insecticides permise par les filets Alt'Carpo permet de réduire les impacts sur l'environnement (-) Impacts environnementaux liés à la fabrication des filets (utilisation de produits pétroliers), à leur transport et à leur recyclage (filière de recyclage peu développée selon les régions)
Qualité des fruits	(+) Amélioration de la qualité de l'épiderme des fruits (réduction boisage, coups de soleil, rugosité...) NB : sur cerisier, la protection permet de récolter, à maturité complète, des fruits brillants et homogènes, avec une vitesse de cueille augmentée (moins de déchets).
Auxiliaires	(+) La diminution des insecticides favorise l'installation d'auxiliaires (!) Le filet peut exclure partiellement certains groupes d'auxiliaires. L'impact des filets Alt'Carpo sur les populations d'auxiliaires et de ravageurs est à l'étude (Capowiez <i>et al.</i> , 2014).

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

Prophylaxie : enlever le fond de cueille, les fruits touchés lors de l'éclaircissage, éviter les palox en bois proche des parcelles.

FICHE n°14 : FILET MONORANG : ALT'CARPO/ALT'MOUCHE

POUR EN SAVOIR PLUS

En expé

- Tordeuse orientale sur pêcher
- *Drosophila suzukii* en cours de validation sur cerisier
- Cicadelles vertes, *Metcalfa*, *cératite*, mineuse des agrumes sur clémentinier (Civam bio Corse)
- Mouche de l'olive (Regis et Roubal, 2011) : efficacité très intéressante mais difficulté de mise en œuvre (coûteux), essai de filets autour des arbres (filet individuel).

Testé

Essai en raisin de table (Reynaud, 2013) : filet monorang (mailles 1,38 x 1,38 et 3,4 x 3,2) contre Eudémis en raisin de table : protection efficace mais impact négatif sur la qualité des grappes (manque de coloration) car les filets retardent voire bloquent la maturité des fruits à cause de l'ombrage.

Piste de recherche

Lâcher d'auxiliaires combiné au filet Alt'Carpo (INRA Avignon, Ctifl).

Pour en savoir plus...

- Chambre d'agriculture du Vaucluse - Filpack. Alt'Carpo [en ligne]. Disponible sur : www.alt-carpo.com [consulté le 12/06/2014]
- Capowiez et al., 2014. (Quelques) effets des filets Alt'Carpo sur la régulation naturelle et certains prédateurs généralistes. Colloque Alt'Carpo, 04/02/2014, Avignon. Disponible sur : <http://www.alt-carpo.com/5.cfm?p=561-protection-contre-le-carpocapse-protection-pommes-colloque-alt-carpo> [consulté le 12/06/2014]
- Marliac G., Simon S., Fleury A., Alaphilippe A., Dib H., Capowiez Y., 2013. Contrasting effects of codling moth exclusion netting on the natural control of the rosy apple aphid. *IOBC/WPRS Bulletin*, 91, 81-85.
- Regis S., Roubal C., 2011. Utilisation de la protection mécanique pour lutter contre la mouche de l'olive dans le sud de la France : résultats et perspectives. AFPP-4^e Conférence internationale sur les méthodes alternatives en protection des cultures, Lille, 8-10 mars 2011.
- Reynaud C., 2013. L'Eudémis se heurte aux filets. *Réussir Fruits et Légumes*, 326, 36-37.
- Séverac G., 2012. Les filets Alt'Carpo. Chambre d'Agriculture du Vaucluse, Station d'expérimentation La Pugère. Ressources, Collection 1 : Les techniques alternatives, document 1 C.



Filet Monorang Alt'Carpo sur rang de pommier dans la Drôme

FICHE n° 15 : FILET MONOPARCELLE - ALT'CARPO

► **Principe** : barrière physique à double effet : effet d'exclusion des carpocapses pondant sur le végétal et effet perturbant le vol d'accouplement des adultes sous filet (la perturbation d'accouplement est moindre qu'avec le filet monorang).

Moyens mis en oeuvre...

► Matériel

• Mono-parcelle

- Filet : 2,2 mm X 5,4 mm, blanc
- Filet noir (2,2 mm X 5,4 mm) plus intéressant à poser sur les côtés, car plus résistant et sans influence sur la qualité des fruits.

► Technique

- Le verger est englobé dans son intégralité par le filet
- Si un filet paragrêle est déjà installé, il est en général gardé en faitage et le tour de la parcelle est équipé avec un filet de type maille Alt'Carpo
- Prévoir une porte d'accès et un espace pour manœuvrer en bout de rang pour les machines agricoles afin de ne pas être gêné et travailler normalement avec le filet
- Soutien technique indispensable pour dimensionner le dispositif de filets selon les vergers.

► Suivi

- Piégeage sous filet
- Contrôles visuels réguliers.

P

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

- Forme du verger permettant la mise en place des filets.
 - L'espace doit être suffisant au niveau des tournières pour installer les ancrages et pouvoir tourner sous le filet avec les machines agricoles.
 - Fermeture avant le vol (mais après floraison/pollinisation car le filet réduit les taux de fructification).
- => Bonne efficacité en milieu à populations faibles/moyennes (absence de foyers à proximité du verger à protéger et verger sans fortes populations l'année précédente).
- => Si la pression en carpocapse est élevée, les dégâts sont plus fréquents et plus importants en monoparcelle qu'en monorang.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour :

- carpocapse (*Cydia pomonella*) sur pommier et poirier

(!) Pas suffisamment efficace ou totalement inefficace en présence de tordeuse orientale



Temps de travail

Installation (1^{ère} année)

- 200-250 h/ha (sans filet paragrêle préalable)
- 50 h/ha si un filet paragrêle est déjà installé.

Années suivantes

- 40 h/ha pour la partie faitage (plier/déplier filets 2 X 20 h par an)
- 2 à 20 h/ha pour la partie latérale « Alt'Carpo » pour les entrées et sorties dans la parcelle.

FICHE n° 15 : FILET MONOPARCELLE - ALT'CARPO

Effets induits sur les aspects...	
Autres bio-agresseurs	(+) Limite le développement des zeuzères (+) Limite les dégâts d'oiseaux (!) Effet indirect : la moindre utilisation des insecticides peut permettre une meilleure régulation des acariens et du psylle mais peut entraîner l'apparition de bio-agresseurs (tordeuses, mineuses, cochenilles, puceron lanigère). (-) Le filet réduit la prédation des campagnols (exclusion des renards, rapaces...)
Organisationnel	(+) Adapté aux parcelles déjà équipées de filets paragrêles (+) Meilleure accessibilité aux arbres qu'avec le filet monorang (-) Efficacité parfois insuffisante nécessitant une lutte chimique complémentaire notamment sur la G1 du carpocapse et selon la situation après surveillance sur les autres tordeuses
Économique	Coût indicatif (2012) (-) Coût : 9 000 €-12 000 € (+) Pérennité : 10 à 15 ans selon l'entretien, la qualité et la couleur (noir ou gris plus résistant que blanc) NB : plus sujet aux aléas climatiques que le filet monorang mais moins sensible à l'usure dans un verger vigoureux et poussant (les pousses qui traversent le filet peuvent endommager le filet monorang lorsqu'on le manipule).
Agronomique	(+) Assure aussi une protection contre la grêle et diminue les effets négatifs liés au vent - Peu de modification de l'architecture de l'arbre mais on constate un effet positif du filet sur la vigueur (!) Attention au problème de réduction de luminosité avec certaines couleurs de filet (gris et noir).
Environnemental	(+) Pas d'effet direct au verger : le filet n'est pas source de pollution de l'air, de l'eau et du sol à l'échelle du système de culture (+) Effet indirect important : la réduction d'usage des insecticides permise par les filets Alt'Carpo permet de réduire les impacts sur l'environnement (-) Impacts environnementaux liés à la fabrication des filets (utilisation de produits pétroliers), à leur transport et à leur recyclage (filière de recyclage peu développée selon les régions)
Qualité des fruits	(+) Amélioration de la qualité de l'épiderme des fruits (réduction des coups de soleil, boisage, rugosité...)
Auxiliaires	(+) La diminution des insecticides favorise le développement des auxiliaires (-) La réduction de la prédation des campagnols par les rapaces peut favoriser leur pullulation

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

Prophylaxie : enlever le fond de cueille, les fruits touchés lors de l'éclaircissage, éviter les palox en bois proche des parcelles, la présence de sources lumineuses...

FICHE n° 15 : FILET MONOPARCELLE - ALT'CARPO

POUR EN SAVOIR PLUS

Testé

- Pas efficace sur tordeuse orientale du pêcher (fruits à pépins)
- Testé en prunier contre *Cacopsylla pruni* (filets paragrêle en faitage et maille fine 4X4 mm pour fermer les côtés) mais les filets doivent être fermés tôt, ce qui pose des problèmes pour la pollinisation.

Piste de recherche

Intérêt du lâcher d'auxiliaires combiné au filet Alt'Carpo (INRA Avignon, Citfl).

Pour en savoir plus...

- Chambre d'agriculture du Vaucluse - Filpack. Alt'Carpo [en ligne]. Disponible sur : www.alt-carpo.com [consulté le 12/06/2014]
- Séverac G., 2012. Les filets Alt'Carpo. Chambre d'agriculture du Vaucluse/Station d'expérimentation La Pugère. Ressources, Collection 1 : Les techniques alternatives, document 1 C.



J-M.Montagnon - LA PUGÈRE

Verger de pommier sous filet Alt'Carpo monoparcelle

FICHE n°16 : LÂCHER D'AUXILIAIRES

► **Principe** : lâcher des auxiliaires pour maîtriser des populations de bio-agresseurs par la **prédation** (auxiliaires tuant et mangeant leurs proies au cours de leur vie) ou le **parasitisme** (auxiliaires se développant aux dépens d'un hôte unique et conduisant à sa mort, aussi appelés parasitoïdes). Il existe plusieurs modalités de lâchers (cf. guide méthodologique).

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

- en limitant au maximum les traitements phytopharmaceutiques, en choisissant les produits les moins toxiques pour les auxiliaires (éviter certaines substances actives et des applications répétées des mêmes substances actives ou de substances différentes).
- Pratiques culturales raisonnées : désherbages peu fréquents et tardifs, éviter le broyage notamment au printemps (préférer le fauchage), maintien de zones gérées de manière extensive (haies, bords de haies, tournières...), mise en place de bandes florales...
- Période de lâchers en fonction du cycle biologique du ravageur, aux moments opportuns.
- Respecter les conditions spécifiques à l'auxiliaire : température, hygrométrie, rayonnement (attention à la logistique pour limiter la mortalité des auxiliaires : chaleur, transport).



Temps de travail

Dépend de l'échelle, du type de lutte et du ravageur visé.

Lâchers d'acclimatation

• Acariens

- **Temps de lâcher** : 2-3 h/parcelle (qui deviendra la source d'approvisionnement pour l'exploitation agricole)

- **Temps de contrôle** : un contrôle des prédateurs/an ; 1-2 h/ha

• Cochenilles

- Temps de lâcher :

30 min à 1 h/parcelle pour un lâcher (6-7 lâchers/parcelle par an)

- **Temps de contrôle** (nécessitant un spécialiste pour la reconnaissance) : un contrôle tous les 15 jours (soit 6 à 7 contrôles/an), et environ 3-4 h/parcelle/contrôle.

Lâchers inondatifs

• Pou rouge de Californie

- **Temps de lâcher** (*Aphytis melinus*) : 2 h/ha/lâcher et 4 lâchers/ha/an

- **Temps de contrôle (des ravageurs)** : contrôle hebdomadaire des pièges à phéromone contre le pou rouge de Californie (un piège/ha) de 30 min/ha pendant environ 8 semaines (début mars à fin avril en Corse).

P
ou C

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour :

À l'échelle nationale/régionale

- La **cicadelle blanche ou pruineuse** (*Metcalfa pruinosa*) avec des lâchers de *Neodryinus typhlocybae* (Hyménoptère parasitoïde)

=> Auxiliaires disponibles via la Fredon dans certaines régions.

- Le **cynips du châtaignier** (*Dryocosmus kuriphilus*) avec des lâchers de *Torymus sinensis* (Hyménoptère parasitoïde) sur **châtaignier**

=> Diffusion organisée par les régions avec le soutien technique de l'Inra de Sophia-Antipolis qui fournit les *Torymus sinensis*.

- Les **cochenilles farineuses** avec des lâchers de micro-Hyménoptères parasitoïdes spécifiques sur pommier (évolution des lâchers au cours des années pour s'adapter aux nouvelles cochenilles problématiques) :

- lâchers de *Pseudaphycus flavidulus* contre *Pseudococcus viburni*

- lâchers d'*Acerophagus malinus* et *Allotropa burelli* contre *Pseudococcus comstocki*

=> Ces auxiliaires sont disponibles seulement pour les structures travaillant avec l'Inra de Sophia-Antipolis (auxiliaires élevés par l'Inra).

- La **mineuse des feuilles (agrumes)** *Phyllocnistis citrella* avec des lâchers de *Semilacher petiolatus* et *Citrostichus phyllocnistoides* sur clémentinier

=> Ces auxiliaires (d'élevage) ne sont plus disponibles : des lâchers d'acclimatation ont eu lieu en 2009, organisés par l'Areflec.

- Le **pou rouge de Californie** (*Aonidiella aurantii*) avec des lâchers d'*Aphytis melinus* sur clémentinier

=> Auxiliaires élevés par l'Areflec et distribués directement aux producteurs via des MAET (mesures agroenvironnementales territorialisées).

- La **cochenille noire de l'olivier** (*Saissetia oleae*) avec des lâchers de *Metaphycus bartletti*

=> Ces auxiliaires (d'élevage) ne sont plus disponibles ; des lâchers inondatifs ont été réalisés il y a une dizaine d'années.

Levier complémentaire pour :

À l'échelle de l'exploitation

- La **mineuse des feuilles (agrumes)** *Phyllocnistis citrella* avec des lâchers de *Semilacher petiolatus* et *Citrostichus phyllocnistoides* sur clémentinier

Les **acariens rouges et jaunes** avec des réintroductions d'acariens prédateurs (phytoséiides) par transfert de végétal d'un verger/d'une vigne hébergeant des populations de prédateurs vers un verger (pommier ou prunier) ou sur une vigne (raisin de table) à recoloniser.

Ex. réintroduction de *Kampimodromus aberrans*, *Amblyseius californicus*, *Amblyseius andersoni* et de *Typhlodromus pyri* contre l'acarien rouge (*Panonychus ulmi*) sur pommier.

NB : de nombreux prédateurs sont commercialisés mais leur intérêt en milieu ouvert est limité, voire nul. Leur efficacité en milieu fermé (filets) reste à démontrer.

FICHE n° 16 : LÂCHER D'AUXILIAIRES

Moyens mis en oeuvre...

➤ Matériel

Les auxiliaires utilisés sont souvent indigènes (dans tous les cas, se référer à la réglementation*). Les auxiliaires commercialisés pour cet usage sont des macro-organismes : insectes, acariens et nématodes. Pour les nématodes, voir la fiche technique n° 12 « Lutte par pulvérisation de micro ou macro-organismes »

➤ Technique

Lâchers manuels (insectes, acariens), deux modalités :

lâchers d'acclimatation : un lâcher peut être suffisant dans l'objectif d'installer les auxiliaires durablement dans le verger :

- contre *Metcalfa pruinosa* : trois nids par parcelle sur des plantes hôtes de Metcalfa,
- contre le **cynips** (en cours de validation),
- contre les **mineuses** : lâchers d'environ 500 individus des deux espèces d'auxiliaires,
- contre les **cochenilles farineuses** : un lâcher tous les 15 jours avec 1 000 individus/lâcher à partir du stade larvaire L3 (jusqu'au stade femelles fécondées), 6-7 lâchers/parcelle,
- contre les **acariens phytophages** : à la fin du printemps, des rameaux (et/ou gourmands) sont coupés sur une parcelle où la présence de phytoséides est connue et sont placés (200 à 300/ha) au cœur des arbres (ou vignes) de la parcelle à protéger ;

lâchers inondatifs : un ou plusieurs lâchers par an sont possibles dans l'objectif de maîtriser des populations de bio-agresseurs à court terme :

- contre le **pou rouge de Californie** : lâchers de 50 000-100 000 insectes/ha par an en 4-5 fois (environ un par mois) sur les arbres atteints,
- contre la **cochenille noire de l'olivier** : les lâchers étaient de un par verger et par an, il fallait ouvrir la boîte contenant les auxiliaires et les laisser se disséminer.

➤ Suivi

- Suivi des auxiliaires nécessaire selon les lâchers effectués
- Suivi des bio-agresseurs par piégeage et/ou observations
- Observations des auxiliaires (présence, prédation ou parasitisme)
- Formation à la reconnaissance des auxiliaires.

*Arrêté du 28 juin 2012 modifié. JORF n° 0026 du 31 janvier 2012, p. 1803, texte n° 48. Décret n° 2012-140 du 30 janvier 2012 modifié relatif aux conditions d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique. Disponible sur :

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORF-TEXT000025241913&dateTexte=&categorieLien=id>

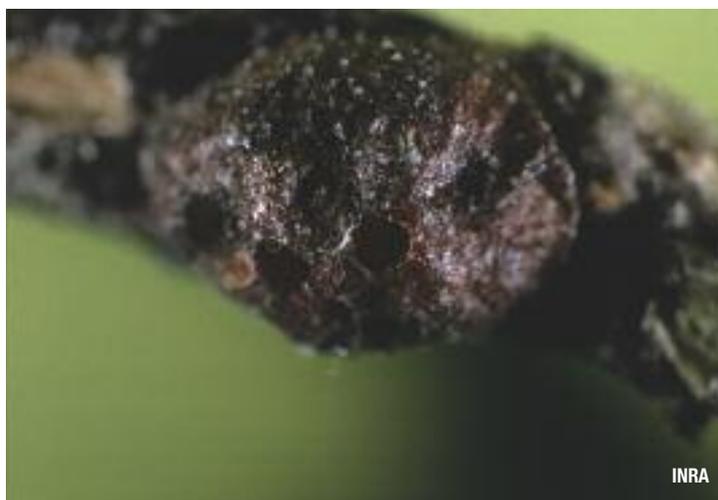
[consulté le 12/06/2014]



Coccinella septempunctata sur puceron farineux du pêcher



Larves d'*Aphidoletes aphidimyza* sur puceron noir du cerisier



Prédation de *Metaphycus bartletti* sur la cochenille noire de l'olivier

FICHE n° 16 : LÂCHER D'AUXILIAIRES

Effets induits sur les aspects...	
Autres bio-agresseurs	(!) La diminution et l'aménagement de la lutte phytosanitaire peuvent faire apparaître des ravageurs secondaires ou au contraire permettre de maîtriser naturellement certains ravageurs (via le développement des auxiliaires).
Organisationnel	(-) Les lâchers peuvent être demandeurs en main-d'œuvre (-) Un aménagement de la protection du verger est indispensable, ce qui demande parfois de modifier les stratégies prévues pour contrôler certains bio-agresseurs (+) Toutefois, réduction du temps d'intervention si la réintroduction des auxiliaires fonctionne
Économique	Coût (indicatif 2013) : – <i>Neodryinus typhlocybae</i> contre <i>Metcalfa pruinosa</i> : pour trois nids, environ 270 € (main-d'œuvre incluse pour le lâcher et suivi à l'automne) (Fredon Aquitaine, 2013) – <i>Torymus sinensis</i> contre le cynips du châtaignier : pas encore de coût, pour le moment technique en cours de diffusion/validation sur des parcelles « sites de lâchers » contrôlées – Micro-Hyménoptères contre les cochenilles farineuses : coût des auxiliaires pris en charge par l'Inra de Sophia-Antipolis – <i>Aphytis melinus</i> contre le pou rouge de Californie (50 000 individus/ha) : environ 320 €/ha par an pour 50 000 individus en 4 lâchers/ha par an (Inra Urgeqa – Areflec, 2009), le coût de la main-d'œuvre est d'environ 220 €/ha par an pour le lâcher et le suivi des ravageurs (pièges) – <i>Semilacher petiolatus</i> et <i>Citrostichus phyllocnistoides</i> contre la mineuse des feuilles (agrumes) : pas de coût, car lâchers d'acclimatation – Phytoséiides contre les acariens phytophages : peu coûteux car pas d'achat des prédateurs (déplacés d'une parcelle à l'autre) NB : si l'installation de phytoséiides est réussie, la lutte biologique devient beaucoup moins chère qu'une stratégie chimique avec des acaricides.
Agronomique	(+) Il n'y a pas de développement de résistance possible
Environnemental	(+) Permet d'éviter des traitements chimiques toxiques pour l'environnement (+) Pas d'impact si auxiliaires indigènes (!) Attention aux lâchers d'auxiliaires exotiques : risque d'impact sur l'écosystème (voir réglementation*).
Qualité des fruits	(+) Pas de résidus
Auxiliaires	(+) Favorisés par la diminution de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

- Aménagement de la lutte phytopharmaceutique et pratiques culturales raisonnées. **Fiche technique n° 2 « Lutte biologique par conservation »**
- Aménagement d'infrastructures agro-écologiques. **Fiche technique n° 2 « Lutte biologique par conservation »**
- **Prophylaxie. Fiche technique n° 1 « Prophylaxie »**

FICHE n°16 : LÂCHER D'AUXILIAIRES

POUR EN SAVOIR PLUS

Testé

- Sur **prunier**, un lâcher de coccinelles a été testé (par le BIP) contre les **pucerons**, mais n'a pas fonctionné car l'introduction des coccinelles doit avoir lieu dès la sortie des feuilles pour être efficace ; les larves de coccinelles ne survivent pas à cette période à cause des gelées printanières.
- Sur **poirier**, des lâchers de punaises *Anthocoris nemoralis* ont été testés contre les **psylles**, mais sans développement ultérieur.
- Sur **pêcher**, des lâchers d'*Encarsia berleseii* contre la cochenille du mûrier (*Pseudaulacaspis pentagona*) ont été testés, mais son utilisation n'a pas été retenue comme applicable à grande échelle car cet auxiliaire est très sensible aux pratiques phytosanitaires et d'un élevage compliqué (ne le rendant pas intéressant à commercialiser).

En expé

- Puceron cendré du pommier (Verpont et al., 2013) : en verger « fermé » (filets), essais de lâchers de type inondatifs de **chrysopes et syrphes**
- Pou rouge de Californie sur clémentinier : essais de lâchers de *Rhyzobius lophanthae*
- Cochenille blanche du mûrier sur pêcher, amandier, kiwi
- Areflec. 2010. Lutte biologique contre *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni par lâchers inondatifs de *Rhyzobius lophanthae* en verger. Rapport résultats d'essai. Disponible sur : <http://areflec.kazeo.com/sites/fr/documents/604/document-6046.pdf> [consulté le 12/06/2014]

Pour en savoir plus...

- Areflec, 2011. Acclimatation de *Semiela cher petiolatus* et *Citrostichus phyllocnistoides* pour diminuer la pression de la mineuse des feuilles d'agrumes (*Phyllocnistis citrella*) en vergers adultes. Rapport résultats d'essai. Disponible sur : <http://areflec.kazeo.com/sites/fr/documents/606/document-6062.pdf> [consulté le 12/06/2014]
- Areflec, 2012. Lutte biologique par lâchers inondatifs d'*Aphytis melinus* et de *Rhyzobius lophanthae* contre le pou rouge de Californie (*Aonidiella aurantii* Maskell) sur agrumes. Compte rendu d'essai. Disponible sur : <http://areflec.kazeo.com/sites/fr/documents/131/document-13167.pdf> [consulté le 12/06/2014]
- Berud M., Hucbourg B., 2012. Fiche Biocontrôle de l'acararien rouge en verger de pommiers. Station La Pugère – CRA PACA. Ressources, Collection 2 : Protection biologique intégrée, document 2 B.
- Chambre Régionale d'Agriculture du Languedoc-Roussillon et OIER Suamme, 2012. Biologie du cynips du châtaignier et du *Torymus sinensis* utilisé en lutte biologique. *La montagne qui bouge*, 37 [en ligne]. Disponible sur : http://www.languedocroussillon.chambagri.fr/fileadmin/Pub/CRALR/Internet_CRALR/OIER/Fiches_technico_%C3%A9conomiques_PV/CHATAIGNE/LUTTE_BIOLOGIQUE_CONTR_LE_CYNIPS_D_U_CHATAIGNIER_complet_oier_suamme_LA_MONTAGNE QUI BOUGE.pdf [consulté le 12/06/14]
- Fredon Corse. Le cynips du châtaignier [en ligne]. Disponible sur : <http://www.fredon-corse.com/ravageurs/cynips-du-chataignier.htm> [consulté le 12/06/2014]
- Goudet M., Boutte B., 2011. Le cynips du châtaignier : multiplication des foyers dans le Sud-Est. Maaf – Département de la santé des forêts, 4 p. Disponible sur : http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Cynips_du_chataignier.pdf [consulté le 12/06/2014]
- Rétaud P., 2010. Les auxiliaires en viticulture et en arboriculture : un espoir pour limiter les pesticides ? Colloque régional, Saintes, 01/04/2010. Disponible sur : <http://inra-dam-front-resources-cdn.brainsonic.com/ressources/afile/239373-4e4ea-resource-actes-colloque-regional-reduction-des-pesticides.html> [consulté le 12/06/2014]
- Siham M., Kreiter P., 2009. Lutte contre *Pseudococcus viburni* en verger de pommier. Mise en place d'un réseau de lâcher d'auxiliaires. *Infos-Ctifl* [en ligne], 249. Disponible sur : http://www.fruits-et-legumes.net/revue_en_ligne/infos_Ctifl/infospdf/infos%20249/249p38-42.pdf [consulté le 12/06/2014]
- Station La Pugère - Inra, 2005. *Metcalfa pruinosa* [en ligne]. Disponible sur : http://www.lapugere.com/lapugere_public/publi/plaquettes.htm [consulté le 12/06/2014]
- Verpont F., Favareille J., Zavagli F., 2014. Lutte biologique contre le puceron cendré du pommier par lâchers d'auxiliaires en verger « fermé ». Rencontres Techniques Agriculture Biologique Ctifl/Itab, 14/02/2013.

FICHE n°17 : CONFUSION SEXUELLE

► **Principe** : saturer l'atmosphère du verger en phéromones femelles pour empêcher les mâles de localiser les femelles et limiter ainsi les accouplements et les pontes.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour :

- **Carpocapse** (*Cydia pomonella*) sur pommier, poirier et noyer
- **Tordeuse orientale** (*Cydia molesta*) sur pêcher, abricotier, prunier, pommier, poirier
- **Carpocapse des prunes** (*Cydia funebrana*) sur prunier
- **Cochylis** (*Eupoecilia ambiguella*) sur vigne (raisin de table)
- **Eudémis** (*Lobesia botrana*) sur vigne (raisin de table)

Temps de travail

Temps de pose

- avec une plateforme ou une canne : 2-3 h/ha

Temps de contrôle hors autres ravageurs

- 30 min tous les 10-15 jours (contrôle de 300-500 fruits/ha) soit 4 à 6 h/ha par an

(!) Pose longue sur noyer lorsque les arbres sont hauts.

P

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

- Efficacité très dépendante d'une surface minimale* fonction du type de diffuseur, du ravageur et de l'espèce.
- => La confusion est d'autant plus efficace que la surface est grande. Privilégier un nombre important de diffuseurs sur les petites parcelles.
- Surface homogène, de forme compacte, avec un environnement sain (attention aux vergers non « confusés » à moins de 500 m de distance).
- => Selon le contexte (pression parasitaire, forme des arbres, type de diffuseur), la surface minimale varie de 1 à 3 ha.
- Populations initiales faibles ou moyennes.
- Pose des diffuseurs avant le premier vol ou l'apparition des organes sensibles.
- Pose dans le tiers supérieur de l'arbre.
- En général, un renforcement du nombre de diffuseurs de l'ordre de 10 à 20 % est nécessaire sur les bordures.

*Se reporter aussi aux indications des fabricants et aux conseils techniques régionaux

Moyens mis en oeuvre...

► Matériel

Diffuseurs à phéromones.

► Technique

- Pose facile, mais à réaliser en hauteur avec une perche, des échelles, une plateforme élévatrice ou une nacelle selon la taille des arbres
- 1 à 3 poses par saison en fonction de la cible et du type de diffuseur
- => La longévité des diffuseurs doit être suffisante pour couvrir la période de risque souhaitée ; à défaut, renouveler la pose ou protéger par d'autres méthodes.

► Suivi

- Observations régulières (tous les 10 à 15 jours) sur la partie haute des arbres (peut être réalisée à hauteur d'homme sur prunier) et sur les fruits (privilégier les grappes), avec une attention particulière aux bordures de la zone « confusée » pour s'assurer de l'efficacité de la confusion et intervenir rapidement si la confusion seule est insuffisante
- Modèle de développement biologique (ex. carpocapse) pour identifier finement les périodes à haut risque
- Mise en place de piégeage pour surveiller les autres Lépidoptères.

NB : sur carpocapse du pommier, il existe un piégeage combinant phéromone surdosée et attractif alimentaire qui permet de s'assurer de l'efficacité de la confusion (les pièges sexuels classiques à phéromones ne capturent pas en verger « confusé »).

FICHE n° 17 : CONFUSION SEXUELLE

Effets induits sur les aspects...	
Autres bio-agresseurs	(!) La diminution des traitements insecticides liée à la mise en place de la confusion sexuelle entraîne une meilleure régulation naturelle de certains bio-agresseurs, par exemple le psylle du poirier, l'acarien rouge sur pommier, mais nécessite de rester vigilant face au développement d'autres bio-agresseurs : tordeuses de la pelure (Capua) et autres tordeuses secondaires, cochenilles, puceron lanigère, tordeuse orientale du pêcher (en confusion carpocapse pommier-poirier) Cibles secondaires (+) La confusion tordeuse orientale du pêcher est efficace contre la petite tordeuse des fruits (<i>Cydia lobarzewskii</i>)
Organisationnel	(+) Pas de délai de réentrée (+) Pas de contrainte de renouvellement de la protection si lessivage par pluie (+) Pommier : souplesse dans l'organisation des traitements estivaux (ex : <i>bitter pit</i> , zeuzère...) (évitte d'intervenir plusieurs fois avec des traitements insecticides) (!) Temps de formation, de contrôles à prévoir, temps de pose si plusieurs nécessaires, mais moins de temps de traitements en saison (éventuelles interventions sur périodes à haut risque uniquement) (!) Pose tôt en saison hors pointe de travail (sauf si gestion des filets paragrêles à déplier après le risque gel) (!) Concertation avec les autres arboriculteurs nécessaire si petites parcelles sur un même site (!) Selon contexte , des traitements (biologique ou chimique) sur les périodes à risques peuvent être nécessaires pour obtenir une efficacité optimale (!) Contrôles visuels fréquents
Économique	(+) Réduction du coût des insecticides et des coûts de passage en général (!) Sur certaines espèces (prunier, noyer), cette technique peut créer un surcoût car se substitue à un faible nombre de traitements. (-) Coût des diffuseurs (150-350 €/ha par an) (-) Coût de la main-d'œuvre pour les contrôles et la(les) pose(s)
Agronomique	(+) Les contrôles fréquents de l'efficacité de la confusion permettent une observation globale du verger
Environnemental	(+) Moindre utilisation de produits phytopharmaceutiques, notamment de certains insecticides ayant des effets toxicologiques et écotoxicologiques importants (nocifs pour l'homme et l'environnement) (-) Diffuseurs non biodégradables
Qualité des fruits	(+) Pas de résidus de phéromones sur fruits
Auxiliaires	(+) Innocuité de la phéromone pour les auxiliaires (+) Favorise le développement des auxiliaires grâce à la diminution des insecticides

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

– **Méthodes culturales et prophylaxie** : éviter les grappes de fruits et enlever les fruits touchés lors de l'éclaircissage, ne pas laisser de fonds de cueille, éviter les palox en bois (préférer en plastique), ne pas laisser les palox à proximité des parcelles, éviter les éclairages nocturnes.

– Pose des **bandes pièges** en cas de dégâts importants (carpocapse du pommier). **Fiche technique n° 1 « Prophylaxie »**

– Lutte par **nématodes**. **Fiche technique n° 12 « Lutte par pulvérisation de micro ou macro-organismes »**

– Lutte **microbiologique** : *Bacillus thuringiensis* (tordeuses), virus de la granulose (carpocapse du pommier sur pommier-poirier-noyer, tordeuse orientale sur pommier et pêcher) sur les périodes à haut risque selon la pression du bio-agresseur.

Fiche technique n° 12 « Lutte par pulvérisation de micro ou macro-organismes »

– Lutte biologique par **conservation** : aménagements favorables aux prédateurs de larves de Lépidoptères (nichoirs, haies composites...). **Fiche technique n° 2 « Lutte biologique par conservation »**

– Intéressant en combinaison avec un filet paragrêle (ou Alt'Carpo monoparcelle). **Fiche technique n° 15 « Filet Alt'Carpo monoparcelle »**

Incompatible ou inutile ou interactions négatives avec les techniques alternatives...

Inutile avec un filet Alt'Carpo monorang

FICHE n°17 : CONFUSION SEXUELLE

POUR EN SAVOIR PLUS

Testé

Sur prunier d'Ente, la confusion est utilisée surtout en agriculture biologique. Dans les systèmes conventionnels, la confusion semble avoir plus de difficultés à se déployer, car la lutte chimique avec deux traitements dans la saison permet généralement de bien contrôler les dommages, alors que l'efficacité de la confusion dépend du microclimat du verger et du respect des conditions préalables citées ci-dessus.

En expé et non encore homologué en France

- Confusion zeuzère sur pommier, fruits à noyau, fruits à coque, olivier
- Confusion sésie (*Synanthedon myopaeformis*) sur pommier et poirier
- Confusion sésie du groseillier (*Synanthedon tipuliformis*) sur cassissier et groseillier
- Confusion tordeuses de la pelure
- Confusion cochenilles sur raisin de table
- Confusion sexuelle contre le carpocapse de la châtaigne
- Autres modes de confusion (*puffers*, confusion par pulvérisation)

Pour en savoir plus...

- Chambre d'agriculture Languedoc-Roussillon, 2011. Fiche technique : le contrôle de la tordeuse orientale et de l'Anarsia.
- Chambre régionale d'agriculture Paca, Station la Pugère, 2014. Guide production fruitière intégrée 2014. *Objectifs Info Arbo*, 10-12.
- Chambre d'agriculture du Vaucluse et GDA Arboriculture de Vaucluse, 2014. Coûts des approvisionnements en arboriculture 2014. 27^e édition. GDA, Cavaillon, 212 p.
- MAAF, E-phy [en ligne]. Disponible sur : <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/> [consulté le 12/06/2014]
- Station La Pugère, 2000. Confusion sexuelle contre le carpocapse [en ligne]. Disponible sur : http://www.lapugere.com/lapugere_public/publi/plaquettes.htm [consulté le 12/06/2014]

Exemples de produits commerciaux (type produits de biocontrôle) – 2014

Se référer au site <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/> et à l'index phytosanitaire ACTA en vigueur pour avoir la liste complète des produits commerciaux en vigueur

► Carpocapse des pommes et des poires

Checkmate CM-XL 1000® : <http://www.desangosse.fr/produits/n-u-%20346345000068.pdf> (pomme-poire)

Ecodian CP® (Ecopom®) : <http://www.biotop-solutions.fr/agriculture/professionnels/arboriculture/26-ecopom.html> (pomme-poire)

Exosex CM® : http://www.ma-france.net/plugin/produits_details.php?ProduitID=108 (poirier-pommier)

Ginko® : <http://www.sumiagro.fr/fiche-produit-agro.php?numprod=1> (noyer-poirier-pommier)

Isomate C® : <http://www.sumiagro.fr/fiche-produit-agro.php?numprod=6> (poirier-pommier)

► Confusion couplée carpocapse/tordeuse orientale

Isomate OFM® : <http://www.sumiagro.fr/fichiers/produit-phytosanitaire-1296568965.pdf> (usage tordeuse orientale et carpocapse sur prunier, mais usage seulement tordeuse orientale sur pêcher-poirier-pommier)

Isomate OFM ROSSO® (usage tordeuse orientale + carpocapse sur prunier, mais usage seulement tordeuse orientale sur pêcher-poirier-pommier)

Isomate OFM TT® (usage tordeuse orientale et carpocapse sur prunier, mais usage seulement tordeuse orientale sur pêcher-abricotier-poirier-pommier)

Ginko Duo® : <http://www.sumiagro.fr/fiche-produit-agro.php?lg=fr&numcat=1&numprod=39> (carpocapse et tordeuse orientale sur poirier-pommier)

FICHE n°17 : CONFUSION SEXUELLE

POUR EN SAVOIR PLUS

► Cochylys/Eudémis (raisin de table)

Rak® 1 cochylys : http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/media/11/productcatalogue/product_files/rak-1-cochylys-2014-02-14.PDF

Rak® 1+2 cochylys + eudémis 2 générations : http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/media/11/productcatalogue/product_files/rak-12-2g-2014-02-14.PDF

Rak® 2 eudémis 3 générations :

http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/media/11/productcatalogue/product_files/rak-2-eudemis-3g-2013-01-24.PDF



B. Sauphanor INRA

Diffuseur de phéromone Isomat® pour lutter contre le carpocapse



LA PUGÈRE

Diffuseur de phéromones Puffer® pour lutter contre le carpocapse

FICHE n°18 : PIÈGEAGE MASSIF PAR PIÈGE ATTRACTIF

POU C SELON LA CIBLE

► **Principe** : installer dans une parcelle un nombre de pièges suffisant pour maîtriser une population de ravageurs.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour :

- **cératite** (mouche méditerranéenne) sur fruits à noyau et à pépins (variétés tardives)
- **xylébore** sur prunier (sur mirabellier)

Levier complémentaire pour :

- ***Drosophila suzukii*** sur framboisier (utilisé dans certaines régions)
- En condition de faible pression :
- **ver des framboises** sur framboisier (utilisé dans certaines régions)
 - **scolyte** sur châtaignier (utilisé dans certaines régions)

(!) Piégeage massif zeuzère : effet inverse possible avec attraction de papillons issus de l'environnement du verger.



Temps de travail

Cératite

Mise en place (50 pièges/ha) : 1 h/ha
Contrôles : 1 h/ha tous les 15 jours

Xylébore

5-10 h/ha par an

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

- Disposer d'un attractif efficace.
 - Parcelles suffisamment grandes (1 ha minimum).
 - Parcelles isolées des autres vergers notamment abandonnés (pour éviter l'attraction d'insectes de l'environnement).
 - Installer les pièges le plus tôt possible avant la présence des ravageurs sur le verger.
 - Laisser les pièges au moins 15 jours après la dernière cueille dans le cas des cératites sur pêchers.
- NB : le piégeage massif fonctionne d'autant mieux quand il est mis en œuvre sur de grands ensembles de parcelles (toute une zone de production par exemple).

Moyens mis en oeuvre...

► Matériel

Pièges avec attractifs (phéromone, alimentaire, chromatique) associés à une substance entraînant la mort de l'insecte s'il reste mobile (insecticide, glu, liquide pour noyade (eau, huile).

► Technique

- Répartir les pièges de manière **homogène** dans la parcelle ou sur le périmètre de la parcelle avec un piège central
- Adapter le nombre de pièges à la pression des ravageurs et au type de ravageur
- Placer les pièges en hauteur (ex. 2 m minimum pour la mouche de l'olive).

► Suivi

- Contrôle des pièges très régulier pour surveiller le nombre de captures
- Renforcement du nombre de pièges selon la pression du ravageur et renforcer bordures (+ haies)
- Entretien des pièges : recharge en attractif (phéromones, alcool, attractif alimentaire), enlèvement des insectes piégés après pic de vol, réengluage...

FICHE n° 18 : PIÈGEAGE MASSIF PAR PIÈGE ATTRACTIF

Effets induits sur les aspects...	
Organisationnel	(-) Surveillance régulière (-) Entretien des pièges NB : variable en fonction du type de piège.
Économique	- Coût du piégeage de la cératite : 250 €/ha de fourniture (50 pièges/ha) - Coût du piégeage du xylébore : environ 300 €/ha (avec 8 pièges/ha)
Agronomique	Pas d'effet
Environnemental	(+) Peu de pollution de l'air, de l'eau et du sol (+) Filière de recyclage pour les pièges à cératites
Qualité des fruits	(+) Pas de résidus de phéromones sur fruits NB : selon le type de piège il n'y a pas ou peu de risque pour l'applicateur (porter des gants).
Auxiliaires	(-) Pièges attractifs peu spécifiques : risque de tuer des auxiliaires (Hyménoptères parasitoïdes...)

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

Prophylaxie (enlever les fruits mûrs, destruction des fruits non cueillis, enlever les organes touchés...).

Fiche technique n° 1 « Prophylaxie »

Testé

► Mouche de l'olive

Ecotrap® fonctionne en grande parcelle (Grèce, Espagne) ; or, en France, les parcelles sont souvent de taille inférieure à 1 ha. Le piégeage est complémentaire à l'argile, mais ne suffit pas toujours à protéger des attaques importantes. Référence disponible sur : http://www.grab.fr/wp-content/uploads/2010/09/CR2008_olive1.pdf

En expé

► *Drosophila suzukii*

- Sur framboisier (Sicol, Chambre d'Agriculture de Corrèze) : 1 piège tous les 100 m² (200 pièges/ha), pièges avec attractifs alimentaires (vinaigre de cidre, vin, eau) et produit vaisselle (tensioactif).
- Sur cerisier et framboisier, en cours d'expérimentation par le Ctifl.

► Ver des framboises : sur framboisier (Sicol)

► Pyrale des troncs (*Euzophera pinguis*) : sur olivier (essai Civam 13)

► Hoplocampe

- Deux années d'essais en vergers cidricoles (Chambre d'agriculture de Normandie) avec des assiettes blanches engluées sur les arbres, les résultats sont à confirmer sur plus d'années d'essais (Corroyer *et al.*, 2014).
- Essai en cours en verger de pommier au lycée du Valentin (Drôme) par le GRAB d'un piégeage massif contre l'hoplocampe (piège Rebell) associé à des infradoses de sucres. Pas encore de résultats.

► Mouche du brou : piégeage massif en expérimentation depuis 3 ans (Senura).

FICHE n° 18 : PIÈGEAGE MASSIF PAR PIÈGE ATTRACTIF

POUR EN SAVOIR PLUS

Pour en savoir plus...

► Mouche méditerranéenne

- Bouniol M., 2013. Protection contre la mouche méditerranéenne des fruits 2004-2012. MedEx, 26 mars 2013, Station expérimentale La Tapy, Carpentras-Serres.
- Fratantuono M., 2009. Évaluation du piégeage massif en alternative à la lutte chimique contre *Ceratitis capitata* sur pêchers dans les Pyrénées-Orientales. Mémoire de diplôme d'Ingenieur, Montpellier SupAgro.
- Tison G., Bénaouf G., 2010. Lutte contre la cératite par piégeage massif. Alter Agri, 104, 17-18. Disponible sur : http://abiodoc.docressources.fr/opac/doc_num.php?explnum_id=2009 [consulté le 12/06/2014]

Produits commerciaux pour le piégeage de cératite

- Decis Trap : <http://www.bayer-agri.fr/actualites/decis-trap-nouveau-piege-contre-la-mouche-mediterraneenne-des-fruits/>
- Ceratipack (Ceratiprotect) : <http://www.sedq.es/pdfs/fr/48/fitxa1334304233.pdf>

► Xylébore

- Coutal T., Courtois C., 2008. Piéger les xylébore : moins d'alcool sur les pruniers. *Phytoma-La défense des végétaux* [en ligne], 612, 21-25. Disponible sur : <http://www.fredon-lorraine.com/UserFiles/File/arboriculture/d-xylebores612.pdf> [consulté le 12/06/2014]

► Hoplocampe (expé)

- Corroyer N., Cardon J.-C., Corroyer B., Dupont N., 2014. L'hoplocampe, un ravageur en progression dans les vergers cidricoles. *Pomme à cidre*, 35, 11-13.

FICHE n° 19 : PIÈGE MÉCANIQUE CONTRE LES CAMPAGNOLS

TROIS FICHES

Fiche n° 19 : Piégeage mécanique

Fiche n° 20 : Grillage de protection ou d'exclusion

Fiche n° 21 : Système à explosion

POUR LUTTER EFFICACEMENT CONTRE LES CAMPAGNOLS, IL EST NÉCESSAIRE D'INTERVENIR AVANT QUE LA POPULATION DU VERGER SOIT TROP IMPORTANTE, SURTOUT EN JEUNES VERGERS.

P efficace mais très long

► **Principe** : disposer des pièges mécaniques dans les vergers pour diminuer les populations de campagnols.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour :

- campagnol terrestre (*Microtus terrestris*)
- campagnol des champs (*Microtus arvalis*)
- campagnol provençal (*Microtus duodecimcostatus*)
- campagnol souterrain (*Microtus subterraneus*)

Les espèces fruitières les plus sensibles (niveaux de population et dégâts les plus importants) sont le pommier et le cerisier.

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

- Placer les pièges dès la détection des premiers signes d'activité de campagnols, quelle que soit la période de l'année.
- Piégeage plus efficace au moment de la période de reproduction (printemps-automne selon les espèces).
- Surveillance lors de la phase de croissance des populations dans le cadre du cycle de pullulation interannuel.
- Importance de s'inscrire dans la démarche d'une **lutte collective** * et en combinaison avec d'autres moyens de lutte pour limiter la pression autour de la parcelle.

*Lutte collective organisée sous l'égide d'un organisme à vocation sanitaire (OVS) pour le domaine végétal : Fredon (Fédération régionale des groupements de défense contre les organismes nuisibles)

Moyens mis en oeuvre...

► Matériel

Pièges mécaniques (à guillotine, à pince, à dégagement)

► Technique

Repérer les traces d'activité (terriers, trous, grattage, tumulus) pour localiser des galeries

Pièges vulnérants

Les pièges vulnérants tuent directement les campagnols. Il s'agit soit de pièges à guillotine (ex. Top-Cat®...) soit de pièges à pince (ex. Putange®) positionnés dans les galeries de circulation, en évitant celles d'évacuation conduisant aux tumulus (campagnol provençal).

Le piègeur dispose d'un certain nombre de pièges (5 à 10 minimum) et « tourne » dans la parcelle, zone par zone, en vidant et réarmant les pièges.

Pièges non vulnérants

- Les pièges non vulnérants ne tuent pas directement les campagnols.
- Il s'agit de pièges dits à goulotte qui sont constitués d'un tube ou d'une boîte avec un système de porte anti-retour.
- Ces pièges (ex. pièges Standby®, Scherman®, Longworth®, Ugglan®...) sont placés au sol, le long d'un obstacle (souvent associés à une barrière physique), parallèlement à ce dernier et décalé de quelques centimètres.

NB : certains pièges à goulotte dits pièges à dégagement (ex. Standby®) comportent un mécanisme (toit ouvrant) qui permet à un prédateur (hermine, belette) de s'échapper.

► Suivi

- Formation au piégeage (manipulation des pièges, connaissance des espèces cibles et non cibles)
- Surveiller les pièges très fréquemment
- Les vider et réarmer dès capture ou déclenchement (un piège déclenché ne piège plus)
- À déplacer en fonction des tumuli actifs ou lorsque l'animal a détecté le piège et le déclenche systématiquement sans se faire prendre.

NB : le campagnol des champs ne crée pas de tumulus (ou des petits tumulus fabriqués lorsque l'animal rejette la terre d'excavation devant les entrées de terrier, surtout en fin d'hiver lorsque les rongeurs réaménagent leurs terriers ou creusent de nouveaux terriers, mais ces petits tumulus un peu écrasés sur leur sommet par les allers et retours incessants des animaux qui repoussent la terre, sont difficiles à repérer).

FICHE n° 19 : PIÈGE MÉCANIQUE CONTRE LES CAMPAGNOLS



Temps de travail

Temps variable selon la pression, équivalent à plusieurs journées par an, interventions sur au moins deux périodes de l'année.

Le temps de piégeage va dépendre : de la pression de piégeage, du nombre et du type de piège, de la densité de campagnols, de la présence de taupes, de l'enherbement (qui dissimule les indices), de l'importance de la prédation naturelle, du niveau de réinfestation à partir des individus réfractaires au piégeage et des populations environnant le verger. Il faut aussi distinguer le piégeage « curatif » (sur des populations en place) du piégeage d'entretien lorsque le piègeur a assaini le verger et va piéger pour contrôler la réinfestation.

En cas de forte pression, le piégeage devient beaucoup trop chronophage pour arriver à maintenir les populations à un seuil tolérable.

Effets induits sur les aspects...	
Organisationnel	(-) Consommateur de temps pour le suivi régulier (4 à 5 fois plus de temps que pour lutter chimiquement à la main) (-) Contraintes de passage des engins agricoles (balisage des pièges) (!) Lutte collective indispensable pour limiter les réinfestations surtout s'il y a des prairies autour des vergers.
Agronomique	Pas d'incidence
Économique	(+) Durée de vie des mécanismes à ressort de plusieurs années (-) Coût de la main-d'œuvre (temps de suivi) Coût des pièges (+) Piège pince : 2-3 € TTC (unité) (-) Piège à guillotine : environ 40-50 € TTC (unité)
Environnemental	(+) Inoffensif pour l'environnement et l'homme (!) Seulement un risque modéré pour belette ou hermine qui peuvent circuler dans les galeries et dans les pièges de type Standby®. NB : la lutte chimique présente des risques importants pour la chaîne alimentaire et les animaux domestiques par ingestion d'animaux empoisonnés et dans une moindre mesure par consommation d'appâts empoisonnés. Elle est à proscrire en cas de fort inoculum (mesuré par un seuil d'interdiction).
Qualité des fruits	(+) Pas de résidus dans les fruits
Auxiliaires	(+) Les pièges à dégagement favorisent la présence de prédateurs sur la parcelle (renard, chat, hermine, etc.) qui consomment les campagnols dans les pièges

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

– Combinaison avec les autres méthodes de lutte alternative contre le campagnol : grillage d'exclusion (type Standby® ou de protection (**Fiche technique n° 22 « Grillage d'exclusion ou de protection »**) et système à explosion (**Fiche technique n° 23 « Système à explosion »**)

– Aménagements d'infrastructures agro-écologiques pour favoriser la prédation par les rapaces, renards, chats, hermines, blaireaux, putois, etc. **Fiche technique n° 2 « Lutte biologique par conservation »**

– Travail du sol : détruit les galeries. **Fiche technique n° 8 « Désherbage mécanique »**

– Contrôle génétique : choix du porte-greffe. **Fiche technique n° 6 « Contrôle génétique »**

– Prophylaxie sur l'environnement du verger : sortir et éliminer les fruits de la parcelle, entretien des friches aux abords de la parcelle (ex : fossés). **Fiche technique n° 1 « Prophylaxie »**

FICHE n° 19 : PIÈGE MÉCANIQUE CONTRE LES CAMPAGNOLS POUR EN SAVOIR PLUS

Incompatible ou inutile ou interactions négatives avec les techniques alternatives...

- Enherbement entre les rangs et sur le rang (prédation plus difficile, notamment si herbe haute ; légumineuses attractives pour campagnols)
- Paillage sur le rang
- Augmentation de la pression avec les filets Alt'Carpo monoparcelle, car ils empêchent la prédation par les rapaces

NB : ces techniques favorisent le campagnol (il n'y a pas d'incompatibilité en soi).

Pour en savoir plus...

- Tronel C., Bouniol M., 2013. Les méthodes de lutte alternative contre le campagnol provençal. *Infos-Ctifl*, 295, 32-35.

Lien commercial : <http://www.topcat.ch>



Piège à campagnols

FICHE n°20 : GRILLAGE D'EXCLUSION OU DE PROTECTION

► **Principe** : barrière physique contre les campagnols. Principe également valable pour d'autres ravageurs : cervidés, lapins...

Grillage d'exclusion : disposer un grillage enterré, de préférence avant plantation, autour des parcelles pour empêcher les campagnols ou autres ravageurs (cervidés) de rentrer sur la parcelle. Placer des pièges à dégageur pour les prédateurs à l'extérieur du grillage et des pièges (à guillotine ou à pince) à l'intérieur de la parcelle pour anticiper une entrée.

Grillage de protection : grillage mis en place avant plantation qui entoure le système racinaire des arbres pour empêcher les campagnols de s'y attaquer ; ou grillage/manchon protégeant le tronc contre les lapins.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour :

Grillage d'exclusion

- campagnol terrestre (*Microtus terrestris*)
- campagnol des champs (*Microtus arvalis*)
- campagnol provençal (*Microtus duodecimcostatus*)
- campagnol souterrain (*Microtus subterraneus*)
- cervidés

Grillage/manchon de protection

- campagnols
- lapins, lièvres
- castors



Temps de travail

Grillage d'exclusion

- Installation : autour de 20 h/ha ;
- Vérification du grillage : 15 min/ha par passage
- Entretien de l'enherbement autour du grillage : 1 h/ha par passage
- Pose des pièges de surface non vulnérants (type Standby®) et des pièges vulnérants (à guillotine ou à pince). Ces pièges sont à contrôler régulièrement.

Grillage/manchon de protection (installés pour la durée de vie du verger)

Protection campagnols : 50 à 100 h/ha pour la préparation du grillage et l'installation au moment de la plantation du verger (autour des racines)

P

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

- Important de « vider » la population présente dans le verger, de préférence avant l'implantation du grillage.
- Nécessité de maintenir la surveillance et éventuellement de mettre en œuvre une lutte complémentaire avec d'autres techniques à l'intérieur de la zone protégée.
- Importance de s'inscrire dans la démarche d'une **lutte collective*** et en combinaison avec d'autres moyens de lutte pour limiter la pression autour de la parcelle.

* Lutte collective organisée sous l'égide d'un organisme à vocation sanitaire (OVS) pour le domaine végétal : Fredon (Fédération régionale des groupements de défense contre les organismes nuisibles)



Manchon de protection sur pommier en verger Bio dans la Drôme

INRA Gottheron.

Moyens mis en oeuvre...

► Matériel/Technique

– **Grillage d'exclusion contre le campagnol** : environ 50 cm de haut, enterré d'au moins 40-50 cm, surtout pour le campagnol terrestre qui peut creuser jusqu'à plusieurs dizaines de centimètres de profondeur en fonction de la terre arable (si ce dernier est non présent, une vingtaine de centimètres de profondeur peut suffire), avec un rabat (10 cm) vers l'extérieur

– **Pièges non vulnérants** tous les 20-25 m à l'**extérieur** (et idéalement également à l'intérieur) de la parcelle le long du grillage (à 10 cm du grillage) de type pièges à dégagement (toit ouvrant) pour les prédateurs (ex. piège Standby®).

NB : il est important de maintenir une surface au sol bien désherbée entre le piège et le grillage (ou de placer des socles sous les pièges) pour augmenter l'efficacité du piégeage.

– **Pièges vulnérants à l'intérieur** du grillage de type pièges à pince ou pièges à guillotine

– Prévoir un moyen **d'accès** à la parcelle (« porte » qu'il ne faut pas oublier de refermer)

– **Fixation** sur des piquets en fer (type pour béton armé) tous les 10 m (prévoir le cas échéant un renfort avec des lattes tous les 3 à 5 m) afin d'éviter l'affaissement du grillage

– **Grillage d'exclusion contre les cervidés** : 2 m de haut et entourant la parcelle

– **Grillage/manchon de protection** : mailles adaptées au gabarit du bio-agresseur ciblé (campagnol, lapin, cerf...)

Les protections sont mises en œuvre au moment de la plantation :

– **Grillages autour des racines pour les campagnols** (treillis en fer galvanisé, maille de 13 mm, 50 cm de haut)

Faire un cylindre de 25-30 cm de diamètre autour du tronc, replier le grillage en bas et placer le grillage dans le trou de plantation, placer ensuite l'arbre avec la terre et enfin replier le grillage au-dessus.

– **Autres** : grilles ou tiges métalliques autour du tronc contre les cervidés, manchons en plastique à la base du tronc contre les lapins et lièvres.

► Suivi

– Formation sur la reconnaissance des espèces cibles et non cibles, les précautions à prendre

– Contrôle et entretien du grillage et des pièges régulièrement pour éviter le piégeage d'espèces ou de prédateurs non cibles pouvant rentrer dans les pièges (ex. belette, hermine)

– Observation des tumuli en verger et piégeage mécanique (à guillotine ou à pince) à l'intérieur du grillage pour éliminer les individus restants et prévenir les recolonisations

– Entretien régulier (fauche ou désherbage) le long du grillage (pour l'efficacité des pièges)

FICHE n°20 : GRILLAGE D'EXCLUSION OU DE PROTECTION

Effets induits sur les aspects...	
Autres bio-agresseurs	(+) Grillage d'exclusion permet aussi l'exclusion des lapins (voire des cervidés si grillage haut) (!) Le campagnol terrestre est capable de ronger et de sectionner des mailles de 1 mm. De même, les taupes peuvent ouvrir des galeries dans les grillages, ce qui peut permettre l'infestation par les campagnols.
Organisationnel	(+) Système de piégeage autonome (-) Désherbage très important et très contraignant autour du grillage (débroussailluse, herbicide...) (-) Entretien de la zone de piégeage nécessaire (-) Nécessite d'ouvrir le grillage à chaque intervention avec une machine ou de prévoir une porte (!) Système inadapté en fonction des contraintes de circulation entre les parcelles.
Agronomique	(!) Grillage de protection contre le campagnol : risque d'étranglement des racines.
Économique	Grillage d'exclusion (campagnols) - Longévité minimum du grillage de 5 ans. (-) Coût élevé pour de grandes parcelles => 2-4 € au mètre linéaire hors main-d'œuvre (10-12 € du mètre carré linéaire pose comprise) (-) Coût piège Standby : environ 60 € (unité) (-) Coût d'entretien de la barrière et désherbage plusieurs fois par an Grillage/manchon de protection - Campagnols : environ 2 €/arbre (soit environ 2 000 €/ha pour 1 000 arbres)
Environnemental	(+) Inoffensif pour l'environnement et l'homme (+) Pièges complémentaires au grillage assez spécifiques aux campagnols (!) Toutefois, présence plus ou moins importante d'escargots dans les pièges Standby. (!) Ne pas mettre les pièges trop près des grillages pour ne pas piéger des grenouilles et des crapauds. NB : la lutte chimique présente des risques importants pour la chaîne alimentaire et les animaux domestiques par ingestion d'animaux empoisonnés et dans une moindre mesure par consommation d'appâts empoisonnés. Elle est interdite en cas de fortes populations.
Qualité des fruits	Aucune incidence
Auxiliaires	(+) Les pièges à dégagement favorisent la présence de prédateurs sur la parcelle (renard, chat, hermine, etc.) qui consomment les campagnols dans les pièges à dégagement (type Standby) ou en longeant la barrière

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

- Combinaison avec les autres méthodes de lutte alternative contre le campagnol : piégeage mécanique (**Fiche technique n° 21 « Piégeage mécanique »**) et système à explosion (**Fiche technique n° 23 « Système à explosion »**)
 - Aménagements d'infrastructures agro-écologiques pour favoriser la prédation par les rapaces, renards, chats, hermines, blaireaux, putois, etc. **Fiche technique n° 2 « Lutte biologique par conservation »**
 - Travail du sol : détruit les galeries. **Fiche technique n° 8 « Désherbage mécanique »**
 - Contrôle génétique : choix du porte-greffe. **Fiche technique n° 6 « Contrôle génétique »**
 - Prophylaxie sur l'environnement du verger : sortir et éliminer les fruits de la parcelle, entretien des friches aux abords de la parcelle (ex. fossés). **Fiche technique n° 1 « Prophylaxie »**
- NB** : toutes les zones de friches et certaines cultures (ex. légumineuses) peuvent favoriser le développement du campagnol.

Incompatible ou inutile ou interactions négatives avec les techniques alternatives...

Le grillage de protection autour des racines contre le campagnol n'est pas compatible avec un travail du sol sur le rang, toutefois le désherbage mécanique par grattage superficiel est possible.

FICHE n°20 : GRILLAGE D'EXCLUSION OU DE PROTECTION POUR EN SAVOIR PLUS

En expé

Grillage d'exclusion

Expérimenté en vergers de pommier sur le site de La Pugère en Provence, au jardin du Lautaret en Haute-Savoie et en prairies par Perlim en Franche-Comté.

Pour en savoir plus...

- Sefra. Pomme poire : protection contre les campagnols [en ligne]. Disponible sur : http://91.121.55.183/pepra/mydms/pep_fruits/file_4e614e193d9cb.pdf [consulté le 12/06/2014]

- Tronel C., Bouniol M., 2013. Les méthodes de lutte alternative contre le campagnol provençal. *Infos-Ctifl*, 295, 32-35.

- Lien commercial

Andermatt : <http://shop.biocontrol.ch/webportal/showpage.asp?pagename=Biocontrol&ula=2>



Grillage d'exclusion à campagnol avec piège autour d'un verger de pommier

FICHE n°21 : SYSTÈME À EXPLOSION CONTRE LES CAMPAGNOLS

► **Principe** : détruire les galeries des campagnols par écoulement du système de galerie provoqué par une onde de choc qui détruit également la population présente d'un foyer.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier complémentaire pour :

- campagnol terrestre (*Microtus terrestris*)
- campagnol des champs (*Microtus arvalis*)
- campagnol provençal (*Microtus duodecimcostatus*)
- campagnol souterrain (*Microtus subterraneus*)



Temps de travail

- 40 h/ha sur parcelle fortement infestée
 - 20 h/ha si parcelle moyennement infestée
 - 8 h/ha en entretien
- Le nombre de passages dépend du niveau d'infestation.



Système à explosion permettant de détruire les galeries de campagnols

C

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

- Sol humide et non travaillé.
- Intervention sur l'ensemble de la longueur de la galerie.
- Importance de s'inscrire dans la démarche d'une **lutte collective*** et en combinaison avec d'autres moyens de lutte pour limiter la pression autour de la parcelle.
- Les niveaux d'efficacité mesurés dans les essais menés en prairies et vergers sont de 50 % en moyenne et vont dépendre pour une large mesure de la quantité de mélange gazeux injecté dans les galeries et du quadrillage du terrain.

* Lutte collective organisée sous l'égide d'un organisme à vocation sanitaire (OVS) pour le domaine végétal : Fredon (Fédération régionale des groupements de défense contre les organismes nuisibles)

Moyens mis en oeuvre...

► Matériel

Lance à gaz (Rodenator®)

► Technique

- Repérer les traces d'activité (terriers, trous, grattage, tumulus) pour localiser des galeries
- Traiter en premier la périphérie d'un foyer pour finir par le centre
- L'appareil permet de détruire les terriers en écoulant le système de galerie. Le mélange des gaz est composé d'un faible pourcentage de propane (2 %) et d'oxygène comprimé (98 %). Ce mélange propane et oxygène, à pression constante mesurée, pénètre dans le système de galeries. Une fois la combustion lancée par une étincelle, il en résulte une onde de choc qui évolue tout le long du système de galerie. Cette force déclenchée par onde de choc suffirait à écrouler le système de galeries et à tuer la population de campagnols présente (jeunes et adultes).

(!) Il ne faut pas traiter la galerie qui mène au tumulus, c'est une zone d'évacuation de terre et elle est souvent bouchée si le tumulus n'est pas frais.

(!) Se munir de protections auditives, casque, lunettes.

(!) Attention au respect des règles de sécurité liées à l'utilisation d'un procédé explosif.

Au vu du règlement UE 1107/2009, Le Rodenator® du fait de son mode d'action (onde de choc physique générée par l'appareil), n'est pas dans le champ réglementaire de l'AMM.

- Attention toutefois à la sécurité des opérateurs.

► Suivi

Observations des traces d'activité des campagnols (galeries, nouveaux tumulus...)

FICHE n°21 : SYSTÈME À EXPLOSION CONTRE LES CAMPAGNOLS

POUR EN SAVOIR PLUS

Effets induits sur les aspects...	
Organisationnel	(+) Adaptable en fonction de la pression du ravageur (+) Applicable sur de grandes surfaces de verger (+) Possibilité d'une lutte isolée ou individuelle (si pas de groupement de défense) (-) Contrôle et mesure difficiles de l'efficacité du traitement (-) Efficacité limitée qui permet seulement de maintenir le niveau de population (-) Plusieurs passages par an (minimum deux)
Économique	(-) Coût important en main-d'œuvre et gaz (environ 80 €/bonbonne par jour) - Coût d'investissement : 2 500 € - Coût en fonction du niveau d'infestation et des surfaces nécessitant son utilisation : 300-1 600 €/ha
Environnemental	(-) Nuisances sonores pour la faune et les riverains (-) Nuisances pour les prédateurs souterrains (!) Risque d'incendie l'été si conditions favorables (toutefois, le risque est réduit en verger car la densité d'herbe sèche est souvent faible, dans ce cas l'inflammation ne peut concerner qu'un petit secteur).
Qualité des fruits	(+) Pas d'impact
Auxiliaires	(-) Destruction de la faune du sol

Intéressante/interactions positives en combinaison avec les techniques alternatives...

- Combinaison avec les autres méthodes de lutte alternative contre le campagnol : piégeage mécanique (**Fiche technique n° 21 « Piégeage mécanique »**) grillage d'exclusion ou de protection (**Fiche technique n° 22 « Grillage d'exclusion ou de protection »**)
- Aménagements d'infrastructures agro-écologiques pour favoriser la prédation par les rapaces, renards, chats, hermines, blaireaux, putois, etc. **Fiche technique n° 2 « Lutte biologique par conservation »**
- Travail du sol : détruit les galeries. **Fiche technique n° 8 « Désherbage mécanique »**
- Contrôle génétique : choix du porte-greffe. **Fiche technique n° 6 « Contrôle génétique »**
- Prophylaxie sur l'environnement du verger : sortir et éliminer les fruits de la parcelle, entretien des friches aux abords de la parcelle (ex. fossés). **Fiche technique n° 1 « Prophylaxie »**

NB : toutes les zones de friches et certaines cultures (ex. légumineuses) peuvent favoriser le développement du campagnol

NB : ce système à explosion peut pallier la non-prédation sous filets paragrêles..

Incompatible ou inutile ou interactions négatives avec les techniques alternatives...

NB : Y a-t-il une adaptation du campagnol à cette méthode de lutte ?

- Il est probable que les campagnols (surtout le terrestre) fuient dans les profondeurs de leur terrier à la première explosion, ce qui expliquerait l'efficacité insuffisante.
- Construction de réseau de galeries plus en profondeur ?

Testé

Essai par la Chambre d'agriculture du Vaucluse, Ceta de Cavaillon, Station La Pugère (2 ans d'expérimentation).

Pour en savoir plus...

- Tronel C., Bouniol M., 2013. Les méthodes de lutte alternative contre le campagnol provençal. *Infos-Ctifl*, 295, 32-35.
- Vidéo de démonstration (Rodenator®) : <http://www.lafranceagricole.fr/video-et-photo-agricole/videos-tracteurs-et-machinisme/nuisibles-le-rodenator-explose-les-taupes-et-les-campagnols-33213.html>

FICHE n°22 : PRODUITS DIVERS PEU PRÉOCCUPANTS

Cette fiche présente quelques produits peu préoccupants pour l'environnement et la santé humaine. Ils ont différents modes d'action et ils présentent un intérêt plus ou moins important pour lutter contre les bio-agresseurs. Selon les produits, il peut y avoir ou non nécessité d'une autorisation de mise sur le marché.

Produits disposant d'une autorisation de mise sur le marché (AMM)

► Glu

La glu agit comme une barrière physique pour certains ravageurs (attention aux brûlures et à la phytotoxicité sur jeunes arbres).

– Sur **abricotier**, sur **cerisier** et sur **pêcher**, la glu est intéressante pour empêcher la montée des **forficules** dans les arbres (bandes engluées placées autour des troncs). Lorsque la glu est utilisée, il faut également veiller à enlever les branches qui touchent le sol pour ne pas faire de ponts pour les forficules.

– Sur **pêcher**, la glu est également intéressante contre les **charançons phyllophages** (application sur les surgreffages).

– Sur **châtaignier**, la glu est intéressante contre le périclype, s'il y a greffage, ou sur jeunes plantations.

– Sur **olivier**, la glu est intéressante pour limiter la présence de fourmis qui empêchent l'action des auxiliaires de la **cochenille noire de l'olivier** (mais elle est longue à appliquer et doit être souvent renouvelée : les moyens préventifs sont plus efficaces). Elle est également intéressante contre l'**otiorhynque** (application sur tronc) qui est surtout un problème sur jeunes plantations (les dégâts sont insignifiants une fois que les charpentières sont installées).

– Sur **vigne** (raisin de table), la glu peut être intéressante contre les **escargots**. Cette technique n'est pas vraiment utilisable sur de grandes surfaces, mais peut être intéressante en application localisée sur certaines zones de la parcelle plus particulièrement affectées. Une limite de cette technique est, qu'au fur et à mesure, les escargots collés font des ponts pour les suivants et permettent ainsi à ces derniers de progresser vers les organes aériens.

NB : la glu est autorisée en agriculture biologique lorsqu'elle n'est pas directement au contact de l'arbre, mais sur des bandes plastiques engluées. Ces bandes engluées peuvent également être utilisées sur de jeunes arbres pour éviter les risques de brûlures et de phytotoxicité.

Référence

• Chambre régionale d'agriculture Languedoc-Roussillon, 2010. **Fiche technique n° 13** : Forficule. In : Guide de la protection raisonnée et biologique en Languedoc-Roussillon, Fiches techniques, coll. SudArbo. Disponible sur :

<http://www.languedocroussillon.chambagri.fr/fiches-sud-arbo.html> [consulté le 06/06/2014]

► Terpènes d'agrumes

Les terpènes d'agrumes sont utilisés efficacement contre les **cicadelles vertes** en **clémentinier**.

=> <http://www.fredon-corse.com/standalone/3/5ED59ffM4Lg18u85cEfAj0c0.pdf>

Ils sont aussi utilisés en **vigne** pour raisin de table en couverture préventive contre l'**oïdium** (bonne efficacité surtout en mélange avec des doses réduites de soufre) et le **mildiou** (efficacité plus faible), mais leur efficacité n'est souvent pas suffisante et ils doivent être utilisés en complément d'autres moyens. Les terpènes d'agrumes auraient également une action sur les cicadelles vertes et les thrips. => http://www.vivagro.fr/images/stories/fiche_technique/ft%20vigne%20prev-am.pdf

► Tourteaux de ricin

Les tourteaux de ricin ont un effet freinant contre les **campagnols**. Toutefois, il faut prendre des précautions pour leur utilisation, car le ricin est toxique pour les animaux domestiques (et pour l'homme) par ingestion.

► Bicarbonate de potassium

Le bicarbonate de potassium est intéressant contre l'**oïdium** sur groseillier, sur cassissier et sur framboisier et contre l'**oïdium** sur vigne avec un effet secondaire intéressant sur le mildiou. => <http://www.desangosse.fr/produits/n-u-346345000073.pdf>

FICHE n°22 : PRODUITS DIVERS PEU PRÉOCCUPANTS

En fruits à pépins, il peut être utilisé contre la **tavelure** en protection des **contaminations secondaires** (attention, il est phytotoxique s'il est utilisé pendant la période des contaminations primaires). Le bicarbonate de potassium a également un effet secondaire sur les **maladies de la suie** et des **crottes de mouche**, voire sur les maladies de conservation (5 kg/ha ou 3 kg/ha + 2 kg de soufre/ha).
=> http://www.staehler.ch/typo3temp/tx_staehlerproducts/armicarb.pdf?cachebreaker=924349

Produits en cours d'étude

Si nécessaire (efficacité intéressante), le statut réglementaire de ces produits devra être précisé.

► Savon noir (savon potassique)

Le savon noir est intéressant pour lessiver le miellat des pucerons et des psylles et empêcher la fumagine de se développer sur clémentiniers, oliviers, pêchers (pucerons farineux) et poiriers (psylle du poirier).

► Engrais foliaires

Certains engrais (ex. manganèse) sont intéressants pour lutter contre la **rouille en abricotier et pêcher**, contre le *Fusicoccum* en amandier et contre le mildiou en vigne.

► Pâte de chancre hypovirulent

On utilise une pâte de chancre hypovirulent, correspondant à un amas de souches de champignons vivants contaminés par un virus *Cryphonectria*, pour lutter contre le chancre de l'écorce sur châtaignier.



Bande de Glu posée sur le tronc du pommier

TECHNIQUES PROSPECTIVES

FICHE n°23 : BÂCHE ANTI-PLUIE

TECHNIQUE À L'ÉTUDE

► **Principe** : pose d'une bâche plastique « anti-pluie » au-dessus des arbres pour que le feuillage ne soit pas mouillé lors d'épisodes pluvieux.

► Espèces concernées et bio-agresseurs ciblés

Levier principal pour :

- **tavelure** (*Venturia inaequalis*) sur **pommier en expérimentation depuis 4 ans**
- **gloeosporioses sur pommier**, effet attendu mais non validé
- **tavelure** (*Venturia pyrina*) sur poirier, effet attendu mais non étudié
- **monilioses et autres maladies de conservation sur cerisier** par limitation du phénomène d'éclatement du fruit par la pluie (en cours d'étude, non validé)
- **monilioses sur mirabellier** (en cours d'étude mais non validé)

► Dans quelles conditions la solution est-elle efficace ?

- Dans le cas de la tavelure du pommier, déployer les bâches début mars **avant le début des contaminations primaires** et replier les bâches **après récolte voire dès la fin des contaminations primaires** (si pas de taches de tavelure dans le verger) pour limiter l'incidence sur les besoins en eau des arbres et sur la qualité des fruits.
- Sur cerisier, déployer les bâches à la véraison (début du risque éclatement) et les replier dès la fin de la récolte pour assurer un éclaircissement suffisant de la frondaison.
- Ne pas laisser d'espace à la jointure des bâches (cas du pommier)
- Prévoir une largeur suffisante pour couvrir l'ensemble du rang.
- Orientation des rangs d'arbres (et des bâches) dans la direction des vents dominants pour éviter les entrées latérales lors de pluie avec vent.

P

Moyens mis en oeuvre...

► Matériel/Technique

Pommier

- Infrastructure du verger adéquate (poteaux enfoncés de 1 m, câbles de faitage, câbles transversaux)
- Matériel de fixation de la bâche (mousquetons, sandow), plaquettes ou tendeurs pour filet paragrêle, bâche plastique de 1,40 m de large (selon la distance entre rang)

Deux modalités :

- bâche fixée sous le filet paragrêle
- bâche combinée (soudée) avec le filet paragrêle (prototype en test en 2014)

Cerisier

Deux modalités :

- bâche en système tunnel (arceaux surélevés et poteaux) en monorang
- bâches-filets **en expé** en système monorang (palissage, poteaux)

► Suivi

- Vérifier que les jointures soient bien étanches et que l'inclinaison et la tension de la bâche permettent un bon écoulement de l'eau de pluie
- Vérifier l'intégrité du système (absence de déchirures) après chaque événement climatique

Pommier

Faire un contrôle des pousses et fruits dès la sortie potentielle des premières taches (vers mai, en fonction des dates de contamination) et ensuite un suivi mensuel du pourcentage de pousses et fruits tavelés jusqu'à la récolte.

Cerisier

Contrôle régulier des fruits en période de sensibilité aux monilioses.



Temps de travail

Temps d'installation pour un prototype expérimental (hors palissage)

Pommier

- Bâche séparée du filet paragrêle : environ 100 h/ha
- Bâche combinée au filet paragrêle : environ 150 h/ha

Temps d'ouverture/fermeture des bâches par an

- **Pommier** monoparcelle (bâches-filets) : 40-60 h/ha par opération
- **Cerisier** système arceaux : 150-300 h/ha selon le système
- **Cerisier** système monorang bâches-filets : 70-100 h/ha par opération

FICHE n°23 : BÂCHE ANTI-PLUIE

Effets induits sur les aspects...						
Autres bio-agresseurs	(+) Sur cerisier, le système bâches-filets en expérimentation doit permettre de lutter contre les mouches (-) Sur pommier, peut accentuer la maladie de la suie et la maladie des crottes de mouche (selon les années et en l'absence totale de traitement fongicide : observé en 2013 sur Braeburn, en 2014 sur Rosy Glow). Expression de l'Oïdium (2014 sur Gala).					
Organisationne	(-) Temps de travaux annuels en augmentation, notamment si gestion du repliement des bâches en période de récolte des cerises ou pommes d'été (-) Influence sur la gestion de l'irrigation et de la fertilisation : nécessité d'adapter les apports d'eau et de fertilisants - Entrave le passage de la Darwin® (matériel pour l'éclaircissage mécanique) ou de la plateforme sur les premiers prototypes mais améliorations apportées sur la fixation et/ou le remplacement des tendeurs sur les nouveaux dispositifs.					
Agronomique	(+) Sur cerisier, limite le phénomène d'éclatement (raison principale de sa mise en place en cerisier) (+) Humectations hors bâches plus fréquentes que sous bâches. Néanmoins, indices d'humectation sous bâches élevés dans certains cas. (+) Pas de différences significatives de température sous bâche ou hors bâche - Pollinisation non perturbée a priori sauf en cerisier avec des systèmes très confinés - Sur pommier, limite les brûlures du soleil selon bibliographie canadienne, mais non observé en France (-) Par ciel dégagé, jusqu'à 40 % d'interception de la lumière sous bâche comparé à un verger non bâché. L'interception par les bâches est moindre (10 %) à ciel couvert (-) En cerisier, fort impact sur le dégarnissement des charpentières et forte augmentation de la vigueur (nécessitant une très bonne maîtrise de la taille) (!) En cerisier, nombre d'ancrages pouvant perturber la qualité du désherbage/travail du sol - En cerisier, dans le cas particulier des systèmes de protection très confinés (tunnels très bas) qui ne sont pas la majorité des situations, on note une avancée de la maturité - En pommier, une avancée de la maturité est citée par la bibliographie canadienne (Mitham, 2008) (non validée en France).					
Économique	(!) Risque de manque de résistance au vent. Des adaptations sont à l'étude avec d'autres types de bâches.					
	<table border="0"> <tr> <td>Pommier</td> <td>Coût du matériel (sans palissage)</td> <td>Cerisier</td> </tr> <tr> <td>Sur pommier l'amortissement annuel a été évalué sur 6 ans ; il peut être à considérer sur une période plus courte (évaluation en cours dans les essais en place).</td> <td>- Filet paragrêle : 0,25 - 0,40 €/m². Matériel complet : 1 €/m² - Bâche anti-pluie combinée filet paragrêle : 1,30-1,40 €/m². Matériel complet : 1,70 €/m² - Bâche anti-pluie seule : 1 €/m²</td> <td>- Système d'arceaux surélevés (tunnel) : coût du matériel : environ 50 000 €/ha - Système monorang en expérimentation (pas de coût/ha disponible)</td> </tr> </table>	Pommier	Coût du matériel (sans palissage)	Cerisier	Sur pommier l'amortissement annuel a été évalué sur 6 ans ; il peut être à considérer sur une période plus courte (évaluation en cours dans les essais en place).	- Filet paragrêle : 0,25 - 0,40 €/m ² . Matériel complet : 1 €/m ² - Bâche anti-pluie combinée filet paragrêle : 1,30-1,40 €/m ² . Matériel complet : 1,70 €/m ² - Bâche anti-pluie seule : 1 €/m ²
Pommier	Coût du matériel (sans palissage)	Cerisier				
Sur pommier l'amortissement annuel a été évalué sur 6 ans ; il peut être à considérer sur une période plus courte (évaluation en cours dans les essais en place).	- Filet paragrêle : 0,25 - 0,40 €/m ² . Matériel complet : 1 €/m ² - Bâche anti-pluie combinée filet paragrêle : 1,30-1,40 €/m ² . Matériel complet : 1,70 €/m ² - Bâche anti-pluie seule : 1 €/m ²	- Système d'arceaux surélevés (tunnel) : coût du matériel : environ 50 000 €/ha - Système monorang en expérimentation (pas de coût/ha disponible)				
Environnemental	(+) Pommier : diminution, voire suppression totale de fongicides sous les bâches (-) Bâches non biodégradables (-) Même impact paysager qu'un filet paragrêle					
Qualité des fruits	<table border="0"> <tr> <td>Pommier</td> <td>Cerisier</td> </tr> <tr> <td>À priori, sur les variétés (clones) travaillées, pas d'influence négative de la bâche sur la coloration des fruits malgré une diminution de la lumière interceptée. Les résultats sont à valider sur plusieurs campagnes et sur différentes variétés. Il en est de même pour les caractéristiques physico-chimiques des fruits (fermeté, acidité). Selon la charge, une différence de fermeté et d'acidité a été observée pour les modalités sous bâche, mais les observations sont à poursuivre.</td> <td>En général, peu d'influence de la bâche sur la qualité des fruits, sauf dans le cas particulier des systèmes très confinés (avancée de la maturité donc taux de sucre plus élevé pour une même date de récolte)</td> </tr> </table>	Pommier	Cerisier	À priori, sur les variétés (clones) travaillées, pas d'influence négative de la bâche sur la coloration des fruits malgré une diminution de la lumière interceptée. Les résultats sont à valider sur plusieurs campagnes et sur différentes variétés. Il en est de même pour les caractéristiques physico-chimiques des fruits (fermeté, acidité). Selon la charge, une différence de fermeté et d'acidité a été observée pour les modalités sous bâche, mais les observations sont à poursuivre.	En général, peu d'influence de la bâche sur la qualité des fruits, sauf dans le cas particulier des systèmes très confinés (avancée de la maturité donc taux de sucre plus élevé pour une même date de récolte)	
Pommier	Cerisier					
À priori, sur les variétés (clones) travaillées, pas d'influence négative de la bâche sur la coloration des fruits malgré une diminution de la lumière interceptée. Les résultats sont à valider sur plusieurs campagnes et sur différentes variétés. Il en est de même pour les caractéristiques physico-chimiques des fruits (fermeté, acidité). Selon la charge, une différence de fermeté et d'acidité a été observée pour les modalités sous bâche, mais les observations sont à poursuivre.	En général, peu d'influence de la bâche sur la qualité des fruits, sauf dans le cas particulier des systèmes très confinés (avancée de la maturité donc taux de sucre plus élevé pour une même date de récolte)					
Auxiliaires	À priori, la bâche n'est pas une barrière pour les auxiliaires.					

FICHE n°23 : BÂCHE ANTI-PLUIE

POUR EN SAVOIR PLUS

Intéressante/interactions positives en combinaison avec...

- **Prophylaxie** (retrait/enfouissement des feuilles, broyage ou application d'urée...).
- **Filet Alt'Carpo monoparcelle (pommier) ou filet Alt'Mouche monorang (cerisier).**

Incompatible ou inutile ou interactions négatives avec les techniques alternatives...

Cerisier : désherbage mécanique plus laborieux sous bâche lié à la présence de poteaux.

En expé

► Pommier (Ctifl, site de Lanxade, Dordogne) : *étude en cours sur la tavelure*

En 2013 par exemple, avec une pression tavelure dans un témoin non traité sur Braeburn (Mariri Red) de 95 % de pousses touchées par la tavelure et 100 % de fruits à la récolte précédente, la modalité bâchée (système bâches seules) sans aucun fongicide a présenté un maximum de 3 % de pousses avec des symptômes de tavelure début juillet et moins de 1 % sur fruits de juin jusqu'à la récolte.

Il en a été de même pour la variété Gala (Brookfield), dont le dispositif bâché non traité a atteint un maximum de 2 % de pousses attaquées et moins de 0,5 % de fruits à la récolte. Ces résultats confirment ceux des années précédentes.

Par contre, en 2012 et 2013, les relevés réalisés dans un dispositif avec un prototype de bâches étroites (70 cm) couplées à du filet paragrêle montrent les limites de la protection et n'ont pas permis de protéger le verger lors de la période des contaminations primaires. Une adaptation du dispositif à une conduite en mur fruitier et/ou la conception d'une bâche plus large (1,40 m) combinée à du filet paragrêle plus large est à l'étude (en place depuis 2014).

► Cerisier (Ctifl, site de Balandran dans le Gard et station expérimentale de La Tapy dans le Vaucluse) : *étude en cours sur les monilioses* : systèmes bâche-filets en monorang

► Prunier (mirabellier) (station Arefe, Lorraine) : *étude en cours sur les monilioses*

► Kiwi (essais en Italie et en Nouvelle-Zélande) : *étude en cours de bâches contre la bactérie Pseudomonas syringae pv. actinidiae*

► Raisin de table : essai de bâches monorang et de serres contre l'éclatement (et les maladies).

À étudier

- Effets attendus mais non encore étudiés : **tavelure** du poirier (*Venturia pyrina*) et **gloeosporioses** sur pommier

- Protection contre le gel (effet observé en 2012 dans le Sud-Ouest)

=> Risque d'effondrement si prise de glace dans la bâche avec lutte anti-gel par aspersion ?

=> Risque d'effondrement si neige tardive (au printemps) ou précoce (à l'automne sur Cripps Pink par exemple) ?

Pour en savoir plus...

► Pommier

• Mitham P., 2008. Undercover apples. *Good Fruit Grower*, 15 janvier 2008, 20-21 (référence canadienne)

• Zavagli F., 2013. Protection des pommiers contre la tavelure : la bâche anti-pluie, un moyen innovant à l'étude. Infos-Ctifl, 289, 22-29. Disponible sur : http://www.ctifl.fr/ecophytopic/infos_ctifl/infos%20289/289p22-29.pdf [consulté le 28/04/2015]

• Zavagli F., Verpont F., Giraud M., Favareille J., 2014. Les bâches anti-pluie en verger de pommier. Rencontres phytosanitaires fruits à pépins Ctifl/SDQPV, 19-20 mars 2014, Ctifl, Centre de Lanxade, Prignonrieux.

► Cerisier

• Arregui M., 2002. Protection contre l'éclatement. Un coût encore élevé. *Réussir fruits et légumes*, 212, 64-67.

• Arregui M., 2004. Couvertures anti-pluie. Une panoplie de systèmes disponibles. *Réussir Fruits et Légumes*, 227, 60-61. •

• Charrel Y., 2004. Lutte contre l'éclatement par couverture plastique. *Horta del Rossello*, 217, 4.

• Serfel, 2004. Protection de la cerise contre l'éclatement. Les couvertures anti-pluie, où en est-on ? Éditions Offset avenir, 32 p. (disponible gratuitement sur demande à la Serfel)

FICHE n°24 : STIMULATEURS DE DÉFENSE DES PLANTES (SDP)

Technique à l'étude

Définition d'un SDP

Les stimulateurs de défense des plantes (SDP) ou stimulateurs des défenses naturelles (SDN) sont des « substances ou produits, naturels ou non, capables d'induire (ou de préparer à l'induction), chez les plantes traitées, un état de résistance aux bio-agresseurs » (AFPP-CEB DT n° 18). Les molécules possédant la capacité d'induire une cascade de réactions de défense dans la plante sont appelées « éliciteurs ». Le réseau mixte technologique RMT Elicitra définit également par SDP « toute substance ou tout microorganisme vivant non pathogène qui, appliqué sur une plante, est capable de promouvoir un état de résistance significativement plus élevé par rapport à une plante non traitée face à des stress biotiques ». La notion de SDP est donc liée à un mode d'action et non à la nature du produit (ou de la substance) qui peut être d'origine naturelle ou de synthèse. Les SDP ont une action indirecte sur les bio-agresseurs. C'est en activant différents mécanismes au sein de la plante qu'ils vont concourir à la rendre plus résistante aux attaques des bio-agresseurs.

Il faut cependant noter que le mode d'action spécifique des éliciteurs (induction des réactions de défense de la plante) peut être associé ou se confondre à d'autres effets des produits. Certains produits peuvent aussi avoir un effet direct sur les bio-agresseurs en plus de leur action SDP *stricto sensu*. De même, des produits ayant un effet biostimulant sur la plante (par exemple en favorisant une meilleure alimentation) peuvent permettre à la plante de mieux se comporter lors des attaques des bio-agresseurs, mais sans être des SDP car n'ayant pas une activité spécifique d'induction des réactions de défense.

Appartenir à la catégorie SDP/SDN n'est pas une garantie d'innocuité, même si la plupart de ces produits présentent un risque toxicologique et écotoxicologique faible.

Comment évaluer l'efficacité d'un SDP ?

Du fait de la complexité des mécanismes mis en jeu et de la confusion possible entre les modes d'action des produits, une méthodologie précise d'évaluation des produits SDP a été définie dans le cadre du RMT Elicitra (*Guide méthodologique d'évaluation de l'efficacité des SDP*). Il est fortement conseillé de se rapprocher de laboratoires spécialisés dans la caractérisation des réactions de défense des plantes au niveau cellulaire si on veut objectiver un effet spécifique de type SDP.

Avant de réaliser une expérimentation au champ, il est utile de déterminer l'efficacité d'un SDP en conditions contrôlées. Deux options sont possibles : tester sa capacité de protection sur un bio-agresseur cible en contamination artificielle et/ou vérifier ses propriétés de stimulation du système immunitaire de la plante.

La première option nécessite de savoir conserver et multiplier le bio-agresseur et de reproduire des symptômes en conditions contrôlées, ce qui peut poser problème dans certains cas. La deuxième option suppose que l'on sache mesurer le niveau d'expression des défenses de la culture. Pour cette dernière option, un outil moléculaire a été mis au point sur pommier par l'Inra d'Angers (Marolleau *et al.*, 2013).

État des lieux des produits dits SDP disposant d'une autorisation de mise sur le marché (AMM)

Plusieurs produits disposent d'une AMM en tant que « stimulateur des défenses naturelles ». Les substances homologuées en arboriculture comme « stimulateur des défenses naturelles » (<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>) sont, en juin 2014 : le *Bacillus subtilis*, le fenugrec, la laminarine et le prohexadione-Ca.

▼ Quels produits ont réellement un effet SDN/SDP ? Quelle est l'efficacité de ces produits pour lutter contre les bio-agresseurs ?

Des études sur l'efficacité des SDP ont été réalisées par différentes structures utilisant des méthodologies et des protocoles peu harmonisés. Les résultats de ces études sont parfois assez contradictoires. L'objectif du RMT Elicitra est donc d'approfondir les connaissances scientifiques sur les mécanismes, de développer des outils moléculaires et de renforcer la standardisation des procédures pour évaluer objectivement l'efficacité des SDP. Des travaux sont donc en cours dans ce domaine.

Des essais de SDP contre le feu bactérien ont été effectués en vergers par la Chambre d'agriculture du Vaucluse et par la station d'expérimentation de La Pugère dans les Bouches-du-Rhône (Rouillé, 2007 ; Coupard, 2008, 2009, 2010 ; Berud, 2011, 2012, 2013 ; Ricavy et Dufils, 2005, 2011).

D'autres résultats d'essais (en vergers et en conditions contrôlées) réalisés par différentes structures et sur différents SDP sont renseignés sur le site internet d'Elicitra (http://elicitra.org/index.php?rub=livrables_du_rmt).

FICHE n°24 : STIMULATEURS DE DÉFENSE DES PLANTES (SDP)

Limites actuelles

Les SDP sont plus ou moins sélectifs (défense contre un ou plusieurs bio-agresseurs) et chaque SDP a une efficacité variable selon les bio-agresseurs.

Par ailleurs, les SDP ont soit une **action directe** d'induction de réactions de défense en **contexte non infectieux**, soit un **effet potentialisateur** ou *priming* de défenses induites **en conditions infectieuses**.

Les applications de SDP montrent souvent une efficacité supérieure en conditions contrôlées (laboratoire ou serre) par rapport aux conditions de plein champ (vergers).

Une des hypothèses serait qu'en conditions extérieures la plante est stressée en permanence, ce qui stimulerait en continu ses réactions de défense. Dans ce contexte, l'effet des SDP (de type action directe) sur les défenses des arbres est de fait nul ou très faible en verger.

Le manque d'efficacité des SDP dépend également d'un ensemble de facteurs liés à la fois au **produit** (formulation, interaction avec d'autres produits : SDP ou produits phytopharmaceutiques, mode d'application, type de pulvérisation, dose, fréquence, période d'application), à la **plante** (stade de développement des organes, génotype, vigueur, stress biotique : plante saine ou malade au moment de l'application), au **bio-agresseur** (génotype, pression de la maladie, épidémiologie) et à **l'environnement** (stress thermique et/ou hydrique, lumière, vent, hygrométrie, propriétés du sol : nutrition en minéraux). La hiérarchie de ces différents facteurs n'est toutefois pas connue.

Des études sont menées pour maîtriser certains de ces facteurs : essais sur la formulation, le mode d'application, la concentration, la fréquence des produits à appliquer à différents stades de développement des arbres, effet des conditions environnementales, effet variétal...

Perspectives

Les SDP sont en cours d'expérimentation dans différentes structures et sur différentes espèces fruitières (ex. pommier par l'Inra d'Angers, prune d'Ente par le BIP...). Certains produits sont en cours d'homologation (ex. constitution du dossier d'homologation de l'acibenzolar-s-méthyl).

Aspects réglementaires

Aujourd'hui, les spécialités commerciales présentant au plan physiologique un mode d'action de type SDP se retrouvent sous des statuts réglementaires différents.

Certaines spécialités commerciales disposent d'une AMM comme produit phytosanitaire, ces produits sont donc utilisables en tant que tel. Ils doivent figurer sur les registres des traitements s'ils sont utilisés.

D'autres spécialités, pouvant présenter un mode de fonctionnement de type SDP, ne disposant d'aucune AMM, sont enregistrées comme engrais (norme NFU). Ces produits ne peuvent pas mentionner les cibles phytosanitaires et ne peuvent pas être utilisés en tant que tel. Ils ne peuvent en aucun cas figurer sur le registre des traitements phytosanitaires.

Il existe enfin des spécialités commerciales dont les AMM sont anciennes, qui présentent au plan physiologique un mode d'action de type SDP, mais qui ne le précise pas. Ces produits sont considérés au plan réglementaire comme « simple » produit phytosanitaire (ex. Fosétyl d'aluminium utilisé contre certains champignons).

Le développement actuel de ce type de produit impose une clarification quant à l'évaluation du mode d'action des produits candidats à la rubrique SDP et enfin de leur statut réglementaire. Il est donc essentiel de suivre l'évolution en cours dans ce domaine.

FICHE n°24 : STIMULATEURS DE DÉFENSE DES PLANTES (SDP)

POUR EN SAVOIR PLUS

Pour en savoir plus...

- Bérud M., Comptes-rendus annuels d'expérimentation, Station d'expérimentation arboricole La Pugère, 2011 à 2013.
- Coupard H., Comptes-rendus annuels d'expérimentation, Station d'expérimentation arboricole La Pugère, 2008 à 2010.
- MAAF, E-phy [en ligne]. Disponible sur : <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/> [consulté le 12/06/14]
- Marolleau B., Staub J., Barrière Q., Indiana A., Gravouil C., Chartier R., Heintz C., Devaux M., Tharaud M., Paulin J.-P., Dugé de Bernonville T., Brisset M.N., 2013. La qPFD : un outil de criblage de produits à effet « stimulateur de défense ». *Phytoma - La défense de cultures*, 664, 42-45.
- Ricavy I., Dufils A., 2005. Comptes-rendus annuels d'expérimentation, Station d'expérimentation arboricole La Pugère.
- Ricavy I., Dufils A., 2011. Comptes-rendus annuels d'expérimentation, Station d'expérimentation arboricole La Pugère.
- RMT Elicitra [en ligne]. Disponible sur : <http://www.elicitra.org/> [consulté le 12/06/14]
- RMT Elicitra [en ligne]. Tableau de synthèse des essais d'efficacité. Disponible sur : http://elicitra.org/index.php?rub=livrables_du_rmt [consulté le 12/06/14]
- RMT Elicitra/Arvalis-Institut du végétal/Vegenov, 2013. Guide méthodologique d'évaluation de l'efficacité des stimulateurs des défenses des plantes [en ligne], 35 p. Disponible sur : http://www.elicitra.org/index.php?rub=livrables_du_rmt [consulté le 12/06/14]
- Rouillé F., 2007. Lutte contre le feu bactérien sur poiriers : évaluation d'un SDN. Miffel, 16-18 octobre 2007, Avignon.
- Végénov [en ligne]. Disponible sur : <http://www.vegenov.com/> [consulté le 10/06/14]

FICHE n°25 : AUTRES TECHNIQUES PROSPECTIVES

L'objectif de cette fiche est de lister, de façon très prospective, certaines techniques en cours d'expérimentation. Ces techniques ne sont cependant pas suffisamment validées pour en déduire leur efficacité dans de larges conditions de culture. **Dans la limite du respect de la réglementation**, elles peuvent être introduites « expérimentalement » au sein des itinéraires techniques sur certaines parties du verger, en liaison étroite avec le conseiller, pour voir si elles peuvent contribuer à solutionner un problème difficilement maîtrisable par les techniques alternatives actuellement disponibles.

Pour certaines de ces techniques, si elles s'avèrent efficaces, un cadre technique (dose, positionnement, stratégie d'utilisation...) et réglementaire (AMM, non AMM) devra être précisé.

Introduction d'animaux

L'expérience de différents producteurs montre que les animaux peuvent avoir des effets intéressants à différents niveaux dans les vergers : **dégradation de la litière foliaire** (intéressant pour la tavelure ou la stemphyliose) liée au piétinement et aux rejets uréiques, **consommation des fruits abîmés** au sol (inoculum monilia, mouches, balanin des châtaignes, carpocapse des châtaignes...), piétinement (ex. par les brebis) qui dérange les **campagnols**, **fertilisation** par les rejets organiques, traction animale pour le labour (ex. par les chevaux). Les animaux peuvent également permettre une **diversification** des activités de l'exploitation (valorisation économique des animaux).

Enherbement sur le rang

Un essai conduit par le Grab (2004-2008) a permis de tester l'effet de l'enherbement total dans des vergers de **pêchers** (enherbement naturel sur l'interrang et semis de trèfle blanc sur le rang) sur le développement des monilioses (Gomez et Mercier, 2008). Cet essai a permis d'observer une réduction du développement des **monilioses** pendant la phase de conservation des fruits avec la modalité enherbement total (par rapport à un désherbage mécanique sur le rang).

Par ailleurs, des études en **vigne** ont permis de mettre en évidence que l'enherbement total permet de diminuer la vigueur de la vigne, ce qui la rend moins sensible aux maladies telles que le **Botrytis**, l'oïdium, le mildiou ou la **pourriture acide**. Cela permet également de limiter les attaques de **thrips** de type **Frankiniella** (les thrips restent dans les fleurs au sol et ne viennent pas sur la vigne : pour cela, il ne faut pas faucher l'enherbement naturel lorsqu'il y a des fleurs).

Enfin, des études (FIBL en Suisse, Grab, Inra, IFPC, Cefel en France...) sont menées pour trouver des plantes à semer sur le rang ayant des caractéristiques intéressantes. Par exemple : peu concurrentes, couvre-sol, ayant un effet allélopathique sur les adventices, peu attractives pour les campagnols...

Références

- Garcin A., Bussi C., Corroyer N., Dupont N., Fourrie L., Gomez C., Ondet S.J., Parveaud C.-E., 2013. Verger en agriculture biologique – modes de gestion du sol sur le rang. *Infos-Ctifl* [en ligne], 291, 50-53. Disponible sur : http://www.fruits-et-legumes.net/revue_en_ligne/infos_Ctifl/infospdf/infos%20291/291p50-53.pdf [consulté le 12/06/2014]
- Gomez C., Mercier V., 2008. Effet de l'enherbement total sur le développement des monilioses. *L'Arboriculture fruitière*, 628, 20-23.
- Lavigne D., 2011. Raisin de table : maîtrise de l'entretien sur le rang par l'enherbement [en ligne]. Compte-rendu Essai 2010. Disponible sur : http://www.mp.chambagri.fr/IMG/pdf/Raisin_Maitrise_entretien_rang_enherbement.pdf [consulté le 12/06/2014]
- RMT DévAB, 2009. **Axe 1 – Agronomie – Fiche n° 7 : L'enherbement permanent en AB [en ligne]**. Disponible sur : http://www.devab.org/moodle/pluginfile.php/1364/mod_resource/content/1/Agronomie_Fiche7_enherbement_MD.pdf [consulté le 12/06/2014]

Phytothérapie

► Purin (ortie, consoude ou autre)

Pour le purin d'ortie, l'utilisation doit s'effectuer dans le respect de l'arrêté du 18 avril 2011 autorisant la mise sur le marché du purin d'ortie en tant que préparation naturelle peu préoccupante à usage phytopharmaceutique.

Essais de pulvérisation sur **framboisiers** (expé Chambre d'agriculture de Corrèze/Aspro PNPP) : efficacité indirecte. L'odeur de

FICHE n°25 : AUTRES TECHNIQUES PROSPECTIVES

décomposition du purin attire des organismes de la faune du sol (ex. mille-pattes, staphylins) qui pensent trouver des organismes saprophages/détritiphages à manger (ex. collemboles). Ils ne trouvent pas ce qu'ils attendent, mais trouvent les pucerons et les mangent (prédation visible sur les framboisiers). Ces auxiliaires sont intéressants même lors d'attaques assez importantes de pucerons.

► Prêle/argiles

- Essai contre les **maladies de conservation et le feu bactérien sur poirier**.

Références

- Aspro PNPP, 2012. **Fiche n° 1 : Extraits fermentés** [en ligne]. Disponible sur : <http://www.aspro-pnpp.org/wp-content/uploads/2012/02/fiche-1-Extraits-Fermen%C3%A9s2.pdf> [consulté le 12/06/2014]
- RMT DévAB, 2009. **Axe 1 – Santé – Fiche n° 2 : Des produits naturels pour une protection alternative en AB** [en ligne]. Disponible sur : http://www.devab.org/moodle/pluginfile.php/1367/mod_resource/content/1/Sante_Fiche2_produits%20naturels_MD.pdf [consulté le 12/06/2014]

Lutte microbiologique (Cf. fiche n°12 : Lutte par pulvérisation de micro-organismes)

- Essai de **champignons antagonistes** contre la **tavelure** (*Microspheropsis*, *Athelia*) (Benyagoub et al., 1998).
- Essais de **Beauveria** (champignons entomophages) contre les **larves de hannetons**, contre le **balanin des châtaignes et le carpocapse de la châtaigne**, contre la **mouche de la cerise**, contre **Drosophila suzukii** (cerisier), contre la **cératite** (clémentinier), contre la **mouche de l'olive**.
- *Metschnikowia fructicola* a été testée contre *P. expansum* sur **pommier** (Guérin, 2011) et va être ré-expérimentée en 2014 en post-récolte contre *Botrytis* et *Monilia* (Ctifl).
- Essai en cours du virus de la **granulose** sur le **carpocapse des prunes**.
- Essai en cours (depuis 2011) des **nématodes** sur **capnode en fruits à noyau** (Ctifl, centre de Balandran).
- Essai du *Bacillus thuringiensis* sur **balanin du noisetier**.
- Essai d'implantation dans le sol d'un champignon nématophage *Arthrobotris irregularis* contre les **nématodes à galles en kiwi**.
- Essais du *Bacillus thuringiensis* contre le carpocapse du **noyer** et contre les chenilles du **myrtillier** et nématodes contre l'otiorhynque sur **myrtillier**.

Références

- Benyagoub M., Benhamou N. Carisse O., 1998. Cytochemical investigation of the antagonistic interaction between a *Microsphaeropsis* sp. (isolate P130A) and *Venturia inaequalis*. *Biochem. Cell Biol.*, 88, 605-613.
- Guérin A., 2011. Techniques de lutte alternatives en verger prévenant l'apparition de *Penicillium expansum* en conservation IFPC.

Barrières physiques (Cf. Fiche n°13 : Argiles (kaolinite calcinée))

► Talc

En test contre la **tavelure** du poirier (CEHM), le **psylle du poirier** (Station La Pugère), le **psylle du prunier** (Cefel), le **puceron cendré** sur pommier (Ctifl), la mouche de la cerise, **Drosophila suzukii** (cerisier) et la **mouche de l'olive**.

Les passages des traitements au talc sont plus fréquents qu'avec les argiles, car le talc est plus facilement lessivable et moins couvrant que l'argile (moins blanc, plutôt gris), mais sans contraintes pour le choix du pulvérisateur car moins corrosif que l'argile (ne nécessite pas une pompe à membrane).

► Lait de chaux

- En test contre le **psylle du poirier et le puceron cendré** (Station La Pugère)
- En test également contre les **pucerons** sur pêcher.

Autres produits

- **Eau salée et lactosérum** : en expérimentation contre l'oïdium sur groseillier et cassissier
- **Microdoses de sucres** : en expérimentation contre le carpocapse des pommes
- **Lithothamne** : en expérimentation contre les maladies de conservation.

INDEX DES BIO-AGRESSEURS

Nom commun / *Nom Scientifique, autres* / n° Fiche du livret « Fiches techniques »

Bio-agresseurs principaux Abricotier

Maladies

Bactériose / Dépérissement bactérien	<i>Pseudomonas</i> spp	Fiches n° 1, 3, 6
ECA	Phytoplasme <i>Candidatus phytoplasma prunorum</i> (vecteur <i>Cacopsylla pruni</i>)	Fiches n° 1, 2, 13
Maladie Criblée, Coryneum	<i>Coryneum beijerinckii</i>	
Maladies de conservation	<i>Monilia laxa, fructigena, fructicola,</i> <i>Botrytis cinerea, Alternaria</i> spp...	Fiches n° 1, 3, 6, 23, 25
<i>Monilia</i> fleurs	<i>Monilia laxa, fructicola</i>	Fiche n° 6
Oïdiums	<i>Sphaerotheca pannosa, Podosphaera tridactyla</i>	Fiche n° 6
Pourridié	<i>Armillaria mellea</i>	Fiches n° 1, 6
Rouille	<i>Tranzschelia</i> (discolor et pruni-spinosae)	Fiches n° 6, 22
Sharka	<i>Plum pox virus</i> (vecteurs : pucerons)	Fiches n° 1, 2, 6
Verticilliose	<i>Verticillium dahliae</i>	Fiche n° 1

Ravageurs

Campagnols	<i>Microtus duodecimcostatus, Arvicola terrestris,</i>	Fiches n° 1, 2, 4, 6, 8, 9, 19, 20, 21, 22, 25
Capnode	<i>Capnodis tenebrionis</i>	Fiches n° 1, 3, 6, 12, 25
Cicadelle pruineuse	<i>Metcalfa pruinosa</i>	Fiches n° 14, 16
Forficule	<i>Forficula auricularia</i>	Fiches n° 1, 2, 9, 22
Petite mineuse du pêcher	<i>Anarsia lineatella</i>	Fiches n° 1, 12, 17
Pucerons (farineux, brun...)	<i>Hyalopterus pruni, Brachycaudus schwartzi,</i> ...	Fiches n° 2, 3, 12
Tordeuse orientale du pêcher	<i>Cydia molesta</i>	Fiches n° 1, 6, 12, 17

Bio-agresseurs principaux Amandier

Maladies

Bactériose / Chancre bactérien	<i>Pseudomonas syringae</i>	Fiches n° 1, 3
Chancre à <i>Fusicoccum</i>	<i>Fusicoccum amygdali</i>	Fiches n° 1, 6
Maladie criblée, Coryneum	<i>Stigmina carpophila</i>	
<i>Monilia</i> sur fleurs	<i>Monilia laxa, fructicola</i>	Fiche n° 6
Pourridié	<i>Armillaria mellea</i>	Fiche n° 1
Tavelure noire du pêcher	<i>Fusicladium carpophilum</i>	Fiche n° 3
Verticilliose	<i>Verticillium dahliae</i>	Fiche n° 1

Ravageurs

Acariens	<i>Panonychus ulmi</i> ...	Fiches n° 2, 2, 13, 16
Capnode	<i>Capnodis tenebrionis</i>	Fiches n° 1, 3, 6, 12, 25
Cicadelles		Fiches n° 13, 14
Cochenilles	<i>Chematobia brumata,</i> ...	Fiches n° 1, 2, 16
Cossus gâte-bois	<i>Cossus cossus</i>	Fiche n° 1
<i>Eurytoma</i>	<i>Eurytoma amygdali</i>	Fiches n° 1, 6, 13
Pucerons	<i>Brachycaudus amygdalium, Hyalopterus pruni,</i> ...	Fiches n° 2, 3, 12
Scolyte de l'amandier	<i>Ruguloscolytus amygdali</i>	Fiche n° 1

INDEX DES BIO-AGRESSEURS

Bio-agresseurs principaux Cassissier-Groseille

Maladies

Anthraxose	<i>Pseudopeziza ribis</i>	Fiche n° 1
Dépérissement (rameaux)	<i>Phomopsis ribis...</i>	Fiche n° 1
Oïdium brun du groseillier (feuilles)	<i>Sphaerotheca mors-uvae</i>	Fiches n° 6, 22, 25
Pourriture grise	<i>Botrytis cinerea</i>	Fiche n° 1
Rouille	<i>Cronartium ribicola</i>	
Septoriose	<i>Septoria ribis</i>	
Virus de la réversion	BCRV	

Ravageurs

Acarien jaune (tétranyque tisserand)	<i>Tetranychus urticae</i>	Fiches n° 2, 3, 13, 16
Cécidomyie des feuilles	<i>Dasineura tetensi</i>	
Chenilles défoliatrices (dont tordeuses) et teigne?		Fiches n° 2, 12
Cochenille blanche du mûrier (bois)	<i>Pseudaulacaspis pentagona</i>	Fiches n° 1, 2, 16
Escargots		
Phytopte (bourgeons)	<i>Cecidophyopsis ribis</i>	Fiche n° 1
Pucerons		Fiches n° 2, 3, 12
Sésie	<i>Synanthedon tipuliformis</i>	Fiches n° 1, 17

Bio-agresseurs principaux Cerisier

Maladies

Anthraxose/ cylindrosporiose	<i>Cylindrosporium padi</i>	Fiches n° 1, 6
Bactériose/ chancre bactérien	<i>Pseudomonas spp</i>	Fiches n° 1, 6
Maladie criblée, Coryneum	<i>Coryneum beijerinckii</i>	
Maladies de conservation	<i>Monilia laxa, fructicola, fructigena, penicillium, botrytis, alternaria, rhizopus</i>	Fiches n° 1, 3, 6, 23, 25
<i>Monilia</i> sur fleurs	<i>Monilia laxa, fructicola</i>	
Pourridié	<i>Armillaria mellea</i>	Fiches n° 1, 6

Ravageurs

Campagnols	<i>Microtus duodecimcostatus, Arvicola terrestris, ...</i>	Fiches n° 1, 2, 4, 6, 8, 9, 19, 20, 21, 22, 25
Cossus gâte-bois	<i>Cossus cossus</i>	Fiche n° 1
Drosophile	<i>Drosophila suzukii</i>	Fiches n° 1, 6, 12, 13, 18, 25
Forficule	<i>Forficula auricularia</i>	Fiches n° 1, 2, 9, 22
Mouche de la cerise	<i>Rhagoletis cerasi</i>	Fiches n° 1, 6, 12, 13, 14, 25
Phytoptes	<i>Aculus spp, Phytoptus spp</i>	
Puceron noir	<i>Myzus cerasi</i>	Fiches n° 2, 3, 6, 12

INDEX DES BIO-AGRESSEURS

Bio-agresseurs principaux Châtaignier

Maladies

Chancre de l'écorce	<i>Cryphonectria parasitica</i>	Fiches n° 1, 22
Encre	<i>Phytophthora cambivora, Phytophthora cinnamomi</i>	Fiches n° 1, 6
Javart	<i>Diplodina castanea</i>	Fiche n° 1
Pourridié	<i>Armillaria mellea</i>	Fiches n° 1, 6
Pourritures maladies de conservation	<i>Ciboria, Phomopsis, Phoma, Penicillium, Fusarium, Botrytis...</i>	Fiche n° 1
Septoriose	<i>Septoria castaneicola</i>	Fiches n° 1, 6
Virus de la mosaïque du châtaignier	ChMV vecteur : <i>Myzocallis castanicola</i>	Fiche n° 1

Ravageurs

Balanin des châtaignes	<i>Curculio elephas</i>	Fiches n° 1,12,25
Carpocapse de la châtaigne	<i>Cydia splendana</i>	Fiches n° 12, 17, 25
Charançons phyllophages	(<i>péritèle gris, phyllobes, otiorhynques</i>)	Fiche n° 22
Cynips	<i>Driocosmus kuriphilus</i>	Fiches n° 6,13,16
Scolyte	<i>Xyleborus disparate</i>	Fiches n° 1,18
Sésie	<i>Synanthedon castaneae</i>	
Tordeuse des châtaignes	<i>Pammene fasciana</i>	Fiche n° 2
Zeuzère	<i>Zeuzera pyrina</i>	Fiches n° 1, 12, 17

Bio-agresseurs principaux Clémentinier

Maladies

Blight	<i>Sand hill decline</i>	
Chancre citrique	<i>Xanthomonas axonopodis</i>	
Exocortis CEVd	<i>Citrus exocortis Viroid</i>	
Fumagine	<i>Capnodium citri</i>	Fiche n° 22
Gommose	<i>Phytophthora</i>	Fiches n° 1, 6
Mal secco	<i>Phoma tracheiphila</i>	Fiches n° 1, 6
Maladies de conservation, penicillium	<i>Water spot, Oléocellose, penicillium,...</i>	Fiches n° 1, 3, 6, 22, 25
Tristeza	<i>Citrus Tristeza virus</i>	Fiches n° 1, 6

Ravageurs

Cicadelle pruiteuse/flatide pruiteux	<i>Metcalfa pruinosa</i>	Fiches n° 14, 16
Cicadelles vertes/des grillures de la vigne	<i>Empoasca vitis, Asymmetrasca decedens</i>	Fiches n° 13, 14, 22
Cochenilles	<i>Saissetia oleae, unapsis yanonensis, Lepidosaphes beckii</i>	Fiches n° 1, 2, 16
Fourmis	<i>Tapinoma spp.,...</i>	Fiche n° 22
Mineuse des agrumes	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Fiches n° 14, 16
Mouche méditerranéenne	<i>Ceratitis capitata</i>	Fiches n° 1, 4, 6, 13, 18
Nématodes	<i>Tylenchulus semipenetrens</i>	
Pou rouge de Californie	<i>Aonidella aurantii</i>	Fiche n° 16
Pucerons	<i>Aphis citricola, Aphis spiraeicola,...</i>	Fiches n° 2, 3, 12, 22

INDEX DES BIO-AGRESSEURS

Bio-agresseurs principaux Framboisier sous abris

Maladies

Brûlure de la tige	<i>Leptosphaeria coniothyrium</i>	Fiche n° 1
Brûlure des dards	<i>Didymella applanata</i>	
Oïdium	<i>Sphaerotheca mors-uvae</i>	Fiches n° 1, 22
Phytophthora	<i>Phytophthora rubi</i>	Fiches n° 1, 6
Pourriture grise	<i>Botrytis cinerea</i>	Fiche n° 1
Virus RDBV	raspberry bushy dwarf virus = virus du rabougrissement buissonnant du framboisier	Fiches n° 1, 6

Ravageurs

Acariens* (jaune et rouge)	<i>Tetranychus urticae</i> et <i>Panonychus ulmi</i>	Fiches n° 2, 3, 13, 16
Anthonome (coupe bourgeon)	<i>Anthonomus rubi</i>	
Cécidomyies de l'écorce	<i>Resseliella theobaldi</i>	Fiche n° 1
Cécidomyies des galles	<i>Lasioptera rubi</i>	Fiche n° 1
Chenilles/noctuelles défoliatrices		Fiches n° 2, 12
Cochenilles		Fiches n° 1, 2, 16
Drosophile	<i>Drosophila suzukii</i>	Fiches n° 1, 18
Pucerons (petit et gros puceron)	<i>Aphis idaei</i> et <i>Amphorophora rubi</i>	Fiches n° 2, 3, 12, 25
Thrips		Fiche n° 2
Ver des framboises	<i>Byturus tomentosus</i>	Fiche n° 18

Bio-agresseurs principaux Kiwi

Maladies

Bactériose du kiwi	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>actinidiae</i>	Fiches n° 1, 6, 23
Bactériose sur fleurs	<i>Pseudomonas viridiflava</i>	
Pourridiés	<i>Armillaria</i> sp.	Fiche n° 1
Pourriture grise	<i>Botrytis cinerea</i>	Fiche n° 1

Ravageurs

Campagnols	<i>Microtus duodecimcostatus</i> , <i>Arvicola terrestris</i> , ...	Fiches n° 1, 2, 4, 6, 8, 9, 19, 20, 21, 22, 25
Cicadelle pruineuse / flatide pruineux	<i>Metcalfa pruinosa</i>	Fiches n° 14, 16
Cicadelle verte / des grillures de la vigne	<i>Empoasca vitis</i>	
Cochenille blanche du mûrier	<i>Pseudaulacaspis pentagona</i>	Fiche n° 1, 2, 16
Escargots et limaces		
Nématodes à galles	<i>Meloidogyne</i> sp.	Fiche n° 25

INDEX DES BIO-AGRESSEURS

Bio-agresseurs principaux Myrtillier

Maladies

Anthraxnose	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> et <i>C. acutatum</i>	Fiches n° 1, 6
Maladie des bois/ Dépérissement des tiges	<i>Godronia cassandrae</i> , <i>Phomopsis vaccini</i>	Fiche n° 1
<i>Monilia</i>	<i>Monilia laxa</i> , <i>fructigena</i> , <i>fructicola</i>	Fiche n° 1
Pourriture grise (fleurs)	<i>Botrytis cinerea</i>	Fiche n° 1
Pourriture sclérotique	<i>Monilinia vaccinii-corymbosi</i>	Fiche n° 1

Ravageurs

Campagnols	<i>Microtus duodecimcostatus</i> , <i>Arvicola terrestris</i> , ...	Fiches n° 1, 2, 4, 6, 8, 9, 19, 20, 21, 22, 25
Chenilles (cheimatobie, noctuelle, tordeuse	<i>Operophtora brumata</i> , <i>Hyppa rectilinea</i> , <i>Sparganothis pilleriana</i>	Fiches n° 2, 12, 25
Cochenilles	<i>Parthenolecanium corni</i> , <i>Pulvinaria vitis</i>	Fiches n° 1, 2, 16
Drosophile	<i>Drosophila suzukii</i>	Fiche n° 1
Gibier		
Oiseaux (merles, étourneaux)		
Otiorhynques	<i>Otiorhynchus</i>	Fiches n° 12, 25
Pucerons noirs, verts et jaunes	<i>Aphis gossypii</i> , <i>A. fabae</i> , <i>A. vaccinii</i> ; <i>Fimbryaphis</i> (<i>Ericaphis</i>) <i>scammelli</i> , <i>Macrosiphon euphorbiae</i>	Fiches n° 2, 3, 12
Taupin (larve)	<i>Agriotes lineatus</i>	
Ver blanc (larve de hanneton)	<i>Melolontha melolontha</i>	

Bio-agresseurs principaux Noisetier

Maladies

Anthraxnose	<i>Sphaceloma coryli</i>	Fiches n° 1, 11
Bactériose	<i>Xanthomonas arboricola</i> pv <i>corylina</i>	Fiches n° 1, 3
Cytospora	<i>Cytospora corylicola</i>	
Fomitiporia	<i>Fomitiporia mediterranea</i>	Fiche n° 1
Pourridié	<i>Armillaria mellea</i>	Fiche n° 1

Ravageurs

Acarien brun	<i>Tetranychopsis horridus</i>	Fiches n° 2, 3, 13, 16
Acarien jaune du noisetier	<i>Eotetranychus coryli</i>	Fiches n° 2, 3, 13, 16
Balanin	<i>Curculio nucum</i>	Fiches n° 12, 25
Chenilles défoliatrices		Fiches n° 2, 12
Cochenille du cornouiller	<i>Parthenolecanium corni</i>	Fiche n° 1, 2, 16
Longicorne	<i>Oberea linearis</i>	
Phytopte des bourgeons	<i>Phytoptus avellanae</i>	Fiche n° 6
Pucerons (vert et jaune) du noisetier	<i>Corylobium avellanae</i> , <i>Myzocallis coryli</i>	Fiches n° 2, 3, 12, 13
Punaïse	<i>Gonocerus acuteangulatus</i>	
Tenthredo	<i>Croesus septentrionalis</i>	
Zeuzère	<i>Zeuzera pyrina</i>	Fiches n° 1, 17

INDEX DES BIO-AGRESSEURS

Bio-agresseurs principaux Noyer

Maladies

Anthraxnose	<i>Gnomonia leptostyla</i>	Fiches n° 1, 3, 4, 6, 11
Bactériose	<i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>Juglandis</i>	Fiches n° 1, 3
Maladie de l'encre	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	Fiches n° 1, 6
Pourridié	<i>Armillaria mellea</i>	Fiche n° 1

Ravageurs

Acariens (rouge, phytopte libre...)	<i>Panonychus ulmi</i> , <i>Phyllocoptes unguiculatus</i>	Fiche n° 2, 3, 13, 16
Carpocapse du noyer / ver de la noix	<i>Cydia pomonella</i>	Fiches n° 1, 4, 12, 17, 25
Cochenille du mûrier	<i>Pseudaulacaspis pentagona</i>	Fiches n° 1, 2, 16
Cochenille rouge du poirier	<i>Epidiaspis leperii</i>	Fiches n° 1, 2, 16
Gros puceron du noyer/puceron des nervures et petit puceron du noyer/petit puceron jaune	<i>Callaphis juglandis</i> et <i>Chromaphis juglandicola</i>	Fiches n° 2, 3, 12
Lécanine du cornouiller	<i>Parthenolecanium corni</i>	Fiches n° 1, 2, 16
Mouche de Brou	<i>Rhagoletis completa</i>	Fiches n° 4, 6, 12, 13, 18
Teigne du noyer	<i>Caloptilia roscipennella</i>	
Xylébore disparate	<i>Xyleborus dispar</i>	
Zeuzère	<i>Zeuzera pyrina</i>	Fiches n° 1, 12, 17

Bio-agresseurs principaux Olivier

Maladies

Brunissement	<i>Alternaria alternata</i>	Fiche n° 6
Chancre bactérien/bactériose	<i>Pseudomonas savastanoi</i>	Fiches n° 1, 6
Fumagine (liée à la cochenille)		Fiches n° 1, 6, 22
Œil de paon	<i>Cycloconium oleaginum</i>	Fiches n° 4, 6
Verticilliose	<i>Verticillium dahliae</i>	Fiches n° 1, 6

Ravageurs

Campagnols	<i>Microtus duodecimcostatus</i> , <i>Arvicola terrestris</i> , ...	Fiches n° 1, 2, 4, 6, 8, 9, 19, 20, 21, 22, 25
Cécidomyies des écorces	<i>Resseliella oleisuga</i>	Fiche n° 1
Cochenille noire de l'olivier	<i>Saissetia oleae</i>	Fiches n° 1, 2, 16, 22
Mouche de l'olive	<i>Bactrocera oleae</i>	Fiches n° 4, 6, 12, 13, 14, 18, 25
Neïroun (scolyte de l'olivier)	<i>Phloeotribus scarabeoides</i>	
Otiorhynques	<i>Otiorhynchus cribricollis</i>	Fiche n° 22
Pyrale des troncs	<i>Euzophera pinguis</i>	Fiches n° 1, 18
Pyrale du jasmin	<i>Palpita unionalis</i>	Fiche n° 1
Teigne de l'olivier	<i>Prays oleae</i>	Fiches n° 1, 12

INDEX DES BIO-AGRESSEURS

Bio-agresseurs principaux Pêcher

Maladies

Bactériose / dépérissement bactérien	<i>Pseudomonas sp. (syringae)</i>	Fiches n° 1, 3, 6
Chancres à <i>Fusicoccum</i>	<i>Fusicoccum amygdali</i>	Fiches n° 1, 6, 22
Cloque du pêcher	<i>Taphrina deformans</i>	Fiches n° 5, 6
ECA	<i>Phytoplasme Candidatus phytoplasma prunorum</i> (vecteur <i>Cacopsylla pruni</i>)	Fiches n° 1, 2, 13
Maladie des taches bactériennes	<i>Xanthomonas arboricola pv. Pruni</i>	Fiches n° 1, 3, 6
Maladie du plomb	<i>Stereum purpureum</i>	Fiche n° 1
<i>Monilia</i> fleurs	<i>Monilia laxa, fructicola</i>	
<i>Monilia</i> fruits	<i>Monilia laxa, fructicola, fructigena</i>	Fiches n° 1, 3, 6, 23, 25
Oïdium	<i>Sphaerotheca pannosa</i>	Fiches n° 1, 6
Pourridié	<i>Armillaria mellea</i>	Fiches n° 1, 6
Rouille	<i>Tranzschelia (discolor et pruni-spinosae)</i>	Fiche n° 22
Sharka	<i>Plum Pox Virus</i> (vecteur pucerons)	Fiches n° 1, 2, 6
Tavelure noire du pêcher	<i>Fusicladium carpophilum</i>	
Verticilliose	<i>Verticillium dahliae</i>	Fiches n° 1, 6

Ravageurs

Acarien rouge	<i>Panonychus ulmi</i>	Fiches n° 2, 3, 13, 16, 17
Autres cochenilles (lécanines)	<i>Parthenolecanium corni</i> ,...	Fiches n° 1, 2, 16
Autres pucerons (noir, brun, variances /cigariers...)	<i>Brachycaudus prunicola, Myzus varians, Brachycaudus persicae</i> ,...	Fiches n° 2, 3, 12, 13, 25
Campagnols	<i>Microtus duodecimcostatus, Arvicola terrestris</i> , ...	Fiches n° 1, 2, 4, 6, 8, 9, 19, 20, 21, 22, 25
Charançons phyllophages	<i>Peritelus sphaeroides, Polydrusus spp, Philobus spp</i>	Fiche n° 22
Cicadelle pruineuse	<i>Metcalfa pruinosa</i>	Fiches n° 14, 16
Cicadelle verte	<i>Typhlocyba frogatti</i>	Fiche n° 13
Cochenille blanche du mûrier et pou de San José	<i>Pseudaulacaspis pentagona, Diaspidiotus perniciosus</i>	Fiches n° 1, 2, 16
Forficule (perce-oreille)	<i>Forficula auricularia</i>	Fiches n° 1, 2, 9, 22
Mouche méditerranéenne des fruits /cératite	<i>Ceratitis capitata</i>	Fiche n° 18
Petite mineuse du pêcher	<i>Anarsia lineatella</i>	Fiches n° 1, 12, 17
Puceron farineux du prunier	<i>Hyalopterus pruni</i>	Fiches n° 2, 3, 12, 13, 22, 25
Puceron vert du pêcher	<i>Myzus persicae</i>	Fiches n° 1, 3, 6, 13
Thrips californien	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Fiches 1, 2, 4, 25
Thrips meridionalis	<i>Taeniothrips meridionalis</i>	Fiche n° 2
Tordeuse orientale du pêcher	<i>Cydia molesta</i>	Fiches n° 1, 4, 6, 12, 14, 17

INDEX DES BIO-AGRESSEURS

Bio-agresseurs principaux Poirier

Maladies

Chancre à Nectria / européen	<i>Nectria galligena</i>	Fiche n° 1, 6
Dépérissement du poirier (pear decline)	vecteur : <i>Candidatus phytoplasma pyri</i>	Fiche n° 6
Dessèchement bactérien (bactériose)	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i>	Fiches n° 3, 6
Feu bactérien	<i>Erwinia amylovora</i>	Fiche n° 1, 3, 4, 6, 12, 24, 25
Maladies de conservation	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Alternaria alternata</i> ,...	Fiches n° 1, 3, 6, 22, 25
Stemphyliose	<i>Stemphylium vesicarium</i>	Fiches n° 1, 3, 6, 11, 25
Tavelure	<i>Venturia pirina</i>	Fiches n° 1, 4, 8, 11, 13, 22, 23, 25

Ravageurs

Acarien rouge	<i>Panonychus ulmi</i>	Fiches n° 2, 3, 13, 16
Anthonome	<i>Anthonomus pyri</i>	Fiche n° 2
Bupreste, agrile du poirier	<i>Agrilus sinuatus</i>	
Campagnols	<i>Microtus duodecimcostatus</i> , <i>Arvicola terrestris</i> , ...	Fiches n° 1, 2, 4, 6, 8, 9, 19, 20, 21, 22, 25
Carpocapse	<i>Cydia pomonella</i>	Fiches n° 1, 2, 6, 12, 13, 14, 15, 17, 25
Cécidomyies des feuilles	<i>Dasineura pyri</i>	
Cécidomyies des poirettes	<i>Contarinia pyrivora</i>	
Cochenilles(pou de San José, rouge, farineuse...)	<i>Diaspidiotus perniciosus</i> , <i>Epidiaspis leperi</i> , <i>Pseudococcus viburni</i>	Fiches n° 1, 2, 16
Hoplocampe	<i>Hoplocampa brevis</i>	
Phytoptes (libres et à galles)	<i>Phytoptus</i> (= <i>Eriopyies</i>), <i>Epitrimerus pyri</i>	
Psylle du poirier	<i>Cacopsylla pyri</i>	Fiches n° 1, 2, 3, 6, 13, 16, 22, 25
Puceron mauve	<i>Dysaphis pyr</i>	Fiches n° 2, 3, 6, 13
Tordeuse orientale	<i>Cydia molesta</i>	Fiches n° 1, 14, 17
Tordeuses de la pelure	<i>Pandemis heparana</i> , <i>Adoxophyes orana</i> (<i>Capua</i>), <i>Archips podana</i>	Fiches n° 1, 12, 14, 15
Zeuzère	<i>Zeuzera pyrina</i>	Fiches n° 1, 12, 14, 15

Bio-agresseurs principaux Pommier

Maladies

Champignons à mycotoxines	<i>P. expansum</i> (produisant la patuline)	Fiche n° 1
Chancre à Nectria / Chancre européen	<i>Nectria galligena</i>	Fiches n° 1, 6
Feu bactérien	<i>Erwinia amylovora</i>	Fiches n° 1, 3, 4, 6, 12, 24, 25
Maladies de conservation	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Alternaria alternata</i> ,...	Fiches n° 1, 3, 6, 12, 22, 25
Oïdium	<i>Podosphaera leucotricha</i>	Fiches n° 1, 4, 6
<i>Phytophthora</i> et pourridié	<i>Phytophthora</i> spp, <i>Armillaria mellea</i>	Fiches n° 1, 6
Tavelure	<i>Venturia Inaequalis</i>	Fiches n° 1, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 22, 23, 25

Ravageurs

Acarien rouge	<i>Panonychus ulmi</i>	Fiches n° 2, 3, 13, 16
Anthonome	<i>Anthonomus pomorum</i>	Fiches n° 2, 13
Autres tordeuses (petite tordeuse des fruits...)	<i>Cydia lobarzewskii</i> ,...	Fiches n° 1, 17

INDEX DES BIO-AGRESSEURS

Autres xylophages (xylébores...)	(<i>Xyleborus</i> spp...)	fiche n° 2
Campagnols	<i>Microtus duodecimcostatus</i> , <i>Arvicola terrestris</i> , ...	Fiches n° 1, 2, 4, 6, 8, 9, 19, 20, 21, 22, 25
Carpocapse	<i>Cydia pomonella</i>	Fiches n° 1, 2, 4, 6, 12, 13, 14, 14, 15, 17, 25
Cécidomyies des feuilles	<i>Dasineura mali</i>	
Charançons des feuillages	<i>Peritelus sphaeroides</i> , <i>Polydrusus</i> spp, <i>Philobus</i> spp	Fiche n° 22
Cochenille farineuse	<i>Pseudococcus viburni</i>	Fiches n° 1, 2, 16
Cochenilles diaspines (pou de San José, virgule...)	<i>Diaspidiotus perniciosus</i> , <i>Lepidosaphes ulmi</i> ...	Fiches n° 1, 2, 16
Hannetons	<i>Melolontha melolontha</i>	Fiches n° 12, 25
Hoplocampe	<i>Hoplocampa testudinea</i>	Fiche n° 18
Mineuses des feuilles	<i>Lyonetia clerkella</i> ,...	Fiche n° 16
Mouche méditerranéenne	<i>Ceratitis capitata</i>	Fiche n° 18
Phytoptes	<i>Aculus schlechtendali</i>	Fiche n° 6
Puceron cendré	<i>Dysaphis plantaginea</i>	Fiches n° 2, 3, 6, 13, 16, 25
Puceron lanigère	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Fiches n° 1, 2, 3, 6, 12
Pucerons verts	<i>Aphis</i> spp, <i>Rhopalosiphum insertum</i>	Fiches n° 2, 3, 12, 13, 22, 25
Sésie	<i>Synanthedon myopaeformis</i>	Fiche n° 17
Tordeuse orientale	<i>Cydia molesta</i>	Fiches n° 1, 6, 12, 14, 17
Tordeuses de la pelure	<i>Pandemis heparana</i> , <i>Adoxophyes orana</i> (<i>Capua</i>), <i>Archips podana</i>	Fiches 1, 12, 14, 17
Zeuzère	<i>Zeuzera pyrina</i>	Fiches n° 1, 12, 14, 15, 17

Bio-agresseurs principaux Prunier

Maladies

Corynéum	<i>Coryneum microstictum</i>	
Dépérissement bactérien / Bactériose	<i>Pseudomonas</i> spp.	Fiches n° 1, 3
ECA	Phytoplasme <i>Candidatus phytoplasma prunorum</i> (vecteur <i>Cacopsylla pruni</i>)	Fiches n° 1, 2, 6, 13
Galle du collet	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	
Maladie des pochettes	<i>Taphrina pruni</i>	
Monilia fleurs et rameaux	<i>Monilia laxa</i> , <i>fructicola</i>	
Monilia fruits	<i>Monilia laxa et fructigena</i> (<i>fructicola</i>)	Fiches n° 1, 3, 6, 23
Rouille	<i>Tranzschelia pruni-spinosae</i>	
Sharka (feuilles, fruits)	<i>Plum pox virus</i>	Fiches n° 1, 2, 6
Tavelure	<i>Cladosporium carpophilum</i>	
<i>Xanthomonas</i>	<i>Xanthomonas arboricola</i>	Fiches n° 1, 3

Ravageurs

Acariens rouges et jaunes	<i>Tetranychus urticae</i> et <i>Panonychus ulmi</i>	Fiches n° 2, 3, 13, 16
Campagnols	<i>Microtus duodecimcostatus</i> , <i>Arvicola terrestris</i> , ...	Fiches n° 1, 2, 4, 6, 8, 9, 19, 20, 21, 22, 25
Carpocapse des prunes	<i>Cydia funebrana</i>	Fiches n° 12, 17, 25
Chenilles		Fiches n° 2, 12
Cicadelle pruineuse	<i>Metcalfa pruinosa</i>	Fiche n° 16

INDEX DES BIO-AGRESSEURS

Cochenilles (dont pou de San José)	<i>Diaspidiotus perniciosus</i> , <i>Parthenolecanium corni</i> , <i>Epidiaspis leperii</i>	Fiches n° 1, 2, 16
Hoplocampes	<i>Hoplocampa flava</i> , <i>minuta</i>	Fiche n° 18
Phytoptes à galles et libres	<i>Aculus fockeuil</i> , <i>Acalitus phloeocoptes</i>	
Psylle du prunier	<i>Cacopsylla pruni</i>	Fiches n° 2, 13, 15, 25
Puceron farineux	<i>Hyalopterus pruni</i>	Fiches n° 2, 3, 12, 13, 22, 25
Puceron vert	<i>Brachycaudus helichrysi</i>	Fiches n° 2, 3, 12, 13, 22, 25
Tordeuse orientale	<i>Cydia molesta</i>	Fiches n° 1, 4, 6, 12, 14, 17
Xylébore	<i>Xyleborus</i> spp	Fiche n° 2

Bio-agresseurs principaux Vigne (raisin de table)

Maladies

Anthraxnose	<i>Elsinoe ampelina</i>	Fiche n° 1
Black rot	<i>Guignard bidwellii</i>	Fiche n° 1
Bois noir	vecteur : <i>Hyalesthes obsoletus</i>	Fiche n° 1
Excoriose	<i>Phomopsis viticola</i>	Fiche n° 1
Flavescence dorée	vecteur : <i>Cicadelle Scaphoideus titanus</i> , <i>S.littoralis</i>	Fiche n° 1
Maladies du bois (ESCA, Eutypiose, Black Dead Arm)	<i>Formitiporia punctata</i> , <i>Eutypa lata</i> <i>Botryosphaeria</i> spp	Fiches n° 1, 6
Mildiou	<i>Plasmopara viticola</i>	Fiches n° 1, 4, 6, 22, 25
Oïdium	<i>Erysiphe necator</i>	Fiches n° 1, 4, 6, 22, 25
Pourridié	<i>Armillaria</i> spp	Fiche n° 1
Pourriture acide	<i>Acetobacter</i> spp	Fiches n° 1, 25
Pourriture grise / Botrytis	<i>Botrytis cinerea</i>	Fiches n° 1, 6, 25

Ravageurs

Acarien de l'érinose	<i>Colomerus vitis</i>	Fiches n° 2, 3, 13, 16
Autres acariens (rouge, jaune)	<i>Panonychus ulmi</i> , <i>Eotretanychus carpini</i>	Fiches n° 2, 3, 13, 16
Cicadelle pruineuse	<i>Metcalfa pruinosa</i>	Fiches n° 16, 22
Cicadelle verte / des grillures de la vigne	<i>Empoasca vitis</i>	Fiches n° 13, 22
Cochenilles	<i>Parthenolecanium corni</i> , <i>Pseudococcus citri</i> , <i>Neopulvinaria innumerabilis</i>	Fiches n° 1, 2, 16, 17
Cochylis	<i>Eupoecilia ambiguella</i>	Fiches n° 4, 12, 17
Drosophile	<i>Drosophila melanogaster</i>	
Escargots		Fiche n° 22
Eudemis	<i>Lobesia botrana</i>	Fiches n° 4, 12, 14, 17
Eulia / petite tordeuse	<i>Argyrotaenia pulchellana</i>	
Nématodes cécidogènes		
Phytopte de l'acariose	<i>Calepitrimerus vitis</i>	
Pyrale de la vigne	<i>Sparganothis pilleriana</i>	
Thrips		Fiches n° 2, 22, 25

Maquette réalisée par le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt
Délégation à l'information et à la communication
Crédit photo de couverture : C Slagmulder, INRA, Ctifl, J-M Montagnon, CA13-La Pugère.

ISBN 2-7380-1370-8

