



**HAL**  
open science

## Guides de conception des systèmes de culture horticoles économes en produits phytopharmaceutiques

Daniel Plénet, Benoit B. Jeannequin, Vincent V. Faloya, Marine Guadagnini-Palau, Sylvaine S. Simon

► **To cite this version:**

Daniel Plénet, Benoit B. Jeannequin, Vincent V. Faloya, Marine Guadagnini-Palau, Sylvaine S. Simon. Guides de conception des systèmes de culture horticoles économes en produits phytopharmaceutiques. Les journées scientifiques HortiPaysages, Mar 2016, Potager du Roi, Versailles, France. hal-02798215

**HAL Id: hal-02798215**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02798215v1>**

Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Les Journées Scientifiques

DÉVELOPPER DES SYSTÈMES DE CULTURE INNOVANTS  
ET RÉSILIENTS EN FRUITS, LÉGUMES ET VITICULTURE

**Guides de conception des systèmes de culture horticoles  
économiques en produits phytopharmaceutiques**

Daniel Plénet, Sylvaine Simon, Marine Guadagnini-Palau

Vincent Faloya, Benoît Jeannequin

**Versailles - Potager du Roi - 10 mars 2016**



# Contexte

- Commande du Ministère en charge de l'Agriculture aux GIS Fruits et PIClég
- Coordination des projets confiée à l'INRA
- Co-construction avec un partenariat très large
- S'inscrit dans le cadre du plan national Ecophyto :
  - Recenser les moyens connus permettant de réduire l'utilisation des produits phytopharmaceutiques
  - Aider à leur adoption au sein des exploitations
- Financés par l'ONEMA



# Des guides élaborés pour...

- Aider à concevoir des systèmes de culture performants plus économes en produits phytopharmaceutiques
- Accompagner la réflexion sur la mise en œuvre de modes de gestion alternatifs à l'utilisation de produits phytopharmaceutiques
- Aider l'utilisateur pour un auto-diagnostic



# Des guides destinés aux...

- Binômes « agriculteur/accompagnateur-conseiller »
- Groupes d'agriculteurs accompagnés d'un conseiller
- Formateurs/ Etudiants



Formation des IR légumes à la co-conception, octobre 2012, DEPHY Ferme

# Quels enjeux pour la réduction ?

## Santé humaine

- applicateurs
- consommateurs
- citoyens



## Économique

- Revenu des producteurs
- durabilité exploitations



## Environnementaux

- zones sensibles
- qualité des eaux, air...
- impact biodiversité...



## Qualités

- qualité sanitaire
- cahier des charges
- attentes des conso.

## Réglementaires

- plan Ecophyto
- directives « Eaux »...

## Efficacité protection

- rareté des molécules
- résistance aux pesticides



# Comment réduire l'utilisation des produits phytopharmaceutiques ?

## □ Des voies de progrès :

- ▣ **Efficience** : Accroître l'efficience de pratiques conventionnelles afin de réduire l'usage et la consommation d'intrants



x modèles (OAD)



Photos : Inra©



Les Journées Scientifiques – 10 mars 2016

Hill, MacRae, 1995



# Comment réduire l'utilisation des produits phytopharmaceutiques ?

## □ Des voies de progrès :

- ▣ **Substitution** : Remplacer les intrants et pratiques conventionnels par d'autres intrants ou par des modes de gestion alternatives plus respectueux de l'environnement

Photos : Inra©





# Comment réduire l'utilisation des produits phytopharmaceutiques ?

## □ Des voies de progrès :

*Hill, MacRae, 1995*

- **Reconception** : Reconcevoir le système comme un agro-écosystème soutenant sa propre fertilité, une régulation naturelle des ravageurs et la productivité agricole



Photos : Inra©



# Quels enjeux pour ces guides ?

- Concevoir des systèmes de culture à haute performance environnementale, économiquement viables et produisant des fruits ou des légumes de bonne qualité (production intégrée, agriculture biologique, agriculture durable, agro-écologie...)

➔ **Approche systémique :**  
prise en compte de l'ensemble des techniques et de leurs interactions potentielles pour concevoir des systèmes cohérents par rapport aux objectifs

# Le système de culture

- l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles cultivées de manière identique dans un objectif de production

*Sebillotte, 1990*



Photos : Inra©



Les Journées Scientifiques – 10 mars 2016



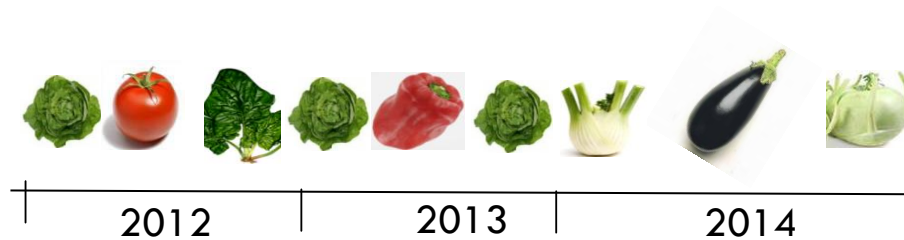
# Le système de culture légumier

## □ Se définit par :

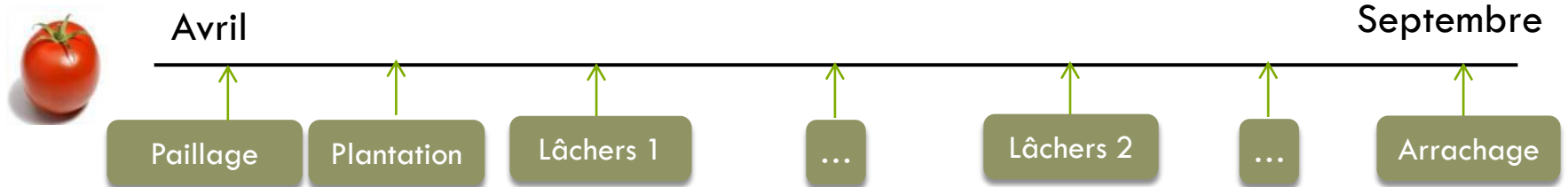
▣ la nature des cultures



▣ leur ordre de succession



▣ les itinéraires techniques





# Les systèmes de culture fruitiers et viticoles

- **Se définit par :**
  - ▣ les itinéraires techniques
  - ▣ à l'échelle pluriannuelle

Plantation

Jeune verger

Verger en production



Photos : Inra©



# Les questions posées avant la conception



S'interroger sur les  
pratiques actuelles de  
protection de son  
système de culture

Inra©

**DIAGNOSTIC**

- Quels sont mes objectifs de production ?
- Pour quels marchés de commercialisation?
- Quels sont les atouts et contraintes de mon exploitation ?
- Quels sont mes stratégies de protection contre les bio-agresseurs ?
- Quel est mon niveau d'utilisation de la protection chimique ? ...

# Les questions posées pendant la conception

- Est-ce que je peux faire évoluer certains de mes objectifs ?
- Comment améliorer l'efficacité de mes interventions ?
- Est-ce que je peux utiliser des méthodes alternatives à la place de la lutte chimique ?
- Comment combiner des pratiques de prévention et des méthodes alternatives pour concevoir un système moins « sensible » aux bioagresseurs ?



# Principe des guides

- C'est au producteur avec l'aide de son conseiller de construire des scénarios techniques adaptés à sa situation

➔ **Pas de solution unique**

➔ **Pas de système de culture « clé en main » !**



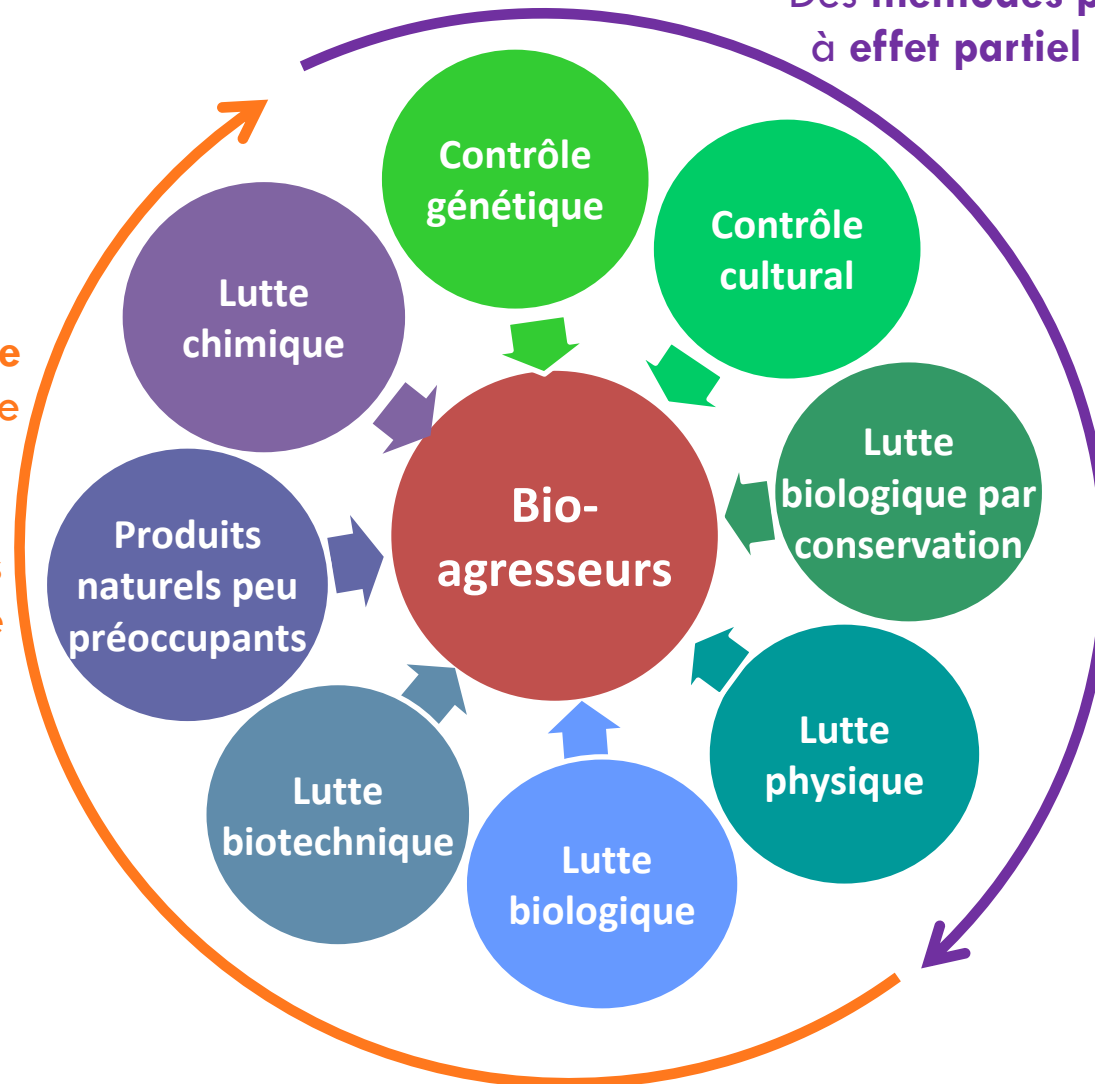
Photos : Inra©

# Les différents leviers disponibles

**Combiner** différents leviers d'action pour rendre le système moins vulnérable aux bioagresseurs

Des méthodes préventives souvent à effet partiel et non spécifique à un bioagresseur ...

... aux moyens de lutte directe et de rattrapage ciblés sur un bioagresseur donné, mais en privilégiant les produits de biocontrôle





# Eléments constitutifs des Guides

Ex. Fruits

## Guide méthodologique

- Enjeux
- Définition des concepts
- Leviers d'action mobilisables

## Fiches « Supports »

- Grilles d'entretien avec le producteur
- Grilles et schémas pour faciliter la conception et l'évaluation des Systèmes de Culture

## Fiches « Aides »

- Matrices « espèce fruitière × bio-agresseurs × leviers d'action »
- Mode d'emploi des indicateurs d'évaluation

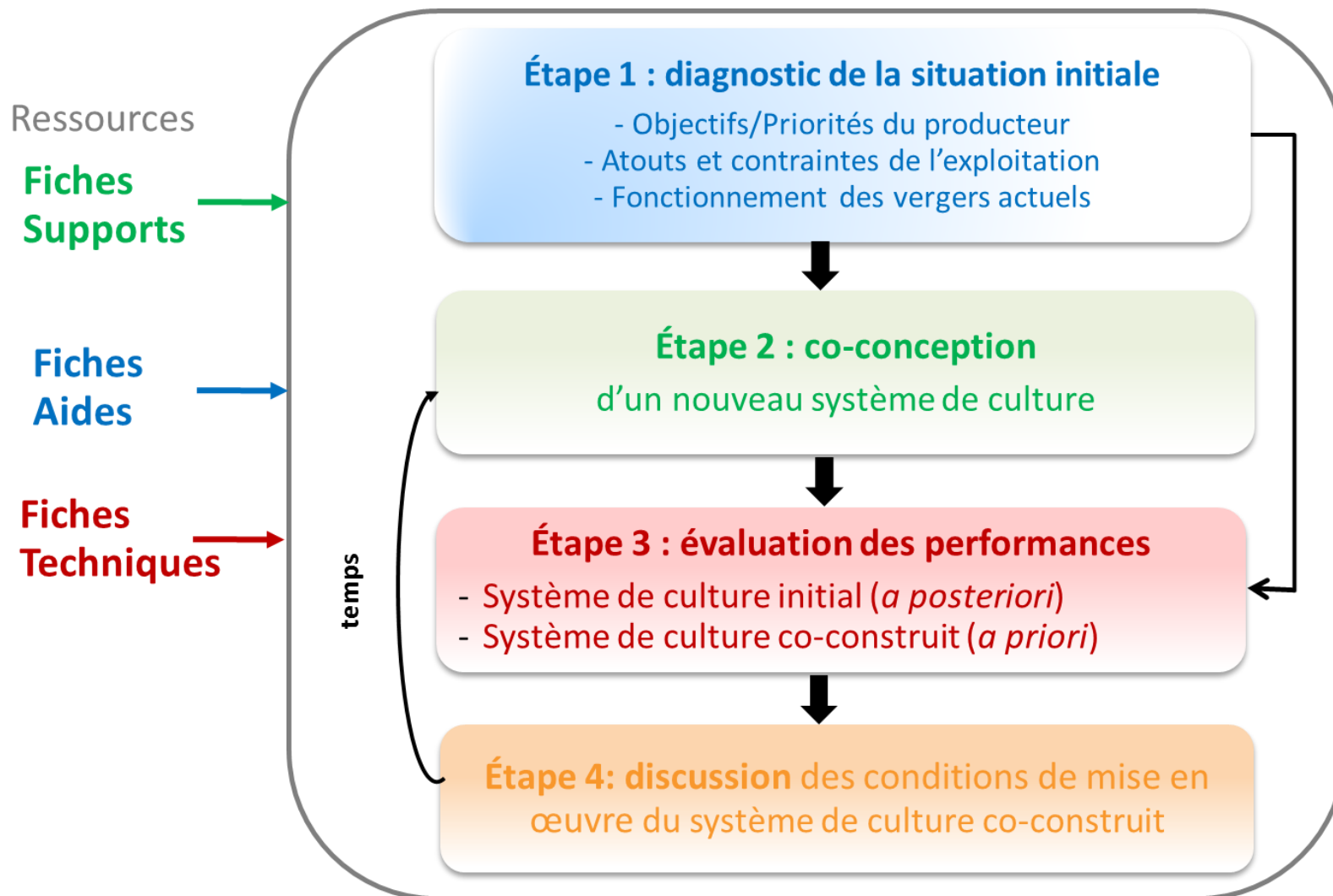
## Fiches « Techniques »

Informations pratiques sur les méthodes alternatives et les conditions de mise en œuvre



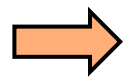


# Une démarche de co-conception



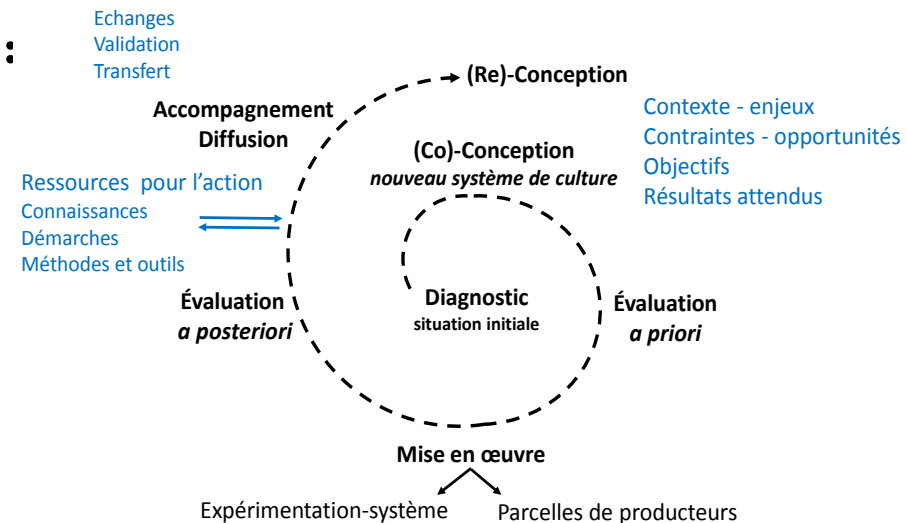
# Une démarche s'inscrivant dans une trajectoire

- **Processus itératif** lors de la conception / évaluation
- **Transition** vers des SdC économes : introduction de nouvelles TK au cours du temps
- **Progressivité** de l'installation de certains **processus écologiques**
- **Temps d'apprentissage** à la conduite de nouveaux SdC



Importance de l'accompagnement dans cette transition (conseiller, groupes de producteurs, lieux d'échanges...)

La « spirale de progrès » de la conception de SdC innovants



**ÉCOPHYTO**

RÉDUIRE ET AMÉLIORER  
L'UTILISATION DES PHYTOS

## GUIDE PRATIQUE

pour la conception de systèmes  
de culture légumiers économes  
en produits phytopharmaceutiques




Champ de salades, B. Couvât, 1916



Les Journées Scientifiques – 10 mars 2016

# Les spécificités des cultures légumières

- Une cinquantaine d'espèces cultivées
- Plusieurs modes de production : plein champ, abri, serre
- Plusieurs bassins de production

 Grande diversité de systèmes de culture et grande variabilité des problèmes sanitaires

# Les auteurs du guide

- Jeannequin B. (**Inra**) culture maraîchères sous serres, Sud
- Faloya V. (**Inra**) culture légumières en plein champ, Ouest
- Trottin-Caudal Y. (**Ctifl**) cultures maraichères sous abris, Sud-Est
- Villeneuve F. (**Ctifl**) cultures légumières de plein champ, Sud-Ouest
- Scherrer B. (**Légumes de France**) Fonctionnement des exploitations légumières
- Nivet L. (**Unilet**) cultures légumières d'industries, France
- Terrentroy A. (**CA 13**) cultures maraichères sous abris, Sud-Est
- Bzdrenga L. (**CA 85**) cultures maraichères sous abris, Ouest
- Estorgues V. (**CA 29**) cultures légumières de plein champ, Ouest
- Taussig C. (**Station régionale APREL**) cultures maraichères sous abris, Sud-Est
- Sinoir N. (**ITAB**) cultures légumières en agriculture biologique, France
- Lheureux S. (**Agro-Transfert R&T**) cultures légumières d'industries, Nord
- Szilvasi S. (**MAAF-DGAL**) Réglementation vis-à-vis des BA et Moyens de protection



# Etape 1 de la démarche : Diagnostic de la situation initiale

Quels sont les atouts et les contraintes de mon exploitation ?

Quels sont mes objectifs et le fonctionnement de mon exploitation agricole ?

Quels sont les systèmes de culture (SdC) sur mon exploitation ?



Quelles sont les performances de mon SdC ?

Quelles sont les caractéristiques (ITK, succession, BA...) du SdC que l'on veut améliorer ?

Quels sont mes objectifs et mes enjeux sur ce SdC ?

# Etape 1 de la démarche : Diagnostic de la situation initiale

## Agronomiques :

Rendement commercial  
Rendement brut (ou écart de tri)

## Environnementaux :

Maîtrise des bio-agresseurs  
IFT hors biocontrôle  
IFT biocontrôle  
IFT total  
Nombre de lâchers de macro-organismes et fraction de la parcelle concernée  
Quantité de déchets non dégradables  
Coûts énergétiques totaux  
Coûts énergétiques directs  
Coûts énergétiques indirects



## EVALUATION DU SYSTÈME DE CULTURE

## Sociaux :

Temps de travail total  
Temps de travail : interventions mécaniques  
Temps de travail : interventions manuelles  
Temps de travail : pulvérisation  
Temps d'observation  
Pénibilité

## Economiques :

Investissement spécifique  
Charges : intrants  
Charges de main-d'œuvre des salariés (main-d'œuvre extérieure et familiale)  
Pourcentage du chiffre d'affaires de l'activité "légumes" en système mixte

# Etape 2 : Conception de systèmes de culture économes

Comment combiner ces leviers dans un SdC ?

Est-ce que le producteur met ces leviers en place dans son SdC initial ?



Quels sont les leviers que le producteur pourrait mettre en place ?

| Leviers                                   | Techniques  | Effet sur les adventives | Effet sur les bio-agresseurs aériens | Effet sur les bio-agresseurs telluriques |
|---|---|--------------------------|--------------------------------------|--|
| Succession                                | Éviter les précédents à risques   |                          |                                      |  |
|   | Respecter les délais de retour d'une même culture ou d'une même famille |                          |                                      |  |
|   | Diversifier les périodes d'implantation                                 | x                        | x                                    | x  |
| Travail du sol                            | Réaliser un travail profond certaines années                            | x                        | x                                    | x  |
| Implantation de cultures intermédiaires   |   | x                        | x                                    | x  |
| Faux semis                                |   | x                        |                                      |  |
| Protection biocontrôle (micro-organismes) |   |                          | x                                    | x  |

Comment le savoir ?

Qu'est-ce que c'est ?

# Etape 3 : Evaluation a priori du système de culture économe

| Indicateur   | Moyenne ou tendance annuelle du SdC initial | Moyenne ou tendance annuelle du SdC amélioré | Comparaison SdC initial-SdC amélioré |
|--|---|--|--------------------------------------|
| Rendement commercial   |   |  |                                      |
| Rendement brut (ou écart de tri)   |   |  |                                      |
| Maîtrise des bio-agresseurs  | maladies mal maîtrisées                     | oui  | ↗                                    |
| IFT hors biocontrôle   | 11,65                                       | 5,64   | -52%                                 |
| IFT biocontrôle  | 1,5   | 4  | +260%                                |
| IFT total  | 13,15                                       | 9,64   | -27%                                 |
| Nombre de lâchers de macro-organismes et fraction de la parcelle concernée | 1,5   | 3  | +200%                                |
| Quantité de déchets non dégradables  | 525   | 973  | +185%                                |
| Coûts énergétiques totaux  | ?   | ?  | ↗                                    |
| Coûts énergétiques directs   | ?   | ?  | →                                    |

# Etape 4 : Discussion

- Discuter de la mise en place du système proposé sur l'exploitation
- Quel accompagnement est nécessaire pour faire évoluer le SdC ?
  - Introduction progressive de nouveaux leviers d'action
  - Prendre en compte le temps d'apprentissage par les producteurs (nouvelles cultures, techniques, raisonnement, reconnaissance des BA...)
- Possibilité de revenir aux étapes précédentes pour construire d'autre SdC et choisir le plus opportun



# Un guide...

- Version papier à la demande au GIS PIClég
- Téléchargeable sur le site [picleg.fr](http://picleg.fr) et le portail Ecophytopic
- Une application mobile téléchargeable sur Google Play et App Store





# Comité de rédaction

| Organisme  | Nom des experts  | Espèces                | Régions    |
|--|--|------------------------|------------|
| <b>Cellule coordination :</b><br><b>INRA</b> PSH et Gotheron | Eva LAGET (CDD 2 ans)<br>Daniel PLENET, Sylvaine SIMON | Noyau et Pépins        | S-E        |
| <b>APCA</b> (CA 66 et CA 84)                                 | Marc FRATANTUONO, Vincent RICAUD                       | Noyau, Pépins          | S-E et S-E |
| <b>BIP</b>   | Marie-Hélène RAMES                                     | Prune d'Ente           | S-O        |
| <b>CAN Arbo/ APCA</b> (CA82)                                 | Jean-Louis SAGNES                                      | Pommier                | S-O        |
| <b>CTIFL</b>   | Bruno LOQUET, Franziska ZAVAGLI                        | Noyau et Pépins        | S-E et S-O |
| <b>EDUCAGRI</b> (Montauban)                                  | Claude ROUSSELOU                                       | Pépins, Noyau, Kiwi    | S-O        |
| <b>GRCETA de Basse Durance</b>                               | Bruno HUCBOURG, Pascal BORIOLI                         | Pépins, Noyau, Olivier | S-E        |
| <b>IFPC</b>  | Anne GUERIN  | Pomme à cidre          | Ouest      |
| <b>INRA UE Arbo Angers</b>                                   | Arnaud LEMARQUAND                                      | Pépins                 | Ouest      |
| <b>ITAB - GRAB</b>   | Claude-Eric PARVEAUD                                   | Pépins, Noyau          | S-E        |
| <b>OP BLUE WHALE</b> (CA 81)                                 | Gérard ASSIÉ   | Pépins                 | S-O        |
| <b>OP PomAnjou</b> (Arbo Conseil)                            | Bruno BILLOTTE   | Pépins, myrtille       | Ouest      |
| <b>OP UNICOQUE</b>   | Marion MERCADAL, Leyla RAMADE                          | Fruits à coque         | S-O        |
| <b>MAAF/DGAL</b>   | Bertrand BOURGOUIN                                     | Toutes                 | national   |

# Experts consultés

## Experts thématiques ( $\pm 60$ ) :

### ✓ Stations Régionales d'Expérimentation

ADIDA, AREFE, AREFLEC, CEFEL, CEHM, GRAB, La Morinière, La Pugère, La Tapy, SEFRA, SENURA, SERFEL,...

### ✓ Chambre d'Agriculture (07, 13, 30, 66, 76, 82, 84), APCA, CRA

### ✓ Instituts techniques : CTIFL, CTO, IFV, IFPC,...

### ✓ INRA

### ✓ Associations (GRCETA), Syndicats (BIP)

### ✓ OP : Blue Whale, GIE Perlim,...

### ✓ Producteurs



# Spécificités des cultures fruitières

## ❑ **Caractère pérenne**

- ⇒ absence du levier d'action « rotation »
- ⇒ permanence des bio-agresseurs inféodés à la culture et risque d'effets cumulatifs
- ⇒ milieu potentiellement favorable à la lutte biologique par conservation (maintien des « auxiliaires généralistes » en gérant leurs habitats)

## ❑ **Importance des choix à la plantation**

- ⇒ engagent le producteur pour plusieurs années

## ❑ **Productions à haute valeur ajoutée** (investissements importants et coûts de production élevés liés notamment à la main d'œuvre)

- ⇒ importance des critères qualités des fruits
- ⇒ forte appréhension liée aux dégâts des bio-agresseurs

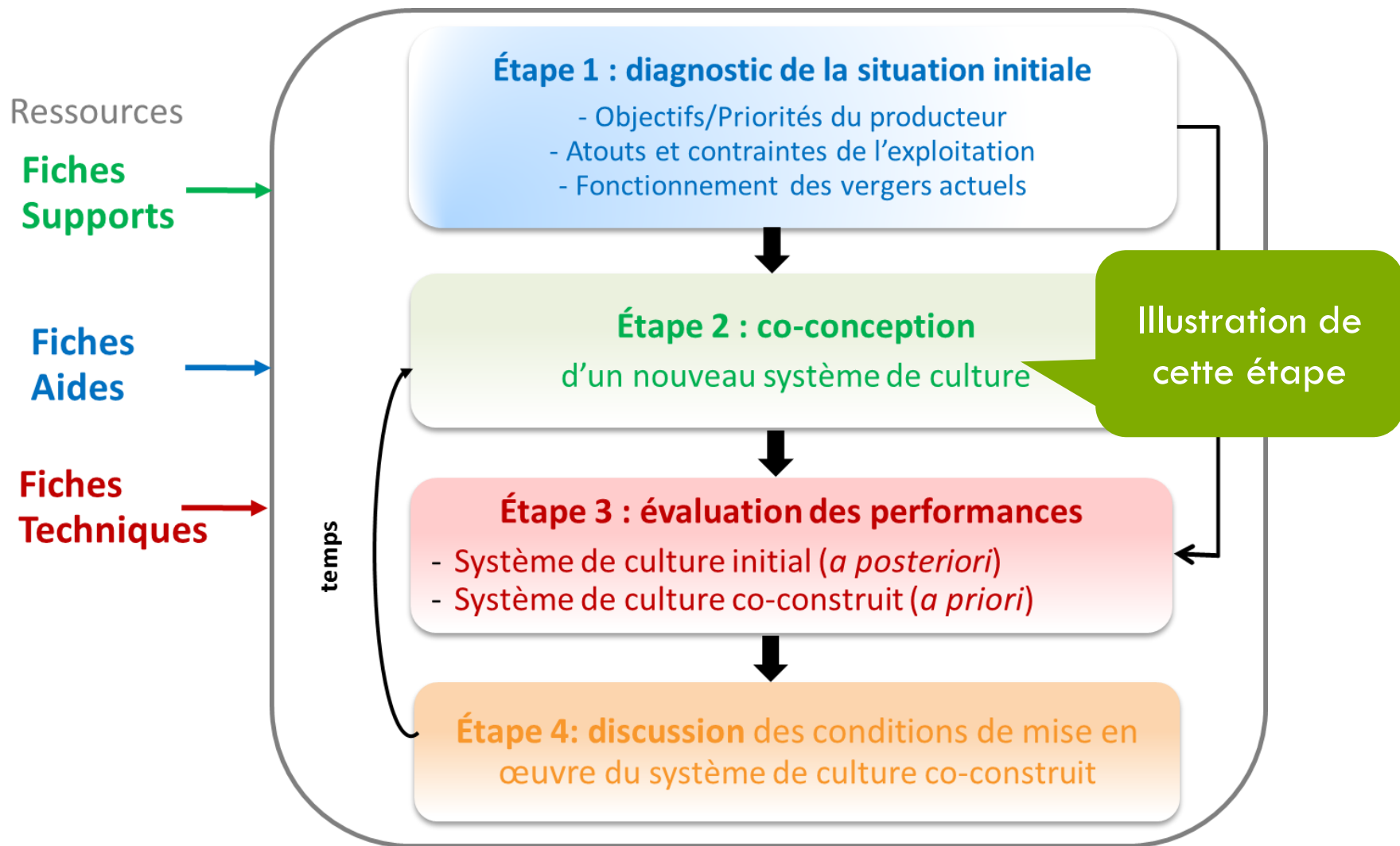


# Diversité des espèces fruitières

- Abricotier
- Amandier
- Cassissier-groseillier
- Cerisier
- Châtaignier
- Clémentinier
- Framboisier
- Kiwi
- Myrtillier
- Noisetier
- Noyer
- Olivier
- Pêcher
- Poirier
- Pommier
- Prunier
- Vigne (raisin de table)

➔ Démarche générique mais des entrées spécifiques  
« espèce x bioagresseurs x méthodes alternatives »

# Une démarche de co-conception



# Étape 2 : Co-conception du nouveau SdC

## Ex. Fiche Support S5

| Systeme            | Objectifs visés |
|--------------------|-----------------|
| mode de production |                 |
| circuit            |                 |
| valorisation       |                 |

| Résultats attendus   | Objectifs visés |
|----------------------|-----------------|
| Rendement (T/ha)     |                 |
| Catégories- Calibres |                 |
| Chimie anaire        |                 |

Quelles évolutions dans les objectifs et les résultats attendus?

| Bio-agresseur | Objectifs agronomiques | Leviers à la plantation (création de verger) | Méthodes alternatives / méthodes culturales | Lutte chimique (nb de traitements) | Raisonnement (OAD / RDD) |
|---------------|------------------------|--|---|------------------------------------|--------------------------|
|               |                        |  |   |                                    |                          |

Quels leviers mobiliser lors de la création d'un verger ?

Quelles méthodes supplémentaires?  
Quelles combinaisons?  
=> **Fiches aides**  
=> **Fiches techniques**

Outils d'Aide à la Décision mobilisables ?

Comment augmenter l'efficience ?

## EXEMPLE DU PÊCHER

|                     |   |   |   | Ravageurs 1/2  |                        |                                   |                            |                           |   |                                  |                             |
|---------------------|---|---|---|--|------------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------------------|---|----------------------------------|-----------------------------|
|                     |   |   |   | Tordeuse orientale du pêcher   | Puceron vert du pêcher | Thrips californien                | Thrips méridional          | Petite mineuse du pêcher  | Cochenille blanche du mûrier et pou de San José | Autres cochenilles (lécanines)   | Puceron farineux du prunier |
| Catégorie du levier | Levier  | N° fiche  | Méthodes ou Techniques  | <i>Cydia molesta</i>   | <i>Myzus persicae</i>  | <i>Frankliniella occidentalis</i> | <i>Thrips meridionalis</i> | <i>Anarsia lineatella</i> | <i>Pseudaulacapsis pentagona</i>                | <i>Parthenoleuca niium corni</i> | <i>Hyalopterus pruni</i>    |
| Contrôle culturel   | Action sur les populations                                | 1   | Éliminer les rameaux/branches touchés   |  | C                      |                                   |                            |                           |   |                                  |                             |
|                     |   |   | Éliminer les fruits touchés, ne pas laisser de fonds de cueille, enlever les momies, broyer les fruits ou les retirer | C  |                        |                                   |                            |                           |   |                                  |                             |
|                     |   |   | Brossage, curetage (brosse, couteau, fil de fer, lance à eau...)  |  |                        |                                   |                            |                           |   |                                  |                             |
|                     | Atténuation des populations                               | 3   | Taille en vert  |  | 1 C                    | 2 C                               | 2 C                        |                           |   |                                  | 1 C                         |
|                     |   |   | Taille d'hiver  |  |                        |                                   |                            |                           |   |                                  |                             |
|                     |   |   | Éviter les excès d'alimentation hydrominérale   | C  | C                      | C                                 | C                          |                           |   |                                  |                             |
| Lutte mécanique     | 4   | Éliminer les fruits sur le rang / Éviter les déjections |   |  | 3 !                    |                                   |                            |                           |   |                                  |                             |
|                     |   | Éliminer les branches basses et touchées                |   |  |                        |                                   |                            |                           |   |                                  |                             |
|                     |   | Éliminer les fruits touchés                             | C   |  | C                      | C                                 |                            |                           |   |                                  |                             |
| Lutte biologique    | Par conservation  |   | Préserver les auxiliaires   | Favoriser l'action des auxiliaires est indispensable à la protection du verger |                        |                                   |                            |                           |   |                                  |                             |
|                     | Microbiologique   | 12  | Bacillus thuringiensis  | P  |                        |                                   |                            | P                         |   |                                  |                             |
| Lutte biotechnique  | Biotechnique  | 17  | Virus granulose   | P  |                        |                                   |                            |                           |   |                                  |                             |
|                     |   |   | Confusion sexuelle  | P  |                        |                                   |                            | Expé                      |   |                                  |                             |
| Produits divers     | Peu préoccupants pour l'environnement et la santé humaine | 13  | Produits phytopharmaceutiques de synthèse   |  |                        |                                   |                            |                           |   |                                  |                             |

**Levier « Complémentaire »** : levier à effet partiel, nécessitant d'être combiné à d'autres leviers pour diminuer le nombre de traitements

Lien vers les **Fiches Techniques** des méthodes alternatives

« **Attention**, effet secondaire possible, risque de favoriser le développement de ce bio-agresseur" »

**Levier « Principal »** : efficacité connue permettant de diminuer le nombre de traitements avec des produits phytopharmaceutiques de synthèse

**Levier en expérimentation**

## FICHE n° 12 : LUTTE PAR PULVÉRISATION DE MICRO ORGANISMES

## 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

#### Lévier 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
  - Cochylys sur raisin de table

*Bacillus subtilis* contre le feu bactérien

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

#### Lévier 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

### Pou 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 **frondaïson 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'**aménagement 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

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

|  |  |
|--|--|
| <b>Effets induits sur les aspects...</b> |  |
| <b>Autres bio-agresseurs</b>             |  |
| <b>Organisationnel</b>                   | (+) Absence ou faible délai de réentrée et de délai avant récolte<br>(-) <b>Nématodes</b> : conditions d'application parfois difficiles à avoir, l'alimentation du réseau d'irrigation doit être encore opérationnelle à cette époque<br>Rappel : système d'irrigation de type aspersion sur frondaïson ou par microjets nécessaire pour maîtriser l'efficacité du traitement avec des nématodes.<br>(-) <b>Passage pouvant être spécifique, « hors saison »</b><br><b>NB</b> : 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 |
| <b>Économique</b>                        | Coûts* :<br>- Nématodes : 110-220 €/ha<br>- Bt : 30-50 €/ha<br>- Virus de la granulose : 40-50 €/ha<br>- <i>Aureobasidium pullulans</i> : environ 70 € à 1,5 kg/ha<br>- <i>Bacillus subtilis</i> : environ 60 €/ha   |
| <b>Agronomique</b>                       | (+) <b>Nématodes</b> : amélioration de l'efficacité des stratégies par réduction des populations hivernantes<br>(-) <b>Virus et bactéries</b> : possibilité d'apparition de résistances aux souches utilisées<br><b>NB</b> : 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.   |
| <b>Environnemental</b>                   | (+) Peu d'impact sur l'environnement (eau, air, sol)<br>(-) <b>Les nématodes ou le <i>Bacillus thuringiensis</i> sont peu sélectifs</b>  |
| <b>Qualité des fruits</b>                | (+) <b>Pas de résidus</b>  |
| <b>Auxiliaires</b>                       | 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° 17 « 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° 14 « Filet Alt'Carpo monorang », n° 15 « 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** (*Microsphaeropsis, 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** (célémentinier) 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 granulose

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

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

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

– <http://www.arystalfescience.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](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-seduit-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.bayercropsscience.fr/urftp.action?codeProduit=1052&codeClient=52142569>

#### ► Aureobasidium pullulans

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

# Outils...

- ✓ Guide disponible sur internet : GIS Fruits et EcophytoPIC
- ✓ Version papier à la demande
- ✓ Développement d'un site web et d'une application smartphone (GIS Fruits/INRA)

## **Contacts :**

[daniel.plenet@avignon.inra.fr](mailto:daniel.plenet@avignon.inra.fr)

[sylvaine.simon@avignon.inra.fr](mailto:sylvaine.simon@avignon.inra.fr)

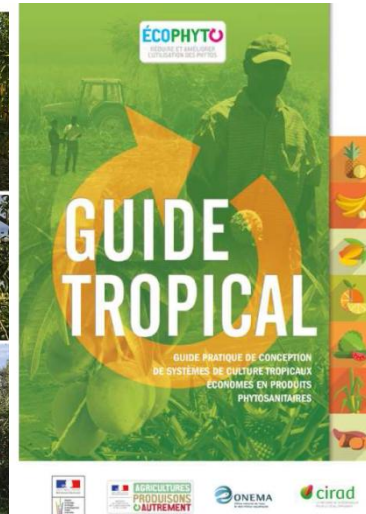
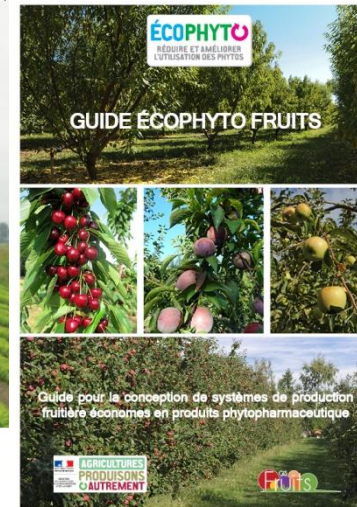
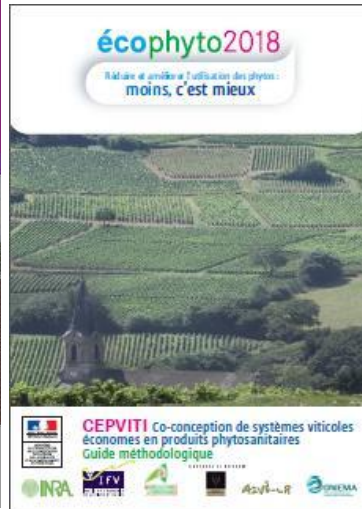
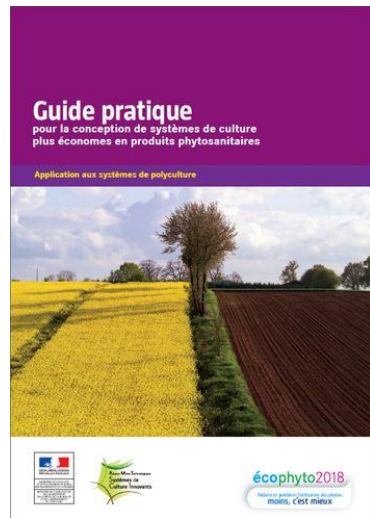
[marine.guadagnini-palau@avignon.inra.fr](mailto:marine.guadagnini-palau@avignon.inra.fr)

<http://www.gis-fruits.org/>

<http://arboriculture.ecophytopic.fr/arboriculture>

# Demain...

- Un outil interactif commun à l'ensemble des 5 guides (toutes filières) disponible en 2016 (développement ACTA)







Merci de votre attention



Photos : Inra©



Les Journées Scientifiques – 10 mars 2016



# Fiche technique T26 : Le calcul de l'IFT

## Définition

L'IFT est un indicateur de pression phytosanitaire. Il permet de mesurer l'intensité du recours aux produits phytopharmaceutiques sur la succession culturale. Il est utilisé pour vérifier que le système de culture amélioré est effectivement plus économe en produits phytopharmaceutiques que le système initial.

## Mode de calcul

L'IFT correspond au nombre de doses homologuées de produits phytopharmaceutiques appliquées sur une parcelle pendant une campagne culturale.  $IFT_{\text{traitement}} = \frac{DA}{DH} \times PP$

avec : DA, la dose de produit commercial réellement appliqué par hectare ;  
DH, la dose homologuée pour le même produit ;  
PP, la proportion de parcelle traitée lors du traitement.

Calcul à l'échelle de la culture :  $IFT_{\text{culture}} = \frac{DA}{DH} \times PP$

Calcul à l'échelle du système de culture :  $IFT_{\text{SdC}} = \frac{IFT_{\text{culture}}}{\text{Nb d'années de la succession}}$





# Fiche aide A2 : Caractéristiques des cultures légumières

| Culture   | Famille       | Delai de retour minimum recommandé (année) (bibliographie) | Implantation de la culture de plein champ (dont chenille) | Implantation de la culture sous abris hauts | Durée de la culture | Système racinaire |
|-----------|---------------|--|---|---|---------------------|-------------------|
| Courgette | Cucurbitacées | 4  | D'avril à août  | De février à avril                          | 5 à 6 mois          | Fasciculé         |

| Précédent à éviter | Carences ou excès particuliers à surveiller | Bio-agresseurs principaux dans le Sud-Est   | Bio-agresseurs occasionnels dans le Sud-Est                  | Résistances disponibles |
|--------------------|---|---|--|-------------------------|
| Cucurbitacées      | Molybdène                                   | Oïdium, <i>Fusarium</i> , complexe de virus, puceron, acarien, nématode, aleurode | Cladosporiose, <i>Botrytis</i> , <i>Sclerotinia</i> , thrips | Virus, oïdium           |



# Fiche technique T1 : L'introduction d'un couvert végétal d'interculture



## Définition de la technique

Implanter un couvert végétal pendant une période d'interculture (période séparant la récolte d'une culture et la mise en place de la suivante). En fonction des objectifs, le couvert peut avoir des appellations différentes : culture intermédiaire piège à nitrate, engrais verts, plantes pièges, cultures assainissantes...

## Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Divers bio-agresseurs sont défavorisés grâce à la mise en place d'un couvert végétal en interculture.  
Par exemple, les adventices grâce à l'effet d'allélopathie des Poacées, les champignons telluriques par stimulation de l'activité microbienne du sol... cf. fiche A3

## Bibliographie disponible (cf. fiche A2)

## Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures en fonction des périodes d'interculture.

## Quand ?

Lors de la période d'interculture entre la récolte d'une culture et la préparation de la suivante.

## Dans quelles conditions ?

La technique peut être utilisée aussi bien sous abri qu'en plein champ. Les couverts peuvent être implantés dans tous les types de sol et dans toutes les régions si l'espèce et l'itinéraire technique sont adaptés (quelques interventions peuvent être nécessaires, comme l'irrigation).

## Réglementation

