

ÉCOPHYTO

RÉDUIRE ET AMÉLIORER
L'UTILISATION DES PHYTOS

GUIDE TROPICAL

GUIDE PRATIQUE DE CONCEPTION
DE SYSTÈMES DE CULTURE TROPICAUX
ÉCONOMES EN PRODUITS
PHYTOSANITAIRES



Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture, avec l'appui financier de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

COORDINATEURS DE L'ACTION :

Laura BRUCHON et Fabrice LE BELLEC (CIRAD, Réunion).

COMITÉ DE PILOTAGE DE L'ACTION :

Bruno CANUS (ONEMA), Dominique DANCE (MAAF/DMOM), Delphine DI BARI (MAAF/DGAL), Pierre EHRET (MAAF/DGAL), Olivier JUNOT (MOM/DéGéOM), Jérôme MATER (ODEADOM).

CONTRIBUTEURS :

Raphaël ACHARD (CIRAD, Martinique), Joseph ANTOIR (Chambre d'agriculture de La Réunion), Cyrille BARNERIAS (DEAL, Martinique), Katy BAUCHAUD (DEAL, Guadeloupe), Jean-Marc BLAZY (INRA, Guadeloupe), Chloé BOURGOUIN (IT², Rungis), Aurore BURY (Syndicat du Sucre de La Réunion), Julien CAMBOU (DEAL, Guyane), Maxime CHABALLIER (eRcane, Réunion), Patrice CHAMPOISEAU (IT², Guadeloupe), Jean-Sébastien COTTINEAU (ARMEFLHOR, Réunion), Charlotte COUTANT (AROP-FL, Réunion), Hubert DE BON (CIRAD, Montpellier), Péninna DEBERDT (CIRAD, Martinique), Jean-Philippe DEGUINE (CIRAD, Réunion), Laure DE ROFFIGNAC (ASSOFWI, Guadeloupe), Frédéric DESCROIX (CIRAD, Réunion), Pierre EHRET (DGAL, Montpellier), Olivier FONTAINE (La Coccinelle, Réunion), Patrick FOURNIER (CIRAD, Réunion), Antoine FRANCK (CIRAD, Réunion), Laurent GERVAIS (IT², Martinique), Christophe GOSSARD (COROI, Réunion), Rachel GRAINDORGE (ARMEFLHOR, Réunion), Frédy GROSSARD (Centre Technique de la Canne à Sucre de la Guadeloupe), Claire GUILLERMET (CIRAD, Martinique), Jean GUYOT (CIRAD, Guyane), Ignace HOARAU (ARMEFLHOR, Réunion), Bruno HOSTACHY (ANSES, Réunion), Philippe JACOLOT (DAAF, Guyane), Pascal JEAN-CHARLES (Chambre d'agriculture de Guadeloupe), Anaïs LAMANTIA (DAAF, Guyane), Damien LAPLACE (DAAF, Guyane), Anaïs LAVIGNE (FREDON, Martinique), Christian LAVIGNE (CIRAD, Martinique), Fabrice LE BELLEC (CIRAD, Réunion), Lucie LE JEANNE (EPLEFPA Saint Paul, Réunion), Magalie LESUEUR JANNOYER (CIRAD, Martinique), Mélanie LOBIETTI (CIRAD/EPLEFPA Saint Paul, Réunion), Pierre-Damien LUCAS (FREDON, Martinique), Ludovic MAILLARY (DAAF, Réunion), Julie MAILLOUX (ASSOFWI, Guadeloupe), Alizé MANSUY (Chambre d'agriculture de La Réunion), Caroline MARION (Banamart, Martinique), Daniel MARION (eRcane/CIRAD, Réunion), Jean-José MARTIAL (IT², Martinique), José MARTIN (CIRAD, Réunion), Mathilde MELLIN (ARMEFLHOR, Réunion), Thierry MICHELS (CIRAD, Réunion), Fany MOLIN (DGAL, Paris), Claudie PAVIS (INRA, Guadeloupe), Rémi PICARD (FREDON, Martinique), Sarra POLETTI (CIRAD/EPLEFPA Saint Joseph, Réunion), Béatrice RHINO (CIRAD, Martinique), Nathalie RISON ALABERT (Agence Bio, Montreuil), Gilbert ROSSOLIN (Chambre d'agriculture de La Réunion), Michel ROUX-CUVELIER (CIRAD, Réunion), Philippe RYCKEWAERT (CIRAD, Martinique), Serge SIMON (CIRAD, Bénin), Yohann SOUBEYRON (UICN, Montpellier), Caroline SYLVANIELO (FREDON, Martinique), Philippe THOMAS (DAAF, Réunion), Gaëlle TISSERAND (ARMEFLHOR, Réunion), Régis TOURNEBIZE (INRA, Guadeloupe), Henri VANNIERE (CIRAD, Montpellier), Didier VINCENOT (Chambre d'agriculture de La Réunion) et Juana VIRAYE (FREDON, Martinique).

REMERCIEMENTS :

Nous tenons à remercier les coordinatrices des autres guides de conception de systèmes de culture économes en produits phytopharmaceutiques, à savoir Céline BERTHIER (IFV), Eva LAGET (INRA Avignon) et Marine LAUNAI (INRA Alénya Rousillon) pour leur aide.

AVEC L'APPUI ET LE SOUTIEN DES ORGANISMES SUIVANTS :

Les coordinateurs souhaitent remercier tous les organismes partenaires de l'action et notamment leurs promptitudes à fournir les documents techniques en leur possession sur lesquels se base ce guide.



POUR CITER CE GUIDE

Bruchon L., Le Bellec F., Vannière H., Ehret P., Vincenot D., De Bon H., Marion D., Deguine J.P., 2015. Guide Tropical – *Guide pratique de conception de systèmes de culture tropicaux économes en produits phytosanitaires*. Le Bellec F. (Ed.), CIRAD, Paris, 210 pages.

Contact : fabrice.le_bellec@cirad.fr

ISBN: 978-2-87614-702-7

PRÉFACE

Dans les régions tropicales, en particulier dans les départements d'Outre-Mer, la pression exercée par les adventices, les ravageurs et les maladies est forte, autant pendant la saison sèche (mouches des fruits, flétrissement bactérien...) que pendant la saison des pluies (cercosporiose, chenilles...).

Pour s'assurer d'une future récolte et ainsi, d'un revenu, les agriculteurs sont amenés à utiliser des produits phytosanitaires. Dans les DOM, il n'existe qu'un panel réduit de produits phytosanitaires homologués.

Les producteurs doivent prendre conscience des nouvelles attentes des consommateurs. Ils doivent, en permanence, faire évoluer leurs pratiques pour répondre aux enjeux actuels : pratiquer une agriculture productive, de qualité et respectueuse de l'environnement.

Ce guide propose des solutions techniques adaptées au contexte tropical pour limiter les populations de bioagresseurs. Il formalise une démarche basée sur un diagnostic du système initial d'une exploitation. L'agriculteur, que je représente, apprendra à limiter les traitements qu'il pensait inévitables. Un conseiller pourra l'aider à adapter, combiner des techniques à partir de celles proposées dans ce guide. Des mesures préventives (prophylaxie, barrières physiques...) à des méthodes de lutte directe (insectes auxiliaires, désherbage mécanique...), l'agriculteur disposera d'un large éventail d'alternatives afin de garantir des performances agronomiques, environnementales, économiques et sociales.

C'est en partenariat avec les organismes de recherche que nous, producteurs, allons pouvoir pratiquer une agriculture durable. Une agriculture qui, tout en servant notre intérêt individuel, contribuera à un intérêt collectif : fournir des produits de qualité en quantité tout en respectant l'environnement.

Omar BOITCHA,
président du conseil d'administration de l'ODEADOM,
exploitant agricole à Mayotte.

AVANT-PROPOS

Assurer le développement et la pérennité des productions agricoles en climat de type tropical tout en veillant à la qualité des produits, à la satisfaction et la santé des consommateurs, à la préservation de l'environnement, au revenu des acteurs des filières et notamment à celui des producteurs, tels sont les enjeux des Territoires français d'Outre-Mer.

Pour réussir ce challenge, les producteurs ultramarins doivent sans cesse lutter contre le développement des adventices, parasites et autres ravageurs dont le développement est favorisé par des conditions climatiques propices tout au long de l'année. En complément, voire de plus en plus en substitution d'un recours limité aux produits phytosanitaires, la recherche et la diffusion de pratiques culturales alternatives sont sans nul doute les voies à privilégier pour limiter la prolifération de ces bioagresseurs qui constituent le principal frein au développement des cultures dans les Territoires d'Outre-Mer.

C'est l'objet de ce guide, qui s'inscrit dans le cadre du plan Ecophyto et qui s'intègre parfaitement dans l'esprit du projet « Agro écologique » initié par le Ministre de l'Agriculture, que de procéder au recensement de ces pratiques innovantes en adoptant la posture des praticiens de terrain.

Après avoir rappelé les principes de base d'Agronomie adaptés aux contextes pédoclimatiques des DOM, ce guide propose aux professionnels une méthode leur permettant d'être acteurs dans la mise en œuvre de leur propres plans de lutte, ainsi que des fiches techniques pratiques souvent inspirées d'expériences concrètes réalisées à l'initiative d'agriculteurs eux-mêmes. C'est donc un outil précieux au service de l'agriculture des DOM, plus particulièrement des prescripteurs (conseillers, techniciens, formateurs...) et des agriculteurs.

Fruit d'un travail collectif associant la Recherche (CIRAD, INRA, ANSES...), les Instituts Techniques du réseau ACTA (ARMEFLHOR, IT2...), les Chambres d'Agriculture, les organismes Techniques type FREDON ainsi que les professionnels des filières de diversification végétale, de la canne et de la banane, et ce sur des territoires différents de l'Océan Indien et des Caraïbes, ce guide s'inscrit parfaitement dans l'esprit des Réseaux d'Innovation et de Transfert Agricole (RITA) mis en place dans les DOM depuis fin 2011 pour y contribuer au développement des productions agricoles.

Ce guide a vocation à servir de support de formation pour les techniciens et conseillers ainsi que pour les agriculteurs des DOM et à être largement diffusé via tous les relais du changement et de l'innovation. Enfin, c'est un outil qui nécessitera une actualisation régulière pour intégrer les innovations qui ne manqueront pas de venir enrichir dans les années à venir le panel des pratiques culturales et plus généralement des leviers d'actions qui permettront de produire plus et mieux tout en utilisant moins de produits phytosanitaires.

Longue vie à ce guide et à l'agriculture ultramarine,

Jean CHAMPAGNE,
Directeur du pôle Outre-Mer de l'ACTA,
le réseau des Instituts Techniques des filières animales et végétales.

SOMMAIRE

■ INTRODUCTION 13

MOYENS DE PROTECTION DES CULTURES LIMITANT LE RECOURS AUX PRODUITS PHYTOSANITAIRES..... 15

La production intégrée des cultures.....	15
L'agriculture dans les départements d'outre-mer : spécificités et contraintes.....	17
Les enjeux phytosanitaires des départements d'outre-mer	18
Les techniques alternatives à l'utilisation de produits phytosanitaires en contexte tropical	19

UNE MÉTHODE POUR ÊTRE ACTEUR DE LA CONCEPTION DE SYSTÈMES DE CULTURE TROPICAUX ÉCONOMES EN PRODUITS PHYTOSANITAIRES 27

Étape 1 : Diagnostic de la situation initiale de l'exploitation	27
Étape 2 : Conception d'un système de culture alternatif	28
Étape 3 : Évaluation des performances du système de culture alternatif	30
Étape 4 : Faisabilité et mise en œuvre du système de culture alternatif	31
Un exemple de mise en œuvre de la méthode complète : René-Claude BARRET, producteur à Pierrefonds - La Réunion.....	32
MÉTHODE SIMPLIFIÉE	37

■ FICHES TECHNIQUES

■ Fiche technique FT n°01 : Barrières physiques.....	41
■ Fiche technique FT n°02 : Biodésinfection des sols.....	47
■ Fiche technique FT n°03 : Cultures hors-sol	53
■ Fiche technique FT n°04 : Désherbage physique	59

■ Fiche technique FT n°05 : Faux-semis	65
■ Fiche technique FT n°06 : Gestion des enherbements pérennes non concurrentiels.....	69
■ Fiche technique FT n°07 : Gestion des intrants.....	75
■ Fiche technique FT n°08 : Lutte biologique inondative.....	81
■ Fiche technique FT n°09 : Lutte biologique par conservation.....	85
■ Fiche technique FT n°10 : Optimisation des applications phytosanitaires.....	91
■ Fiche technique FT n°11 : Paillage.....	97
■ Fiche technique FT n°12 : Piégeage de masse	105
■ Fiche technique FT n°13 : Préconisations pré et post-cycloniques....	109
■ Fiche technique FT n°14 : Prophylaxie	113
■ Fiche technique FT n°15 : Push-pull.....	119
■ Fiche technique FT n°16 : Qualité du matériel végétal	123
■ Fiche technique FT n°17 : Rotation et association	129
■ Fiche technique FT n°18 : Solarisation.....	135
■ Fiche technique FT n°19 : Substitution chimique	139
■ Fiche technique FT n°20 : Surveillance des bioagresseurs	143

■ FICHES SUPPORT

■ Fiche support FS n°01 : Tableau pour le diagnostic	150
■ Fiche support FS n°02 : Hiérarchisation des contraintes phytosanitaires.....	152

■ Fiche support FS n°03 :	
Grille d'évaluation des performances agri-environnementales.....	154
■ Fiche support FS n°03 bis :	
Liste des produits phytosanitaires utilisés pour faciliter le calcul des IFT et du score PHYTO'AIDE « substances actives ».....	156
■ Fiche support FS n°04 :	
Le système de culture co-construit	158

■ FICHES AIDE

■ Fiche aide FA n°01 :	
Aide au diagnostic	164
■ Fiche aide FA n°02 :	
Inventaire des bioagresseurs et pratiques de contrôle associées	166
■ Fiche aide FA n°03 :	
Indicateurs d'évaluation des performances agri-environnementales.....	174
■ Fiche aide FA n°04 :	
Compatibilité des techniques alternatives entre elles	180
■ Fiche aide FA n°05 :	
Facteurs à prendre en compte pour l'adoption des techniques	182

■ FICHES OUTIL

■ Fiche outil FO n°01 :	
IDEA Run	190
■ Fiche outil FO n°02 :	
PHYTO'AIDE	192
■ Fiche outil FO n°03 :	
IDAO et application WIKWIO.....	195
■ Fiche outil FO n°04 :	
AGREF.....	197
■ Fiche outil FO n°05 :	
SIMSERV.....	199

■ GLOSSAIRE	200
-------------------	-----

■ BIBLIOGRAPHIE	203
-----------------------	-----



INTRODUCTION

Face aux nombreux enjeux environnementaux, sanitaires, économiques et sociaux engendrés par l'utilisation de produits phytosanitaires pour la protection des cultures, le plan national Ecophyto prévoit de diminuer le recours à ce type de produits. En incitant les professionnels des filières agricoles à faire évoluer leurs pratiques, il s'agit de réduire l'usage des produits phytosanitaires tout en limitant l'impact de ceux qui resteront indispensables pour protéger les cultures des ravageurs, des adventices et des maladies et tout en maintenant des systèmes de cultures économiquement performants.

Ce plan s'intègre dans le projet Agro-écologique pour la France initié par le Ministre de l'Agriculture en 2012. Le plan Ecophyto insiste sur la nécessité de « réorienter et réactiver le processus d'innovation » dans le cadre d'un partenariat entre « tous les acteurs de la recherche, du développement et de la formation », condition nécessaire à la mise en œuvre des innovations dans les exploitations agricoles. L'objet du Guide Tropical est de donner concrètement des solutions pour l'emploi de méthodes permettant de limiter le recours aux produits phytosanitaires et l'impact des pratiques par rapport aux enjeux rappelés ci-dessus. Ce guide s'appuie pour cela sur le recensement et l'analyse des connaissances et pratiques reconnues « dans l'état actuel de la science ».

Les produits phytosanitaires sont homologués pour un ou des usages bien définis, c'est-à-dire la lutte contre un bioagresseur d'une culture ou d'un peuplement végétal donné, selon des modalités d'emploi et d'application précises. L'initiative d'une demande d'homologation pour de tels produits relève de la firme détentrice des droits. Cette démarche est coûteuse et donc réfléchie en fonction de critères de rentabilité économique. En raison de la faible importance économique des productions tropicales dans les Départements d'Outre-Mer (DOM), les firmes ont instruit des demandes d'homologation beaucoup plus rarement qu'en métropole. Les systèmes de production des DOM se trouvent pleinement confrontés à la problématique des usages mineurs ou usages orphelins : peu ou pratiquement pas de produits homologués sont disponibles, conduisant les producteurs à des impasses techniques.

Le but de ce guide est donc d'aider à la réflexion sur l'emploi de techniques alternatives et complémentaires à l'utilisation de ces produits, dans des systèmes de culture en contexte tropical dans les DOM ainsi que de proposer des solutions concrètes aidant à la construction de systèmes économes en ces produits. Pour cela, le guide propose de mettre en œuvre une méthode de conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires inspirée de celles développées dans les autres guides publiés avec ces mêmes objectifs (guides polyculture « STEPHY », viticulture « CEPVITI », cultures légumières et arboriculture fruitière). Cette méthode est générique et peut s'appliquer aux principales cultures des DOM : canne à sucre, banane, ananas, cultures fruitières pérennes (notamment agrumes et mangue), espèces maraîchères* et espèces vivrières (racines et tubercules).

* Concernant le maraîchage, les utilisateurs de ce guide pourront se reporter également au « Guide pratique pour la conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques » rédigé par le GIS PIClég en 2014.

Le Guide Tropical s'adresse à des binômes agriculteur/conseiller, apprenant/formateur et éventuellement agriculteur/apprenant lesquels seront amenés à réfléchir ensemble pour :

- faire un diagnostic du système initial ;
- rechercher des solutions d'amélioration ;
- évaluer les performances de ces solutions ;
- évaluer l'adéquation de ces solutions avec le système de production.

N'attendez pas de ce guide des solutions clé en main car il a été conçu pour aider à repenser les systèmes de culture, à cette échelle, avec un objectif principal de réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires. Pour aider à reconcevoir globalement son système de culture, d'autres méthodes, moins spécifiques et à plusieurs échelles de conception, existent (voir par exemple [1]).

Les principes de la production intégrée sont au cœur du Guide Tropical, ils visent notamment à apprécier les améliorations techniques sous l'angle de leurs performances agronomiques, environnementales, économiques et sociales. Ces améliorations peuvent aller jusqu'à la rupture avec les systèmes actuels. Ce guide fournit une aide à la création de systèmes de culture durables grâce à un assemblage, dans le temps et dans l'espace, de techniques complémentaires et alternatives à la seule protection chimique. Ce n'est pas seulement un guide des bonnes pratiques phytosanitaires, il va au-delà.

Le Guide Tropical comporte trois parties. La première resitue les objectifs de la protection des cultures dans le cadre d'une démarche intégrée en général puis, spécifiquement, dans le contexte des DOM. Enfin, au fil des pages, vous découvrirez des portraits d'agriculteurs des DOM ayant mis en œuvre une ou plusieurs des techniques alternatives détaillées dans le guide. La seconde partie présente la méthode de conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. La dernière partie propose des outils d'accompagnement de la méthode, à savoir :

- 1- un ensemble de fiches techniques détaillant les caractéristiques des solutions alternatives disponibles pour la construction de systèmes plus économes ou pour les évaluer ;
- 2- des fiches supports à remplir pour appuyer les différentes étapes de la conception des nouveaux systèmes ;
- 3- des fiches aide apportant des informations utiles pour aider au choix des leviers ou pour aider à remplir les fiches supports ;
- 4- des fiches outils présentant le fonctionnement d'outils qui ont été utilisés au cours de l'élaboration de la méthode ou auxquels l'utilisateur peut se référer lors de la mise en place des techniques alternatives.

Le format du Guide Tropical et son type de reliure ont été choisis pour qu'il soit pratique, facile à ouvrir et à photocopier.*

Bonne conception !

* À la photocopieuse, un agrandissement de 122.5 % permet d'obtenir, sans autre manipulation, une photocopie de type A4 - les fiches supports peuvent ainsi être photocopiées à loisir selon un format pratique à remplir.

MOYENS DE PROTECTION DES CULTURES LIMITANT LE RECOURS AUX PRODUITS PHYTOSANITAIRES

■ LA PRODUCTION INTÉGRÉE DES CULTURES

Les principes de la production intégrée sont au cœur de la démarche de conception de systèmes de culture portée par ce guide. La production intégrée est définie comme un « système agricole de production d'aliments et des autres produits de haute qualité qui utilise des ressources et des mécanismes de régulation naturels pour remplacer des apports dommageables à l'environnement et qui assure à long terme une agriculture viable » (OILB-SROP*, 1993). Dans ce guide, l'échelle d'étude est celle de la parcelle, le premier lieu d'action de l'agriculteur. Les principes de la production intégrée seront donc appliqués à cette échelle en vue de réduire les impacts du système de culture. Si la substitution des produits phytosanitaires par des moyens de lutte alternative contre les bioagresseurs est recherchée, elle doit cependant respecter l'efficacité du système de culture, particulièrement en matière de gestion de l'eau, de la fertilisation, de l'énergie non renouvelable consommée et tendre au maintien du revenu de l'agriculteur et à l'amélioration des impacts sociaux et sociétaux.

Parmi ces moyens de maîtrise des bioagresseurs peuvent être cités :

- le contrôle génétique : utilisation de plantes sélectionnées pour leur résistance, leur tolérance ou leurs caractéristiques physiologiques ;
- le contrôle cultural : adaptations du système de culture pour limiter les dommages potentiels en faisant appel notamment à des modifications de la rotation, de la date de semis, à une gestion appropriée de la fertilisation et à la gestion du travail du sol ;
- la lutte physique : utilisation de moyens



▲ Coccinelle (*Olla v-nigrum*) dévorant des psylles.

(PHOTO : A. FRANCK, CIRAD)

mécaniques, thermiques, électromagnétiques ou pneumatiques ;

- la lutte par biocontrôle : utilisation de mécanismes et d'interactions qui régissent les relations entre espèces dans le milieu naturel. Cela comprend l'utilisation des macro-organismes, micro-organismes, médiateurs chimiques tels que les phéromones et les substances naturelles.

La production intégrée relève également « du bon sens » agronomique. Il s'agit ici de prévenir plutôt que de guérir, en rappelant quelques règles ou mesures préventives ayant pour objectifs de placer les plantes cultivées dans les meilleures dispositions pour résister à l'ensemble de leurs bioagresseurs et de limiter l'apparition et le développement de ceux-ci.

* OILB-SROP = Organisation Internationale de Lutte Biologique et Intégrée contre les animaux et les plantes nuisibles - Section Régionale Ouest Paléarctique

➤ **Respecter les exigences pédo-climatiques de l'espèce cultivée**

Cette bonne adéquation permet de limiter les stress pouvant rendre la culture plus vulnérable à des attaques de bioagresseurs et/ou de favoriser une levée ou reprise rapide de la culture pour la rendre plus compétitive vis-à-vis des bioagresseurs [2]. Par exemple, certains types de sols (hydromorphes, sensibles à la sécheresse, à faible vitesse de réchauffement, à fertilité chimique faible) peuvent provoquer sur certaines cultures des stress qui défavorisent leur implantation et donc les soumettent plus longtemps à des agressions. Par conséquent, implanter une espèce dans une zone géographique ou dans des sols non adaptés à ses besoins entraîne des coûts de fertilisation, d'irrigation et de protection phytosanitaire supplémentaires.

➤ **Faire le bon choix variétal en préférant des variétés rustiques**

Les caractéristiques propres à chaque variété (taille, architecture de la plante, tolérance aux bioagresseurs...) réduisent la pression des bioagresseurs et par conséquent l'emploi de produits phytosanitaires.

Les variétés rustiques sont issues de la sélection variétale et bénéficient d'une capacité de résistance aux maladies et aux divers stress. Lorsque les schémas de sélection sont fonctionnels, leur rendement est en général plus stable selon les années par rapport aux variétés classiques, sélectionnées pour leur potentiel de production en conditions optimales. L'association de plusieurs variétés ralentit aussi les processus de résistance des bioagresseurs aux produits phytosanitaires.

➤ **Choisir la bonne densité de plantation**

Un compromis doit être fait entre faible et forte densité pour obtenir une densité optimale. Une densité de plantation trop faible n'optimise pas la surface disponible

et impacte négativement les rendements. À l'inverse, une densité trop forte entraîne une concurrence accrue entre les plantes pour les ressources disponibles et favorise la transmission des maladies.

➤ **Planter sur buttes ou billons**

Le sol étant surélevé, il se ressuie plus rapidement en zones inondables ou hydromorphes. Cela évite la stagnation prolongée d'eau au pied de la plante qui provoque le pourrissement du collet et des racines [3]. La terre de la butte étant aussi plus meuble, elle est plus propice à la croissance racinaire.



▲ Parcelle de courgettes sur billons en Guyane.

(PHOTO : DAAF GUYANE)

➤ Profiter des rotations des cultures

Elles aident à rompre dans le temps le cycle des bioagresseurs présents sur la parcelle en diminuant les infestations et en déspécialisant la flore adventice. C'est un principe important de la production intégrée pour les cultures annuelles ou pluriannuelles. L'agriculteur peut jouer sur l'implantation de plantes non hôtes des ravageurs, les dates de mise en place (semis, plantation, transplantation) variées, ou l'allongement du retour d'une espèce.

➤ Optimiser la conduite de la plante

Répondre aux besoins des plantes en matière d'eau et de minéraux (en tenant compte du sol, du stade de développement de la culture et du climat) permet de rendre ces dernières moins sensibles aux attaques de bioagresseurs et d'assurer une bonne production. Le désherbage évite que les adventices n'entrent en compétition avec les plantes cultivées et élimine les abris propices à la prolifération des ravageurs de certaines cultures. Une taille optimisée des arbres fruitiers (frondaison aérée, élimination des branches parasitées ou mortes, palissage éventuel) limite les risques de propagation des maladies et les risques d'attaque des ravageurs.

➤ S'imposer des mesures d'hygiène des locaux et des outils

Le nettoyage des locaux avant entreposage, celui des véhicules, des conteneurs, des outils mais aussi celui des personnes en contact avec les cultures est indispensable pour gérer les risques de développement de certains bioagresseurs dans ces milieux [4]. En effet, les poussières, les débris végétaux, les restes de terre peuvent être contaminés par des microorganismes pathogènes et contenir des graines d'adventices. Pour les cultures sous abris, le risque de contamination par des sources d'inoculum extérieures est plus élevé que des cultures en plein air. Pour cela, il est encore plus important de désinfecter les ou-

tils pour éviter la propagation des nématodes, des champignons du sol, des bactérioses et des maladies à virus. Nettoyer les engins agricoles après chaque passage dans les parcelles et travailler les parcelles les plus contaminées en dernier évite la dissémination respectivement des agents pathogènes et des graines d'adventices mais aussi des fragments de rhizomes et stolons.

■ L'AGRICULTURE DANS LES DÉPARTEMENTS D'OUTRE-MER : SPÉCIFICITÉS ET CONTRAINTES

L'agriculture des DOM présente des spécificités par rapport à la métropole liées notamment :

- à l'insularité de ces régions (à l'exception de la Guyane) et à leur proximité avec des pays en voie de développement, devenant souvent des freins pour leur propre développement. L'insularité de ces régions se traduit également par une biodiversité remarquable mais fragile ;
- à la forte densité de populations (hormis la Guyane). Dans ce contexte, le secteur agricole ne produit pas assez pour satisfaire la demande locale. Les importations de produits carnés, laitiers et céréaliers coûtent cher et les productions d'exportation (crevettes, bananes, ananas, sucre etc..) sont concurrencées par celles des pays en voie de développement à faible coût de production ;
- à la forte pression foncière liée à la construction de logements et à l'aménagement du territoire subie par le secteur agricole ;
- à des reliefs très marqués (sauf la Guyane) limitant les possibilités de mécanisation des parcelles mais où les risques érosifs sont prégnants. Pour exemples, 30% des bananeraies de Guadeloupe et de Martinique sont inaccessibles aux tracteurs et 20% des parcelles de canne à sucre à La Réunion ne peuvent accueillir un tracteur muni d'une rampe pour l'épandage d'herbicides ;
- à des climats extrêmes où les dépressions tropicales (tempête, cyclone et ouragan) allient des vents violents à de très fortes précipitations.



- ▲ Résultat de la forte pression foncière à La Réunion : des parcelles agricoles et des logements cohabitent avec pour conséquence des conflits d'usage de cet espace partagé.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD)

■ LES ENJEUX PHYTOSANITAIRES DES DÉPARTEMENTS D'OUTRE-MER

Les bioagresseurs peuvent entraîner d'importantes pertes de rendements ou, *a minima*, déprécier la qualité des récoltes, les rendant invendables. Pour minimiser l'impact de ces bioagresseurs, les moyens de lutte dans les DOM restent encore majoritairement à l'heure actuelle l'utilisation de produits phytosanitaires. Bien que ces produits permettent en général de lutter efficacement contre les principaux bioagresseurs, des effets indirects sont pointés, notamment sur l'environnement et sur la santé humaine (exemple de la chlordécone aux Antilles). Ces effets sont souvent exacerbés par la fragilité des écosystèmes terrestres et marins des DOM.

Les conditions climatiques tropicales (température et hygrométrie élevées, absence d'hiver) sont très favorables au développement rapide des cultures mais aussi à celui de leurs bioagresseurs. Ces derniers sont très nombreux, présents toute l'année et plus ou moins spécifiques aux cultures. Parmi eux, les adventices constituent probablement une des plus fortes contraintes à laquelle les agriculteurs des DOM doivent faire face et ce, quel que soit le système de culture [5]. Grâce au climat chaud et humide, de nombreuses générations de ravageurs se chevauchent pendant l'année. Beaucoup de ravageurs s'attaquent à différentes cultures.



▲ Ponte de mouches des fruits (*Ceratitidis rosa*) sur mangue.

(PHOTO : A. FRANCK, CIRAD)

À l'échelle du producteur, l'usage important et répété des produits phytosanitaires représente un coût non négligeable et peut conduire à des impasses techniques, notamment suite au développement de résistances de certains bioagresseurs à ces substances. Mais le producteur doit également faire face à une autre contrainte, celle des usages mineurs voire orphelins, évoquée dans l'introduction. De plus, les problèmes phytosanitaires en cultures tropicales sont souvent spécifiques et mal connus et de

nombreuses préparations commerciales sont progressivement retirées du marché en raison de leur toxicité. À l'heure actuelle, seulement 29% des usages sont pourvus pour les cultures tropicales contre 80% pour les cultures métropolitaines.

Ainsi, pour toutes ces raisons et pour assurer une qualité satisfaisante des produits végétaux, il apparaît nécessaire de promouvoir des techniques alternatives à l'utilisation des produits phytosanitaires.

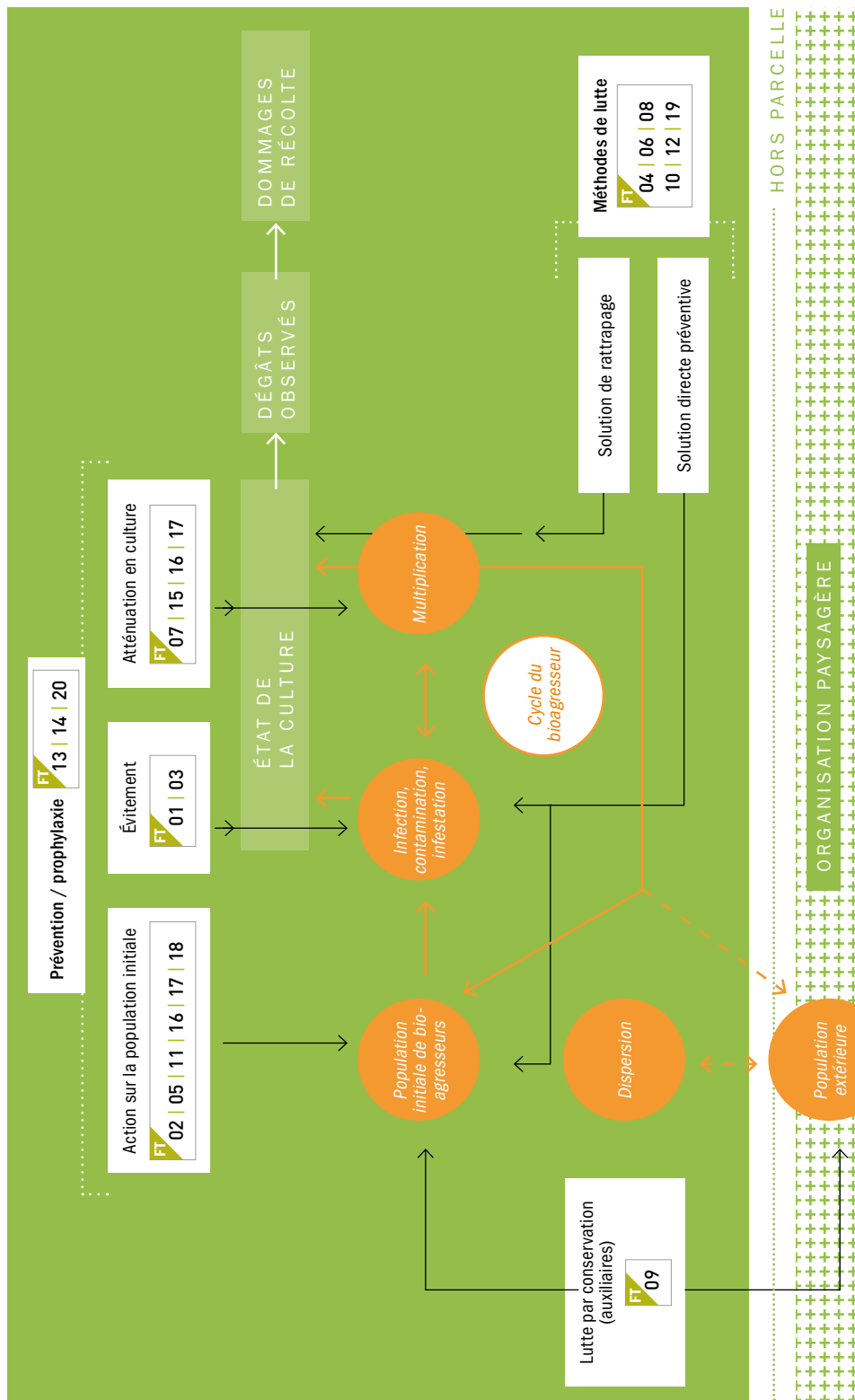
■ LES TECHNIQUES ALTERNATIVES À L'UTILISATION DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN CONTEXTE TROPICAL

Les techniques alternatives sont proposées en réponse à quatre grandes catégories de bioagresseurs :

- les adventices ;
- les ravageurs aériens ;
- les ravageurs telluriques (du sol) ;
- les maladies.

La figure 1 schématise les différentes actions possibles sur ces bioagresseurs en les positionnant sur un cycle de culture

théorique dans le temps mais aussi dans l'espace. Les méthodes de gestion alternatives (toute méthode autre que la protection chimique) visent à mettre en œuvre un ensemble de moyens qui jouent sur différentes étapes du cycle des bioagresseurs et de la culture et concourent ainsi à limiter l'incidence des bioagresseurs, leur développement et la contamination de la culture.



◀ Figure 1 : Système de culture théorique et ses leviers de gestion des bioagresseurs dans le temps et dans l'espace.

Pour chaque type de bioagresseurs, un inventaire des techniques alternatives connues à ce jour pour les maîtriser a été réalisé. Ces pratiques ont été rapportées et validées par les acteurs ayant contribué à la rédaction et/ou à la relecture de ce guide pour renseigner les fiches techniques correspondantes (fiches techniques FT n°01 à 20, page 41) qui seront utilisables dans la suite de cet ouvrage. Chaque fiche technique a été positionnée sur la figure 1 afin de préciser à quelles étapes du cycle des bioagresseurs et/ou de la culture elles agissent. Voici une brève présentation de chacune de ces techniques :

FT 01 BARRIÈRES PHYSIQUES

Mise en place de dispositifs empêchant les ravageurs aériens d'atteindre les plantes ou les fruits. Ces dispositifs comprennent notamment les filets anti-insectes ou toute autre barrière physique (ensachage de fruits, bandes engluées autour des troncs...).

FT 02 BIODÉSINFECTION DES SOLS

Introduction, en rotation ou en association culturale, de plantes de service non hôtes de certaines maladies ou de certains ravageurs telluriques et ayant la propriété de réduire leur développement. La technique limite aussi le développement des adventices par compétition pour la lumière ou par effet allélopathique (voir glossaire).

FT 03 CULTURE HORS-SOL

Opposé de la culture de pleine terre. Les cultures hors-sol sont en général protégées à l'abri dans des serres. Les plantes se développent soit sur un substrat inerte qui leur sert de support racinaire, soit sans aucun support. L'alimentation hydrique et minérale des plantes est totalement maîtrisée et est apportée sous forme de

solutions nutritives. Le système hors-sol présente un intérêt en cas de contamination des sols par des bioagresseurs difficiles à contrôler (certains ravageurs et maladies telluriques).

FT 04 DÉSHÉRBAGE PHYSIQUE

Ensemble du fauchage et du désherbage mécanique, thermique et électrique. Le fauchage coupe les tiges des adventices. Le désherbage mécanique consiste à détruire les adventices en les déracinant ou en sectionnant leurs racines à l'aide d'un outil. Le désherbage thermique applique un choc thermique sur les plantes. Le désherbage électrique transfère un courant électrique aux adventices par l'intermédiaire d'électrodes.

FT 05 FAUX-SEMIS

Favorisation de la levée des adventices afin de les détruire précocement avant de semer ou de planter la culture principale. Cette technique est basée sur une préparation classique du sol puis sur la destruction des plantules d'adventices. Le faux-semis détruit aussi certains ravageurs et maladies par l'exposition aux rayons du soleil.

FT 06 GESTION DES ENHERBEMENTS PÉRENNES NON CONCURRENTIELS

Maîtrise de l'ensemble de la végétation herbacée (spontanée ou semée) ne générant pas une concurrence problématique pour la culture de rente. Cet enherbement a des effets agronomiques positifs, mais des contraintes peuvent apparaître s'il n'est pas maîtrisé. Des méthodes de lutte non chimique sont présentées dans la fiche correspondante.

FT 07 GESTION DES INTRANTS

Emploi des intrants agricoles (fertilisation, irrigation et stimulateurs de croissance, hors produits phytosanitaires ici) en respectant les besoins et le stade des cultures afin de limiter les stress qui affaiblissent les plantes face à l'attaque des bioagresseurs.

FT 08 LUTTE BIOLOGIQUE INONDATIVE

Lâchers massifs et répétés de macro-organismes auxiliaires vivants (nématodes, acariens, insectes) dans la culture ou dans le sol afin de limiter les populations de ravageurs par prédation ou par parasitisme.



▲ Larve de névroptère sur cochenilles.

(PHOTO : A. FRANCK, CIRAD)

FT 09 LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSERVATION

Aménagement à long terme d'un environnement favorable aux ennemis naturels des ravageurs des cultures. Il s'agit de leur fournir des lieux de ponte, de refuge et d'habitat, mais aussi des ressources alimentaires (pollen, nectars floraux et extra-floraux) indispensables pour les adultes de certaines espèces (chrysopes, syrphes, parasitoïdes) ainsi que des proies secondaires.

FT 10 OPTIMISATION DES APPLICATIONS PHYTOSANITAIRES

Ensemble de pratiques destinées à améliorer l'efficacité des traitements chimiques telles que l'utilisation de matériel bas volume, l'utilisation d'adjuvants, l'utilisation d'outils d'aide à la reconnaissance des bioagresseurs ou le réglage des buses.

FT 11 PAILLAGE

Recouvrement du sol par des matériaux formant un écran ou une couverture pour limiter la germination des adven-

tices ou freiner leur développement et/ou pour perturber les cycles biologiques des bioagresseurs.

FT 12 PIÉGEAGE DE MASSE

Utilisation de pièges, contenant ou non un attractif chimique, afin de collecter des ravageurs pour limiter fortement leur population et leur descendance. Le piégeage de masse peut aussi être utilisé comme une méthode de surveillance pour la détection des périodes de vols et le suivi des populations.

FT 13 PRÉCONISATIONS PRÉ ET POST-CYCLONIQUES

Ensemble de pratiques à mettre en œuvre avant et après le passage d'un cyclone dans le but de limiter l'effet des conditions climatiques extrêmes sur la culture. Il s'agit de minimiser autant que possible les pertes de production et de favoriser le redémarrage et la croissance des végétaux afin de les préserver des bioagresseurs.

FT 14 PROPHYLAXIE

Ensemble de mesures préventives ayant pour but de défavoriser l'installation et le développement des bioagresseurs.

FT 15 PUSH-PULL

Introduction de plantes dites répulsives ayant la propriété d'éloigner (push) les ravageurs de la culture et/ou de plantes-pièges ayant la propriété de les attirer (pull) en dehors de la culture.

FT 16 QUALITÉ DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Ensemble des choix techniques relatifs aux semences et aux plants visant à prévenir et limiter l'installation et le développement d'un ou de plusieurs bioagresseurs sur une culture. Les choix portent sur l'utilisation de variétés (multi)résistantes ou tolérantes, l'utilisation de semences et de plants sains et leur traitement préventif contre les maladies.



▲ Jeune plant d'agrumes greffé.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD)

FT 17 ROTATION ET ASSOCIATION

Action d'alterner les espèces cultivées (ou non) sur une même parcelle pendant un cycle cultural. La rotation contribue à rompre le cycle des bioagresseurs, en particulier les ravageurs telluriques et les champignons pathogènes par l'introduction de cultures non hôtes. L'association culturale, elle, consiste à cultiver simultanément plusieurs espèces différentes sur une même parcelle. Les cycles culturaux sont parallèles ou se chevauchent.

FT 18 SOLARISATION

Technique de désinfection thermique du sol utilisant l'énergie solaire. Elle consiste à élever la température du sol à l'aide d'un film plastique transparent plaqué sur un sol humidifié pendant une durée assez longue (6 à 8 semaines) pour détruire certains champignons, bactéries pathogènes et ravageurs présents dans le sol, ainsi que les graines d'adventices.

FT 19 SUBSTITUTION CHIMIQUE

Remplacement des produits phytosanitaires de synthèse par des produits contenant des micro-organismes ou des substances naturelles (biopesticides) ou alors par d'autres produits alternatifs. Sont regroupés sous le terme « biopesticides » les bactéries, les spores de champignons,

les produits issus du métabolisme de ces organismes et les produits de biosynthèse. Les produits alternatifs sont par exemple les huiles essentielles et les huiles minérales ou bien le kaolin. Cette technique ne contribue pas toujours à la baisse de l'utilisation de produits phytosanitaires mais elle permet souvent d'en utiliser des moins dangereux pour la santé ou l'environnement.

FT 20 SURVEILLANCE DES BIOAGRESSEURS

Surveillance, par des méthodes et des outils appropriés, de la présence et des dégâts des bioagresseurs mais aussi la présence des auxiliaires. Ces méthodes incluent les observations sur le terrain ainsi que la consultation des Bulletins de Santé du Végétal (BSV) régionaux. Ce diagnostic basé sur la vigilance du producteur et de son conseiller conduit à traiter uniquement lorsque c'est nécessaire en faisant référence à des notions de seuils d'infestation (stade de sensibilité de la plante, nombre de ravageurs piégés dans la parcelle ou dans son environnement proche, conditions météo favorables à des attaques parasitaires, ...) afin d'éviter les traitements phytosanitaires systématiques coûteux et parfois inutiles ou contre-productifs.



▲ Plaque jaune engluée (surveillance des insectes volants).

(PHOTO : A. FRANCK, CIRAD)

PORTRAITS D'ACTEURS

■ Les techniques alternatives ont été testées par différents producteurs, consultez leurs témoignages au fil des pages.



Abdoul DJIRÉ

Producteur à Ducos - Martinique

Techniques alternatives utilisées :



DÉSHERBAGE PHYSIQUE



GESTION DES ENHERBEMENTS PÉRENNES
NON CONCURRENTIELS



ROTATION ET ASSOCIATION



Bernadette et Stéphane MARCHEWSKA

Productrice et producteur à Matiti et Régina - Guyane

Techniques alternatives utilisées :



BARRIÈRES PHYSIQUES



PAILLAGE



Jean Bernard JAURES

Producteur à Sainte Suzanne - La Réunion

Techniques alternatives utilisées :



DÉSHERBAGE PHYSIQUE



OPTIMISATION DES APPLICATIONS
PHYTOSANITAIRES



PAILLAGE



George Antoine MARMONT

Producteur au Lamentin – Martinique

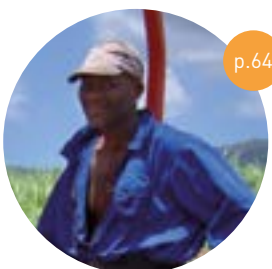
Techniques alternatives utilisées :



**GESTION DES ENHERBEMENTS PÉRENNES
NON CONCURRENTIELS**



GESTION DES INTRANTS



Denis PENTURE & Roro GOUNOUMAN

Producteurs au Lamentin – Guadeloupe

Technique alternative utilisée :



DÉSHERBAGE PHYSIQUE



Auguste TAILAME

Pépiniériste à Saint Pierre - La Réunion

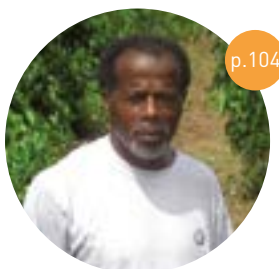
Techniques alternatives utilisées :



BARRIÈRES PHYSIQUES



QUALITÉ DU MATÉRIEL VÉGÉTAL



Christian VARRU

Producteur à Parnasse, Morne-Rouge - Martinique

Technique alternative utilisée :



PAILLAGE

1

FIXATION D'UN CADRE DE CONTRAINTES ET D'OBJECTIFS



2

GÉNÉRATION DE SYSTÈMES DE CULTURE



3

ÉVALUATION DES SYSTÈMES DE CULTURE



SYSTÈMES DE CULTURE POTENTIELLEMENT INNOVANTS



4

TEST ET DIFFUSION DE L'INNOVATION

ÉTAPE 1

DIAGNOSTIC DE LA SITUATION INITIALE DE L'EXPLOITATION

1.1 Approche globale du fonctionnement de l'exploitation



1.2 Analyse des problèmes liés aux bioagresseurs présents sur l'exploitation



1.3 Évaluation des pratiques de l'exploitant



ÉTAPE 2

CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE 3

ÉVALUATION DES PERFORMANCES DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE 4

FAISABILITÉ ET MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE NON TRAITÉE PAR LE GUIDE TROPICAL

UNE MÉTHODE POUR ÊTRE ACTEUR DE LA CONCEPTION DE SYSTÈMES DE CULTURE TROPICAUX ÉCONOMES EN PRODUITS PHYTOSANITAIRES

La méthode complète de conception de systèmes de culture présentée par le Guide Tropical s'inscrit dans une démarche de conception basée sur quatre grandes étapes [6], laquelle prévoit :

- de déterminer un cadre de contraintes et d'amélioration du système grâce à un diagnostic ;
- de concevoir un ou des systèmes de culture alternatifs ;
- d'évaluer le ou les systèmes créés ;
- de tester et de diffuser les systèmes alternatifs.

Cette démarche est itérative, des boucles d'amélioration sont possibles à chacune des étapes. Ce guide se propose d'accompagner les acteurs sur les 3 premières étapes de cette démarche en fournissant un cadre de réflexion et des outils (fiches support, techniques, d'aide ou outils) pour les aider à concevoir un système de culture plus économe en produits phytosanitaires. Au terme du processus, cette reconception restera théorique, même si les solutions et techniques proposées sont issues des très nombreuses expériences de producteurs, techniciens et chercheurs des cinq départements français d'outre-mer. À charge ensuite aux acteurs, et notamment au producteur accompagné de son conseiller, de mettre en œuvre le système de culture construit faisant appel à une ou plusieurs techniques alternatives. La figure 2 schématise la démarche et précise quels outils (fiches supports FS, techniques FT, d'aide FA ou outils FO) sont à mobiliser aux différentes étapes du processus détaillées ci-après :

- ◀ Figure 2 : Démarche proposée pour la conception d'un système de culture alternatif économe en produits phytosanitaires

ÉTAPE 1 DIAGNOSTIC DE LA SITUATION INITIALE DE L'EXPLOITATION

ÉTAPE 1.1 : Approche globale du fonctionnement de l'exploitation

Ce diagnostic contribue à décrire et à comprendre le fonctionnement de l'exploitation dans son environnement tout en appréhendant les principales contraintes de l'exploitant ainsi que les atouts dont ce dernier dispose pour pouvoir modifier son système. La fiche support FS n°01 (page 150) accompagne ce diagnostic. Cette fiche résume les différents aspects de l'exploitation agricole, repère les déterminants des choix de l'agriculteur et les principaux systèmes de culture. Pour ne pas alourdir cette étape, il n'est pas nécessaire d'être exhaustif, mais il convient de renseigner les informations qui auront une influence sur la suite de la démarche et notamment d'identifier les atouts et les contraintes de l'exploitation sur les thèmes proposés par cette fiche support n°01. La fiche aide FA n°01 (page 164) comporte un questionnaire pour aider à remplir la FS n°01.

> À la fin de cette étape, les acteurs choisissent un système de culture à améliorer vis-à-vis de la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires.

Note : si cette version simplifiée de diagnostic n'est pas satisfaisante pour appréhender le fonctionnement de l'exploitation, il est possible de mettre en œuvre une évaluation plus complète via la méthode d'auto-évaluation de la durabilité des exploitations IDEA Run (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles à La Réunion). La fiche outil FO n°01 (page 190) explique le fonctionnement et le champ d'application

d'IDEA Run. Si cette méthode a été développée pour les exploitations réunionnaises, de nombreux indicateurs peuvent être transposés au contexte des autres DOM.

ÉTAPE 1.2 : Analyse des problèmes liés aux bioagresseurs présents sur l'exploitation

Cette analyse vise à lister les bioagresseurs et à évaluer l'intensité des dommages provoqués (diminution des rendements et de la qualité des produits récoltés) pour finalement hiérarchiser ces contraintes phytosanitaires subies à l'échelle de l'exploitation. Cette échelle d'analyse permet de considérer les interactions entre les systèmes de culture et de prendre en compte les risques d'apparition et/ou de transfert de bioagresseurs présents d'un système de culture à l'autre au sein de l'exploitation. À ce stade de l'analyse, une liste hiérarchisée des bioagresseurs est établie, en quatre grandes catégories : adventices, ravageurs aériens, ravageurs telluriques et maladies. La fiche support FS n°02 (page 152) et la fiche aide FA n°02 (page 166) accompagnent l'élaboration de cet inventaire.

ÉTAPE 1.3 : Évaluation des pratiques de l'exploitant

Cette étape a pour but de décrire et d'évaluer les pratiques de l'exploitant. L'analyse est conduite à partir d'une grille composée de 8 indicateurs eux-mêmes décomposés en 30 variables (fiche support FS n°03, page 154 et sa fiche aide FA n°03, page 174) extraits de la méthode IDEA Run. Ces indicateurs agri-environnementaux ont été sélectionnés selon deux critères : i/ leur pertinence vis-à-vis de l'échelle d'étude (le système de culture) et ii/ leur sensibilité vis-à-vis du type de changement de pratique envisagé (diminution de l'utilisation des produits phytosanitaires). La fiche support FS n°03 reprend ces variables et leurs valeurs seuils auxquelles correspond une note de 0 à 2 (0 = variable non satisfaite, 1 = variable partiellement satisfaite et 2 = variable satisfaite). Parallèlement au calcul de l'IFT (Indice de

Fréquence de Traitement) pour le système étudié, il est proposé d'affiner l'analyse à l'aide de l'outil PHYTO'AIDE (fiche outil FO n°02, page 192) par une évaluation qualitative des risques de transfert vers l'environnement des produits phytosanitaires utilisés. Il s'agit, à ce stade, de noter quel est le score attribué par PHYTO'AIDE sur la fiche support FS n°03 bis (page 156) pour chaque substance active utilisée dans le système de culture et de renseigner le score minimum à la fin de cette fiche support.

> À la fin de cette étape, la liste des contraintes phytosanitaires hiérarchisées (FS n°02) ainsi que les résultats des indicateurs des fiches FS n°03 et 3 bis permettent de déterminer les objectifs d'amélioration du système étudié. Ces fiches supports deviennent les feuilles de route pour la suite de la démarche.

Note : une analyse plus fine de toutes les performances (environnementale, agronomique et socio-économique) du système de culture serait souhaitable mais des données chiffrées précises sont souvent manquantes. Ainsi, cette évaluation, simple et facile à mettre en œuvre avec des outils connus à ce jour est proposée et ce, pour enclencher le processus de reconception du système de culture dès maintenant. À terme, des outils de gestion et d'interprétation des données générées par le système de culture (rendement, main d'œuvre, intrants, marges...) pourraient affiner cette évaluation. Pour cela, un exemple d'outil (AGREF, fiche outil FO n°04, page 197) est fourni. Il a été développé dans le cadre du RITA (Réseau d'Innovation et de Transfert Agricole) et est d'ores et déjà opérationnel sur de nombreux systèmes de culture tropicaux.

ÉTAPE 2 CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF

Du diagnostic doivent découler des objectifs d'amélioration du système étudié, il convient ici de les formaliser en les précisant et en les déclinant, si possible, en objectifs concrets à atteindre. Par exemple, un objectif d'amélio-

ration peut être de répondre spécifiquement à une contrainte phytosanitaire identifiée lors du diagnostic, ou, plus globalement, d'améliorer les performances agri-environnementales du système.

À ce stade de la démarche, les acteurs doivent donc engager une réflexion pour analyser les marges de progrès du système et proposer des techniques alternatives moins dépendantes des produits phytosanitaires. Pour les y aider, la fiche aide FA n°02 dresse un inventaire des pratiques connues à ce jour (nommées « techniques alternatives ») pour lutter contre les bioagresseurs identifiés (FS n°02). Par ailleurs, la fiche aide FA n°03 détaille les différentes techniques à portée du producteur pour améliorer les indicateurs identifiés comme non satisfaisants (FS n°03 et 03 bis). Ces deux supports (FA n°02 et FA n°03) mobilisés simultanément doivent permettre de choisir la ou les techniques alternatives (fiches techniques FT n°01 à n°20, page 41) pour répondre aux objectifs d'amélioration du système étudié.

Toutes ces techniques, classées par ordre alphabétique, sont détaillées dans la troisième partie de ce guide ; les pictogrammes « filières » servent à identifier rapidement si la technique est préconisée sur le système de culture étudié. Ces pictogrammes sont détaillés ci-contre.

Il convient ensuite de remplir successivement avec des croix, de la gauche vers la droite, les deuxième, troisième et quatrième colonnes de la fiche support FS n°04 (page 158).

Comme cette démarche est générique, certaines techniques seront probablement déjà mobilisées par le producteur. Il convient tout de même de vérifier qu'il n'existe pas de variantes plus adaptées (une technique peut en effet comporter plusieurs variantes qui sont détaillées dans les rubriques « Exemples de mise en œuvre » et « Autres exemples » des FT n°01 à 20). De plus, si les techniques décrites dans les FT n°07, 13, 14 et 20 appa-



**SYSTÈME DE CULTURE
AGRUMICOLE**



**SYSTÈME DE CULTURE
À BASE D'ANANAS**



**SYSTÈME DE CULTURE
BANANIER**



**SYSTÈME DE CULTURE
MANGUIER**



**SYSTÈME DE CULTURE
MARAÎCHER**



**SYSTÈME DE CULTURE
VIVRIER**



**SYSTÈME DE CULTURE
CANNIER**

raissent comme améliorant les indicateurs et n'étant pas mises en œuvre, elles doivent nécessairement être intégrées aux nouveaux itinéraires techniques. En effet, ce sont des principes de base de la production intégrée permettant assez facilement de diminuer la pression des bioagresseurs.

Une fois que l'inventaire des leviers déjà mobilisés par le producteur a été réalisé et que l'identification des leviers supplémentaires pouvant être mobilisés l'a aussi été, la reconception du système peut démarrer. Il s'agit ici de présenter de nouvelles perspectives au producteur en définissant les modifications qui pourront être apportées au système initial, tant au niveau de la rotation qu'au niveau des itinéraires techniques. Cette réflexion est menée à l'échelle de la parcelle. Il est conseillé de ne pas mettre de freins *a priori* au changement et de ne prendre en compte dans un premier temps que les aspects agronomiques. Les aspects socio-économiques seront évalués par la suite. De même, il est recommandé de s'affranchir en premier lieu de la discussion sur la mise en œuvre concrète des changements proposés. La fiche aide FA n° 04 (page 180) sert à vérifier les synergies possibles entre les différentes techniques alternatives et particulièrement si elles sont associables ou incompatibles entre elles. Pour chaque technique sélectionnée, remplir la cinquième colonne de la FS n°04 en consultant les aspects agronomiques des fiches techniques correspondantes.

> À la fin de cette étape, un système de culture moins dépendant des produits phytosanitaires est construit.

ÉTAPE 3 ÉVALUATION DES PERFORMANCES DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF

À cette étape, il s'agit de vérifier que les changements proposés participent bien à la réduction de l'usage des produits phytosanitaires et d'en mesurer les consé-

quences sur les performances agri-environnementales du système. L'évaluation se fait en deux temps.

Dans un premier temps, il est proposé de considérer les performances des différentes techniques mobilisées. Cette évaluation prend en compte les dimensions environnementales, agronomiques, économiques et sociales. Chaque technique alternative est évaluée globalement selon une échelle qualitative de « très défavorable » à « très favorable » aux indicateurs (voir l'échelle colorimétrique sur chaque fiche technique). Il est souhaitable d'affiner cette évaluation globale par une évaluation détaillée (données accessibles dans chaque fiche, rubrique « Détail des effets induits par la mise en œuvre de la technique » et résumée dans la fiche aide FA n°05, page 182). Il faut aussi vérifier que les techniques sélectionnées ne baissent pas la note des variables jugées satisfaisantes. La dernière ligne des tableaux de la FA n°03 liste les techniques et leurs conditions qui dégradent chaque variable. Au terme de ces analyses, les acteurs décident ou non de conserver les techniques préalablement sélectionnées (mettre ou non une croix dans la sixième colonne de la FS 04). Il faut alors remplir la septième colonne de la FS 04 en précisant les modalités de mise en œuvre des techniques qui ont déjà été évoquées dans les précédentes étapes. Si plus de 5 techniques sont retenues, une hiérarchisation est conseillée, sur la motivation du producteur à les mettre en œuvre.

Dans un second temps, il est proposé de réévaluer les performances du système sur ses performances agri-environnementales avec la même grille d'analyse mobilisée à l'étape 1.2 (2^{ème} exemplaire des fiches support FS n°03 et 03 bis). L'arrêt de l'utilisation d'un produit phytosanitaire ou sa substitution par un autre, mais aussi leurs conditions d'utilisation doivent également être réévalués par l'outil PHYTOAIDE. Il s'agit ici de mettre en évidence l'évolution des indicateurs agri-environnementaux entre le système amélioré et l'initial.

> À la fin de cette étape, un système de culture moins dépendant des produits phytosanitaires est sélectionné.

ÉTAPE 4 FAISABILITÉ ET MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF

L'étude de faisabilité s'appuie sur la comparaison des performances du système conçu par rapport à l'initial. Cette étape permet de discuter de la mise en place des modifications proposées. À cette ultime étape de la méthode, les modifications du système de culture doivent être examinées à l'échelle de l'exploitation agricole et seront adaptées en fonction des possibilités, des contraintes et de leurs conséquences sur l'ensemble de l'exploitation. Il s'agit alors de remplir la dernière colonne de la FS n°04 en listant les conséquences de ces changements sur

l'exploitation. Cette discussion doit identifier les freins à la mise en place du système de culture proposé, en lien avec ce qui a été identifié par le diagnostic de l'étape 1. S'il s'agit de freins techniques, une discussion avec d'autres acteurs (agriculteurs, techniciens, chercheurs...) peut permettre d'échanger sur leur mise en œuvre. S'il s'agit plutôt de freins relatifs au changement, l'accompagnateur doit discuter avec l'agriculteur sur les risques qu'il pense prendre en changeant de système. Car si les solutions imaginées entraînent, sur le papier, la diminution de l'usage des produits phytosanitaires, leur mise en œuvre et leur validation par le producteur sur son exploitation demeurent avant tout nécessaires.

> À la fin de cette étape, la mise en œuvre d'un système de culture moins dépendant des produits phytosanitaires peut démarrer sur l'exploitation.



UN EXEMPLE DE MISE EN ŒUVRE DE LA MÉTHODE COMPLÈTE CHEZ RENÉ-CLAUDE BARRET, PRODUCTEUR À PIERREFONDS - LA RÉUNION

La méthode complète de reconception des systèmes de culture proposée dans le Guide Tropical a été mise en œuvre, à titre d'exemple, auprès de M. Barret, producteur d'agrumes, de légumes, de mangues et de canne à sucre à La Réunion. Voici le résumé de la démarche.

ÉTAPE 1 DIAGNOSTIC DE LA SITUATION INITIALE DE L'EXPLOITATION

ÉTAPE 1.1 : Approche globale du fonctionnement de l'exploitation

Au fil du diagnostic, l'idée d'abandonner la production de canne à sucre dans les prochaines années et probablement à long terme les cultures maraîchères s'est peu à peu imposée à M. Barret. Seules les cultures fruitières pérennes seraient ainsi conservées sur son exploitation. Si la satisfaction de la demande du marché est sa première priorité, la gestion de l'enherbement et celle des ravageurs le préoccupent aussi. De ce fait, les opérations de récolte sont prioritaires sur tous les autres chan-

tiers. Comme atouts, on peut noter que les parcelles sont épierrées, mécanisables et regroupées. La main d'œuvre disponible sur l'exploitation est suffisante et M. Barret a la capacité d'embaucher en cas de nécessité. Quant aux contraintes, une seule peut être relevée, c'est l'exposition d'une partie de son parcellaire au vent.

> Le système de culture sélectionné pour une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires est celui à base de citrons.

ÉTAPE 1.2 : Analyse des problèmes liés aux bioagresseurs présents sur l'exploitation

Les adventices, sans distinction d'espèces, ont été identifiées comme étant la contrainte phytosanitaire principale, tous bioagresseurs confondus. La gestion des adventices est assurée de manière chimique uniquement. Les techniques alternatives pour les maîtriser sont présentées sur les Fiches Techniques (FT) n°04, 06, 10 (traitement en bas volume), 11 (paillage au pied des arbres) et 20.

Concernant les ravageurs, ce sont les thrips suivis par les cochenilles farineuses, les aleurodes, les phytoptes et les teignes des fleurs qui provoquent le plus de dommages. Ils sont gérés par la lutte chimique, en majorité par deux substances actives : l'abamectine et la lambda-cyhalothrine, et dans une moindre mesure par de l'huile de vaseline. Les techniques alternatives pour les maîtriser sont présentées sur les FT n°07, 09, 14 (ramassage des fruits touchés et taille d'entretien), 19 (utilisation d'huile minérale paraffinique par exemple) et 20. Il n'y a pas de problèmes de ravageurs telluriques sur l'exploitation.

M. Barret ne rencontre pas non plus de dommages liés à des maladies mais il traite en préventif ses agrumes avec un fongicide (mancozèbe), une des rares substances actives homologuées sur la culture des agrumes.

ÉTAPE 1.3 : Évaluation des pratiques de l'exploitant

L'évaluation des performances agri-environnementales du système de culture montre que plus de la moitié des variables (16 sur 27) possède une note de 0, surtout celles appartenant aux indicateurs « Traitements phytosanitaires » et « Méthodes alternatives de lutte contre les bioagresseurs ». Trois variables ont une note de 1 et huit variables une note de 2. Surpris par ces résultats dans un premier temps, M. Barret a conscience que des améliorations peuvent être apportées pour augmenter ces performances.

L'IFT calculé pour les herbicides est de 0,4 et celui pour les autres traitements est de 7. Ce faible IFT herbicide est permis par des traitements localisés sur des spots d'adventices, aucun traitement en plein

n'est réalisé. Le score minimum PHYTO'AIDE est de 7,3, ce qui est un risque de transfert des produits phytosanitaires vers l'environnement jugé acceptable.

Les notes non satisfaisantes des variables des indicateurs « Traitements phytosanitaires » et « Méthodes alternatives de lutte contre les bioagresseurs » ainsi que le positionnement de l'enherbement comme contrainte principale selon M. Barret sont les points qui sont mis en avant par le diagnostic. Les objectifs d'amélioration du système de culture deviennent alors l'introduction de techniques alternatives contrôlant l'enherbement et les ravageurs aériens ainsi que l'amélioration des conditions des traitements phytosanitaires.

ÉTAPE 2 CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF

Après avoir analysé les FA n°02 et n°03 et consulté les pictogrammes « filières » des Fiches Techniques, il apparaît qu'un grand nombre de techniques alternatives compatibles avec les systèmes de culture à base de citrons peuvent contrôler l'enherbement et les ravageurs aériens cités et/ou améliorer les variables agri-environnementales.

Les Fiches Techniques répondant à ces critères sont les FT n°01, 04, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19 et 20.

Certaines de ces techniques sont déjà mobilisées par M. Barret mais elles comportent des variantes qui peuvent aussi être intégrées au nouvel itinéraire technique. C'est le cas de la FT n°10 « Optimisation des applications phytosanitaires » dans laquelle est présentée la variante « Choix de la substance active par rapport à la cible ». Ceci est à mettre en pratique par M. Barret en stoppant les traitements fongicides en l'absence de maladie observée.



▲ Teigne des Agrumes (*Prays citri*).

(PHOTO : A. FRANCK, CIRAD)

Les techniques obligatoires à mettre en œuvre des FT n°07, 13, 14 et 20 le sont déjà en partie par M. Barret même s'il est encore possible d'améliorer les performances agri-environnementales. Par exemple, en installant un système d'irrigation sous frondaison à la place des asperseurs actuels (irrigation sur frondaison), en ramassant et détruisant les citrons tombés au sol (sources d'inoculum de mouches des fruits ou de maladies fongiques) ou encore en consultant les BSV (Bulletins de Santé du Végétal) pour anticiper des problèmes phytosanitaires.

À la lecture des aspects agronomiques des Fiches Techniques cochées sur la fiche FS n°04, les techniques non mobilisées par M. Barret et dont il a noté la faisabilité ☺ ou ☺☺ sont :

FT 04 **DÉSHERBAGE PHYSIQUE (☺)** : en mécanisant le désherbage (gyrobroyage) car les sols sont mécanisables ;

FT 06 **GESTION DES ENHERBEMENTS PÉRENNES NON CONCURRENTIELS (☺☺)** : en utilisant une plante de couverture qui sera maîtrisée mécaniquement pour servir de mulch pour une culture intercalaire (concombre par exemple) ;

FT 09 **LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSERVATION (☺☺)** : elle est déjà partiellement pratiquée par M. Barret qui ne traite pas lorsqu'il observe des auxiliaires sur les citronniers. Pour être plus efficace, il peut introduire de l'enherbement dans les rangs ou créer des habitats végétaux autour du verger ;

FT 10 **OPTIMISATION DES APPLICATIONS PHYTOSANITAIRES (☺☺)** : en s'assurant que les traitements ont bien une cible et en utilisant des doses homologuées ;

FT 11 **PAILLAGE (☺)** : en installant un paillage de canne à sucre sous la frondaison des arbres ;

FT 17 **ROTATION ET ASSOCIATION (☺)** : en associant du maraîchage entre les rangs de citronniers (technique que M. Barret a mis en œuvre les années passées mais pas actuellement, faute de temps) ;

FT 19 **SUBSTITUTION CHIMIQUE (☺☺)** : en substituant certains insecticides chimiques de synthèse par l'huile minérale paraffinique.

Toutes ces techniques sont compatibles entre elles d'après la Fiche Aide n°04. Seules la plantation de cultures maraîchères et l'implantation de la plante de couverture nécessitent un décalage temporel.

ÉTAPE 3 ÉVALUATION DES PERFORMANCES DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF

Les échanges avec M. Barret sur l'évaluation des performances environnementales, agronomiques, économiques et sociales des techniques sélectionnées conduisent à préférer l'implantation d'une couverture végétale pérenne à la gestion mécanique d'un enherbement spontané entre les rangs de citronniers. Le paillage de canne à sucre n'est pas non plus retenu car la volonté d'abandonner la culture de la canne ne le rend pas possible à long terme, cela reviendrait trop cher d'acheter régulièrement des balles de paille. De même, l'association des citronniers avec des cultures maraîchères n'a pas été envisagée en raison de l'éventuel abandon du maraîchage à long terme.

En vérifiant que les techniques listées ci-dessus et celles déjà mises en œuvre par M. Barret ne dégradent pas les notes des variables agri-environnementales, on constate qu'il existe seulement un risque pour la variable « Equivalent litre Fioul hectare » car le désherbage mécanisé ou

l'entretien ainsi que la destruction de la plante de couverture consommeront du carburant supplémentaire.

En plus des techniques présentées dans les FT n°07, 13, 14 et 20, quatre techniques sont finalement retenues par M. Barret qui, en fonction de ses possibilités de les mettre en œuvre, les a hiérarchisées et précisées ainsi :

FT 10 OPTIMISATION DES APPLICATIONS PHYTOSANITAIRES : respect strict des doses homologuées et traitements en présence de cible observée ;

**FT 06 GESTION DES ENHERBEMENTS PÉRENNES NON CONCURREN-
TIELS** : implantation d'une plante de couverture et si possible d'*Indigofera spicata* (légumineuse), déjà présente entre les rangs de citronniers ;

FT 19 SUBSTITUTION CHIMIQUE : substitution de certains insecticides par l'huile minérale paraffinique ;

**FT 09 LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSER-
VATION** : implantation de haies ou de petits massifs de maïs et de *Cajanus cajan* (zambrovate à La Réunion ou pois de bois aux Antilles) autour des vergers.

L'évaluation du nouveau système de culture intégrant les techniques ci-dessus et celles des FT n°07, 13, 14 et 20 montre que huit variables ont une note de 0, trois variables une note de 1 et seize variables une note de 2. Les IFT et le score minimum PHYTO'AIDE se sont améliorés grâce à la suppression des traitements préventifs avec le mancozèbe. Les performances agri-environnementales du nouveau système sont donc globalement meilleures que celles de l'initial.

ÉTAPE 4 FAISABILITÉ ET MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF

Des investissements seront nécessaires pour l'entretien de la plante de couverture, M. Barret devra investir dans un gyrobroyeur (environ 5 000-6 000 €).

Enfin, M. Barret est prêt à aller plus loin dans la substitution chimique en utilisant des produits à base d'huile minérale paraffinique en plus de l'huile de vaseline. Il se tiendra également informé des éventuelles nouvelles homologations d'insecticides pour les agrumes à base d'huiles essentielles ou de kaolinite.

Lucie LE JEANNE

Enseignante en lycée agricole - La Réunion

« La production biologique intégrée suppose une prise en compte globale des systèmes de culture. Cette posture n'est pas simple à transmettre et impose aux enseignants de réfléchir aux moyens à mettre en œuvre lors de la formation des futurs producteurs ou techniciens agricoles. Pour ma part, je pousse les apprenants des lycées ou des centres de formation pour adultes à se questionner sur comment rendre leur exploitation plus performante, autonome et plus durable. Pour cela, je mets à leur disposition des supports techniques et scientifiques mais qui sont souvent mal adaptés à cette réflexion car trop complexes et qui nécessitent une adaptation à notre contexte insulaire tropical.



En revanche, ce Guide Tropical offre l'intérêt majeur d'inviter à l'observation et à l'analyse de son propre système. De plus, il propose différents outils de travail mobilisables directement par les apprenants qui peuvent aussi servir aux enseignants par exemple :

- des fiches techniques simples et concises qui expliquent clairement la mise en œuvre des techniques alternatives à l'usage des

produits phytosanitaires. Ces fiches renseignent également les avantages et les inconvénients de ces techniques tout en proposant des références bibliographiques supplémentaires pour construire un cours ;

- des fiches support qui peuvent servir à mes travaux pratiques (en classe ou chez les agriculteurs) mais que les apprenants peuvent aussi mobiliser chez leur maître de stage ;

- des fiches outils qui expliquent simplement le fonctionnement d'outils d'aide à la décision pouvant accompagner nos démarches ;
- et enfin, des portraits de producteurs qui ont mis en œuvre ces techniques, ce qui me permet d'illustrer mes cours par des expériences pratiques vécues.

Il me semble que ce guide pratique est un bel outil de vulgarisation pour transmettre à tous les apprenants et formateurs des principes et des méthodes de travail et de réflexion, qui plus est adapté au contexte tropical. »

Propos recueillis par Fabrice Le Bellec, CIRAD



▲ Exploitation d'ananas, manguiers et agrumes dans l'ouest de La Réunion.

(PHOTO : F. LE BELLEC., CIRAD)

MÉTHODE SIMPLIFIÉE

La méthode complète proposée ci-dessus demande une mobilisation des acteurs pendant environ 4 heures. Malgré ses avantages (établissement d'un lien de confiance entre les deux utilisateurs, compréhension des habitudes du producteur, obtention d'une évaluation agri-environnementale du système de culture...), cela peut paraître trop long pour un producteur ne recherchant qu'une solution alternative à une ou des contraintes phytosanitaires déjà identifiées. Pour cela, une méthode simplifiée qui ne prend pas en compte l'analyse du fonctionnement de l'exploitation ou du système de culture et qui dure moins d'une heure, peut être envisagée. En voici les étapes proposées :

- 1- identification et hiérarchisation des contraintes phytosanitaires (remplir les 4 premières colonnes de la FS n°02) ;
- 2- identification des techniques alternatives pouvant répondre aux contraintes (remplir la dernière colonne de la FS n°02 en consultant la FA n°02) et sélection de ces techniques en fonction du système de culture concerné (consulter les pictogrammes sur chaque fiche technique) ;
- 3- vérification des facteurs à prendre en compte pour l'adoption des techniques à l'aide de la fiche FA n°05 (page 182) ;
- 4- exploration des fiches techniques correspondantes (FT 01 à FT 20) ;
- 5- discussion sur leur possible appropriation.

1

FIXATION D'UN CADRE DE CONTRAINTES ET D'OBJECTIFS



2

GÉNÉRATION DE SYSTÈMES DE CULTURE



3

ÉVALUATION DES SYSTÈMES DE CULTURE



SYSTÈMES DE CULTURE POTENTIELLEMENT INNOVANTS



4

TEST ET DIFFUSION DE L'INNOVATION

ÉTAPE 1 DIAGNOSTIC DE LA SITUATION INITIALE DE L'EXPLOITATION

1.1 Approche globale du fonctionnement de l'exploitation



1.2 Analyse des problèmes liés aux bioagresseurs présents sur l'exploitation



1.3 Évaluation des pratiques de l'exploitant



ÉTAPE 2 CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE 3 ÉVALUATION DES PERFORMANCES DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE 4 FAISABILITÉ ET MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE NON TRAITÉE PAR LE GUIDE TROPICAL



FICHES TECHNIQUES

> FICHE TECHNIQUE FT N°01	
BARRIÈRES PHYSIQUES	41
> FICHE TECHNIQUE FT N°02	
BIODÉSINFECTION DES SOLS	47
> FICHE TECHNIQUE FT N°03	
CULTURES HORS-SOL	53
> FICHE TECHNIQUE FT N°04	
DÉSHERBAGE PHYSIQUE	59
> FICHE TECHNIQUE FT N°05	
FAUX-SEMIS	65
> FICHE TECHNIQUE FT N°06	
GESTION DES ENHERBEMENTS PÉRENNES NON CONCURRENTIELS	69
> FICHE TECHNIQUE FT N°07	
GESTION DES INTRANTS	75
> FICHE TECHNIQUE FT N°08	
LUTTE BIOLOGIQUE INONDATIVE	81
> FICHE TECHNIQUE FT N° FICHE TECHNIQUE 09	
LUTTE BIOLOGIQUE PAR CONSERVATION	85
> FICHE TECHNIQUE FT N°10	
OPTIMISATION DES APPLICATIONS PHYTOSANITAIRES	91
> FICHE TECHNIQUE FT N°11	
PAILLAGE	97
> FICHE TECHNIQUE FT N°12	
PIÉGEAGE DE MASSE	105
> FICHE TECHNIQUE FT N°13	
PRÉCONISATIONS PRÉ ET POST-CYCLONIQUES	109
> FICHE TECHNIQUE FT N°14	
PROPHYLAXIE	113
> FICHE TECHNIQUE FT N°15	
PUSH-PULL	119
> FICHE TECHNIQUE FT N°16	
QUALITÉ DU MATÉRIEL VÉGÉTAL	123
> FICHE TECHNIQUE FT N°17	
ROTATION ET ASSOCIATION	129
> FICHE TECHNIQUE FT N°18	
SOLARISATION	135
> FICHE TECHNIQUE FT N°19	
SUBSTITUTION CHIMIQUE	139
> FICHE TECHNIQUE FT N°20	
SURVEILLANCE DES BIOAGRESSEURS	143

Les fiches techniques reflètent l'état des connaissances lors de la rédaction du guide. Certaines de ces techniques sont susceptibles d'évoluer et il est recommandé de se rapprocher de ses sources habituelles de conseil pour s'informer des évolutions apparues.

COMMENT UTILISER CES FICHES TECHNIQUES ?

■ OBJECTIFS DES FICHES TECHNIQUES

Chaque fiche présente une technique ou un ensemble de techniques mobilisable à l'échelle du système de culture pour réduire la consommation de produits phytosanitaires.

En théorie, chacune de ces fiches est utilisable dans chacun des DOM (hormis « Préconisations pré et post-cycloniques »

pour la Guyane, même si cette fiche peut être utile pour connaître les précautions à prendre en cas de fortes pluies annoncées). En pratique, des contraintes de disponibilité de matériel risquent de limiter la mise en œuvre de ces techniques dans certains DOM.

■ QUELQUES PRÉCISIONS SUR LA STRUCTURE DES FICHES

La rubrique « Sur quelles cultures ? », en plus des pictogrammes, indique plus précisément sur quelles cultures la technique a été testée et validée d'après la littérature et les relecteurs du guide. Si certaines cultures n'apparaissent pas, il est possible que cela change à l'avenir, par exemple en raison de nouvelles avancées techniques ou de changement dans la réglementation (homologation de biopesticides pour d'autres usages par exemple).

Afin d'aider l'utilisateur à choisir une combinaison de techniques, la rubrique « Association avec d'autres techniques alternatives » propose une liste de techniques complémentaires.

La rubrique « Exemples de mise en œuvre » présente les modalités de mise en œuvre pratique des techniques. Ces exemples ont été testés et validés dans les DOM concernés par les partenaires.

La mise en place de chaque technique alternative suppose la baisse de l'utilisation de produits phytosanitaires de synthèse.

Parmi les bénéfices de cette baisse, on peut noter :

- la réduction des risques pour la santé des applicateurs et des riverains habitant près des parcelles traitées ;
- un moindre risque de transfert de polluants vers l'environnement (notamment l'air, les cours d'eau et les eaux souterraines) ;
- une préservation de la biodiversité sensible aux produits phytosanitaires de synthèse.

De plus, si les produits de synthèse sont substitués par d'autres moyens que les biopesticides, on peut aussi signaler :

- une diminution du coût des traitements phytosanitaires ;
 - une diminution de la consommation de carburant utilisé lors des traitements phytosanitaires ;
 - une diminution du temps de travail consacré aux traitements phytosanitaires ;
 - une diminution du rejet de gaz à effet de serre lors des traitements phytosanitaires.
-

n° 01 | **BARRIÈRES PHYSIQUES**

► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES :**

mise en place de dispositifs empêchant les insectes ravageurs et les oiseaux d'atteindre les plantes ou les fruits. Ces dispositifs comprennent notamment les filets anti-insectes ou toute autre barrière physique (ensachage de fruits, bandes engluées autour des troncs...). Les filets peuvent aussi servir à ralentir la propagation entomophile de certains champignons et à protéger la culture du vent et de la pluie (limitation de leur effet érosif).

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Contre les ravageurs aériens : mouches des fruits, mouches des légumes, aleurodes, thrips, pucerons, thécla... Contre les oiseaux, les chauves-souris frugivores et certains champignons.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Maraîchage de plein champ et sous serres, bananier, arboriculture fruitière, ananas.

► **QUAND ?** La barrière physique peut être pérenne ou temporaire, dans ce dernier cas elle doit être installée avant la ou les périodes à risque de la culture. Dans le cas du bananier, la gaine doit être installée à la floraison comme protection du régime.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** La protection des cultures par une barrière physique doit être réfléchié notamment pour ne pas empêcher la pollinisation des fleurs (cucurbitacées, arbres fruitiers). Elle doit être amovible notamment pour faciliter son retrait en cas d'avis de vents violents. Pour les filets anti-insectes, plusieurs types de tissage existent : tissage et maillage « wrap knitting », filets Ultravent ou Fil-Bio de Texinnov®, filets multifilaments de Diatex®.

► **RÉGLEMENTATION :** aucune réglementation particulière quant à l'utilisation. Cependant, après utilisation, éliminer les barrières en plastique inutilisables via les centres de récupération des plastiques.

► **TEMPS DE TRAVAIL :** le temps de pose peut être relativement long. Après la pose, vérifier l'étanchéité de la barrière physique.

Évaluation globale des performances agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR), économique (ECO) et d'organisation du travail (TRAVAIL) de la technique

ÉCO

TRAVAIL

ENVIR

AGRO

PERFORMANCES DE LA TECHNIQUE

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

- + Moins d'application d'insecticides ou de fongicides.

EFFETS NÉGATIFS

- Pour certaines interventions, la barrière physique doit être retirée avant.
- Augmentation de la pénibilité du travail lorsqu'il fait très chaud sous l'abri.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Moins de carburant et d'insecticide/fongicide utilisés.

EFFETS NÉGATIFS

- Nécessité d'investissements selon le type de barrière choisi et sa qualité : à La Réunion, le filet anti-insecte standard (maille de 600 x 500 µm) coûte 2,40 €/m². En Guyane, filets anti-insecte en maraîchage : filet type moustiquaire = 0,7 €/m², filet Ultravent = 3 €/m².

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Diminution du risque de transmission des virus.
- + Dans certains cas, création de microclimat favorable à la limitation de certains ravageurs.
- + Élévation de température sous climat frais.
- + Limitation du risque de « coup de soleil » sur ananas.

EFFETS NÉGATIFS

- Dans certaines conditions, création de microclimat favorable aux bioagresseurs ou défavorable à la physiologie des plantes.

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Meilleur aspect visuel s'il n'y a pas d'attaque d'insectes.
- + Moins de résidus d'insecticides.
- + Si traitement, limitation de la dérive des produits.

EFFETS NÉGATIFS

- Moins bel aspect visuel si développement de maladies à cause des microclimats.

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Diminution des transferts de polluants vers l'air et l'eau grâce à la réduction d'utilisation des insecticides et des fongicides.

EFFETS NÉGATIFS

- Augmentation de la quantité de déchets.

CONSUMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

- Réduction de la consommation de carburants si des traitements phytosanitaires sont évités.

EFFETS NÉGATIFS

- Augmentation si nécessité de mieux ventiler la serre en raison de la présence de filets.

Exemples de mise en œuvre de la technique

► L'utilisation de filets sur jujubier pour lutter contre la mouche du jujubier (*Carpomya vesuviana*)

■ **Type d'installation** : pose de filets anti-insectes à l'échelle de l'arbre, du rang ou de la parcelle entière. Quand cela est possible, l'utilisation de filets anti-insectes doit être prévue dès la conception du verger. L'usage de ces filets sur jujubier est possible car les arbres sont taillés régulièrement pour limiter leur hauteur et parce que les fruits offrent une très bonne valeur ajoutée compensant le coût d'investissement d'une telle protection.

■ **Choix de la taille de la maille du filet** : un compromis doit être fait entre la taille du ravageur visé et l'évitement d'un micro-climat défavorable créé avec une maille trop fine.

■ **Temps de pose** : 18 heures à 3 personnes pour 2 rangées d'arbres soit 1000 m².

■ **Durée de vie du filet** : en fonction de leur qualité et du soin apporté à leur manipulation, de l'épaisseur du fil et des intempéries, les filets peuvent durer entre 3 et 10 saisons.

- ▼ En second plan, vaste toile anti-insectes au-dessus d'un verger de jujubiers à La Réunion.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD)



► L'utilisation de filets anti-insectes en maraîchage sous abri

- **Localisation des filets** : au niveau des ouvrants et des entrées (mise en place de sas).
- **Choix de la maille** : un compromis doit être fait entre la taille du ravageur visé et l'évitement d'un microclimat défavorable créé avec une maille trop fine.
- **Entretien des filets** : ils doivent être nettoyés depuis l'intérieur avec un jet d'eau sous pression.
- **En complément de la pose de filets** : les serres et tunnels peuvent être couverts de films photo-sélectifs perturbant la vision des insectes ravageurs présents à

l'intérieur de ces structures et affectant leur capacité à se déplacer et à repérer les plantes. L'emploi de films photo-sélectifs réduirait également les entrées d'insectes dans les serres (effet dissuasif).

- **Blanchiment des abris et des serres** : il doit être réalisé avec précaution en contournant les filets anti-insectes afin d'éviter le colmatage des mailles.

▼ Finesse de maille nécessaire pour empêcher certains ravageurs d'entrer dans l'abri (1 mm = 1 000 µm).

BETHKE, 1994

RAVAGEURS	LARGEUR MAXIMALE DES MAILLES
Thrips et aleurodes	200 – 600 µm
Thrips des petits fruits (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	215 µm
Aleurodes des serres (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	288 µm
Pucerons, mouches mineuses et altises	500 µm – 1 mm
Mouches et papillons	1 – 1,5 mm

► L'ensachage des fruits/le gainage des régimes de bananes

- Ils protègent les fruits (mangues, caramboles, bananes, ananas, goyaves, annona-cées...) contre les dégâts d'insectes. Les fruits sont enveloppés dans des gaines de polyéthylène (cas des bananes contre les thrips), du papier kraft ou du papier journal. L'ensachage est réalisé avant que les fruits ne parviennent à maturité ou plus précocement : dès la nouaison pour les annonacées pour lutter contre les lépidoptères et avant l'ouverture des bractées sur le régime de bananes pour lutter contre les dégâts des thrips. Une protection à l'échelle de l'arbre (pose d'un filet anti-insecte) peut s'avérer judicieuse

notamment pour lutter contre les mouches des fruits des goyaviers (goyave et goyavier fraise) ou du pêcher car les fruits sont très attractifs.

- Cette technique participe aussi au maintien d'une température plus favorable au développement des fruits, ce qui peut avancer la date de récolte. Au contraire, ce microclimat peut aussi être favorable au développement de maladies cryptogamiques non souhaitables. Les fruits ensachés doivent donc faire l'objet d'un contrôle régulier, ne serait-ce que pour les cueillir au bon stade.

► L'utilisation de filets anti-insectes pour lutter contre la maladie des taches brunes (noires) de l'ananas en plein champ en Guyane

■ **Mode d'action** : les filets diminuent fortement l'impact de la maladie des taches brunes sur ananas en limitant l'action des vecteurs (arthropodes) de cette maladie due à un complexe de champignons pathogènes.

■ **Mise en place** : un filet de 6 m*100 m recouvre 2 billons de 100 m (soit 6 à 8 rangs). Le filet est placé dès la floraison des ananas.

■ **Matériel utilisé** : différents types de filets sont envisageables (filet anti-grêle, filet brise-vent, filet Microclimat) avec différents niveaux d'ombrage (15, 30 ou 45%).

■ **Coût** : filet anti-grêle translucide 15% d'ombrage = 0,57 €/m², filet blanc Microclimat 30% d'ombrage = 0,49 €/m², filet

vert sombre 45% d'ombrage = 0,80 €/m², filet brise-vent vert clair 45% d'ombrage = 1,23 €/m².

■ **Autre utilité** : les filets protègent aussi les ananas d'un petit papillon (le thécla) dont la chenille fore les fruits et qui est un ravageur important de l'ananas en Guyane.

► Autres exemples

Utilisation de filets sur une petite structure basse pour la protection des pépinières, culture de légumes-feuilles (choux, épinards, salades...) sous tunnels en filets et arceaux métalliques, installation de cônes inversés en plastique ou de bandes en-glueées autour du tronc des arbres fruitiers pour lutter contre les fourmis.



◀ Ananas sous filets anti-insectes en Guyane.

(PHOTO : H. VANNIERE, CIRAD)

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

■ Film sur l'utilisation de filets en pépinières disponible sur : <http://www.accessagriculture.org/fr/node/1262>

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément du piégeage de masse (FT n° 12), des lutttes biologiques inondative (FT n° 8) et par conservation (FT n° 9), du push-pull (FT n° 15) et des mesures prophylactiques (FT n° 14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

Bernadette et Stéphane MARCHEWSKA

Productrice et producteur à Matiti et Régina - Guyane

Techniques alternatives utilisées :



BARRIÈRES PHYSIQUES



PAILLAGE

Bernadette et Stéphane sont agriculteurs à Régina depuis 2002 et également à Wayabo depuis 2012. Sur les 12 hectares mis en culture petit à petit, 2,5 ha y sont cultivés en maraîchage et fruitiers, principalement en ananas mais aussi en banane, pitaya, fruit de la passion et verger créole.

Suite au retrait de l'homologation de l'herbicide autorisé sur ananas, ils ont adopté les paillages plastiques biodégradables pour lutter contre l'enherbement sur les rangs d'ananas. Ils utilisent également la pose de filets sur les ananas pour limiter l'impact de la

maladie des taches brunes en l'absence de produits homologués pour cet usage. Les filets sont mis en place après le traitement d'induction florale et sont retirés à la récolte. Ainsi, les traitements phytosanitaires ont totalement été supprimés sur cette culture. Selon Bernadette, les principaux

avantages de ces techniques sont le gain de temps lié à la suppression des traitements phytosanitaires, mais également un moindre risque pour leur santé et celle des consommateurs. Cependant, les rouleaux étant lourds, Bernadette voit un inconvénient lors de la mise en place des filets et

du paillage qu'elle trouve laborieuse. Le paillage plastique a également l'inconvénient de rendre la plantation des ananas plus longue et représente à chaque cycle un coût puisqu'il n'est pas réutilisable, contrairement aux filets qui sont amortis sur 3 cycles d'ananas.

Dans l'ensemble,

ces techniques présentent pour Bernadette et Stéphane plus de points positifs que négatifs, ils en sont très satisfaits.



*Propos recueillis par Anaïs Lamantia,
DAAF Guyane*

n° 02 | BIODÉSINFECTION DES SOLS



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES** : introduction de plantes de service dans le système de culture (en rotation ou en association culturale) non hôtes des bioagresseurs cibles et/ou ayant la propriété de réduire le développement de certaines maladies ou de certains ravageurs telluriques.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Nématodes, symphytes, flétrissement bactérien (*Ralstonia solanacearum*) et les adventices (par compétition pour la lumière ou par effet allélopathique).

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Bananier, ananas, maraîchage (solanacées et cucurbitacées) de plein champ et sous serres.

► **QUAND ?** Avant, pendant ou après le semis (la plantation) de la culture de rente.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** Il est nécessaire de broyer finement la plante de service pour en faciliter l'incorporation mais elle peut aussi être utilisée comme paillis et laissée en place à la surface du sol.

► **RÉGLEMENTATION** : aucune.

► **TEMPS DE TRAVAIL** : augmentation du temps de travail à prévoir pour l'implantation, la gestion et la récolte/destruction des plantes de service. Si ces dernières sont en intercalaire avec la culture de rente, leur présence peut accroître les temps de travaux. Exemple en bananeraies : *Brachiaria decumbens* en intercalaire augmente les temps d'œilletonnage et de circulation sur la parcelle pour la récolte des régimes.

Évaluation globale des performances
agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR),
économique (ECO) et d'organisation du travail
(TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

ÉCO

AGRO

ENVIR

P E R F O R M A N C E S D E L A T E C H N I Q U E

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- Temps de travail en plus à prévoir.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Achats en moins d'herbicides si la plante de service est restituée en mulch et si la quantité de mulch est suffisante pour freiner la levée/croissance des adventices.
- + Achats en moins de fertilisants en début de culture si le précédent plante de service restitue des éléments fertilisants (cas des légumineuses).
- + Augmentation du revenu à la fin des 2 premières années après adoption des jachères assainissantes par rapport à une monoculture de bananes.

EFFETS NÉGATIFS

- Achats supplémentaires de semences et de matériels spécifiques (semoirs, rouleaux à cornières...).
- Pas de production pendant la présence de certaines plantes de service sur la parcelle.
- Baisse transitoire du revenu pendant les 2 à 3 premières années après adoption de la rotation avec *Brachiaria* en raison d'une baisse de rendement en bananes.

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Augmentation des rendements en culture de banane à la fin des 2 premières années après l'adoption de la rotation avec *Brachiaria*.
- + Maintien d'une faible infestation en nématodes.
- + Réduction de l'incidence du flétrissement bactérien (*R. solanacearum*).
- + Concurrence aux adventices.
- + Limitation de l'érosion.
- + Restauration de la structure et de la fertilité du sol.
- + Une des réponses pour les problèmes phytosanitaires ne disposant pas de solution chimique.
- + Évitement des sols nus pendant l'interculture.

EFFETS NÉGATIFS

- -

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus de pesticides.

EFFETS NÉGATIFS

- -

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Augmentation de la biodiversité cultivée.

EFFETS NÉGATIFS

-

CONSUMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS NÉGATIFS

- Augmentation de la consommation de carburants pour les semis et entretiens supplémentaires.

EFFETS POSITIFS

- + Qui peut être compensée si des traitements phytosanitaires sont évités.

Exemples de mise en œuvre de la technique

- Jachère assainissante de *Brachiaria decumbens* en bananeraies aux Antilles pour lutter contre les nématodes (technique bien adaptée aux grandes exploitations mécanisables de plaine) :

■ **Avantages agronomiques** : plante non hôte des principaux nématodes du bananier, capacité à remobiliser la fertilité et à restructurer les sols, rapide et bonne couverture des sols, action anti-érosive.

■ **Période d'implantation** : la préparation du sol et l'implantation de *Brachiaria decumbens* sont recommandées avant la période de plus forte pluviométrie : aux Antilles, semer entre mai et juillet. Une implantation trop tardive peut entraîner un risque d'érosion des sols.

■ **Modes d'implantation** : de préférence, semis en ligne afin de garantir une couverture optimale (semer mécanique, semoir de semis direct...), à défaut, semis à la volée avec un épandeur manuel ou tractorisé (type Vicon®) suivi d'un roulage.

■ **Densité de semis** : la dose préconisée est de 8 kg/ha mais certains producteurs mécanisés diminuent à 6 kg/ha. À la volée, il sera préférable d'accroître la densité à 10-12 kg/ha.

■ **Gestion du couvert** : vérification de la levée à 45 jours et du couvert à 3 mois. Fauchages pour stimuler la croissance, favoriser une couverture optimale sans trouée et éviter qu'il ne produise des graines. Dernier fauchage 6 à 8 semaines avant destruction. La biomasse laissée sur place doit être parfaitement répartie pour ne pas provoquer de trou dans le couvert là où elle s'est accumulée. La dégradation d'un précédent bananier et la fourniture du sol sont normalement suffisantes pour assurer une bonne croissance du *B. decumbens*. Exceptionnellement, en cas de carence jugée compromettante pour la bonne croissance du *B. decumbens*, une fertilisation peut être envisagée. Une fertilisation systématique du *B. decumbens* en rotation aurait pour conséquence d'alourdir les excédents du bilan azoté du système de culture bananier.

■ **Durée de la jachère** : elle doit être supérieure ou égale à un an pour obtenir un effet assainissant significatif vis-à-vis des nématodes. Pour les jachères d'une durée inférieure ou pour avoir confirmation de cet assainissement avant replantation, une analyse nématologique peut être réalisée.

■ **Destruction du couvert** : après un fauchage préalable et après un début de repousse du *B. decumbens*, constitution d'une couverture morte par destruction chimique (herbicide systémique en plein) 4 à 6 semaines avant plantation des bananiers (vitroplants) puis éventuel second herbicide 4 à 6 semaines après la plantation sur les zones non dévitalisées. S'il s'agit d'un système de culture sur couverture végétale (SCV), l'ouverture mécanique du sillon va détruire *B. decumbens* sur la zone d'implantation des bananiers.

■ **Plantation des vitroplants** : plantation classique au trou avec préservation maximale du paillis de *B. decumbens* (4 à 6 semaines après le premier traitement herbicide) ou utilisation de la tarière plan-

teuse (outil développé aux Antilles) ou dans un sillon (mais effets négatifs sur la structure du sol).

■ **Temps de travail** : suivant le type d'exploitation, entre 15 (exploitation familiale d'altitude) et 50 jours/ha/an (exploitation familiale de plaine) de travail supplémentaire (l'itinéraire technique est souvent simplifié et moins intensif en main d'œuvre en montagne par rapport à la plaine donc il est moins impacté que l'itinéraire technique de plaine par le rallongement des temps de travaux).

■ **Approvisionnement en semences** : auprès des revendeurs présents aux Antilles et en Guyane. Les semences sont généralement conditionnées dans des sacs de 25 kg à 30 kg. Les graines peuvent être semées directement ou conservées au sec à 20-25°C.

► **Jachères de plantes à propriétés allélopathiques** : les crotalaires (*Crotalaria juncea*, *C. spectabilis*, *C. retusa*) en bananeraies contre les nématodes aux Antilles

■ **Avantages agronomiques** : plantes non hôtes des principaux nématodes du bananier, production d'alcaloïdes à propriétés « nématicides » (surtout pour *C. spectabilis*), capacité à restructurer les sols, production d'azote organique, rapide et bonne couverture des sols, action anti-érosive, augmentation des rendements.

■ **Type de jachère** : les crotalaires sont à positionner en interculture courte (jachère monospécifique) ou en mélange avec une espèce pérenne telle que *Brachiaria decumbens* pour des durées de jachère plus classiques (12 mois au minimum).

■ **Avantages de la jachère en mélange avec *B. decumbens*** : les crotalaires et *B. decumbens* entretiennent une relation de complémentarité fonctionnelle concernant la fertilité des sols (restructuration du profil, amélioration des capacités de drainage, favorisation de la vie biologique, fixation d'azote atmosphérique et restitution de nutriments non négligeables).

■ **Période d'implantation** : la préparation du sol et l'implantation des crotalaires doivent se réaliser avant la période de forte pluviométrie et en relation avec le cycle de vie des plantes (jusqu'à 120 jours en jours longs). Ainsi, semer entre fin avril et fin août aux Antilles.

■ **Mode d'implantation** : 3 possibilités, semis en ligne à l'aide d'un semoir mécanique, semis à l'aide d'un épandeur manuel ou semis à la volée. Roulage après semis (sauf ceux au semoir) recommandé mais non indispensable.

■ **Densité de semis** : les doses préconisées sont de 20 à 23 kg/ha en semis pur et 7 à 10 kg/ha en mélange (semoir mécanique), 25 à 30 kg/ha en semis pur et 10 à 12 kg/ha en mélange (épandeur manuel et semis à la volée).

■ **Gestion du couvert** : vérification de la levée à 45 jours et du couvert à 3 mois. Faucher ou désherber chimiquement en localisé les graminées qui persistent. Pour



▲ Jachère assainissante à base de crotalaires en Martinique.

(PHOTO : IT²)

les mélanges avec *B. decumbens*, fauchage du couvert en milieu de jachère puis 6 à 8 semaines avant destruction.

■ **Durée de la jachère** : le cycle de vie des crotalaires (4-5 mois) ne permet pas d'atteindre la durée minimum de 12 mois pour un bon assainissement. Ces espèces sont donc recommandées en mélange avec des plantes pérennes (ex. *B. decumbens*) pour une jachère d'au moins 1 an. Elles pourront être semées seules (voire en mélange avec des espèces à cycle court) lorsque les périodes d'interculture n'excèdent pas 6 mois, et pour améliorer la phase d'assainissement si nécessaire (jachère courte améliorante).

■ **Destruction du couvert** : mécaniquement par gyrobroyage (dégradation plus rapide des résidus végétaux obtenus et effet paillage réduit) ou par roulage (optimisation de l'effet paillage). Une période de 3 semaines à 1 mois avant plantation des vitroplants est nécessaire afin de laisser se décomposer complètement les racines de crotalaire.

■ **Plantation des vitroplants** : soit manuellement au trou en repoussant les tiges desséchées de la plante, soit en utilisant une tarière de plantation.

■ **Approvisionnement en semences** : auprès des revendeurs présents aux Antilles. Les semences sont généralement conditionnées dans des sacs de 20 ou 25 kg. Les graines peuvent être semées directement ou conservées un an au sec à 20-25°C.

► Utilisation d'oignon-pays cv. ciboule blanche (*Allium fistulosum*) pour lutter contre le flétrissement bactérien de la tomate aux Antilles

■ **Types d'utilisation de l'oignon-pays** : introduction dans la rotation, incorporation d'extraits aqueux, association culturale tomate-oignon, biofumigation via l'enfouissement des résidus de cultures d'oignon.

■ **2 modes d'action sur l'incidence du flétrissement bactérien** :

- processus direct : les racines d'oignon-pays émettent des substances toxiques pour la bactérie pathogène.
- processus indirect : en stimulant la microflore du sol, ces microorganismes, par compétition ou antagonisme, exercent un effet défavorable sur la bactérie pathogène.



◀ Tomate en association avec des oignons-pays (*Allium fistulosum*) pour lutter contre le flétrissement bactérien en Martinique.

(PHOTO : P. DEBERDT, CIRAD)

■ **Itinéraire technique pour l'association culturale tomate-oignon** : lors de la plantation des tomates, intercaler un plant d'oignon-pays, entre deux plants de tomate. Les racines de l'oignon-pays doivent être à proximité de celles de la tomate. Pendant cette association, l'oignon-pays doit rester en place ; toutefois, les parties aériennes peuvent être coupées pour être consommées ou déposées à la surface du sol (sous forme de paillis) pour optimiser la biodésinfection du sol.

► Autres exemples

Jachère après arrachage de verger et avant replantation en agrumes pour éliminer les nématodes spécifiques des agrumes *Tylenchulus semipenetrans*, succession culturale appropriée comme solanacées/radis ou navet ou arachide (rupture du cycle des nématodes des solanacées) ou carotte (rupture du cycle de la mouche blanche de la carotte) en Guadeloupe, pois en association avec un tagète aux proprié-

tés nématifuges (*Tagetes lucida*) ou nématocides (*Tagetes minuta*) en Guadeloupe, rotation avec des crotalaires pour lutter contre les symphytes en culture d'ananas aux Antilles, rotation avec des crotalaires et des cives pour lutter contre le flétrissement bactérien en culture de solanacées en Guyane.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- Blazy J.-M., 2011. De l'innovation à l'adoption de nouvelles pratiques dans la filière banane. Innovations Agronomiques, 16, 25-37. [En ligne], disponible sur : <http://prodinra.inra.fr/record/40796>
- Fernandes P. et al., 2012. Des plantes assainissantes candidates pour réduire le flétrissement bactérien de la tomate dans les conditions de la Martinique. Les Cahiers du PRAM (11) : 27-30. [En ligne], disponible sur : http://www.caec-carib.org/publications/cahier_pram.htm
- IT², 2011. *Brachiaria decumbens* cv Basilisk - jachère assainissante et amélioration de la structure du sol, Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 6 p.
- IT², 2011. Fiche *Jachère raisonnée*, Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 2 p.
- IT², 2011. Fiche *Les crotalaires*, Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 6 p.
- Launay J., 2012. *étude de la faisabilité d'une méthode de lutte innovante et agroécologique contre le flétrissement bactérien : cas de la Guyane*, mémoire de fin d'études ISTOM, 88 p.

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément de l'utilisation de matériel végétal sain (FT n° 16), de la lutte biologique par inondation (FT n° 8), du piégeage de masse (FT n° 12), de la mise en place de barrières physiques (FT n° 1) et des mesures prophylactiques (FT n° 14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

n°03 | CULTURE HORS-SOL



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES :**

la culture hors-sol s'oppose à la culture de pleine terre. Le système hors-sol présente un intérêt en cas de contamination des sols par des bioagresseurs difficiles à maîtriser (bactériose et autres ravageurs telluriques). Les plantes se développent soit sur un substrat inerte qui leur sert de support racinaire, soit sans aucun support (hydroponie stricte). L'alimentation hydrique et minérale des plantes est totalement maîtrisée et est apportée sous forme de solutions nutritives. Les cultures hors-sol sont en général protégées à l'abri dans des serres.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Contre les ravageurs telluriques (nématodes, etc.), les maladies telluriques fongiques et bactériennes (flétrissement bactérien des solanacées, etc.) et dans une moindre mesure contre les adventices.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Cultures légumières principalement (tomate, salades, concombre, poivron, aubergine, melon, etc.) mais aussi le fraisier et plus récemment les passiflores (fruit de la passion).

► **QUAND ?** Toute l'année.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** Lorsque la culture en pleine terre est devenue difficile en raison de la présence de bioagresseurs telluriques.

► **RÉGLEMENTATION :** les cultures en système hors-sol ne sont pas autorisées en agriculture biologique dans l'Union Européenne. En agriculture conventionnelle, la réglementation en vigueur interdit l'apport de produits phytosanitaires par le réseau de fertigation. Les serres de 20 m² à 2000 m² doivent faire l'objet d'une déclaration préalable de travaux. Au-delà de 2000 m², la demande de permis de construire est obligatoire.

► **TEMPS DE TRAVAIL :** il dépend de la culture, de la surface, de l'existence ou non de différents stades physiologiques pour la culture, du type d'installation choisi : environ 8000 heures/ha/an pour la tomate.

Évaluation globale des performances agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR), économique (ECO) et d'organisation du travail (TRAVAIL) de la technique

ÉCO

TRAVAIL

ENVIR

AGRO

P E R F O R M A N C E S D E L A T E C H N I Q U E

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ➔ Rigueur sanitaire obligatoire.
- ➔ Réactivité immédiate au moindre problème sanitaire ou de nutrition.
- ➔ Prévoir du temps pour la préparation des solutions nutritives, la surveillance en cours de culture et toutes les opérations nécessaires à la fin du cycle cultural (manipulation des substrats et du réseau de distribution de la solution nutritive).
- ➔ Technicité requise importante.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Moins d'utilisation de produits phytosanitaires.
- + Pas de perte d'intrants si la solution nutritive est recyclée en hors-sol ou sur des cultures de pleine terre.

EFFETS NÉGATIFS

- ➔ Investissements variables selon le mode d'élaboration des solutions nutritives et la gestion de l'irrigation.
- ➔ Investissements pour les bâtiments : exemples à La Réunion : 20 à 30 €/m² pour une serre en couverture plastique sans travaux ni équipement et 75 à 100 €/m² pour une serre chapelle « anti-cyclonique ».
- ➔ Risques élevés de problèmes survenant soit en cas d'erreur du planteur soit en cas de défaillance du matériel.

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Potentiel de rendement élevé.
- + Diminution du risque de contamination des cultures par les bioagresseurs.
- + Maîtrise de l'irrigation et de la fertilisation.

EFFETS NÉGATIFS

- -

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Meilleur aspect visuel dû à la « propreté » des produits récoltés.
- + Moins de résidus de pesticides.
- + À variété identique qualité gustative souvent comparable à celle des cultures de pleine terre.

EFFETS NÉGATIFS

- .

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Traitements phytosanitaires réduits et ciblés.
- + Faible mobilisation de surface dans un contexte de pression foncière.

EFFETS NÉGATIFS

- Consommation élevée de matériaux issus de ressources non recyclables (plastiques) et production de nombreux déchets (substrats).
- Pollution par les solutions nutritives si elles ne sont pas recyclées.

CONSUMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

- + Pas de travail du sol.

EFFETS NÉGATIFS

- Consommation d'énergie électrique par les pompes de distribution.

Différentes modalités des systèmes de culture en hors-sol

TYPES D'INSTALLATIONS EXISTANTES :

► Circuit ouvert ou fermé

■ **Les installations à « solution perdue » ou en « circuit ouvert »** : la solution nutritive en excédent est éliminée par drainage puis rejetée en dehors du système de culture. Mais cette solution peut être recyclée sur des cultures de pleine terre.

■ **Les installations à « solution recyclée » ou « en circuit fermé »** : la solution nutritive est récupérée, recyclée (désinfectée, analysée et reconstituée) et renvoyée aux plantes.

► Avec ou sans substrat

■ **Les systèmes « avec substrat » (les plus utilisés à ce jour)** : le substrat assure une réserve d'eau et d'éléments nutritifs tout en maintenant une bonne oxygénation du système racinaire entre deux irrigations. Ils ont par contre de nombreux inconvénients quant à la manipulation des substrats utilisés, à leur recyclage (ou à leur destruction) et à leur coût.

■ **La culture « sans substrat » (peu développée en zone tropicale)** : la solution nutritive est contenue dans un bac ou distribuée dans des gouttières. Cela peut nécessiter une oxygénation complémentaire de la solution nutritive pour éviter l'asphyxie des racines et le dépérissement des plantes. Elle évite les contraintes liées au recyclage du support et la désinfection de l'installation est plus facile. Le problème du réchauffement de la solution nutritive peut se poser. L'absence de réserve hydrique au niveau des plantes représente un risque en cas de panne des pompes.

■ **Choix du substrat** : Il doit avoir à la fois une bonne disponibilité en eau et en air (fortes micro- et macro-porosités). Le substrat est aussi choisi selon son prix d'achat (transport inclus), sa facilité d'installation dans la serre, sa facilité de stockage sans oublier le coût et les contraintes d'élimination. À La Réunion, les substrats utilisables sont la tourbe blonde et les fibres de coco. Aux Antilles, il s'agit de la ponce, de la pouzzolane, du sable de concassage et du sable de ponce.



■ **Divers équipements pour piloter l'irrigation :**

- les **électrovannes** reliées à un programmeur horaire sont mieux adaptées aux petites unités d'exploitations (moins de 500 m²).
- le '**Start-bac**' (adaptable uniquement sur substrats organiques en sacs) offre une bonne adéquation entre les apports et les besoins des plantes mais nécessite un exemplaire par unité de serre.
- le **solarimètre** est adapté aux exploitations de plus de 2000 m² car il nécessite une station d'irrigation équipée d'un ordinateur pouvant calculer les cumuls d'intensité lumineuse.

■ **Composition de la station de fertilisation :** elle est dimensionnée en fonction de la surface hors-sol de l'exploitation. Les éléments qui la composent sont au minimum : 2 bacs de mélange car certains engrais ne sont pas compatibles entre eux, 2 pompes doseuses volumétriques (exemple : Dosa-tron®), un filtre en amont du réseau de distribution pour ne pas boucher les goutteurs.

▲ **Laitue en hydroponie.**

(PHOTO : S. SIMON, CIRAD)

Pour les grandes exploitations, l'investissement peut inclure une station d'irrigation automatisée par ordinateur et reliée à plusieurs bacs permettant l'élaboration et la distribution simultanée de différentes solutions nutritives.

■ Chaque producteur hors-sol doit disposer d'un pH-mètre et d'un électro-conductimètre pour contrôler la solution nutritive apportée aux plantes et la solution de drainage. De plus, un équipement de désinfection de l'eau aux UV est souhaitable sur les exploitations alimentées par un réseau d'eau agricole.

■ Des mesures spécifiques aux cultures sous abris doivent être prises pour lutter contre les bioagresseurs (voir en plus les



mesures prophylactiques (FT 14) concernant la désinfection et la limitation de l'inoculum). Il s'agit de maintenir le matériel végétal ainsi que le substrat sains jusqu'à la récolte pour éviter au maximum l'emploi de produits phytosanitaires. La stratégie consiste donc à maintenir des conditions de cultures optimales (éviter de stresser la culture) et à éviter l'introduction de bioagresseurs à partir de l'extérieur, pour cela il convient :

- de maîtriser les plantes (cultivées ou adventices) hôtes de ravageurs autour des serres.
- d'implanter autour des serres un couvert de graminées avec des touffes de vétiver qui limite l'érosion autour de ces structures.
- de poser des filets anti-insectes sur les ouvertures des abris.
- de poser des panneaux englués colorés (jaunes et/ou bleus) pour détecter les arrivées de ravageurs aériens.
- de dédier à chaque serre un jeu de matériel agricole.

- ▲ Aménagement des abords de serres avec des plantes non hôtes de bioagresseurs de la culture de rente.

(PHOTO J.S. COTTINEAU, ARMELHOR)

- d'éviter la culture de plusieurs espèces maraîchères dans la même serre ou la pratique de cycles décalés de la même culture.
- d'éviter toute intervention sur feuillage mouillé.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- Simon S. et Minatchy J., 2009. **Guide de la tomate hors-sol à La Réunion**. 186 p.

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

14 | 25 | 26 | 27

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément de l'utilisation de matériel végétal sain (FT n° 16), de la lutte biologique par inondation (FT n° 8), du piégeage de masse (FT n° 12), de la mise en place de barrières physiques (FT n° 1) et des mesures prophylactiques (FT n° 14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

Jean Bernard JAURES

Producteur à Sainte Suzanne - La Réunion

Techniques alternatives utilisées :



DÉSHERBAGE PHYSIQUE



**OPTIMISATION DES APPLICATIONS
PHYTOSANITAIRES**



PAILLAGE

Jean Bernard est producteur de canne à sucre dans le nord de l'île de La Réunion. Il appartient au réseau DEPHY FERME grâce auquel il a pu réduire sa consommation d'herbicides pour le désherbage de ses cannes. Sur son exploitation de 17 hectares, après la récolte, il met en place un paillage du sol avec passage mécanique d'un rotobroyeur pour une bonne homogénéisation des pailles. Pour le désherbage des cannes, il intervient mécaniquement dans les inter-rangs durant les 3 premiers mois du cycle avec un matériel adapté tel qu'un rotobroyeur attelé à un tracteur de faible puissance (88 ch) ou, lorsque le cycle est supérieur à 3 mois, à l'aide d'une débroussailluse si besoin. Le désherbage chimique se fait précocement, dès la récolte de la canne et il n'utilise que des matières actives adaptées aux adventices présentes. De plus, Jean Bernard n'hésite pas à désherber manuellement lorsque cela est nécessaire.



Pour lui, le principal avantage de la diminution d'utilisation d'herbicides est lié aux moindres risques qu'il prend vis-à-vis de sa santé. Puis, en second lieu, il estime que c'est bénéfique pour l'environnement. L'avantage du broyage mécanique des

adventices est qu'il peut se faire même quand il pleut, contrairement au désherbage chimique qui peut présenter des pertes par lessivage. L'inconvénient de la mécanisation réside dans sa pénibilité du travail, avec un passage supplémentaire par mois, d'octobre à mars.

Désormais, grâce à ses pratiques alternatives aux herbicides, Jean Bernard a réduit son IFT de 70% (1,24) par rapport à son entrée dans le réseau, il y a 4 ans (IFT de 4,2).

*Propos recueillis par Joseph Antoir,
Chambre d'agriculture de La Réunion*

n°04 | DÉSHÉBAGE PHYSIQUE



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES :**

les techniques de désherbage physique regroupent les désherbages mécaniques, thermique et électrique ainsi que le fauchage. Le désherbage mécanique consiste à détruire les adventices en les déracinant ou en sectionnant leurs racines à l'aide d'un outil (bineuse par exemple). Le désherbage thermique applique un choc thermique sur les plantes et le désherbage électrique transfère un courant électrique aux adventices par l'intermédiaire d'électrodes. Cette fiche regroupe également les pratiques de fauchage visant à limiter la hauteur des adventices. Ces techniques sont toutes des alternatives à l'utilisation d'herbicides.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Contre les adventices annuelles et contre les vivaces dans certaines conditions (stade peu développé, intervention avec des ailettes hirondelles).

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Maraîchage de plein champ et sous serres, canne à sucre, cultures fruitières pérennes, bananier, racines et tubercules.

► **QUAND ?** Après le semis ou la plantation des cultures, durant le cycle de culture notamment pour les pérennes.

► **DANS QUELLES CONDITIONS PRATIQUER LE DÉSHÉBAGE MÉCANIQUE ?** La parcelle doit présenter les caractéristiques suivantes : pente modérée, très faible empiérement, sol ni trop humide ni trop sec lors du passage de l'outil, etc. S'appuyer sur les prévisions météo pour éviter de désherber s'il est prévu de la pluie durant les 4 jours suivants. Le risque de reprise d'adventices est ainsi limité et la pénétration des outils dans le sol est optimisée.

Le stade des adventices et de la culture est un des facteurs déterminants de la réussite du désherbage mécanique. Les adventices doivent être à un stade jeune (jusqu'au stade 6 feuilles pour la bineuse). Le passage d'un outil mécanique dans les premières phases d'une culture semée est risqué car les plantes ont encore un enracinement trop superficiel et risquent d'être endommagées voire arrachées.

Évaluation globale des performances agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR), économique (ECO) et d'organisation du travail (TRAVAIL) de la technique

ÉCO

ENVIR

TRAVAIL

AGRO

PERFORMANCES DE LA TECHNIQUE

Le choix de l'outil se fait en fonction de la pente de la parcelle, du type de sol (doigts ou moulinets non adaptés aux sols lourds, caillouteux, en forte pente et si l'inter-rang est inférieur à 25 cm ; bineuse à éviter sur les sols caillouteux ou en forte pente), de la culture à désherber, du stade des adventices et de son coût.

► **RÉGLEMENTATION** : aucune réglementation particulière.

► **TEMPS DE TRAVAIL** : il varie selon le type de désherbage (manuel ou mécanisé) et le type d'outil employé. L'utilisation d'une bineuse tractée permet de travailler en moyenne entre 2 et 7 ha/h.

Détail des effets induits par la mise en œuvre de la technique

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ S'assurer que le matériel soit disponible dans les DOM.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Pas d'achat d'herbicides.
- + En Guyane il est possible d'émarger à une MAE spécifique qui fournit une aide pour l'achat du matériel nécessaire.

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Investissements dans du matériel : exemple, pour une bineuse, le prix d'achat varie entre 4 000 € et 40 000 €.
- ⊖ Coûts de main d'œuvre importants pour le désherbage manuel.

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Limitation du ruissellement par la destruction de la croûte de battance.
- + Aération et nivellement du sol.
- + Réduction de l'évaporation de l'eau des premiers centimètres du sol.
- + Favorisation de la minéralisation de la matière organique.
- + Favorisation de l'activité biologique du sol grâce à une moindre utilisation d'herbicides.

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Risques de compactage des sols.
- ⊖ Risques d'érosion des sols pour les parcelles même en faible pente.

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus d'herbicides.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ➔ Rejets de gaz à effet de serre en cas d'utilisation de moteur thermique.

CONSOMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ➔ Consommation de carburant pour les passages d'engins à moteur thermique.

Exemples de mise en œuvre de la technique

- Comparaison de différents modes de désherbages mécaniques en maraîchage en Martinique (attention ces données ne sont qu'indicatives car elles peuvent varier sensiblement en fonction de la culture, de la topographie et du stade d'intervention).

DÉSHERBAGE MANUEL		
	Sarclage manuel	Binage manuel
MATÉRIEL UTILISÉ	Sarcloir	Binette à main, « pousse-pousse », « gratte »
LOCALISATION	Sur et entre les rangs	
PÉRIODE	Après le semis ou la plantation	
DURÉE (ha/an)	Environ 300 h	Environ 260 h
COÛT ANNUEL	19 000 €/ha/an	9 000 €/ha/an
➕ AVANTAGES	Pas ou peu d'investissements en matériel, précis et adapté à tous les terrains, facile à réaliser.	
➔ INCONVÉNIENTS	Coûts élevés en main d'œuvre, pénibilité du travail et peu d'efficacité dès que le développement des adventices est avancé.	

DÉSHERBAGE MOTORISÉ		
	Débroussaillage	Binage et hersage mécanique
MATÉRIEL UTILISÉ	Débroussailleuse portée (à harnais + mancherons)	Bineuse mécanique, herse, motobineuse, motoculteur
LOCALISATION	Entre les rangs	Sur et entre les rangs
PÉRIODE	Après le semis ou la plantation	
DURÉE (ha/an)	environ 90 h	2 h avec une bineuse à disques
COÛT ANNUEL	5 700 €/ha/an	3 800 €/ha/an
➕ AVANTAGES	Rapidité, adaptation aux terrains en pente, apport de matière organique au sol, matériel peu coûteux.	Rapidité, efficacité à moyen terme et totale en inter-rang, aération du sol, limitation de l'évaporation.
➖ INCONVÉNIENTS	Repousse rapide des adventices, coût/ha élevé, pénibilité du travail (matériel porté et bruyant pour l'opérateur), nécessité d'un usage très précautionneux pour éviter les plaies (voire plus) à la base des troncs des jeunes fruitiers.	Nécessité d'investissements en matériel, possible favoritisation de la germination des adventices, nécessité d'une parcelle non empierrée, réglage des outils délicat.

► Le désherbage thermique en maraîchage

■ **Principe** : il consiste en l'application d'une flamme (propane) sur les adventices afin de les détruire. À partir de 80 °C, le choc thermique provoque l'éclatement des cellules végétales.

■ **Avantages de la technique** : le désherbage thermique ne travaille pas le sol, il limite ainsi la germination des graines d'adventices. Il est tout à fait approprié en complément d'un faux-semis (FT 5). Il peut aussi se pratiquer sur un sol peu ressuyé.

■ **Limites de la technique** : efficace sur les jeunes plantes (stade cotylédons à stade 2 feuilles vraies), action limitée sur les dicotylédones plus développées et très limitée sur les graminées dont le bourgeon est

protégé par une gaine foliaire, risques d'incendie si la technique n'est pas maîtrisée, consommation d'énergie fossile.

■ **Matériel disponible dans le commerce (données de métropole) :**

- appareils manuels : appareils portés, brouettes tirées ou poussées, recharges de petite taille. Faible investissement (300 à 1 000 €) mais irrégularité du brûlage et coûteux en main d'œuvre.
- appareils tractés (pour surfaces supérieures à 1 000 m²) : rampes de brûleurs à fonctionnement continu ou discontinu, appareils combinant thermique et mécanique. Désherbage rapide (3 à 6 heures/ha pour une vitesse d'avancement comprise entre 1,5 et 5 km/h) mais investissement élevé (5 000 à 8 000 €).

- Gestion par fauchage de l'enherbement spontané des abords d'une serre.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD)

■ **Choix du type de matériel** : il se fait en fonction de la surface à désherber, des cultures et des possibilités d'investissement.

■ **Période de passage** : il est possible d'intervenir en pré-semis sur des cultures levant vite et en post-semis prélevée sur des cultures levant lentement pour détruire les plantules germées après le passage du semoir.

■ **Améliorations possibles** : une tôle réfractrice peut être adaptée au-dessus de la rampe pour concentrer la chaleur. Il est alors possible de diminuer le nombre de brûleurs.

■ **Précautions à prendre** : veiller au bon état des serre-joints et des tuyaux, éviter de désherber en présence de vent fort.

► Autres exemples :

Fauchage (mécanisable sur le grand inter-rang mais à réaliser à la débroussailluse sur le petit rang) ou sarclage manuel en bananeraies, fauchage ou gyrobroyage des rangs et inter-rangs en agrumes et manguier, sarclage manuel et mécanique des inter-rangs de canne à sucre et manioc, sarclage manuel en racines et tubercules, désherbage électrique (actuellement développé au Brésil via la machine « Eletroherb » qui agit de manière systémique sur les adventices).



BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- IT², 2011. Fiche **Gestion de l'enherbement**, Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 4 p.
- IT², 2012. **Note technique petits matériels polyvalents**. 8 p.
- Les 4 fiches sur le désherbage mécanique du **guide pratique pour la conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques** (bineuse, herse étrille, houe rotative, les doigts ou moulins)

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément du paillage (FT n° 11), du faux-semis (FT n° 5) et des mesures prophylactiques (FT n° 14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

Denis PENTURE

Producteur au Lamentin - Guadeloupe

Roro GOUNOUMAN

Producteur au Lamentin - Guadeloupe

Technique alternative utilisée :



DÉSHERBAGE PHYSIQUE



Denis Penture cultive 7 hectares de canne à sucre au Lamentin. Depuis trois ans, il utilise son micro-tracteur attelé d'outils pour la destruction des adventices de l'inter-rang de ses cannes. Selon lui, cette technique est plus efficace qu'un traitement herbicide.

Pour lui, ces pratiques sont plus respectueuses de l'environnement puisqu'il limite l'utilisation d'herbicides en valorisant la petite mécanisation sur son exploitation.

Au Lamentin, Roro Gounouman possède une exploitation en polyculture à dominante de canne à sucre. Il a recours aux prestataires de services en micro-mécanisation pour la destruction des adventices des inter-rangs de canne, ce qui lui permet d'éviter l'usage d'herbicides. Il a été lauréat d'un concours de plantation de canne en 2013 conduite en partie avec cette technique. Il pratique le sarclage manuel sur ses cultures vivrières avec de la main d'œuvre familiale. Il en retire une meilleure qualité de ses produits vivriers puisque ceux-ci ne contiennent pas de résidus d'herbicides.

*Propos recueillis par Pascal Jean-Charles,
Chambre d'agriculture de Guadeloupe.*

n°05 | FAUX-SEMIS



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES :**

la technique du faux-semis vise à favoriser la levée des adventices afin de les détruire précocement avant de semer ou de planter la culture principale. Cette technique est basée sur une préparation classique du sol puis sur la destruction des plantules d'adventices (par un désherbage mécanique, thermique ou chimique). Ainsi, le stock semencier d'adventices est diminué et des économies d'herbicides sélectifs de la culture peuvent être réalisées (applications retardées ou évitées, dosages réduits).

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Les adventices en priorité, mais aussi les ravageurs (œufs et larves de vers blancs, taupins, mouches des semis) et les maladies (rhizoctone, pythium, phytophthora) par l'exposition aux rayons du soleil.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Toutes les cultures tropicales de pleine terre (semées ou plantées à forte densité sur sol nu), particulièrement en agriculture biologique.

► **QUAND ?** Une ou plusieurs opérations 2 à 3 semaines (en fonction des espèces d'adventices présentes) avant le semis ou la plantation de la culture.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** Il est nécessaire d'avoir des conditions favorables à la germination des adventices (irrigation d'appoint si nécessaire) et au passage des outils dans la parcelle. La fumure de fond doit être appliquée avant la préparation du sol.

► **RÉGLEMENTATION :** aucune.

► **TEMPS DE TRAVAIL :** entre 2 et 3 heures par hectare (préparation du sol et désherbage) et par opération.

Évaluation globale des performances
agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR),
économique (ECO) et d'organisation du travail
(TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

ÉCO

AGRO

ENVIR

PERFORMANCES DE LA TECHNIQUE

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

- + Gain de temps en évitant des désherbages ultérieurs.

EFFETS NÉGATIFS

- Temps pour laisser les adventices lever et temps de destruction : prévoir une période plus longue entre 2 cultures.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Moins d'achats d'herbicides.

EFFETS NÉGATIFS

-

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Lutte contre les ravageurs et les maladies (destruction de champignons, œufs et larves) par l'action des rayons solaires, et/ou par l'exposition à la prédation.
- + Seul moyen de lutte efficace contre certaines vivaces.

EFFETS NÉGATIFS

- Risque de compactage du sol si le travail mécanique est mal géré.
- Risque d'érosion avec un travail du sol superficiel en zone tropicale.

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins d'adventices dans les produits récoltés.
- + Moins de résidus de pesticides.

EFFETS NÉGATIFS

-

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Préservation de la qualité de l'eau grâce à une moindre utilisation d'herbicides.

EFFETS NÉGATIFS

-

CONSOMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS NÉGATIFS

- Augmentation de la consommation de carburants.
- Consommation de gaz si désherbage thermique.

EFFETS POSITIFS

- + Qui peut être compensée par la diminution de passages d'herbicides au pulvérisateur tracté.



► Canne à sucre

Lorsque le sol est travaillé en vue de la plantation, on diffuse celle-ci pour pouvoir détruire les premières levées d'adventices (issues de graines, de tubercules ou de souches de grandes graminées ou autres plantes pérennes). Cette destruction peut être mécanique ou chimique. Selon l'abondance d'adventices dans la parcelle et selon la saison, une ou plusieurs opérations de faux-semis seront nécessaires. Ce décalage de la plantation sera compensé par une meilleure implantation de la culture et une économie d'herbicides par la suite.

► Maraîchage

Le faux-semis est pratiqué sur des plantules au stade cotylédon jusqu'à 2 feuilles maximum. La destruction de ces adventices peut être mécanique (herse étrille, binage, outils rotatifs) avec un passage à 2 cm de profondeur maximum, pour éviter d'induire une remontée des graines présentes en profondeur. L'utilisation d'outils rotatifs est à éviter en présence d'adventices à multi-

▲ Passage d'une herse étrille pendant un faux-semis.

(PHOTO : G. TISSERAND, ARMEFLHOR)

plication végétative comme les *Cyperus*. Le désherbage thermique (ou électrique) évite la remontée des graines et peut être pratiqué en post-semis/prélevée mais il est inefficace sur des plantules trop développées. Dans des sols à forte infestation d'adventices, il est nécessaire de réaliser deux faux-semis successifs espacés d'une à deux semaines. La reprise du sol est possible par binage en plein ou par outil rotatif en se limitant à une faible profondeur (2 cm).

► Riziculture en Guyane

La technique du faux-semis est essentielle pour lutter contre les riz sauvages (rouges, crocos...), insensibles aux herbicides utilisés en cours de culture. La pratique la plus courante réside en deux passages croisés de cover-crop lors du déchaumage et

d'une application d'herbicide total (25-30 €/ha) avant la mise en boue. En fonction des conditions climatiques et du temps disponible entre deux cycles de riz, les levées d'adventices consécutives aux passages de cover-crop peuvent être détruites au polyculteur (30-35 €/ha) ou par enfouissement par deux passages de rouleau à lames (65-70 €/ha) suivi d'une mise en eau temporaire des parcelles. En parcelles semencières, la pratique d'un deuxième faux-semis est conseillée si la durée de l'inter-cycle le permet.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

■ CTIFL, 2012. **Faux-semis et gestion des adventices**. Le point sur les méthodes alternatives, n°9 – janvier 2012, 6 p. [En ligne], disponible sur : http://www.fruits-et-legumes.net/revue_en_ligne/point_sur/fich_pdf/PSMAFauxSemis.pdf

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

14 | 30 | 34 | 37

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément du désherbage physique (FT n° 4), du paillage (FT n° 11) et des mesures prophylactiques (FT n° 14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

n°06 | GESTION DES ENHERBEMENTS PÉRENNES NON CONCURRENTIELS



► DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES :

l'enherbement pérenne non concurrentiel se définit par l'ensemble de la végétation herbacée (spontanée ou semée) ne générant pas une concurrence problématique pour la culture de rente (zone non concurrentielle). Cet enherbement a des effets agronomiques positifs tels que la protection et l'amélioration de la structure du sol, le maintien des populations d'auxiliaires ou la diminution du transfert des intrants dans l'eau. Il peut être spontané ou semé. De plus, s'il est réfléchi en termes de polyculture/élevage, les services rendus sont étendus (couvert végétal servant de fourrage, gestion du couvert par pâturage, apport de fumier par les animaux, diversification de l'exploitation). Cependant, des contraintes risquent d'apparaître s'il n'est pas maîtrisé. Sont présentées dans cette fiche des méthodes de lutte non chimique permettant d'éviter que l'enherbement (spontané ou semé) ne fasse concurrence aux plantes cultivées pour la ressource en eau, en éléments minéraux ou en lumière.

Évaluation globale des performances agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR), économique (ECO) et d'organisation du travail (TRAVAIL) de la technique

► CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ? Contre les adventices.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Bananier, cultures fruitières pérennes, canne à sucre, ananas, racines et tubercules.

► **QUAND ?** Avant ou après l'installation de la culture selon les cas et pendant le cycle de culture.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** Les techniques de gestion de l'enherbement pérenne non concurrentiel s'appliquent surtout quand l'enherbement spontané est composé d'adventices particulièrement agressives ou hôtes de bioagresseurs, lorsque la fréquence des désherbages chimiques devient excessive ou lorsque le désherbage mécanique est difficile voire impossible.

► **RÉGLEMENTATION :** si des semences de plantes de service sont nécessaires et qu'elles ne sont pas disponibles chez les vendeurs professionnels locaux, une demande d'importation doit être faite au service de l'alimentation de la DAAF du département (DAAF-Salim). De même, il convient de respecter la réglementation concernant les espèces envahissantes lorsqu'elle existe et dans tous les cas, de prévoir une recherche bibliographique sur cette thématique si la

TRAVAIL

ÉCO

AGRO

ENVIR

PERFORMANCES DE LA TECHNIQUE

plante n'a jamais été utilisée dans le département. Si une construction est nécessaire pour la mise en place de l'élevage pour le pâturage, une demande de permis de construire est obligatoire si la surface du bâtiment fait plus de 20 m².

► **TEMPS DE TRAVAIL** : augmentation du temps de travail à prévoir pour les entretiens successifs et éventuellement l'implantation du couvert, sa fauche ou la gestion des animaux.

Détail des effets induits par la mise en œuvre de la technique

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Nécessité d'une bonne connaissance des parcelles sur leur aptitude à accueillir un couvert et de bonnes connaissances sur les caractéristiques des adventices et des plantes de couverture.
- ⊖ Nécessité éventuelle d'un supplément d'interventions dans la phase d'installation du couvert sélectionné.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Moins d'achat d'herbicides.

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Investissement en matériel pour le parage des animaux le cas échéant.
- ⊖ Achat de semences ou boutures si implantation de plantes de couverture.
- ⊖ Achat de matériel spécifique d'accompagnement des couverts.

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Enrichissement du sol en matière organique et azote si introduction d'un couvert de légumineuses.
- + Limitation des sites de ponte ou de refuge pour les ravageurs en fonction de la nature de la plante de couverture.
- + Limitation du risque de phytotoxicité sur la culture de rente.
- + Amélioration de la fertilité des sols.
- + Limitation de l'érosion.

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Perturbation des sites de ponte ou de refuge pour les auxiliaires dans le cas d'une gestion mécanisée.

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus d'herbicides.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Favorisation de la biodiversité

EFFETS NÉGATIFS

- Risque invasif si mauvaise gestion, notamment pour les légumineuses pérennes.

CONSOMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

- + Diminution si des animaux pâturent.

EFFETS NÉGATIFS

- Augmentation si l'enherbement est géré mécaniquement.

Exemples de mise en œuvre de la technique► **Entretien de la flore spontanée et/ou semée en vergers par des volailles en Martinique**

La technique est particulièrement adaptée pour les parcelles en pente, empierrées et à proximité de cours d'eau.

■ **Conditions préalables aux Antilles** : des analyses de chlordécone sont indispensables car des animaux qui pâturent sur des sols pollués peuvent se contaminer ainsi que leurs produits (viande et œufs).

■ **Période d'installation de l'élevage** : sur une parcelle fruitière déjà en place ou au moment de l'installation du verger.

■ **Choix de l'espèce fruitière** : arbres au port étalé produisant de l'ombre tels que le goyavier, le carambolier, l'avocatier, etc...

■ **Choix de l'espèce animale** : en fonction des objectifs de production, toutes les espèces (canards, pintades, poulets, oies) et races de volailles sont envisageables. Les races rustiques sont cependant à privilégier car elles sont adaptées à la chaleur et à l'élevage en plein air. Exemples en Martinique : canard de Barbarie et Cou-nu.

■ **Chargement sur le parcours** : il est à adapter en fonction de l'espèce, de l'âge des volailles, de la culture en place, de la composition du couvert végétal. Exemples de

charges minimales pour que le couvert herbacé soit entretenu : 500 poulets adultes/ha, 400 à 500 canards/ha, 50 à 100 oies/ha. Une plus forte densité est possible mais il faut veiller à ne pas dépasser les recommandations d'élevage en plein air (2 à 5 m² par volaille, 10 m² pour les oies).



▲ Gestion de l'enherbement d'un verger de goyaviers par des oies en Martinique.

(PHOTO : C. LAVIGNE, CIRAD)

■ **Choix du couvert herbacé** : pour éviter les refus, augmenter la consommation d'herbes et améliorer la valeur nutritive de l'aliment apporté par le parcours, il est souhaitable d'implanter une plante de couverture. Privilégier les plantes à port plutôt bas et résistantes au piétinement. Les graminées et/ou les légumineuses sont à préférer. De plus, les légumineuses comme *Arachis* spp., *Desmodium* spp., *Alysicarpus* spp. apportent des protéines aux volailles (expérience martiniquaise).

■ **Équipement nécessaire** : grillage et clôture électrifiée, abreuvoirs, mangeoires, cages de transport, bâtiment fixe ou mobile (facultatif).

■ **Gestion des jeunes arbres** : les protéger en installant un grillage autour si on constate des dégâts.

■ **Entretien du couvert herbacé** : il doit être fauché à la débroussailleuse ou au gyrobroyeur 2 à 3 fois par an ou entre chaque cycle d'élevage pour préserver sa qualité. Éliminer manuellement les espèces végétales épineuses et les autres espèces non consommées par les volailles. L'objectif est de maintenir une hauteur permettant les interventions sur la parcelle.

■ **Gestion des animaux** : si la pâture est de bonne qualité (herbe en quantité, jeune, riche en graminées et en légumineuses), il est possible de diminuer l'apport d'aliments

en fonction de l'espèce et des objectifs de production. Pour limiter le développement des parasites, faire un vide sanitaire à la fin de chaque cycle d'élevage.

■ **Exemples de marges nettes annuelles pour un élevage en Martinique** : poulets (1 000/ha, 2,4 bandes/an) = 12 279 €/ha/an ; oies (100/ha, 1 bande/an) = -271 à -671 €/ha/an ; canards (500/ha, 2,4 bandes/an) = 1 979 à 3 479 €/ha/an.

■ **Comparaison des coûts avec des désherbages classiques** : 6 fauches à la débroussailleuse par an = 2 200 €/ha/an ; 4 désherbages chimiques par an = 1 138 €/ha/an (références Martinique).

■ **Autres conditions de réussite** : cette technique demande des compétences en élevage. Pour pérenniser les enherbements, il convient de prévoir au moins 2 parcours afin de permettre aux enherbements de repousser entre 2 cycles de production. Prévoir aussi des zones de refuge et de parcours pour les animaux en cas de traitement insecticide ou fongicide sur les fruitiers.

▼ Plante de service spontanée et favorisée (*Drymaria cordata*) sous une bananeraie en Martinique.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD)





▲ Plante de service (*Impatiens walleriana*) implantée sous une bananeraie traditionnelle en Guadeloupe.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD)

► Introduction de plantes de service en bananeraies aux Antilles

■ **Critères de choix de la plante de service pour offrir plusieurs services** : maîtrise des adventices (plantes de service exclusives et à installation rapide), pas de concurrence du bananier pour la nutrition et les ressources en eau, favorisation de biodiversité et d'auxiliaires de cultures par l'apport d'habitats spécifiques, cultivars sélectionnés (plantes domestiquées) que l'on peut acheter ou plantes de la flore locale que l'on peut trouver naturellement en parcelle. L'outil SIMSERV développé par l'INRA de Guadeloupe permet de déterminer pour une culture de rente et pour un mode d'implantation donnés quelles sont les plantes de service les plus adaptées dans un contexte agro-écologique et socio-économique donné (FO n° 4).

■ **Implantation** : un herbicide sélectif peut être parfois utile ou des interventions en spots dirigés avec des matériels adaptés (Bas Volume). Le désherbage manuel peut être également utile dans le cas de petites surfaces.

■ **Valorisation de la biomasse produite** : utilisation possible en fourrage mais attention aux pertes en éléments nutritifs lors d'exportations de biomasse. Un rééquilibrage de la fumure est nécessaire.

■ **Entretien** : par fauche ou gestion chimique au pied du bananier (FT n°10).

■ **Exemples de plantes de service semées avant ou après implantation des bananiers en cours d'évaluation aux Antilles** : légumineuses pérennes (*Neonotonia wightii* cv Cooper et *Stylosanthes guianensis* cv Guianensis).

■ **Exemples de plantes de service sélectionnées localement (Antilles) pour leur vitesse d'installation et leur couvert monospécifique** :

- *Drymaria cordata* ou Petit mouroin (Antilles) : son installation par bouture associée à l'application d'herbicides en ultra bas volume permet de réduire de façon très importante les quantités d'herbicides utilisées à l'hectare.
- *Cleome rutidosperma* ou Kaya blan (Antilles) : présente dans la flore de nombreuses zones de culture, son installation est favorisée par l'application d'un herbicide anti-graminée. Elle peut assurer un couvert temporaire en début de premier cycle et peut parfois se régénérer en début de second cycle.
- *Impatiens walleriana* ou Impatience (présente en zone de montagne surtout en Guadeloupe) : elle couvre rapidement un sol nu en conditions favorables (ombre et fraîcheur), elle n'entre pas en compétition avec le bananier pour les éléments nutritifs car ses besoins sont limités et elle défavorise la multiplication du nématode *Radopholus similis* dans ses racines.

■ La diffusion de ces plantes de service sélectionnées localement est ralentie par l'absence de graines sur le marché. Cependant, la mise au point de techniques d'implantation est en cours. Certaines espèces commencent à être disponibles chez des pépiniéristes privés sous forme de boutures. Si ces plantes sont observées

- Plante de couverture (*Arachis pintoi*) sous un jeune verger d'agrumes.

(PHOTO : DAAF GUYANE)

dans la bananeraie, ne pas les détruire car elles finiront par établir un couvert spontané. Favoriser ce couvert en détruisant par spot les adventices concurrentielles qui s'y installent.

► Autres exemples

Utilisation de légumineuses dans les inter-rangs de canne à sucre à La Réunion, utilisation de *Neonotonia wightii* en vergers d'agrumes et de manguiers en Guadeloupe, utilisation d'une jachère de *Mucuna pruriens* (pois mascate) avant ananas à La Réunion pour éviter un traitement herbicide avant plantation, utilisation de *Stylosanthes* ou de *Canavalia ensiformis* entre les rangs de manioc en Guyane, utilisation de *Desmodium intortum* à La Réunion et de *D. ovalifolium* en Guyane en système de culture de café, utilisation d'ananas entre les rangs de bananiers en Guadeloupe, entretien de la flore en vergers d'annonacées ou en parcelles de dachines par des moutons en Martinique, association verger de manguiers/*Neonotonia wightii*/moutons en Guadeloupe, entretien de la flore des cocoteraies adultes par des bovins en Martinique, jachères spontanées en zone de montagne, désherbage mécanique à la débroussailluse et/ou sarclage manuel par taches pour éliminer les adventices indésirables au sein du couvert permanent.



BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- Achard R. *et al.*, **Evaluation multicritère de plantes de couverture pour une utilisation dans les vergers et bananeraies de Martinique**. Dans : Les cahiers du PRAM n°8 - septembre 2012, pp. 7-11. [En ligne], disponible sur : http://www.caec-carib.org/publications/cahier_pram.htm
- AGRISUD International, 2010. **L'agroécologie en pratiques**. 187 p.
- ASSOFWI, (2012 rééditée en 2013). **Les plantes de couverture**. 2 p. [En ligne], disponible sur : http://assoawi.com/la_documentation_tech-nique_068.htm
- CIRAD, Conseil Général de la Martinique, Campus Agro-Environnemental Caraïbes, UNICA., n. d. **Guide pratique – Associer moutons et verger d'annonces**. 6 p.
- CIRAD & Campus Agro-Environnemental Caraïbes, 2013. **Pour réduire l'utilisation des herbicides et protéger le sol ? Intégrez des plantes de couverture à votre verger**. 4 p.
- FREDON & CIRAD, 2013. **Associer production fruitière et élevage de volailles - une méthode innovante pour contrôler l'enherbement**. 16 p.

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 46

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément des mesures prophylactiques (FT n° 14), du paillage sur les lignes de plantation (FT n° 11), du faux-semis (FT n° 5) et du désherbage physique (FT n° 4). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

n°07 | GESTION DES INTRANTS



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES** : une bonne gestion des intrants (fertilisation, apport d'eau et stimulateurs de croissance, hors produits phytosanitaires ici) respectant les besoins des cultures est nécessaire pour limiter les stress qui affaiblissent les plantes face à l'attaque des bioagresseurs, pour éviter que ces intrants aient un effet stimulant sur le développement des bioagresseurs et aussi pour éviter tout gaspillage lié aux apports en excès.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Contre tous les bioagresseurs : adventices, ravageurs aériens, ravageurs telluriques, maladies.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Sur toutes les cultures tropicales.

► **QUAND ?** Avant l'implantation de la culture et pendant son développement.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** Un bilan périodique annuel est à réaliser avant d'établir le plan de fumure. Tenir compte :

- de la nature du sol pour le choix des engrais verts et des modes d'irrigation ;
- du développement de la culture et de son état de stress (hydrique notamment) ;
- de la « fertilité » du sol pour un apport optimal des matières fertilisantes, grâce aux analyses de sol, aussi bien pour amender le sol notamment en matière organique et calcium, que pour couvrir les besoins estimés des cultures. Il est important de fractionner les apports pour éviter le lessivage de l'azote.

► **RÉGLEMENTATION** : respecter la réglementation en vigueur sur l'épandage de matières fertilisantes. Tout stimulateur de croissance doit faire l'objet d'une homologation à vérifier sur le site www.ephy.agriculture.gouv.fr par l'entrée « Matières fertilisantes ». Avant toute utilisation, lire attentivement la notice d'utilisation des produits.

► **TEMPS DE TRAVAIL** : augmentation du temps de travail à prévoir pour la fabrication éventuelle de l'intrant (cas du compost), les épandages, l'implantation et la destruction des engrais verts, la pose et l'entretien du système d'irrigation.

Évaluation globale des performances
agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR),
économique (ECO) et d'organisation du travail
(TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

ÉCO

AGRO

ENVIR

PERFORMANCES DE LA TECHNIQUE

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

- + Fertilisation et irrigation peuvent être automatisées.

EFFETS NÉGATIFS

- Réflexion et calculs nécessaires pour mettre en œuvre une fertilisation et une irrigation adaptées au système de culture.
- Encadrement technique nécessaire.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Diminution des achats des intrants à la stricte quantité nécessaire aux besoins des cultures.

EFFETS NÉGATIFS

- Achats éventuels de programmeurs.
- Coût des analyses de sol.

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Certains engrais verts (crucifères, tagètes, crotalaires...) ont des propriétés 'désinfectantes' des sols.
- + Amélioration de la structure et de la stabilité du sol, stimulation de l'activité de la faune du sol avec une fertilisation adaptée.
- + Meilleure vigueur des plantes qui supportent mieux les éventuelles attaques de bioagresseurs.
- + L'apport de matières organiques au sol provoque une amélioration du complexe argilo-humique limitant le lessivage des nutriments : meilleure efficacité de la fertilisation

EFFETS NÉGATIFS

- Certains engrais verts favorisent le développement des maladies et des ravageurs et leur dégradation rentre en compétition avec les besoins de la plante (cas de la faim d'azote) : méconnaissance de la composition précise des engrais verts, des éléments réellement disponibles et de leur vitesse de mise à disposition de la culture.

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus de produits phytosanitaires.

EFFETS NÉGATIFS

-

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Préservation de la qualité de l'eau grâce à une moindre utilisation d'herbicides si utilisation de couverts végétaux et fertilisation localisée.
- + Évitement des lessivages et des pollutions si respect des bonnes doses d'apport.

EFFETS NÉGATIFS

-

CONSOMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- Consommation de carburants pour les épandages et d'énergie pour le fonctionnement du système d'irrigation le cas échéant.

Exemples de mise en œuvre de la technique

► Gestion de l'eau

■ Il est nécessaire d'apporter aux cultures la quantité d'eau utile et sans excès, en fonction des conditions climatiques et des caractéristiques des sols.

■ Un stress hydrique entraîne une plus forte sensibilité des cultures aux bioagresseurs (cochenilles, insectes xylophages...) et aux désordres physiologiques (nécrose apicale de la tomate...). Pour améliorer la capacité de rétention en eau du sol, limiter les pertes par évaporation et favoriser l'infiltration, il convient :

- d'apporter une fumure organique de fond et d'entretien ;
- de pailler les cultures ;
- d'associer les cultures ;
- de pratiquer le binage.

■ Privilégier un système d'irrigation localisée de type goutte à goutte ou une aspersion sous frondaison plutôt qu'une aspersion sur frondaison réduit le risque de développement des maladies fongiques.

À l'inverse, des parcelles trop humides favorisent le développement de certaines maladies fongiques (phytophthora, anthrac-

nose, cercosporioses, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*) et de bactérioses. Les actions suivantes aident à réduire l'humidité dans les parcelles :

- gérer l'irrigation et le drainage ;
- cultiver sur planche relevée ou sur billon ;
- respecter la densité de plantation ;
- tailler les arbres ;
- dans les zones humides, tuteurer les cultures de racines et tubercules.

■ Redonner une place aux arbres sur les parcelles agricoles induit, entre autres, une meilleure gestion des flux hydriques, notamment pour les parcelles souffrant d'excès d'humidité permanente ou temporaire. Les arbres peuvent aussi avoir leur place en zones moins humides (brise-vents, amélioration des sols permettant une meilleure exploration du profil).

► Gestion de la fertilisation minérale (azote, phosphore et potassium)

■ La fertilisation minérale doit être réfléchie comme un bilan entre les entrées et les sorties pour être en adéquation avec les besoins de la plante :

- des bananiers recevant un apport d'en-

grais régulier et équilibré résistent plus facilement au développement des cercosporioses :

- en arboriculture fruitière et en maraîchage, des excès ou des carences en lien avec la fertilisation minérale et notamment azotée favorisent certains bioagresseurs (notamment les insectes piqueurs-suceurs comme les pucerons et les aleurodes), provoquent un excès de vigueur et une chute des rendements ;
- une fertilisation en excès insuffisamment fractionnée profite souvent aux adventices et accroît les risques de lessivage lors de fortes pluies.

■ D'une manière générale, une fertilisation localisée (apports d'engrais minéraux au plus près de la plante) et fractionnée augmente l'efficacité de l'application, limite les pertes liées au lessivage et réduit le développement des adventices. Des outils d'aide à la décision de pilotage de la fertilisation pour les DOM comme Serdaf et FertiRun à La Réunion offrent une meilleure gestion de ces fertilisations.

■ L'indicateur n°6 de la fiche aide (FA n°03) permet de calculer le bilan azoté d'une culture (bilan simplifié).

► La fertilisation organique et les engrais verts

■ Une fertilisation minérale associée avec une fertilisation organique induit une meilleure efficacité du complexe argilo-humique et permet donc d'optimiser et de réduire

les apports de fertilisation minérale. De même, l'introduction de légumineuses dans la rotation réduit les apports d'azote à la culture suivante. En effet, la plupart de ces plantes ont la faculté de capter l'azote atmosphérique qui sera ensuite restitué en partie à la culture suivante sous forme d'azote minéral assimilable par les plantes.

► Gestion des apports organiques

■ Pour raisonner l'apport d'un produit organique, il est nécessaire de réaliser préalablement une analyse de sol pour connaître le taux de matière organique et prendre en compte le rapport C/N (ratio carbone-azote) du sol. À quelques exceptions près, la plupart des sols sont déficitaires en matière organique, voici quelques recommandations pour les compenser.

■ **Choix du type de produit organique et de la dose à apporter** : se reporter aux guides existants sur la fertilisation organique dans les DOM (voir la partie « bibliographie » de cette fiche).

■ **Exemple de produits organiques disponibles dans les DOM** : produits d'origine agricole (écarts de tri de bananes broyées, lisiers, fumiers, fientes, compost de fumier, compost de lisier, compost de déchets verts, compost de géranium, engrais organique de Grand Ilet à La Réunion), sous-produits d'origine urbaine ou industrielle (boues d'épuration, écume fraîche de sucrerie, vinasse de distillerie), amendements organiques élaborés localement (Fertigwa en



▲ *Mucuna pruriens* (légumineuse) en engrais vert avant plantation d'ananas à La Réunion.

(PHOTO : M. DARNAUDERY, CIRAD)



▲ Confection d'un tas de compost en Guadeloupe.

(J. MAILLOUX, ASSOFWI)

Guadeloupe, Madin'compost en Martinique), produits de l'agrofourniture, conformes à la réglementation en vigueur – articles L.255-1 et suivants du code rural et de la pêche maritime - (AB'flor®, Biomazor®, Organor®).

■ **Période des apports organiques** : de manière générale, il est déconseillé de le faire en période sèche (février-mars aux Antilles, septembre-octobre à La Réunion et en Guyane) sauf si la parcelle est irriguée. Pour les lisiers et fientes, ne pas fertiliser en période très pluvieuse (septembre à novembre aux Antilles, janvier à mars à La Réunion, avril à juin en Guyane) en raison des risques de lessivage.

■ **Mode d'apport des produits organiques** : en général, de la façon la plus homogène possible sur toute la surface de la parcelle et sans enfouissement (sauf contrainte réglementaire). Sur des sols très pauvres, l'apport peut être concentré dans les trous de plantation. En arboriculture, le compost peut être mélangé à la terre dans le trou de plantation (environ 20% du volume).

■ **Introduction d'engrais vert dans la rotation** : la destruction du couvert est une source importante d'apport de matières organiques au sol. Les engrais verts améliorent la disponibilité en éléments fertilisants de façon quantitative et qualitative et limitent le lessivage de l'azote. De plus, ils ont un pouvoir concurrentiel face aux adventices.

► Utilisation de stimulateurs de la vitalité des plantes

Il s'agit de préparations visant à améliorer les performances globales des plantes : exploitation des ressources, croissance, productivité, résistance aux stress... Les

mécanismes mis en jeu sont multiples et complexes (solubilisation de minéraux dans le sol, production de facteurs de croissance, stimulation des défenses naturelles, etc.). Pour les produits homologués sur cultures tropicales, on ne peut citer pour le moment que Serenade Max® (sur bananier et man-guier).

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- APAPAG, 2014. Fiche sol n°3 : **fabrication d'un compost** et Fiche sol n°4 : **utilisation d'un compost**. 2 p.
- ASSOFWI, 2012 (revu en 2013). Les engrais verts. 2 p. [En ligne], disponible sur : http://asso-fwi.com/la_documentation_technique_068.htm
- ASSOFWI et RITA Guadeloupe, 2014. **La place de l'arbre dans l'agrosystème**. Panneau sentier pédagogique 80x120.
- ASSOFWI et RITA Guadeloupe, 2014. **Protège ton sol !** Panneau sentier pédagogique 80x120.
- Aure F. *et al.*, 2010. Chapitre 4 : Gestion de l'eau et irrigation Dans : Ziberlin O. *et al.*, **Guide des bonnes pratiques agricoles à La Réunion**, Saint André, p.64-115.
- Busson S. *et al.*, 2010. Chapitre 2 : Amendements et engrais. Dans : Ziberlin O. *et al.*, **Guide des bonnes pratiques agricoles à La Réunion**, Saint André, p.176-211.
- Chabalière P-F., Van de Kerchove V., Saint Macary H., 2006. **Guide de la fertilisation organique à La Réunion**. 304 p.
- INRA, ASSOFWI, RITA Guadeloupe, 2013. **Comment fabriquer un bon compost à la ferme ?** 2 p.
- IT², 2011. **Fiche La fertilisation**, Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 8 p.
- IT², 2013. **Petit guide pratique de la matière organique**. 31 p.

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

18 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément de l'ensemble des techniques alternatives à l'utilisation de produits phytosanitaires ainsi que des mesures prophylactiques (FT 14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

George Antoine MARMONT

Producteur au Lamentin – Martinique

Techniques alternatives utilisées :

FT
06

**GESTION DES ENHERBEMENTS PÉRENNES
NON CONCURRENTIELS**

FT
07

GESTION DES INTRANTS

George Antoine est producteur de banane sur la plaine du Lamentin depuis 1988. Son exploitation représente 3 hectares de banane Cavendish à destination de l'export.

Avant 2011, George Antoine éliminait systématiquement à l'herbicide les adventices qui se développaient sur les parcelles de son exploitation. À

la suite d'une visite de la collection de plantes de service mise en place par le CIRAD et l'IT2 dans le cadre du Plan Banane Durable, il a décidé d'implanter du petit mouron (*Drymaria cordata*) et de l'accompagner sur la totalité de son parcellaire.

Aujourd'hui, George Antoine n'utilise plus aucun herbicide, ni d'ailleurs de nématicide ou bien encore d'insecticide. La cercosporiose noire, maladie fongique des feuilles du bananier reste l'unique cause d'utilisation de produits phytosanitaires sur son exploitation. Malgré tout, George Antoine a libéré beaucoup de son temps grâce à ce nouveau couvert végétal et ses charges

se sont fortement réduites. Il a le temps aujourd'hui de suivre rigoureusement sa production et d'être plus à l'écoute de ses employés. Il a même pu observer que la biodiversité dans le sol s'était accrue. Les résidus végétaux provenant de la coupe des feuilles touchées par la cercosporiose sont systématiquement déposés entre les lignes de plantation. Ainsi, toute une communauté

d'insectes et de vers de terre travaillent pour lui et participent à l'amélioration de la fertilité du sol. George Antoine réfléchit aujourd'hui à limiter l'usage des engrais minéraux et parallèlement à apporter de la matière organique pour maintenir l'activité biologique de son sol et sa fertilité. Il regrette toutefois que les amendements et les engrais organiques soient encore si chers. Le petit mouron est en

tout cas pour lui une vraie innovation et une vraie réussite répondant aux attentes sociétales d'agriculture durable.



Propos recueillis par Laurent Gervais, IT2

n° 08 | LUTTE BIOLOGIQUE
INONDATIVE

► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES** : lâchers massifs et répétés de macro-organismes auxiliaires vivants (nématodes, acariens, insectes) dans la culture ou dans le sol afin de limiter les populations de ravageurs par prédation ou par parasitisme. Cela suppose l'existence d'élevages ou de productions de masse de ces organismes.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Certains ravageurs aériens (pucerons, acariens, aleurodes, foreurs (borer)) et certains ravageurs telluriques (charançon des agrumes).

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Canne à sucre à La Réunion, maraîchage sous serres fermées à La Réunion, agrumes en Guadeloupe.

► **QUAND ?** Lorsque les populations de ravageurs sont encore faibles. Il est indispensable de procéder à des observations régulières puisque l'efficacité maximale est souvent atteinte lors des premiers signes d'apparition des ravageurs.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** Les conditions de température (voire d'humidité ou de lumière) à respecter pour les apports en culture dépendent de l'auxiliaire. Elles sont notées sur l'emballage des produits.

Les applications de produits phytosanitaires doivent être déclenchées selon des seuils (lutte chimique raisonnée) et intervenir en dernier recours si l'on souhaite effectivement favoriser l'action des auxiliaires. Les matières actives choisies doivent être dans la mesure du possible spécifiques d'un type de ravageur, et peu ou pas toxiques pour les auxiliaires.

► **A QUELLE DOSE ?** Le nombre d'individus par unité de surface (insectes, acariens) ou les doses (nématodes, champignons), ainsi que les fréquences d'application ou de lâcher sont variables en fonction de l'auxiliaire, du ravageur visé, du degré d'attaque de la culture ainsi que des conditions climatiques. Ceci est indiqué sur l'emballage des produits.

► **RÉGLEMENTATION** : la réglementation distingue les macro-organismes selon leur présence ou absence d'un territoire (chacun des DOM étant un territoire distinct). Les macro-organismes non-indigènes, c'est-à-dire qui ne sont pas établis sur le

Évaluation globale des performances agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR), économique (ECO) et d'organisation du travail (TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

AGRO

ENVIR

PERFORMANCES DE LA TECHNIQUE

Note : les aspects économiques de cette technique n'ont pas pu être évalués, faute de données précises ou contradictoires.

territoire concerné par l'introduction, sont soumis à réglementation. Une demande d'autorisation préalable doit être adressée à l'ANSES, sauf dans le cas où le macro-organisme en question figure sur la liste des macro-organismes déjà évalués par l'ANSES, publiée par arrêté, tel que précisé par les articles R.258-1 et suivants du code rural et de la pêche maritime.

► **TEMPS DE TRAVAIL** : les différentes actions à prendre en compte sont : le suivi des cultures, la détection et l'identification des ravageurs, l'estimation du taux de parasitisme, la préparation et la distribution des auxiliaires dans la culture. Leurs durées dépendent de l'auxiliaire, du conditionnement (vrac, sachets, plaquettes...) ainsi que de la dose à épandre et de la fréquence des lâchers.

Détail des effets induits par la mise en œuvre de la technique

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

- + Moins de passages de traitements phytosanitaires.
- + Absence de délai d'entrée et de délai avant récolte permettant de ne pas interrompre l'entretien de la culture et sa commercialisation.

EFFETS NÉGATIFS

- Faible durée de stockage (en général 48 h maximum pour les insectes et acariens vivants).
- Nécessité de maintenir les auxiliaires au frais.
- Choix limité de produits phytosanitaires compatibles avec la lutte biologique.

ÉCONOMIE

La différence de coût dépend de l'écart de prix entre les programmes de traitement chimique et les programmes de lutte biologique.

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Moins d'impact négatif sur la faune du sol donc amélioration de la fertilité et du sol de manière générale.

EFFETS NÉGATIFS

-

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus de produits phytosanitaires.

EFFETS NÉGATIFS

-

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Impact plus faible sur la biodiversité.
- + Diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la diminution des insecticides.

EFFETS NÉGATIFS

-

CONSUMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

- + *A priori* moindre si réduction des traitements chimiques.

EFFETS NÉGATIFS

- Si besoin d'augmenter la température de la serre (dans les Hauts de La Réunion) pour le bon développement des auxiliaires (ex : la punaise *Macrolophus*).

Exemples de mise en œuvre de la technique

► L'utilisation des micro-hyménoptères parasitoïdes *Encarsia formosa* et *Eretmocerus eremicus* contre les aleurodes (*Bemisia tabaci* et *Trialeurodes vaporariorum*) de la tomate sous abri à La Réunion

■ **Cible** : les larves d'aleurodes (elles deviennent jaunes ou noires quand elles sont parasitées).

■ **Mode de présentation des auxiliaires** : plaquettes contenant les pupes d'aleurodes parasitées d'où émergent les hyménoptères parasitoïdes.

■ **Stockage des auxiliaires** : à l'obscurité entre 4 et 10°C, ne pas dépasser une semaine de conservation car le taux d'émergence des micro-guêpes diminue rapidement.

■ **Mode d'application** : accrocher les plaquettes sur les plants en les répartissant dans la serre, éviter une exposition à la lumière directe.

■ **Dose et fréquence d'application** : le nombre de lâchers dépend de la pression parasitaire ; en général, il faut au moins 2 lâchers avec 3 à 4 larves parasitées par m² au minimum.

■ **Conditions d'application** : introduire les auxiliaires le plus tôt possible après le constat de l'infestation.

■ **Exemples de coûts** : 17 € HT la plaquette de 3000 pupes en élevage local à La Réunion ; 11,05 € HT les 1000 pupes chez Biobest®.

■ **Association conseillée avec d'autres moyens de protection** :

- des pièges visuels (panneaux jaunes englués).
- des filets anti-insectes avec un maillage adéquat.
- une bonne prophylaxie (effeuillage de la base des plants, entretien de la serre, etc.).
- des traitements phytosanitaires limités et localisés au cours du cycle cultural, en utilisant des produits peu ou pas toxiques pour les auxiliaires.

► L'utilisation des nématodes *Heterorhabditis indica* contre le charançon des agrumes *Diaprepes* spp. en Guadeloupe

■ **Auxiliaire utilisé** : nématode entomopathogène déjà présent sur le territoire guadeloupéen, donc pas d'introduction d'organisme exotique.

■ **Cible** : les larves du charançon des agrumes.

- Coccinelle (*Rodolia chermesina*) dévorant une cochenille du manguier (*Icerya* sp.) à La Réunion.

[PHOTO : A. FRANCK, CIRAD]

■ **Multiplication des auxiliaires** : le nématode est multiplié sur un hôte facile à élever, la chenille de la Teigne du rucher, *Galleria mellonella*.

■ **Stockage des auxiliaires** : au laboratoire dans une suspension liquide à 15°C.

■ **Mode d'application** : 7 à 10 jours après l'infestation par les nématodes, le cadavre de la chenille est déposé dans le sol. Environ 12 jours après infestation de l'hôte, les nématodes ressortent et se dispersent dans le sol, à la recherche des larves à parasiter.

■ **Dose et fréquence d'application** : 1^{ère} application à la plantation, puis tous les 3 mois pendant les 3 premières années suivant l'implantation du verger.

■ **Conditions d'application** : en pépinières ou en vergers en plein champ.

■ **Disponibilité des auxiliaires** : faire une demande auprès de l'ASSOFWI/FREDON Guadeloupe.

■ **Association conseillée avec d'autres moyens de protection** : lutte biologique par conservation.

► Autres exemples :

Le micro-hyménoptère *Trichogramma chilonis* contre le foreur ponctué (borer) de la canne *Chilo sacchariphagus* à La Réunion, le micro-hyménoptère *Aphidius colemani* contre les pucerons *Aphis gossypii* sur concombre et poivron sous abri à La Réunion, l'acarien prédateur *Phytoseiulus persimilis* contre l'acarien *Tetranychus evansi* des solanacées à La Réunion.



BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- ANSES, 2014. Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à une demande d'évaluation simplifiée du risque phytosanitaire et environnemental pour actualiser la liste de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux présentée dans l'avis 2012-SA-0221 du 2 avril 2013. Saisine n° 2014-SA-0039. 52 p.
- DAAF 974, 2012. Introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique. [En ligne], disponible sur : <http://www.daf974.agriculture.gouv.fr/Introduction-dans-l-environnement>
- Launais M. et al., 2013. Fiche n°11 : L'utilisation des macro-organismes, guide pratique pour la conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques, 2 p.
- Ramassamy M., de Roffignac L., Donat F., Briand S., Mauléon H. La lutte biologique contre *Diaprepes*. In : CIRAD. Développement de l'arboriculture fruitière de diversification en Guadeloupe - Rapport d'exécution technique, 2006 - Programme sectoriel 2000-2006 ; Financement ODEADOM, FEOGA, Région Guadeloupe.
- <http://www7.inra.fr/opie-insectes/luttebio.htm> (consultée le 28/03/14)
- http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=3EC2B02B3188E4E8900A884A1A92F032.tpdjo13v_2?cidTexte=JORFTEXT000025241913&dateTexte=20140916

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

14 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément de tous les autres leviers, notamment les mesures prophylactiques (FT n° 14) et le piégeage de masse (FT n° 12). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

n°09 | LUTTE BIOLOGIQUE
PAR CONSERVATION

► DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES :

aménagement à long terme d'un environnement favorable aux ennemis naturels des ravageurs des cultures. Il s'agit de leur fournir des lieux de ponte et de refuge, mais aussi des ressources alimentaires (pollen, nectars floraux et extra-floraux) indispensables pour les adultes de certaines espèces (chrysopes, syrphes, parasitoïdes) ainsi que des proies secondaires. Les auxiliaires ainsi attirés peuvent contribuer à contrôler les populations de ravageurs présents sur les cultures. Des traitements insecticides peuvent alors être évités par voie de conséquence et doivent aussi l'être afin de préserver les auxiliaires.

► CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ? Divers ravageurs aériens (cochenilles, pucerons, aleurodes, acariens, etc.).

► SUR QUELLES CULTURES ? Agrumes, ananas, canne à sucre, mangue, maraîchage, racines et tubercules.

► QUAND ? Certains aménagements sont pérennes (haies) mais d'autres doivent être mis en place chaque année (bandes enherbées et fleuries).

► OÙ ? Il est conseillé d'introduire de la diversité végétale (plantes-relais) à plusieurs échelles :

- à l'intérieur des parcelles (association de cultures, plantes intercalaires, plants isolés).
- aux abords des parcelles ou à l'entrée des serres (bandes enherbées et fleuries, parterres de plantes, gestion raisonnée des adventices, plants isolés).
- à l'échelle du paysage (vergers, haies, bosquets).

Une gestion collective du paysage à une échelle supérieure à celle de l'exploitation est souhaitable car la diversité des habitats et des espèces refuges influe sur celle des auxiliaires.

► DANS QUELLES CONDITIONS ? La sélection des plantes-relais se fait en fonction des ravageurs à réguler dans la parcelle : choisir des plantes qui accueillent des phytophages du même genre que les ravageurs pour nourrir les auxiliaires quand les ravageurs ne sont pas présents. Ces phytophages ne doivent pas s'attaquer

Évaluation globale des performances
agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR),
économique (ECO) et d'organisation du travail
(TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

ÉCO

AGRO

ENVIR

PERFORMANCES DE LA TECHNIQUE

aux cultures de rente de l'exploitation. Choisir des espèces végétales ayant de bonnes capacités nectarifères et pollini-fères. Être vigilant en évitant les espèces qui peuvent favoriser des bioagresseurs et qui peuvent devenir des réservoirs de ravageurs ou de maladies pour les cultures voisines (plantes de la même famille, par exemple ne pas planter d'astéracées à proximité de laitues). Choisir des espèces végétales déjà présentes localement, pour éviter d'introduire de nouvelles plantes, potentiellement invasives. De plus, les auxiliaires colonisent plus facilement une plante qu'ils ont déjà l'habitude d'occuper plutôt qu'une plante nouvelle. Il est préférable d'introduire plusieurs espèces dans un même aménagement et de mélanger des espèces pérennes et non pérennes pour fournir des ressources aux auxiliaires tout au long de l'année. Si les parcelles sont de grande taille, il faut répartir les plantes à l'intérieur de celles-ci. Il est conseillé de faucher le plus tardivement possible lorsque la floraison est terminée ou à défaut d'alterner bandes fauchées et non fauchées.

Dans le cas de haies, celles-ci doivent occuper au moins 5% de la surface de la parcelle pour offrir un abri aux auxiliaires et être irriguées les 3 premières années. Un mélange d'espèces est préférable, la haie doit être suffisamment dense, reliée à d'autres sources de biodiversité (corridor écologique). Néanmoins, il semblerait qu'en zone aride les haies soient plutôt un refuge pour les ravageurs. Dans le cas d'un verger, une distance d'au moins 7 m entre la haie et le 1^{er} rang doit être respectée pour favoriser l'ensoleillement et éviter les compétitions racinaires.

► **RÉGLEMENTATION** : les règles de bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE) incitent à l'implantation de bandes enherbées tampon le long des cours d'eau d'une largeur de 5 m minimum. Seules les espèces autochtones sont autorisées, sauf s'il s'agit d'espèces invasives. À La Réunion, une liste d'espèces interdites a été publiée : liste en annexe 3 de l'arrêté préfectoral du



▲ Syrphé adulte se nourrissant sur une fleur de *Raphanus* sp.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD)

25 juillet 2012 relatif aux Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales à La Réunion disponible sur : <http://www.reunion.developpement-durable.gouv.fr/la-reglementation-liee-aux-especes-a222.html>.

En complément, l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) a dressé la liste de 630 espèces envahissantes dans l'Outre-Mer français (<http://www.especes-envahissantes-outremer.fr/especesenvahissantes-outre-mer.html>).

► **TEMPS DE TRAVAIL** : augmentation pour le semis ou la plantation, l'observation et la gestion des aménagements : entre 15 et 20 h pour l'implantation d'une haie de 100 m et 1 h/an pour son entretien (la 1^{ère} année et dans une moindre mesure par la suite, un ou plusieurs désherbages sont nécessaires entre l'implantation et la taille ou l'élagage annuel de la haie).

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Nécessité d'une disponibilité locale des semences.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Diminution des applications d'insecticides.
- + Diminution de l'irrigation grâce à la limitation de l'évapotranspiration des cultures par le biais des haies.

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Augmentation des charges opérationnelles et de mécanisation variable en fonction des aménagements mis en place et de leur gestion (environ 1 400 € pour 100 m de haie implantée, 15 €/an pour son entretien et entre 200 et 2 500 €/ha de mélange fleuri).

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Effet brise-vent des haies et effet barrière contre les bioagresseurs.
- + Limitation par les haies des pollutions générées par les intrants fertilisants et phytosanitaires.
- + Protection contre l'érosion du sol.
- + Amélioration de la fertilité du sol dans le cas de semis sous couverture permanente.

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Diminution de la superficie cultivée.
- ⊖ Augmentation de la concurrence entre la bordure de la parcelle et l'aménagement.
- ⊖ Réservoir pour certains bioagresseurs.

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus de pesticides.
- + Moins de dommages sur les produits car moins de bioagresseurs.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Augmentation de la biodiversité fonctionnelle.
- + Diminution des transferts de produits phytosanitaires avec la réduction de l'utilisation des insecticides.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

EFFETS POSITIFS

- ➕ Diminution de la consommation de carburant si les aménagements sont situés sur des zones non productives qui étaient auparavant désherbées à l'herbicide ou mécaniquement.

EFFETS NÉGATIFS

- ➖ Consommation de carburant pour l'implantation, la récolte ou la destruction des plantes-relais ou l'entretien des haies.

Exemples de mise en œuvre de la technique

► Introduction de bandes de sorgho et de maïs dans une parcelle de maraîchage en Martinique pour réguler les pucerons *Aphis gossypii*

■ **Auxiliaires accueillis** : coccinelles, chrysopes, syrphes, araignées, punaises et micro-hyménoptères parasitoïdes. On note plus d'abondance et de diversité dans le sorgho que dans le maïs.

■ **Ressources alimentaires fournies** : grande quantité de pollen.

■ **Proies secondaires fournies** : différentes espèces de pucerons spécifiques des graminées et des chenilles présentes dans les grains de sorgho.

■ **Précautions** : ne pas planter de sorgho ou de maïs à proximité de cultures de graminées.

■ **Mode de plantation** : en bandes de 10 m de long sur 1 m de large avec 3 rangées. Chaque plant est espacé de 25 cm. Ou sous forme de massifs de quelques plants.

■ **Installation** : travailler le sol préalablement. Semer les graines de sorgho directement en terre, à 1 ou 2 cm de profondeur. Ou bien le semer en pépinière pour mieux maîtriser la germination et éviter la consommation des graines par les oiseaux, puis transplanter les jeunes plants en pleine terre. Cela se fait très facilement à condition d'arroser les premiers jours après repiquage. Le maïs doit être semé en plein champ de préférence car son repiquage est difficile (la racine primaire ne doit pas casser lors du repiquage).

Apporter, suite à la plantation, des tiges de sorgho avec des feuilles déjà attaquées par des pucerons, mettre ces tiges contre les plants de la bande pour permettre aux pucerons de coloniser ces plants. Plus vite les proies secondaires arrivent, plus vite les auxiliaires s'installent. Cela peut aussi être fait en plein milieu du cycle si les pucerons sont trop peu nombreux dans la zone.

- ▼ Des habitats peu perturbés permettent aux araignées de tisser leur toile et ainsi piéger des ravageurs.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD)





■ **Besoins** : le sorgho est très rustique, semi-pérenne et résistant au stress hydrique. Le maïs est exigeant en eau (au moins 450 à 600 mm d'eau durant la culture) et il a besoin d'un sol aéré et bien drainé. Il est gourmand en éléments fertilisants et notamment l'azote. Il réagit très bien à la fumure organique.

■ **Désherbage** : un mois après la plantation du sorgho, faire un premier désherbage avec un outil manuel (binette ou sarcloir). Les passages suivants se font en fonction de la présence d'adventices.

■ **Durée d'implantation** : le sorgho peut être maintenu en place sur plusieurs cycles de végétation grâce à la formation de rejets à la base de la plante. Une première taille, à 5 cm au-dessus de la base du plant, pourra être effectuée après la récolte des panicules. Cela permet de régénérer la bande. Des repousses apparaissent alors à la base du plant. Il est préférable de régénérer la bande en deux temps, en coupant d'abord

▲ Implantation d'une bande de sorgho pour favoriser les auxiliaires des ravageurs du gombo en Martinique.

(PHOTO : P.-D. LUCAS, FREDON MARTINIQUE)

une première moitié, puis la seconde lorsque la première partie a bien repoussé.

Exemple d'un itinéraire technique :

- mois 1 : plantation, repiquage, désherbage ;
- mois 3 : désherbage, apparition des panicules ;
- mois 4 : récolte des graines, coupe de la première moitié de la bande ;
- mois 5 : coupe de la seconde moitié de la bande quand la première partie a atteint plus de 50 cm de haut.

Le maïs entre en sénescence au bout de 3 mois et meurt totalement 1 mois après. Il faut donc renouveler les semis.

■ **Avantages agronomiques** : les bandes jouent un rôle de brise-vent pour des cultures basses et limitent l'érosion grâce à leurs racines profondes, les tiges et les feuilles peuvent servir pour le paillage,

broyer la plante permet d'obtenir de l'engrais vert et les tiges coupées peuvent rentrer dans la fabrication de compost.

■ **Récolte des bandes** : laisser des panicules favorise les parasitoïdes de chenilles. En effet, les chenilles se nourrissent des grains de sorgho mais sont parasitées par des micro-guêpes qui peuvent augmenter leur population pour ensuite aller parasiter les chenilles présentes dans les cultures. Les grains récoltés permettent de semer de nouvelles bandes ou peuvent servir d'alimentation pour des volailles, sous réserve qu'ils n'aient pas été attaqués par la cécidomyie *Stenodiplosis sorghicola*, présente en Martinique. Les agriculteurs sont alors obligés de se réapprovisionner en semences, qui sont parfois peu accessibles en petites quantités en Martinique.

■ **Coût d'installation et d'entretien** : il est peu élevé et concerne essentiellement la main-d'œuvre. Le temps consacré à la mise en œuvre et la gestion de ce dispositif au cours d'une année ne dépasse pas 10 heures de travail par bande. Le coût d'installation est estimé à environ 30 € par bande et le coût d'entretien (deux désherbages et une coupe des tiges) ne dépasse pas 20 € par bande pour un cycle. Il est possible d'effectuer 3 cycles au cours d'une année, le coût maximum d'une bande de sorgho sur un an est alors de 90 €. À titre de comparaison, l'entretien de la zone sans plante-relais avec un désherbage mécanique coûte 20 €/an. Le coût des semences est négligeable. Le coût pour le maïs est sensiblement le même mais comme il n'y a qu'un cycle, il est de 50 euros par an.

► Autres exemples

Couverture végétale des vergers de manguiers à La Réunion (accueil de prédateurs généralistes), introduction de plants isolés d'aneth et de coriandre sur l'exploitation agricole (accueil de micro-hyménoptères parasitoïdes, syrphes, chrysopes et coccinelles), parterres d'asclépias (*Asclepia curassavica*) (accueil de pucerons jaunes *Aphis nerii* qui sont des proies de coccinelles, de syrphes et guêpes parasitoïdes), massifs ou plants isolés d'œilletons d'Inde et de tagètes (*Tagetes* spp.) (accueil de punaises prédatrices *Orius*). Et aussi le gliricidia (*Gliricidia sepium*), le pois d'Angole (*Cajanus cajan*), le basilic (*Ocimum basilicum*), le tournesol (*Helianthus annuus*), les crotalaires (*Crotalaria* sp.) pour leurs apports de proies secondaires, de pollen et de nectar, etc.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

■ FREDON Martinique, 2013. Fiche technique T.10 du « Mémento de la protection des cultures en Martinique » : **Les plantes relais pour les insectes auxiliaires**. 2 p.

■ Jacquot M. et al., 2013. **La biodiversité fonctionnelle dans les vergers de manguiers à La Réunion. Effets de facteurs écosystémiques et paysagers sur les arthropodes prédateurs terrestres épiques**. Innovations agronomiques, 32, 365-376. [En ligne], disponible sur <http://www6.inra.fr/ciag/Revue/Volume-32-Novembre-2013>

■ Lucas P-D., 2013. **Etude de l'intérêt des éléments du paysage agricole pour favoriser les auxiliaires des cultures et permettre une lutte biologique de conservation**. Projet Ecophyto DOM, année 2. Rapport FREDON Martinique, 25 p.

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément d'observations régulières dans les parcelles et les aménagements, d'interventions phytosanitaires rapides et ciblées sur les ravageurs en question, d'un choix de produits non toxiques pour la faune auxiliaire (FT n°10) et des mesures prophylactiques (FT n°14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

n° 10 | OPTIMISATION DES APPLICATIONS PHYTOSANITAIRES



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES :** ensemble de pratiques destinées à améliorer l'efficacité des traitements chimiques.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Contre les adventices, les ravageurs aériens, les ravageurs telluriques et les maladies.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Sur toutes les cultures tropicales, de plein champ et d'abri.

► **QUAND ?** Avant, pendant et après l'implantation des cultures.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** Les conditions d'application optimale sont spécifiées au début de la rubrique « Exemples de mise en œuvre de la technique » de cette fiche technique.

► **RÉGLEMENTATION :** respect de la réglementation en vigueur relative à l'utilisation des produits phytosanitaires : respect des conditions d'application, des autorisations de mise sur le marché, des mélanges autorisés, des zones non traitées, du port des équipe-

ments de protection individuelle (EPI), etc. (l'ensemble de cette réglementation est accessible via la rubrique « Réglementation » d'EcophytoPIC, le portail de la protection intégrée des cultures : ecohytopic.fr). Dans le cas d'applications par pulvérisation, l'état des pulvérisateurs doit être contrôlé tous les 5 ans auprès d'un organisme d'inspection agréé. La liste est disponible à l'adresse suivante : <http://www.gippulves.fr/index.php/organismes-de-contrôle/trouver-un-organisme>

À partir du 26 novembre 2015, toute personne utilisant des produits phytosanitaires dans le cadre de son activité professionnelle doit posséder un certificat individuel pour les produits phytosanitaires (Certiphyto).

► **TEMPS DE TRAVAIL :** il varie peu par rapport à une lutte phytosanitaire classique : il peut diminuer en effectuant des traitements localisés et/ou en bas volume (1 à 3 ha traités en plus par jour selon la topographie et le matériel utilisé) mais il peut augmenter pour la détection des foyers d'infestation et l'utilisation d'outils d'aide à la décision.

Évaluation globale des performances
agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR),
économique (ECO) et d'organisation du travail
(TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

AGRO

ÉCO

ENVIR

PERFORMANCES DE LA TECHNIQUE

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Organisation nécessaire de la main d'œuvre pour traiter dans les meilleures conditions possibles car celles-ci imposent une plage de travail réduite.
- ⊖ Besoin d'une main d'œuvre qualifiée capable de reconnaître les bioagresseurs.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Moins d'achats de produits phytosanitaires et moins de carburant consommé.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Limitation des risques de phytotoxicité.
- + Augmentation des rendements si l'efficacité des traitements est supérieure.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus de produits phytosanitaires.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Diminution des risques de transfert de produits vers l'eau et l'air.
- + Moins d'impact sur la biodiversité utile.
- + Moins d'émission de gaz à effet de serre.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

CONSOMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

- + Diminution de la consommation de carburants dans le cas de traitements localisés.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

► Utilisation de petit matériel manuel bas volume et ultra bas volume en bananeraies aux Antilles

■ **Principe** : l'herbicide pur ou peu dilué descend par gravité dans une turbine dont la force centrifuge expulse les gouttelettes sur la surface à traiter.

■ **Matériel utilisé** : cannes de pulvérisation et buses spécifiques (applications manuelles).

■ **Intérêts** : ces appareils permettent de réduire les volumes de bouillies herbicides employées car il est possible de travailler avec des volumes d'eau compris entre 10 et 40 L/ha ou directement avec des produits purs. Le calibrage des gouttelettes est plus précis qu'avec un pulvérisateur classique. On note une réduction du temps de travail (réduction des temps de remplissage, de trajet et de rinçage). Une réduction de doses est aussi possible dans de bonnes conditions d'application avec le

glyphosate car la molécule est très soluble dans l'eau. Le matériel est léger et facile à manipuler.

■ **Inconvénients** : peu adapté aux traitements sur adventices trop hautes (> à 50 cm), il faut veiller à orienter en permanence la canne de pulvérisation vers le bas pour que la bouillie continue de descendre sur la turbine.

■ **Conditions météo pour la réussite de la technique** : vitesse du vent inférieure à 10 km/h, hygrométrie supérieure à 80 %, température de l'air pas trop élevée. Il est préférable de traiter tôt le matin ou tard le soir.

■ **Disponibilité du matériel** : auprès des centrales d'achat des groupements de producteurs ou auprès des revendeurs spécialisés.



▼ Difficile maîtrise des adventices en système cannier.

(PHOTO F. LE BELLEC, CIRAD)

► Optimisation de l'utilisation des herbicides sur canne à sucre à La Réunion

■ À la plantation, et en complément d'autres leviers tels qu'un faux-semis (FT n°4), le traitement de pré-levée est stratégique pour favoriser une bonne implantation de la canne à l'abri de la concurrence des grandes graminées. Les mélanges de trois produits chacun à demi-dose actuellement testés avec succès en traitement de pré-levée à La Réunion permettent de gagner en efficacité tout en consommant moins d'herbicides. Les traitements de post-levée, contre les dicotylédones, mettent en jeu plusieurs substances, notamment des hormones synthétiques dont les doses sont largement modulables en fonction du développement des plantes à traiter, des

doses très faibles étant suffisantes contre les plantes très petites. Cependant, la lutte contre certaines lianes peut nécessiter aussi des traitements plus tardifs, par tache ou en plein, avec un appareil à dos, ou auto-pulvérisateur enjambeur, en un ou deux passages (intérêt du fractionnement contre les lianes vivaces avec la seconde application après le stade floraison pour favoriser la systémie descendante). L'optimisation des traitements de post-levée, également à l'étude à La Réunion, offre d'importantes marges de progrès, en complément de l'optimisation des volumes d'application bien souvent encore trop élevés.

► Conditions d'application des traitements chimiques

■ **Vérifier que le traitement est nécessaire et opportun** : faire des observations régulières de la culture ou suivre, s'ils existent, les bulletins de santé du végétal (BSV) ou autres avertissements agricoles de proximité (ex : rizières en Guyane) et quantifier les organismes nuisibles ou les foyers d'infestation. A partir de ces données, décider ou non de traiter par comparaison avec les seuils d'intervention lorsqu'ils existent ;

■ **Alterner les substances actives à modes d'action différents** (la famille chimique et les modes d'action ne se recoupent pas systématiquement), les combiner si cela est possible et plus efficace, pour éviter le développement de résistances.

■ **Intervenir en conditions pédoclimatiques favorables** : humidité suffisante du sol, hygrométrie supérieure à 60 %, température de l'air comprise entre 16 et 25 °C, vitesse du vent inférieure à 19 km/h, pas de pluie prévue dans les heures qui suivent et intervenir tôt le matin ou tard le soir.

■ **Intervenir au bon stade et à la bonne dose** : le traitement doit être effectué au stade de développement du bioagresseur et à la dose recommandée par le fournisseur, pour l'usage considéré. La dose homologuée représente un maximum qui peut être considérablement réduit dans certains cas, tout en maintenant ou augmentant l'efficacité du traitement : produits utilisés en mélange, doses modulables en fonction du stade de développement des bioagresseurs (exemple des adventices de la canne ci-dessus). Bien lire les étiquettes des produits. Faire attention également au stade de développement de la culture (stades sensibles) et aux périodes d'activité des insectes utiles.

■ **Utiliser de l'eau dont les caractéristiques sont compatibles avec celles des produits** : pH appartenant à leur plage optimale d'efficacité, dureté < 35 °F (si l'eau du réseau est trop dure, y ajouter du sulfate d'ammonium ou de magnésium).

■ **Utiliser des adjuvants** : ils permettent d'améliorer l'efficacité des traitements. Vérifier leur homologation sur <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/> rubrique « Usages ».

■ Régler les buses du pulvérisateur :

- **angle** : en fonction de l'angle choisi de 30° à 165°, la hauteur de la rampe et l'écartement entre les buses doivent être ajustés pour atteindre un bon recouvrement des jets ;
- **pression de pulvérisation** : elle dépend du modèle de buse utilisé. Plus elle est élevée, plus la proportion de fines gouttes sensibles à la dérive est grande ;
- **taille des gouttes** : elle dépend du calibre de la buse, de la vitesse d'avancement et de la pression. Elle doit être comprise entre 250 et 350 µm ;
- **priorité aux buses anti-dérive** : buses basse pression (dérive limitée), buses à pastille de calibrage (formation de grosses gouttes), buses à injection d'air (inclusion de bulles d'air augmentant le diamètre des gouttes).
- **utilisation d'un outil d'aide à la décision** pour le choix des buses et le réglage du pulvérisateur. Disponible sur : http://oad.arvalis-infos.fr/choixbuses/FR/PAGE_IDV023.php, il permet de calculer le couple de paramètres vitesse, débit de la buse ou volume de bouillie en fixant un de ces 3 paramètres.

► Choix de la substance active par rapport à la cible

L'étape d'identification des bioagresseurs et de leur stade de développement est primordiale pour pouvoir ensuite sélectionner un produit adapté. Dans les DOM, des outils d'aide à l'identification des bioagresseurs sont disponibles :

■ **Adventices** : logiciels AdventOI (Réunion et Mayotte) et IDAO (Réunion et Mayotte, voir la FO n°3), plateforme WIKWIO (ouest de l'Océan Indien, <http://portal.wikwio.org/>), plateforme Adventilles Network (Antilles, <http://publish.plantnet-project.org/project/adventilles>), guide Adventilles édité par le CTCS Guadeloupe, guide **La flore adventice des cultures fruitières à la Martinique** édité par la FREDON.

- ▼ Application sur un support autre que la culture de rente d'un attractif alimentaire associé à un insecticide pour lutter contre les mouches des fruits en verger d'agrumes.

(PHOTO : H. VANNIERE, CIRAD)



■ **Ravageurs et maladies** : fiches Labo-vert® et FREDON (Guyane), fiches bananes « Manuel du planteur » éditées par l'IT2 (Antilles), fiches igname éditées par l'UPROFIG et le SPV (Guadeloupe), fiches du portail Agriculture et biodiversité-Océan Indien disponibles sur : <http://www.agriculture-biodiversite-oi.org/Nature-agriculture/Savoirs/Fiches-plantes-maladies-insectes/Les-maladies-des-plantes> (Réunion et Mayotte).

► **Choix de la substance active par rapport à son risque de transfert vers l'environnement**

L'outil d'aide à la décision PHYTO'AIDE évalue les risques de transfert des produits phytosanitaires vers l'environnement. PHYTO'AIDE apporte un conseil personnalisé qui varie en fonction du produit utilisé mais aussi selon ses conditions d'utilisation (voir la FO n°2).

► **Réalisation de traitements localisés**

Les traitements localisés (sur le rang ou au niveau des foyers d'infestation) permettent de réduire les quantités de produits phytosanitaires appliqués à l'hectare puisque la surface traitée est réduite. Pour les cultures en rangs et dans le cas d'un terrain mécanisable, il est possible d'associer le désherbage chimique sur le rang et le désherbage mécanique de l'inter-rang avec un kit de désherbage localisé monté sur l'outil (ex : la désherbineuse).

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- Collectif, 2012. **Le désherbage mixte**. [En ligne], disponible sur : <http://agriculture.gouv.fr/Desherbagemixte>
- Collectif, 2014. Portail de la protection intégrée des cultures tropicales. [En ligne], disponible sur : <http://cultures-legumieres.ecophytopic.fr/cultures-tropicales>
- Cornu A. *et al.*, 2010. Chapitre 3 : Protection phytosanitaire Dans : Ziberlin O. *et al.*, **Guide des bonnes pratiques agricoles à La Réunion**, Saint André, p.117-172.
- Dacquin J., Chatain C., Hémerlyck H. et Schmitt B., 2013. **Le bas volume, une « matière active » de la pulvérisation**. Chambre d'agriculture de l'Oise, 16 p. [En ligne], disponible sur : <http://www.chambres-agriculture-picardie.fr/fileadmin/documents/Oise/publications/plaquette-bas-volume.pdf>
- FREDON Martinique, 2008. **La flore adventice des cultures fruitières à la Martinique**, FREDON éd., 66 p.
- IT2, 2011. Fiche **Gestion de l'enherbement**. Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 4 p.
- Vincent K. *et al.*, 2011. Note technique **Appareils de traitement Bas et Ultra Bas Volume**, 2 p.

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément de la surveillance (FT n° 20), des mesures prophylactiques (FT n° 14) et de toutes les techniques alternatives à l'utilisation de produits phytosanitaires. Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

n° 11 | PAILLAGE



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES** : recouvrement du sol par des matériaux formant un écran ou une couverture pour limiter la germination des adventices ou freiner leur développement et/ou pour perturber les cycles biologiques des bioagresseurs.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Contre l'ensemble des adventices, contre certains champignons pathogènes grâce à un micro-climat moins propice à leur développement, contre le développement de certaines maladies telluriques (effets antagonistes vis-à-vis des bioagresseurs telluriques associés à la stimulation de l'activité biologique du sol par l'apport de matière organique des paillages végétaux). Mais aussi contre la cécidomyie des fleurs du manguier si le paillage est installé avant la floraison des manguiers (perturbation du cycle de l'insecte). En revanche, sur ananas, le paillage plastique peut favoriser les nématodes, les symphytes et le *Phytophthora*.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Toutes les cultures tropicales.

► **QUAND ?** Mise en place juste avant la plantation après la préparation du sol et après une irrigation convenable pour les paillages manufacturés synthétiques. Mise en place après plantation pour les paillages végétaux.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** Le sol doit être propre, bien préparé, comme pour une culture. Attention à ne pas mettre de paillis végétal en contact avec le collet de la plante.

► **SOUS QUELLES FORMES ?** Divers matériaux sont utilisables.

- **matériaux végétaux** : résidus de feuilles de canne à sucre, bois raméal fragmenté (BRF), écorces, résidus de culture du précédent broyés, feuilles et pseudo-troncs de bananier.
- **matériaux manufacturés** : films plastiques biodégradables ou non, papier kraft.

► **RÉGLEMENTATION** : l'enfouissement, le brûlage ou l'abandon des paillages plastiques usagés sont interdits. Les plastiques non biodégradables doivent être éliminés en faisant appel à des sociétés spécialisées dans le traitement et le recyclage de ces

Évaluation globale des performances
agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR),
économique (ECO) et d'organisation du travail
(TRAVAIL) de la technique

ÉCO

TRAVAIL

ENVIR

AGRO

PERFORMANCES DE LA TECHNIQUE

plastiques. Les plastiques biodégradables (répondant aux normes DIN CERTCO 13432 et NFU 520001) peuvent être enfouis ou compostés. Les paillages non biodégradables ne sont pas utilisables en agriculture biologique.

► **EXEMPLES DE TEMPS DE TRAVAIL** : le temps de pose dépend des possibilités de mécanisation : 10 h/ha pour un pail-

lage en feuilles de canne à sucre sur une culture d'ignames contre 15 jours /ha pour une pose manuelle de papier. Autres références : 10 min pour la pose de 10 m de paillage plastique et 15 min pour 10 m de paillage papier en culture d'ignames. En Guyane, 30 min de travail à 3 personnes sont nécessaires pour confectionner, à l'aide d'un broyeur thermique, 2.7 m³ de BRF de bois canon (*Cecropia obtusa*).

Détail des effets induits par la mise en œuvre de la technique

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

- + Diminution du temps de désherbage (60% en moins avec le paillage papier sur ignames aux Antilles, 50% en moins avec le BRF en maraîchage en Guyane).
- + Facilité de la récolte pour certaines cultures (salades).
- + Diminution du temps de travail du sol avant plantation et du temps requis pour la plantation de taros (*Colocasia esculenta*) ou le semis de maïs (*Zea mays*) et le pois canne (*Vigna unguiculata*).

EFFETS NÉGATIFS

- Augmentation du temps de travail pour la pose.
- Nécessité d'un broyage en fin de culture pour des paillages végétaux.
- S'assurer de la disponibilité du matériel (exemple : papier kraft en Guyane).

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Diminution du coût de la main d'œuvre pour le désherbage manuel ou des traitements.
- + Diminution du coût des traitements herbicides.
- + Réduction de la consommation d'eau.

EFFETS NÉGATIFS

- Dépense nécessaire pour l'achat du paillage manufacturé (exemple pour une parcelle d'igname : 1000 €/ha pour le plastique non biodégradable, 4 000 €/ha pour le papier (2000 € pour le matériau et 2000 € pour la pose manuelle), 7000 €/ha pour un film biodégradable).
- Dépense pour la fabrication du paillage : exemple pour 2.7 m³ de BRF en Guyane : de la coupe à l'épandage 302 € de main d'œuvre et de location de broyeur.

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Accélération de la croissance des cultures dans certains cas par atténuation des variations thermiques.
- + Maintien plus long de l'humidité du sol qui favorise la faune et la flore du sol.
- + Protection de la structure du sol contre l'effet érosif des pluies.
- + Enrichissement du sol en matière organique dans le cas de paillages végétaux
- + Diminution du risque de contamination des feuilles et des fruits en maraîchage par certains bioagresseurs telluriques (*Sclerotinia* et *Rhizoctonia* en salade et melon).
- + Diminution du lessivage.

EFFETS NÉGATIFS

- Difficulté à évaluer la dynamique de restitution de l'azote, du phosphore et du potassium.
- Réduction, pour le paillage plastique par effet partiel de solarisation, du taux d'émergence des jeunes pousses d'ignames.
- Dans certains cas, retard de croissance avec un paillage végétal (faim d'azote).
- Création par le paillage plastique d'un microclimat favorable à certains bioagresseurs telluriques de l'ananas (nématodes, symphytes et *Phytophthora* sp.).
- Méconnaissance des effets secondaires des espèces employables en mulch végétal en Guyane (effet allélopathique par exemple).
- Favorisation de la nidification des rongeurs par les paillages constitués par l'accumulation de hautes herbes fauchées (dégâts possibles sur les cultures ou les tuyaux d'irrigation en polyéthylène).

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Meilleur aspect visuel dû à la propreté des produits récoltés (moins de terre).
- + Moins de résidus d'herbicides.
- + Technique utilisable en Agriculture Biologique pour les paillages biodégradables.

EFFETS NÉGATIFS

-

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Lutte contre l'érosion.
- + Préservation de la qualité de l'eau due à une moindre utilisation d'herbicides.
- + Pas d'éléments polluants dans le papier kraft qui peut donc être laissé sur place ou enfoui sans affecter la qualité du sol.

EFFETS NÉGATIFS

- Augmentation du ruissellement et accentuation de l'érosion dans le cas des paillages imperméables.
- Difficultés de récupération des plastiques utilisés et de leur recyclage (film non biodégradable).

EFFETS POSITIFS

- ➕ Réduction de la consommation de carburants si le paillage est manuel et remplace des traitements phytosanitaires.

EFFETS NÉGATIFS

- ➖ Consommation de carburant pour la coupe et le transport du bois pour le BRF jusqu'à l'exploitation.

Exemples de mise en œuvre de la technique

► Paillis post-récolte de la canne à sucre en Guadeloupe, Martinique et à La Réunion

■ **Matériau utilisé** : les feuilles de canne à sucre à différents stades suivant les modalités de récolte. Les coupeuses tronçonneuses restituent la totalité de la paille (feuilles sèches, sénescentes et encore vertes, hachées et soufflées) sous forme d'un paillis régulièrement réparti. La coupe en cannes longues (entières) mécanisée (coupeuses 'péi' à La Réunion) ou manuelle (au sabre à canne) laisse plus ou moins de paille selon que les planteurs livrent aux usines des cannes plus ou moins épaillées et plus ou moins sévèrement écimées.

■ **Répartition du paillis** : les cannes entières sont chargées mécaniquement à partir d'andains de cannes sous lesquels la paille est préalablement retirée. Après le chargement, le paillis des champs de canne est discontinu, les andains de chargement dépourvus de paille alternant avec des bandes plus larges recouvertes de paille. Or, l'homogénéité du paillis est importante. Trop de paille directement au-dessus des rangs empêche la levée des repousses de canne, alors que les trouées du paillis diminuent son efficacité de maîtrise des adventices. La paille peut être répartie manuellement ou mécaniquement (râteau faneur, « soleil »).

■ **Efficacité** : les andains de chargement dépaillés s'enherbent rapidement s'ils sont laissés en l'état alors qu'un paillis

de 10 tonnes de matière sèche par hectare peut réduire jusqu'à 70 % la levée des adventices en début de cycle.

■ **Limites** : certaines espèces annuelles à grosses graines (notamment de nombreuses lianes et la graminée *Rottboellia cochinchinensis*) ainsi que des espèces pérennes ou vivaces (qui relèvent à partir de leur souche ou en émettant des rejets) parviennent à traverser le paillis et demandent une vigilance soutenue pour éviter l'infestation.

▼ Paillis post-récolte de la canne à sucre à La Réunion.

(PHOTO : A. MANSUY, ERCANE)





► Épaillage (Réunion) ou dépaillage (Antilles) de la canne à sucre

■ **Mise en place du paillage** : au cours de la culture, arracher les feuilles sèches et plus ou moins sénescentes de la canne à sucre et les laisser en couverture du sol. Le complément du paillis est constitué au moment de la coupe.

■ **Avantages** : c'est l'occasion de parfaire le désherbage en éliminant les dernières adventices à problème (graminées vivaces, lianes grimpantes), d'aérer et d'assainir les tiges de canne (nidification des rongeurs à mi-hauteur contrariée) et de favoriser la maturation de la canne (augmentation de la richesse en sucre). L'épaillage permet un apport régulier de matière organique au sol s'il est pratiqué chaque année.

► Bois Raméal Fragmenté (BRF)

■ **Matériau utilisé** : mélange non-composté de résidus de broyage (fragmentation) de rameaux de bois non desséchés de diamètre inférieur à 7 cm. Le bois jeune est à préférer et il ne faut pas incorporer trop de feuilles.

■ **Préparation** : broyer les rameaux pour obtenir des éclats de 5 cm maximum.

■ **Exemple de temps de préparation** : 35 heures pour confectionner un BRF nécessaire pour pailler une bande de 150 mètres linéaires sur 1 m de large

▲ Maraichage sur billons et Bois Raméal Fragmenté en Guyane.

(PHOTO : H. VANNIERE, CIRAD)

■ **Contraintes** : opération chronophage (rareté de la main d'œuvre) et météo-dépendante (sauf si irrigation par aspersion) car les variétés difficiles à épailler (gainex foliaires très adhérentes à la tige) ne peuvent l'être que bien mouillées (ramollies), possibilité de piqûres de guêpes et de fourmis.

■ **Réglementation** : à La Réunion, il existe une Mesure Agro-Environnementale « MAE EPAIL » qui fournit une aide de 676 € par hectare engagé, sous réserve du respect du cahier des charges.

(150 m²) et de 10 cm d'épaisseur. Ce BRF est composé de résidus de taille de bris-vent d'acacia, de manguier et de divers arbres fruitiers.

■ **Mise en place du paillage** : aussitôt l'opération de broyage terminée, épandre entre 150 à 300 m³ de BRF par hectare. Une épaisseur de 10 cm permet de réduire fortement le temps de désherbage manuel. En Guyane, une épaisseur maximale de 7 à 8 cm est préconisée.

■ **Durée du paillage** : il faut rajouter régulièrement une certaine épaisseur au paillage qui s'est dégradé. L'épaisseur de 10 cm du BRF composé d'acacia, de manguier et de divers arbres fruitiers est préservée durant 6 mois en moyenne ; cette durée de vie peut varier sensiblement en fonction de la nature du bois utilisé. Un BRF composé seulement de bois de manguiers peut durer plus de 6 mois. La culture de rente finie, un retournement du BRF augmente sa vitesse de décomposition mais il peut aussi être incorporé lors de la préparation du sol de la culture suivante.

► Autres paillis végétaux

■ **Balle de riz (carbonisée ou non)** : un des meilleurs paillis organiques dont l'application est facilitée par l'aspect fluide de ce produit.

■ **Broyat de palettes (usine en Martinique : SOCAPAL Antilles)** : dans les DOM, les palettes utilisées pour le transport de marchandises sont bien souvent non retournées et détruites par brûlage. Leur broyage et tamisage (pour enlever les clous ou agrafes) permet leur utilisation comme paillis, particulièrement pour les palettes normalisées EUROPAL qui ne contiennent pas de substances toxiques (peintures, traitements du bois...).

▼ Mécanisation du déroulage du paillage carton.

(PHOTO : R. TOURNEBIZE, INRA)



■ **Biomasse de l'inter-rang en vergers** : utilisation de la végétation naturelle ou cultivée, des déchets de taille... qui sont déposés comme paillis sur le rang. Cela nécessite un broyeur spécifique équipé d'un système de dépose latérale (attention, ces outils fonctionnent généralement avec des tracteurs puissants). Il est aussi nécessaire de faucher au préalable le rang de plantation avant de déposer ce paillis. Pour travailler précisément et sans risque pour les arbres, des outils spécifiques doivent être utilisés, par exemple, ceux adaptables à l'Arbocep®.

■ **Sur des surfaces réduites** : utilisation de restes de cultures et autres matériaux végétaux présents sur l'exploitation. Exemples : pseudo-troncs et feuilles des bananiers, feuilles de palmiers, branches de manioc broyées, feuilles sèches de bambou ou toutes autres plantes en excluant celles qui sont en graines... peuvent servir à couvrir le sol autour de plants fruitiers ou en maraîchage.

► Paillages manufacturés

■ **Matériaux utilisés** : papier kraft, toile de jute, plastiques biodégradables à base d'amidon de maïs et co-polyester, géotextile pour l'horticulture florale, plastiques non-biodégradables. Il existe des plaques de différentes formes pour pailler les pieds des jeunes arbres fruitiers sans avoir à couvrir toute la ligne de plantation (ex : carton traité autour des pieds de parépous - *Bactris gasipaes* - en Guyane).

■ Choix du paillage :

- couleur (exemple pour la culture du melon sous abri). Transparent : il est à utiliser en culture très précoce et sur sol sans adventices. Marron ou vert : bon compromis entre précocité de production et limitation des adventices. Noir : il est déconseillé en raison des risques de brûlures, sauf pour couvrir les bordures.
- épaisseur : elle varie entre 40 et 100 µm et doit être choisie en fonction de la durée d'utilisation.

- durabilité : elle est fonction de la culture à mettre en place. Elle doit être longue pour un climat chaud et humide.
- paillage macro-perforé : il permet une plantation plus rapide, le nombre de trous est fonction de la densité de plantation.

■ **Mise en place du paillage** : le paillage doit être déroulé sur un sol ressuyé et préparé afin d'éviter le déchirement du film. Il existe des dérouleuses à plastiques. A ce jour, le papier kraft doit encore être déroulé manuellement (une dérouleuse mécanique limitant le déchirement est actuellement testée en Guadeloupe). Le paillage doit être fixé sur les bords avec de la terre ou des piquets. La fumure de fond et la pose des tuyaux d'irrigation (type goutte à goutte) doivent être réalisées avant la pose du paillage.

► Autres exemples :

Paillis (mulch) de *Brachiaria ruziziensis* (voir la technique avec *Brachiaria decumbens* dans la FT n°2) ou *Crotalaria spectabilis* produit par la destruction de ces plantes de service à la fin de la jachère aux Antilles. À noter que la dévitalisation de *B. ruziziensis*, qui est une graminée fourragère vivace, nécessite l'utilisation d'un herbicide systémique.

► Techniques en cours de développement

De nouveaux produits et systèmes d'application sont en cours de développement dans le monde comme par exemple des techniques d'hydromulch biodégradable (à base de papier, fibres végétales, polymères, silicones et autres) qui facilitent grandement la mise en place du mulch.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- AGRISUD International, 2010. **Paillage** Dans : L'agroécologie en pratiques. p. 121-122. [En ligne], disponible sur : http://www.agroecology-school.com/Agroecology/Library_files/Agroecologie%20en%20pratique.pdf
- Chambre d'agriculture de Guadeloupe, 2013. **Ampayaj, une technique agro-écologique de paillage des cultures d'igname**. DVD vidéo, 7 min 35', Blazy J-M. (réal.).
- Coopérative Bio-Savane, 2012. **Le Bois Fragmenté Raméal ou BRF : une technique d'avenir. Origine, principe et application en Guyane**. 8 p.
- CTIFL, 2006. **Le Point sur Les films de paillage : recyclage et produits dégradables**. 4 p. [En ligne], disponible sur : <http://www.ctifl.fr/Pages/Kiosque.aspx?idTypePublication=9>
- Guyot J., 2014. **Bilan intermédiaire des essais AMITAS (Ananas-Scab)**. CIRAD 973, 10 p. (Rapport final bientôt disponible)
- INRA, 2011. **Mulch papier, couverture biodégradable limitant le développement des adventices**. [En ligne], disponible sur : <http://transfaire.antilles.inra.fr/spip.php?article86>
- IT², 2011. Fiche *Brachiaria decumbens* cv Basilisk. Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 6 p.
- IT², 2011. Fiche **Les crotalaires**. Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 6 p.
- Mazollier C., 2009. **Les paillages biodégradables en maraîchage biologique : produits et normalisation**, GRAB, 2 p. [En ligne], disponible sur : http://abiodoc.docressources.fr/opac/index.php?lvl=categ_see&id=6158&page=3&nbrlignes=43&main=&l_typedoc=%2Ca
- Tournebize R., Kelemen J.-L., Sierra J., 2013. **Contrôle des adventices avec du paillage papier : l'expérience guadeloupéenne, exemple de l'igname**. 22^{ème} conférence du Columa Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, 10/13 décembre 2013, Dijon. [En ligne], disponible sur : http://cultures-tropicales.ecophy-topic.fr/sites/default/files/actualites_doc/13%20-%20Tournebize%20R%C3%A9gis.pdf.

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

30 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément du faux-semis (FT n°5), d'une succession diversifiée (FT n°17), du désherbage physique (FT n°4), d'utilisation de plantes de couverture (FT n°6), des mesures prophylactiques (FT n° 14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

Christian VARRU

Producteur à Parnasse, Morne-Rouge - Martinique

Technique alternative utilisée :



PAILLAGE

De puis son adolescence, Christian travaille la terre du Morne-Rouge au pied de la Montagne Pelée. Il produit principalement des cultures vivrières (patates douces, ignames, dachines) sur ses 5 hectares. Les précipitations particulièrement abondantes dans cette commune favorisent le développement rapide des adventices qui constituent le principal poste de dépense de son exploitation. Ainsi, il s'efforce depuis plusieurs années à mettre en œuvre des pratiques qui limitent le nombre d'applications d'herbicides. Par le biais d'une matinée d'informations réalisée par la FREDON, il a découvert le BRF (Bois Raméal Fragmenté) et l'utilise désormais comme paillage sur ses billons d'ignames. « Grâce au BRF je n'utilise plus d'herbicides, les racines de mes tubercules sont plus fortes, je maîtrise plus facilement l'enherbement et mes rendements se sont améliorés » affirme Christian.

Le paillage de BRF reste efficace durant 5 mois et permet de maintenir l'humidité aux pieds des tubercules durant la période de sécheresse. Au retour des pluies, le pail-



lage persiste sur les billons recouverts par le feuillage des plants d'ignames. La principale difficulté était de savoir quelle épaisseur de paillage appliquer sur les billons : « j'avais déjà expérimenté des paillages à base de Merker (*Pennisetum purpureum*) et de Gliricidia mais l'épaisseur n'était pas suffisante. Il faut compter un minimum de

8 centimètres ». Une autre difficulté est l'accès au BRF : un broyeur est un investissement conséquent (4 000 euros pour un petit modèle pouvant broyer les branches les plus fines du Gliricidia) et préparer des branchages afin de les broyer prend du temps. D'autre part, certaines entreprises

peuvent mettre à disposition gratuitement du BRF mais il faut alors assumer le coût du transport et la disponibilité de cette matière première n'est pas garantie au moment où l'on en a besoin.

Christian est néanmoins décidé à continuer d'utiliser le paillage de BRF pour maîtriser l'enherbement de ses parcelles.

*Propos recueillis par Juana Viraye,
FREDON Martinique*

n° 12 | PIÉGEAGE DE MASSE



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES** : cette méthode repose sur l'utilisation de pièges contenant ou non un attractif chimique afin de collecter des ravageurs pour limiter fortement leur population et leur descendance. Le piégeage de masse peut aussi être utilisé comme une méthode de surveillance pour la détection des périodes de vols et le suivi des populations. Différents types de pièges existent : pièges à phéromones (composés intervenant dans la communication entre les individus d'une même espèce produits par des insectes ou resynthétisés par l'homme), pièges à paraphéromones (substances de synthèse chimiquement différentes, ayant toutefois un effet identique aux phéromones sexuelles), pièges à appâts alimentaires, pièges chromatiques, pièges lumineux... Les phéromones attirent le plus souvent uniquement les ravageurs mâles (cas des mouches des fruits et légumes par exemple).

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Contre certains ravageurs aériens comme les mouches des fruits et les mouches des légumes, les thrips, les scolytes des baies du caféier.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Agrumes, manguier et autres cultures fruitières pérennes, maraîchage de plein champ et sous serre.

► **QUAND ?** Placer les pièges avant l'apparition des ravageurs. Pour les cucurbitacées, les placer à la plantation et pour les fruits, selon le stade de sensibilité de l'espèce (variable d'une espèce à l'autre).

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** Bien répartir les pièges dans la parcelle. Une forte densité augmente l'efficacité du piégeage (jusqu'à un certain seuil) mais un arrangement optimal peut être trouvé selon le ravageur et la culture concernés. Pour une collecte de ravageurs plus efficace, plusieurs techniques de piégeage peuvent être utilisées simultanément : association de phéromones à des attractifs alimentaires ou couplage à des pièges colorés.

Évaluation globale des performances agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR), économique (ECO) et d'organisation du travail (TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

ÉCO

AGRO

ENVIR

P E R F O R M A N C E S D E L A T E C H N I Q U E

► **RÉGLEMENTATION** : vérifier que les attractifs et les phéromones utilisés sont autorisés par la réglementation sur le site : <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/> rubrique « Produits phytosanitaires ». L'autorisation d'une molécule pour la surveillance (FT 20) ne se substitue pas à celle pour le piégeage de masse (exemple du charançon du bananier).

► **TEMPS DE TRAVAIL** : légère augmentation à prévoir pour la pose, le suivi, le nettoyage régulier des pièges et/ou le remplacement des produits. Le temps de travail dépend du nombre de pièges mais surtout de la facilité à les retrouver entre chaque opération : 3 h/ha environ en culture d'agrumes.

Détail des effets induits par la mise en œuvre de la technique

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ➔ Comme tous les produits phytosanitaires, les pièges, attractifs et phéromones doivent être stockés à la température indiquée sur l'étiquette, dans un local phytosanitaire fermé et ventilé.
- ➔ Anticiper l'installation des pièges.
- ➔ Attention au passage d'engins si les pièges sont au sol.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ➔ Augmentation des charges pour l'achat des produits et/ou des pièges qui peut être compensée par la diminution de l'utilisation d'insecticides. Prix d'achat des pièges pour la mouche des fruits : environ 500 €/ha (CERATIPACK®).

AGRONOMIE

Pas d'incidence.

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Meilleur aspect visuel si le piégeage a eu une efficacité totale.
- + Moins de résidus d'insecticides.

EFFETS NÉGATIFS

- -

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Pas d'impact sur la biodiversité fonctionnelle car la méthode est en général sélective
- + Diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction de l'usage des insecticides.

EFFETS NÉGATIFS

- -

CONSUMMATION D'ÉNERGIE

en fonction des aménagements et de leur localisation.

EFFETS POSITIFS

- + Diminution car pas d'intervention mécanisée au contraire d'un traitement phytosanitaire.

EFFETS NÉGATIFS

- -

Exemples de mise en œuvre de la technique

► Le piégeage des mouches des fruits *Ceratitis capitata* et *C. rosa* en vergers à La Réunion

■ **Principe** : piéger à la fois les mâles et les femelles à l'aide d'un attractif alimentaire et les neutraliser par contact avec un insecticide.

■ **Constitution des pièges (exemples des pièges CERATIPACK® et DECIS TRAP®)** : ils sont constitués d'une base contenant l'attractif et d'un couvercle dont la face interne est imprégnée d'insecticide (deltaméthrine).

■ **Densité conseillée de pièges** : 80 par hectare dans le cas d'un piège avec attractif alimentaire (moins avec des pièges à phéromones). Un piège tous les 5 à 6 arbres en verger. Renforcer la densité en périphérie des grandes parcelles.

■ **Répartition des pièges** : bien les répartir sur l'ensemble du verger, en quinconce, entre 1,40 et 1,80 m du sol. Les pièges situés en bordure de parcelle sont très importants car ils interceptent les entrées de mouches venant des parcelles voisines. Comme les mouches des fruits se déplacent en fonction de la maturité des fruits, veiller à bien positionner les pièges en suivant cette maturation dans le cas de vergers multi-variétaux.

■ **Période de mise en place** : au tout début de la maturation des fruits les plus précoces du verger afin de piéger les premiers vols des mouches. Les attractifs sont efficaces environ 120 jours, ce qui couvre une bonne partie de la période de maturation des fruits.

■ **Entretien du piège** : vider les pièges régulièrement (tous les 15 jours voire toutes les semaines) pour éviter que les mouches piégées ne masquent le pouvoir attractif des composés. Les mouches piégées doivent être évacuées de la parcelle, dans un sac plastique par exemple.

■ **Devenir des pièges** : après utilisation, l'ensemble du piège doit être éliminé par le biais des collectes d'Emballages Vides de Produits Phytosanitaires.

■ **Prix d'un piège et de l'attractif** : 6 € à 6,50 €.

■ **Avantages** : utilisation en agricultures conventionnelle et biologique, pas de délai avant récolte, pas de délai de rentrée sur la parcelle, ni de résidus dans les fruits car il n'y a pas d'application d'insecticide sur la plante.

► Le piégeage des mouches des cucurbitacées *Bactrocera cucurbitae* et *Dacus demmerezii* à La Réunion

■ **Principe** : éliminer localement une population significative de mâles de ces deux genres de mouche. Dans cette situation

déséquilibrée, les femelles s'accouplent plus difficilement et peuvent pondre des œufs stériles.

■ **Produit attractif** : le cue-lure, qui est une paraphéromone spécifique. Il s'agit d'une substance qui imite les phéromones des femelles de *B. cucurbitae* et *D. demmerezi* pour attirer les mâles de ces espèces. Ces paraphéromones sont sans effet sur les autres insectes.

■ **Constitution du piège** : l'attractif (un morceau de contreplaqué imprégné de cue-lure) est placé dans un piège d'où les mouches ne pourront plus s'échapper,

comme par exemple une bouteille en plastique. Les mouches capturées meurent en quelques heures.

■ **Densité conseillée de pièges** : 20 par hectare, de préférence en bord de culture.

■ **Prix d'un piège et de l'attractif** : 2,50 € par piège.

■ **Avantage** : utilisation possible en agriculture biologique (pas d'insecticide).

▼ Piégeage sexuel des mouches des cucurbitacées.

(PHOTO : C. AJAGUIN SOLEYEN, CIRAD)



► Autres exemples :

Utilisation de pièges de masse contre les *Ceratitis* sur tous les autres fruits tropicaux (homologation récente), utilisation de pan-neaux englués bleus contre les thrips sur cultures de tomate sous serre, utilisation de pièges de masse contre le scolyte des baies du café en Martinique.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- <http://agriculture.gouv.fr/Piegeage-chromatique>
- ARMEFLHOR et Chambre d'agriculture de La Réunion, 2013. **Le piégeage de masse pour lutter contre les mouches des fruits - *Ceratitis capitata* et *Ceratitis rosa***. 2 p. [En ligne], disponible sur : <http://www.bsv-reunion.fr/wp-content/uploads/2013/10/Fiche-technique-M%C3%A9thode-de-lutte-contre-Ceratitis-capitata-et-Ceratitis-rosa-VF-1.pdf>.

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

91 | 92 | 93 | 94 | 95

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément de la surveillance (FT n° 20), des luttes biologiques inondatives (FT n° 8) et/ou par conservation (FT n° 9), du push-pull (FT n° 15), de l'utilisation de biopesticides (FT n° 19) et des mesures prophylactiques (FT n° 14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

n° 13 | PRÉCONISATIONS
PRÉ ET POST-CYCLONIQUES

► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES** : le respect des « bonnes pratiques agricoles » permet de raisonner l'usage des intrants chimiques, notamment grâce aux pratiques culturales préventives, ayant pour but de placer les plantes cultivées dans les meilleures dispositions pour résister à l'ensemble de leur bioagresseurs et de limiter l'apparition et le développement de ceux-ci.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS** ? Maladies et ravageurs.

► **SUR QUELLES CULTURES** ? Toutes les cultures tropicales.

► **QUAND** ? Au moment de l'annonce du passage d'un cyclone et après son passage, quand l'alerte est levée.

► **DANS QUELLES CONDITIONS** ? Les parcelles doivent être évacuées dès le préavis de passage en alerte rouge. Il faut ensuite attendre la sortie du niveau d'alerte (violet aux Antilles, rouge à La Réunion et à Mayotte) avant de se rendre sur l'exploitation.

► **RÉGLEMENTATION** : aucune.

► **TEMPS DE TRAVAIL** : variable suivant la culture et les dégâts occasionnés par le phénomène.

Évaluation globale des performances
agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR),
économique (ECO) et d'organisation du travail
(TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

ÉCO

AGRO

ENVIR

P E R F O R M A N C E S D E L A T E C H N I Q U E

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Temps de travail supplémentaire à prévoir avant et après l'événement.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Reprise de la production possible plus rapidement après l'événement par rapport à une absence d'actions préventives.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Meilleure défense naturelle des plantes après des conditions perturbantes.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Meilleur aspect visuel des produits s'ils ont été protégés des agressions physiques du vent, de la pluie et des bioagresseurs.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Moins de produits phytosanitaires utilisés grâce à des mesures prophylactiques.

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Parfois le contraire si les traitements sont indispensables à la reprise des cultures.

CONSOMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Consommation supplémentaire de carburant si mécanisation.

Exemples de mise en œuvre de la technique

■ **Toutes cultures** : si les conditions climatiques cycloniques aident dans un premier temps à diminuer les populations de ravageurs (effets mécaniques de la pluie et du vent), après le phénomène, les conditions chaudes et humides favorisent à nouveau leur développement. Une surveillance de ces populations (thrips, aleurodes, mineuses...) est alors nécessaire (FT n°20). Les maladies sont également à surveiller de près, particulièrement le chancre citrique en verger d'agrumes *Xanthomonas citri* pv. *citri*, la maladie des taches noires du manguier *Xanthomonas citri* pv. *Mangifera indicae*, ainsi que toutes les maladies fongiques transmises par voie aérienne : cercosporioses des bananiers, botrytis, etc. En effet, plusieurs facteurs aggravants sont associés : nombreuses blessures sur le végétal qui sont autant de portes d'entrée pour les maladies, l'effet aérosol du vent et de la pluie propage très efficacement les inoculum et les conditions chaudes et humides déjà citées sont favorables à l'expression rapide des maladies.



▲ Fixation latérale d'un abri anti-cyclone à Mayotte.

(PHOTO : H. DE BON)

■ **Cultures sous abris** : avant le cyclone mais surtout selon son intensité débâcher les serres (ou couper les bâches selon le temps disponible), mettre à terre les cultures tuteurées. Après l'événement, s'il n'y a pas de pluie ni de vent, relever d'abord les cultures qui ont été couchées et attendre que le feuillage sèche avant de remettre la bâche.

■ **Bananier** : après le cyclone, recéper les plants, surveiller les populations de charançons car les nombreux troncs de bananiers et les régimes à terre suite au passage du cyclone peuvent favoriser le retour et la pullulation des insectes.

■ **Canne à sucre** : recéper ou replanter la canne si elle a été cassée ou déchaussée pendant le cyclone. Après de fortes pluies ayant provoqué un lessivage des sols, un

◀ Chancre citrique sur feuilles d'agrumes.

(PHOTO : A. FRANCK, CIRAD)

apport d'azote est conseillé. Il faut l'appliquer sur les cannes qui seront coupées en milieu ou fin de campagne pour éviter d'entraîner une faible richesse en sucre. La dose dépend de l'âge de la canne au moment de l'évènement. Si tout l'engrais a été apporté avant :

- canne de moins de 2 mois : 100 kg N/ha.
- canne entre 2 et 6 mois : 50 kg N/ha.

Attention au risque de repousse des adventices par la suite.

■ **Cultures fruitières pérennes** : tailler annuellement les arbres pour éviter une prise au vent. Après le cyclone, tuteurer et rechausser les arbres (priorité n°1), ramasser les fruits au sol et les détruire (si proches de la maturité), tailler au sécateur ou à la scie (coupe franche) les branches abîmées, broyer les déchets. Quelques semaines après l'évènement, procéder à une taille des gourmands sur agrumes. Si

des tailles de grosses branches s'avèrent nécessaires, procéder à l'application d'un cicatrisant sur la plaie.

■ **Fraisier** : recéper les plants, éliminer les adventices (qui maintiennent un microclimat humide propice au développement des maladies).

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- Les Bulletins de Santé du Végétal (BSV) du DOM concerné publiés après un cyclone.

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

96 | 97 | 98

Association avec d'autres techniques alternatives :

En complément de toutes les autres techniques et des mesures prophylactiques (FT n° 14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

n° 14 | PROPHYLAXIE



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES** : le respect des « bonnes pratiques agricoles » doit permettre de raisonner l'usage des intrants chimiques notamment grâce aux pratiques culturales préventives. La prophylaxie, avec notamment la désinfection des outils de travail, fait partie intégrante de ces bonnes pratiques ayant pour but de défavoriser l'installation et le développement des bioagresseurs.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Tous : les ravageurs aériens et telluriques, les maladies et les adventices.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Toutes les cultures tropicales.

► **QUAND ?** À différents stades de la culture et pendant l'interculture.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** Celles-ci dépendent des cultures et des bioagresseurs. Elles nécessitent de bien connaître la biologie des bioagresseurs susceptibles d'attaquer la culture, notamment leurs modes de propagation.

► **RÉGLEMENTATION** : vérifier auprès du service de l'alimentation de la DAAF ou sur <http://simmbad.fr/public/servlet/produitList.html> que l'emploi des désinfectants utilisés est encore autorisé.

► **TEMPS DE TRAVAIL** : augmentation à court terme, mais les tâches préventives peuvent permettre de réduire ou d'éviter des tâches curatives par la suite.

Évaluation globale des performances
agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR),
économique (ECO) et d'organisation du travail
(TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

ÉCO

AGRO

ENVIR

P E R F O R M A N C E S D E L A T E C H N I Q U E

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

- + Évitement de traitements ou d'autres mesures curatives par la suite.

EFFETS NÉGATIFS

- Réorganisation du travail pour limiter la fréquence des passages entre parcelles et s'organiser pour pouvoir travailler les parcelles les plus contaminées en dernier.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Peu d'investissement spécifique mis à part des produits désinfectants et du petit matériel (tuteurs, augmentorium, etc).
- + Moins d'achats de produits phytosanitaires.

EFFETS NÉGATIFS

-

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Amélioration de la fertilité du sol à court et moyen terme si enfouissement du précédent cultural.
- + Enfouissement des inoculums (spores, larves, insectes, graines d'adventices) par le retournement.

EFFETS NÉGATIFS

- Impact négatif sur les auxiliaires si retournement du sol.
- Certaines graines d'adventices peuvent se conserver des dizaines d'années dans le sol et germer lorsqu'elles sont remontées par un retournement.

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus de produits phytosanitaires
- + Moins de dommages sur les productions car moins de bioagresseurs.

EFFETS NÉGATIFS

-

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Réduction du risque de transfert de polluants dans l'eau ou l'air si des traitements phytosanitaires sont évités.
- + Augmentation de la biodiversité fonctionnelle si des traitements sont évités.

EFFETS NÉGATIFS

-

CONSOMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

- Réduction de la consommation de carburants si des passages pour les traitements phytosanitaires sont évités.

EFFETS NÉGATIFS

- Augmentation de la consommation de carburants dans le cas de trajets supplémentaires pour désinfecter le matériel.

Exemples de mise en œuvre de la technique

► Préparation de la parcelle

Choix des variétés, drainage/irrigation, réalisation de planches ou de billons surélevés, chaulage, fertilisation raisonnée, apports de matière organique, bonne densité de semis (sinon développement d'un microclimat favorable aux champignons), réflexion sur la rotation des cultures, mise en place de jachères assainissantes, palissage/taille.

► Élimination précoce des sources d'inoculum

Détruire les organes et les plants atteints dès l'apparition des symptômes avec une coupe franche pour éviter les blessures qui sont des portes d'entrée pour les maladies (ne pas laisser les déchets en bord de champ pour éviter une recontamination), ramasser les fruits piqués tombés à terre, détruire ou enfouir le précédent cultural et les adventices en post-récolte et attendre la décomposition totale avant de planter, broyer soigneusement les tiges d'ananas pour éviter la repousse de racines et donc la pullulation de nématodes, détruire les bananiers et les souches en fin de culture pour éviter le développement des charançons et des nématodes. Faire régulièrement un vide sanitaire en serres (absence de cultures sensibles pendant 2-3 semaines minimum).

■ **Le ramassage des fruits piqués par les mouches des fruits et des légumineuses** : les fruits piqués sont des foyers de multiplication des mouches car ils contiennent leurs larves. Leur destruction peut permettre de

réduire considérablement les populations de la génération suivante. Une à deux fois par semaine, ramasser les fruits piqués (quel que soit leur stade de développement) et les détruire en les donnant comme aliments aux animaux, en les enfouissant à plus de 20 cm de profondeur ou en les plaçant dans des sacs plastiques hermétiques exposés au soleil. Dans le cas de petites surfaces cultivées, on peut les placer dans un augmentorium (cage recouverte d'un grillage à mailles fines qui empêche les mouches de sortir mais pas les éventuels parasitoïdes de ces dernières ; ce dispositif a été utilisé avec succès en cultures de cucurbitacées et de choux (chayottes à La Réunion) ou à défaut, dans un fût plastique bien fermé.

- ▼ Augmentorium dans un champ de cucurbitacées.

(PHOTO : J.-P. DEGUINE, CIRAD)



■ **L'effeuillage sanitaire du bananier pour lutter contre les cercosporioses** : cette pratique repose sur l'élimination systématique des portions de feuilles nécrosées par la maladie. Elle permet de ralentir le cycle épidémique du pathogène en limitant la quantité de spores produites et disséminées, tout en préservant un potentiel de conservation des fruits acceptable. Sa fréquence de réalisation dépend de la pression parasitaire, mais on considère souvent un rythme hebdomadaire comme adapté. Selon la répartition des nécroses sur la feuille, seule une partie de la feuille, ou la feuille entière, est éliminée. Après floraison du bananier (fin des émissions foliaires), l'effeuillage doit être plus précis, on parle alors d'effeuillage « chirurgical ». L'objectif est d'éliminer uniquement les portions nécrosées, et ce afin de conserver un maximum de surface foliaire fonctionnelle jusqu'à la récolte, assurant un remplissage correct du régime. On utilise pour réaliser cette opération un couteau quand les feuilles sont basses, ou un couteau fixé sur une perche télescopique pour atteindre les feuilles les plus hautes.

► **Entretien des arbres fruitiers**

Utiliser des tuteurs en Y pour éviter que les fruits des branches trop chargées ne touchent le sol, éliminer les mousses et autres plantes parasites, réaliser les tailles d'entretien (action sur la production) et d'aération (action sur les bioagresseurs), ne pas hésiter à couper les branches trop sévèrement atteintes avant de procéder à un éventuel traitement, protéger les grosses plaies de taille avec une pâte cicatrisante pour éviter des maladies de blessure comme le chancre.

► **Nettoyage et désinfection du réseau d'irrigation goutte à goutte**

En cas de suspicion de contamination par un bioagresseur, dans la mesure du possible, laver et désinfecter le réseau d'irrigation avec de l'eau de Javel concentrée (1 à 3 %). Le pH doit être compris entre 10 et 11. Le

réseau doit être rincé 12 heures après. Il est aussi possible d'utiliser du peroxyde d'hydrogène à 1,5-2 % (Oxypur®), de l'acide nitrique ou Desogerme microserre®.

► **Nettoyage et désinfection du matériel de travail**

Nettoyer les engins agricoles (tracteurs, engins de récolte (surtout les couteaux), outils de travail du sol, etc.) à grande eau entre chaque parcelle et entre deux passages dans des parcelles (ou abris, voire rangées de plants). Pour désinfecter, enlever tout d'abord la terre et les résidus organiques car les désinfectants perdent de leur efficacité en leur présence. De même, les petits outils (sécateur, couteaux, etc.), le matériel de pépinière (godets, plaques alvéolées, caisses, greffoirs, etc.), les vêtements, bottes et mains des travailleurs doivent être désinfectés à l'aide d'alcool ou d'eau de Javel à 3 %, et il est conseillé d'installer un pédiluve rempli de désinfectant à l'entrée des abris.

► **Nettoyage et désinfection des abris et serres**

Pour les cultures sous serres ou abris, effectuer un vide sanitaire entre deux cultures qui consiste à vider complètement les installations pendant 2 semaines consécutives au minimum. Ensuite, laver puis désinfecter l'ensemble des zones des abris.

► **Réduire la dissémination de graines d'adventices lors des opérations de récolte mécanique de la canne à sucre**

Au moment de la récolte, il est important que les champs de canne soient débarassés des adventices (notamment des grandes graminées et des lianes) car les coupeuses-tronçonneuses les disséminent très efficacement au sein des parcelles via la projection de paille. Par ailleurs, les outils de coupe ne sont pas toujours nettoyés entre deux parcelles, contribuant aussi à cette dissémination de nombreuses graines d'adventices d'une parcelle à l'autre. Il en



est de même avec les botteleuses de paille qui enrichissent les champs de canne avec des graines de graminées fourragères provenant des prairies de fauche. De façon générale, toute personne et tout engin pénétrant dans un champ contenant des adventices ayant fructifiées ou déplaçant involontairement de la terre est susceptible de les disséminer. Les transferts de fertilisants organiques imparfaitement compostés, voire de boutures de cannes (graines de lianes piégées dans les gaines) peuvent aussi y contribuer.

► Ordre de plantation des parcelles

Pour les cultures maraîchères, choisir l'ordre de plantation des parcelles et la position de la pépinière par rapport au vent dominant : les plantations doivent se faire en remontant au vent au fur et à mesure ; la pépinière doit toujours être au vent des parcelles et non sous le vent.

◀ Tuteurage d'un manguiier.

(PHOTO : H. VANNIERE, CIRAD)

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- Cottineau J-S *et al.*, 2012. Essai de lutte contre aleurodes sur tomates hors sol sous abris. L'effeuillage : côté pile, côté face ! fert'île n°32, p.8-9.
- De Lapeyre de Bellaire L. *et al.*, 2013. Conception et évaluation de SC pour cultiver des variétés sensibles de Cavendish sans lutte chimique contre la MRN. In : CIRAD ; UGPBAN ; IT2. Séminaire International sur les Cercosporioses et la production de banane durable, Gosier, Guadeloupe, 25-27 juin, 2013.
- FDGDON Réunion, n.d. Les mouches des cucurbitacées. 3 p.
- FREDON Guyane, 2009. Maladies des bananes. 4 p.
- FREDON Martinique, 2013. Mémento de la protection des cultures. 102 p. Disponible sur : http://issuu.com/fredon972/docs/memento_de_la_protection_des_cultur
- IT², 2013. Fiche Contrôle des cercosporioses du bananier. Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique. 4 p.
- Langlais C. et Ryckewaert P., 2001. Guide de la culture sous abri en zone tropicale humide. CIRAD-FLHOR, 94 p.
- Simon S. et Minatchy J., 2009. Guide de la tomate hors sol à La Réunion. 186 p.
- SPV Guyane, 2006. Les mesures prophylactiques à prendre en compte pour mieux lutter contre les organismes nuisibles en culture maraîchère. Phytosanitairement Vôtre, n°26.
- Ziberlin O. *et al.*, 2010. Guide des bonnes pratiques agricoles à La Réunion. 300 p.
- http://gamour.cirad.fr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=112 (consulté le 14/03/2014)

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

14 | 54 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103

Association avec d'autres techniques alternatives :

toutes ces mesures doivent être mises en œuvre ensemble et systématiquement pour un maximum d'efficacité. Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

n° 15 | PUSH-PULL



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES :** Le push-pull consiste à introduire une plante dite répulsive ayant la propriété d'éloigner (push) les ravageurs de la culture et/ou une plante-piège ayant la propriété de les attirer (pull) en dehors de la culture.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Ravageurs aériens : insectes piqueurs-suceurs, chenilles, mouches des fruits, et certains ravageurs telluriques comme les nématodes.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Canne à sucre, maraîchage de plein champ et sous abris.

► **QUAND ?** Les plantes-pièges doivent être à un stade phénologique attractif pour les ravageurs lorsqu'ils arrivent sur la culture. Il convient donc d'implanter les plantes-pièges de manière à ce que ce stade soit plus précoce et dure plus longtemps que le stade attractif de la culture de rente. Si nécessaire, implanter la plante-piège en plusieurs fois.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** La technique est applicable sur de petites surfaces. En général, les plantes répulsives sont installées au sein de la parcelle et les plantes attractives (plantes-pièges), en bordure de parcelle. Les plantes répulsives doivent être associées aux plantes cultivées. Il est important de tenir compte des vents dominants pour l'implantation des plantes-pièges et répulsives. Les plantes-pièges sensibles doivent être détruites ou traitées au bon moment avant que le ravageur n'ait fini son cycle et ne se dissémine. Une mauvaise destruction peut contribuer au développement non souhaitable des populations de ravageurs. Cette technique est adaptable pour les cultures protégées ou sous serres en utilisant des plantes de service en pots.

► **RÉGLEMENTATION :** aucune.

► **TEMPS DE TRAVAIL :** augmentation du temps de travail pour l'implantation, l'entretien et la récolte ou la destruction des plantes de service et dans certains cas diminution en raison de la suppression de traitements phytosanitaires.

Évaluation globale des performances agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR), économique (ECO) et d'organisation du travail (TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

ÉCO

AGRO

ENVIR

P E R F O R M A N C E S D E L A T E C H N I Q U E

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

- + Possibilité de récolte supplémentaire avec la plante répulsive et éventuellement la plante-piège si elle ne nécessite pas d'être détruite.

EFFETS NÉGATIFS

-

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Réduction des coûts si diminution de l'usage de pesticides.
- + Augmentation de trésorerie si utilisation de plantes de rente pour le push-pull.

EFFETS NÉGATIFS

- Charges supplémentaires induites par le semis, l'entretien et la récolte ou la destruction de la plante-piège.

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Limitation de l'érosion en bordure de parcelle.

EFFETS NÉGATIFS

-

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Meilleur aspect visuel si réduction des dommages.

EFFETS NÉGATIFS

-

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air si des traitements sont évités.

EFFETS NÉGATIFS

-

CONSOMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

- + Réduction du nombre de passages pour traiter.

EFFETS NÉGATIFS

- Augmentation variable selon la culture-piège et l'énergie consommée pour son implantation, son entretien et sa récolte ou sa destruction.

► **Bordures de maïs attirant la noctuelle de la tomate (*Helicoverpa zea*) en Martinique**

Le maïs est très attractif pour la noctuelle de la tomate qui vient pondre ses œufs sur cette plante. La présence d'une bordure de maïs avec des soies apparentes détourne le ravageur de la parcelle de tomate.

Le maïs est exigeant en eau (au moins 450 à 600 mm d'eau durant la culture) et a besoin d'un sol aéré et bien drainé. Il est gourmand en éléments fertilisants et notamment en azote. Dans le cas d'un système tomate-maïs, pour obtenir des floraisons synchrones, prévoir 3 semis de maïs à 15 jours d'intervalle, le premier un mois avant la plantation de tomates. Réserver jusqu'à 10% de la surface pour le maïs.

- ▼ Bordures de maïs pour lutter contre la noctuelle de la tomate (*Helicoverpa zea*) en Martinique.

(PHOTO : B. RHINO, CIRAD)

Celui-ci doit être implanté, dans le sens du vent, en amont de la tomate.

Le choix de la variété des plantes-pièges est important car les teneurs en substances volatiles émises par la plante varient selon les variétés et ce sont ces substances qui attirent les insectes (ravageurs et auxiliaires). L'utilisation du maïs doux est préconisée. Les variétés « Java » et « Sugar Jean » ont montré de bons résultats en Martinique.

► **Bordures de maïs attirant les mouches des cucurbitacées de plein champ à La Réunion**

Le maïs est aussi une plante refuge pour les mouches des cucurbitacées, tout comme le ricin, la canne fourragère, le manioc ou le bringellier marron (*Solanum mauritianum*). Une bordure de maïs autour de la parcelle permet d'y concentrer les populations de mouches en leur offrant abri et ressources alimentaires (exsudats et pollen), les mouches n'allant sur les fruits des cucur-



bitacées que pour y pondre. L'application sur le maïs d'un traitement par taches à base d'attractif alimentaire et d'insecticide très faiblement dosé détruit efficacement les populations de mouches (des bio-insecticides compatibles avec l'agriculture biologique sont disponibles). Sans un tel traitement ciblé contre les mouches dans le maïs, l'installation de ces bordures à proximité des cucurbitacées serait contre-productive.

► **Bordures d'*Erianthus arundinaceus* attirant le foreur des tiges de la canne à sucre à La Réunion**

La graminée *Erianthus arundinaceus* est plus attractive que la canne à sucre pour la ponte des femelles du foreur de la tige même si le cycle de la plante ne permet pas à ce bioagresseur d'achever son cycle car les larves, issues des œufs déposés sur les feuilles d'*Erianthus*, meurent « piégées » dans la tige de la plante. Contrairement à l'exemple précédent, il n'y a pas besoin ici de traiter la bordure.

► **Utilisation des cayas (*Cleome* spp.) comme plantes-pièges de la piéride du chou américaine aux Antilles et en Guyane**

La piéride du chou américaine (*Ascia monuste*) pond de façon très préférentielle sur les cayas spontanés dans les cultures en délaissant les choux, plantes-hôtes par défaut en l'absence de ces adventices. Les petites espèces de cayas sont faciles à semer, ne nécessitent pas d'entretien et ne concurrencent pas les choux (sur le rang, dans l'inter-rang ou en bordures). Comme précédemment, il n'est pas nécessaire de traiter les cayas, mais les populations de chenilles sur cayas sont à surveiller.

► **Autres exemples de plantes attractives**

Bordures de basilic cv « cannelle » et tabac d'ornement sur des cultures de tomates pour attirer les aleurodes *B. tabaci*, association de pieds d'aubergine dans une culture de pommes de terre pour attirer le doryphore, bordures de capucines pour attirer les pucerons.

► **Autres exemples de plantes répulsives**

Œillets d'Inde pour repousser les fourmis et les nématodes, absinthe pour repousser les pucerons, pommes de terre pour repousser les symphytes de l'ananas.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

■ Rhino B., Thibaut C., Verchère A., 2013. L'utilisation du maïs comme plante de service dans les systèmes horticoles, 2 p.

■ FREDON Martinique, 2013. Fiche technique T.7 du « Mémento de la protection des cultures en Martinique » : **Les plantes pièges** [En ligne], disponible sur : http://issuu.com/fredon972/docs/memento_de_la_protection_des_cultures

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

18 | 65 | 104 | 105 | 106 | 107

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément de la lutte biologique inondative (FT n°8) et/ou de la lutte biologique par conservation (FT n° 9), de la biodésinfection des sols (FT n° 2), du piégeage de masse (FT n° 12) et des mesures prophylactiques (FT n° 14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

n° 16 | QUALITÉ
DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES :**

ensemble des choix techniques relatifs aux semences et aux plants visant à prévenir et à limiter l'installation et le développement d'un ou de plusieurs bioagresseurs sur une culture. Les choix portent sur l'utilisation de variétés (multi)résistantes ou tolérantes, l'utilisation de semences, de plants sains (vitroplants) et de porte-greffes le cas échéant, leur traitement préventif contre les maladies.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?**

Nématodes, insectes (foreur de la tige de la canne, fourmis manioc), virus (TYLCV, PYMV, virus de la tristeza des agrumes, OYDV, virus du bananier comme BBTv, BBrMV, CMV...), bactéries (responsables du flétrissement bactérien des solanacées, de la bactériose et de la maladie des taches noires du manioc, du Huanglongbing ou greening des agrumes...), champignons (responsables de l'anthracnose, du rhizoctone brun, *Phytophthora* sp., *Curvularia*, etc.).

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Il est important de disposer de matériel sain pour toutes les cultures tropicales.

► **QUAND ?** Dès le semis et/ou à la plantation.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** L'usage de matériel végétal de qualité doit être fait dans un environnement assaini. Il est nécessaire de bien connaître les bioagresseurs susceptibles d'attaquer la culture ainsi que les spécificités agronomiques de l'exploitation, mais aussi les exigences particulières liées aux débouchés et labels de qualité.

► **RÉGLEMENTATION :** à l'exception des variétés d'agrumes aux normes CAC (Conformité Agricole Communautaire), toutes les variétés des espèces réglementées utilisées pour la commercialisation de la production doivent être inscrites au catalogue officiel. Les traitements de semences doivent être réalisés avec des produits phytosanitaires homologués. L'étiquetage des semences et des plants fait par le SOC (Service Officiel de Contrôle et Certification) est impératif : il doit préciser le nom de l'espèce et de la variété, le pays de production, le poids net ou le nombre, la date d'échantillonnage pour l'analyse officielle et l'origine du lot. Une certification est néces-

Évaluation globale des performances
agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR),
économique (ECO) et d'organisation du travail
(TRAVAIL) de la technique

ÉCO

TRAVAIL

AGRO

ENVIR

P E R F O R M A N C E S D E L A T E C H N I Q U E

saire pour certains matériels végétaux, soit par le CTIFL pour le matériel fruitier, soit par le SOC pour les autres semences et plants, comme la pomme de terre par exemple. Les cultures de plants certifiés font l'objet de contrôles à tous les stades de multiplication, notamment vis-à-vis de leurs bioagresseurs. La certification permet en effet de vérifier l'identité variétale, la pureté variétale et offre des garanties sanitaires pour certains organismes listés dans les règlements techniques annexes de certification.

► **TEMPS DE TRAVAIL** : augmentation du temps de travail pour les techniques éventuellement réalisées sur l'exploitation (greffage et traitement de semences et plants) avant le semis et/ou la plantation, qui peut être compensée par la diminution des traitements phytosanitaires. Ces investissements en temps de travail seront toujours bénéfiques pour la suite.

Détail des effets induits par la mise en œuvre de la technique

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Grande technicité requise pour la production de plants sains en pépinière sur l'exploitation (qualité sanitaire difficile à gérer).
- ⊖ Prévoir du temps de réflexion pour le choix du matériel végétal et pour l'observation au moment de la réception des plants le cas échéant.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Le surcoût du matériel sera largement amorti par les avantages en matière de qualité sanitaire.

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Coût plus élevé des semences (pureté, traitements, variétés améliorées présentant des résistances aux maladies) ou des plants (coût de production, greffage).

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Performance de la variété (garantie variétale).
- + Qualité sanitaire garantie en pépinière agréée.

EFFETS NÉGATIFS

- ⊖ Risque de contournements de résistance à plus ou moins long terme en fonction des mécanismes de résistance utilisés.

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus de pesticides.
- + Moins de dommages sur les produits car moins de bioagresseurs.

EFFETS NÉGATIFS

⊖ -

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

+ Augmentation de la biodiversité fonctionnelle si des traitements sont évités.

EFFETS NÉGATIFS

-

CONSOMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

+ Diminution de la consommation de carburant si des traitements sont évités.

EFFETS NÉGATIFS

-

Exemples de mise en œuvre de la technique

► Utilisation de plants ou de semences certifiés

Lors de l'achat de matériel végétal et lorsque c'est possible, il faut toujours privilégier le choix de semences ou de plants certifiés dont la qualité est garantie. À La Réunion, les plants certifiés s'achètent auprès de pépiniéristes agréés par le SOC. Les plants certifiés répondent aux normes européennes pour leur production et leur commercialisation. Les contrôles effectués sur les lots de semences certifiées assurent également l'absence de graines d'adventices. Les cultures disposant de plants certifiés ou semences certifiés ou de norme CAC à La Réunion sont : l'ail, le fraisier (Fraisimotte®), la pomme de terre, les agrumes et un grand nombre de cultures légumières dont les semences répondent à la norme européenne « Qualité CE ». Exemple d'une norme pour les plants certifiés :

■ **Agrumes** : norme CAC. Un cahier des charges définit les exigences de production des plants : emploi de serres rigides étanches, mise en œuvre de mesures prophylactiques, utilisation de porte-greffes adaptés, approvisionnement en greffons via une structure agréée, maîtrise de la technique du greffage (hauteur du point de greffe), enregistrement des pratiques...



▲ Structure de production de plants d'agrumes selon la norme CAC à La Réunion.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD)

► Utilisation de variétés adaptées

Préférer des variétés adaptées aux conditions pédoclimatiques de la zone de production, choisir des variétés résistantes ou tolérantes aux bioagresseurs présents sur l'exploitation ou susceptibles d'apparaître (exemples : variétés d'ignames résistantes

aux fourmis manioc telles que Grosse Caille, Igname Jaune, Igname Poule, Ti Guinée ; variétés de canne à sucre sélectionnées selon leurs résistances aux maladies et leur zone préférentielle d'implantation).

► Associations de variétés et de porte-greffes

Il s'agit d'utiliser le potentiel agronomique d'une variété sensible greffée sur le système racinaire ou la tige d'une variété résistante à un ou plusieurs bioagresseurs, le plus souvent telluriques. Ce greffage vise à améliorer le potentiel agronomique de l'association en comparaison avec la variété non greffée. Le greffage a permis de découpler les travaux d'amélioration et de sélection de la partie aérienne (fructifère) de la partie souterraine (système racinaire). Le greffage est systématiquement pratiqué sur les manguiers et les agrumes. Chez ces derniers, des porte-greffes ont été identifiés pour leur résistance aux

bioagresseurs comme le *Phytophthora*, présent mondialement dans toutes les zones agrumicoles. Les porte-greffes Citranges carrizo et Citrange troyer ou le Citrumello 4475 lui sont tolérants. On a aussi observé que le *Poncirus trifoliata* présentait une résistance au nématode des agrumes, *Tylenchulus semipenetrans*, en raison, paradoxalement, de son hypersensibilité à son égard. Cette résistance ne peut s'exprimer qu'en plantation homogène sur *Poncirus trifoliata*. L'intérêt de l'usage de porte-greffes a été étudié chez d'autres plantes comme l'aubergine avec le bringelier marron (*Solanum torvum*) qui confère une résistance au flétrissement bactérien, chez la tomate, le concombre, le melon et plus rarement sur le poivron. Exemple du greffage de la tomate :



▲ Greffons et porte-greffes de tomates à Mayotte.

(PHOTO : H. DE BON, CIRAD)

■ **Technique utilisée :** greffe japonaise ou greffe par application.

■ **Étapes :** 1) coupe du porte-greffe sous les cotylédons ou sous la 1^{ère} feuille. 2) coupe du greffon sous les cotylédons. 3) positionnement d'une bague en silicone jusqu'à sa mi-hauteur à l'extrémité de la tige du porte-greffe. 4) imbrication du greffon dans la bague jusqu'au contact avec le porte-greffe. 5) passage d'un tuteur dans le 2^{ème} trou de la bague. 6) brumisation du nouveau plant.

► Utilisation de vitroplants :

Pour les bananiers, les ananas, les ignames et les anthuriums l'usage de vitroplants permet de bénéficier de plants indemnes de maladies et parasites (charançons, nématodes, champignons, bac-

téries). Les vitroplants sont aussi utilisés pour l'introduction de matériel végétal avec des garanties sanitaires avant multiplication sur place comme pour l'artichaut et la patate douce.



▲ Bananier issu de vitroplant.

(PHOTO : C. PAVIS, INRA)

► Autres exemples

La méthode PIF (Plants Issus de Fragments de tiges) est une méthode facile à mettre en œuvre qui sert à obtenir des plants de bananiers indemnes de charançons et de nématodes. Elle permet d'activer les bourgeons latents et de produire hors-sol sous abri fermé dans des délais relativement courts (au bout de 3-4 mois) des quantités importantes de matériel végétal sain (entre 10 et 100 plants par souche). Mais attention, la qualité de l'assainissement dépend des techniques de parage et de désinfection mobilisées au moment du découpage des fragments, de la qualité sanitaire du substrat, de celle de l'eau, etc.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- ARMEFLHOR, 2014. Nouvelle sélection variétale de petites tomates en hors sol sous abris. Que choisir : l'ARMEFLHOR vous aide ! 4 p.
- ARMEFLHOR, 2014. Nouvelle sélection variétale de grosses tomates en hors sol sous abris. Que choisir : l'ARMEFLHOR vous aide ! 4 p.
- Association Arbofruits. 2010. Guide pratique : Production de rejets de bananiers par la méthode P.I.F. (Plants Issus de Fragments de tiges). 7 p.
- Cinna J-P., Loranger-Merciris G., 2012. Programme ALTERBIO – Fiche technique de la méthode PIF, 2 p. [En ligne], disponible sur : http://transfaire.antilles.inra.fr/IMG/pdf/doc6_Fiche_PIF_def.pdf
- Erard P., 2004. Le greffage en cultures légumières. CTIFL, Rencontre Technique « Bromure de Méthyl », Balandran 7 décembre 2004, 1 p.

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

14 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément des mesures prophylactiques (FT n° 14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

Auguste TAILAME

Pépiniériste à Saint Pierre - La Réunion

Techniques alternatives utilisées :

FT
01

BARRIÈRES PHYSIQUES

FT
16

QUALITÉ DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Auguste est pépiniériste depuis 1997 dans la région de Saint Pierre à La Réunion. Depuis ses débuts, il s'attache à produire des plants d'agrumes garantis tant sur les aspects variétaux que sanitaires pour les agrumiculteurs de l'île de La Réunion. « Ici, les contraintes de production de plants d'agrumes sont importantes notamment à cause des très nombreux ravageurs et maladies de cette culture » affirme Auguste. Et de préciser : « le seul moyen de m'en sortir est de produire mes plants sous ma serre 'double chapelle' ou sous mes tunnels ». Sous de telles structures, les traitements phytosanitaires sont encore nécessaires pour garantir des plants totalement indemnes de bioagresseurs comme cela est requis par le cahier des charges CAC « agrumes » (Conformité Agricole Communautaire). Mais ces traitements restent, de loin, moins nombreux qu'en production de plein champ. Par exemple, Auguste annonce : « avant je protégais mes



plants contre le chancre citrique avec un traitement au cuivre tous les mois selon la saison. Sous abris, je ne traite plus contre cette maladie. Equipé de sa protection individuelle, mon fils traite en toute sécurité dans cet environnement à l'abri de la pluie et du vent ». Ces conditions limitent aussi considérablement les transferts des produits phytosanitaires vers l'environnement. Les plants produits sous abris sont ainsi irréprochables.

En conclusion : « Je ne regrette pas d'avoir autant investi pour accéder à cette qualité même si je déplore que mes plants d'agrumes ne se vendent pas plus chers que ceux qui ne respectent pas la norme CAC. Ce prix de vente couvre tout juste mes charges de production, ce prix n'a d'ailleurs pas évolué depuis 10 ans alors que mes charges, plus nombreuses sous abris, ont été multipliées par 3 ».

Propos recueillis par Fabrice Le Bellec, CIRAD

n° 17 | ROTATION ET ASSOCIATION



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES :**

la rotation est l'action d'alterner les espèces cultivées (ou non) sur une même parcelle pendant un cycle cultural. C'est un des principes essentiels de la production intégrée. La rotation contribue à rompre le cycle des bioagresseurs, en particulier les ravageurs telluriques et les champignons pathogènes par l'introduction de cultures non hôtes. Ainsi, le recours aux produits phytosanitaires est moindre que pour une monoculture.

L'association culturale consiste à cultiver simultanément plusieurs espèces différentes sur une même parcelle. Les cycles culturaux sont parallèles ou se chevauchent. Une complémentarité des espèces est recherchée afin de rendre le système plus résilient face aux bioagresseurs.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Contre les adventices, les ravageurs et maladies telluriques en ce qui concerne la rotation. Contre tous les bioagresseurs en ce qui concerne l'association culturale.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Pour la rotation : sur toutes les cultures tropicales annuelles et semi-pérennes. Pour l'association culturale : sur toutes les cultures tropicales.

► **QUAND ?** En amont de la mise en place d'un nouveau système de culture.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** Les conditions de mise en place des rotations et associations culturales sont précisées ci-après, dans le paragraphe « Exemples de mise en œuvre de la technique ».

► **RÉGLEMENTATION :** il est interdit d'appliquer un produit phytosanitaire sur une association culturale s'il n'est pas homologué sur chacune des cultures présentes. De plus, les délais avant récolte doivent correspondre à chacune des cultures.

► **TEMPS DE TRAVAIL :** il dépend des espèces cultivées.

Évaluation globale des performances agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR), économique (ECO) et d'organisation du travail (TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

ÉCO

AGRO

ENVIR

PERFORMANCES DE LA TECHNIQUE

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

+ -

EFFETS NÉGATIFS

- ➔ Connaissances nécessaires sur les éventuels effets allélopathiques des plantes.
- ➔ Organisation de la main d'œuvre nécessaire pour gérer plus d'espèces.
- ➔ Augmentation possible de la pénibilité du travail dans le cas des associations.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Moins d'achat de fertilisants et de produits phytosanitaires si les espèces cultivées se complètent.
- + Sécurisation du revenu.
- + Rendements supérieurs à ceux des cultures pures dans 70% des cas.
- + Trésorerie supplémentaire due à la vente de la culture associée.

EFFETS NÉGATIFS

- -

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Augmentation de la biodiversité cultivée.
- + Utilisation équilibrée des ressources du milieu lorsque les espèces mises en association ont des caractéristiques complémentaires (système racinaire, développement végétatif, durée des cycles).
- + Maintien de la structure et de la fertilité du sol.
- + Gestion de l'enherbement.
- + Possible réduction des dégâts des ravageurs avec les associations (perturbation de leurs repères visuels et olfactifs).
- + Effet répulsif d'une plante sur les ravageurs et maladies de la plante associée.

EFFETS NÉGATIFS

- -

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus de produits phytosanitaires.

EFFETS NÉGATIFS

- -

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Préservation de la qualité de l'eau grâce à une moindre utilisation de fertilisants.

EFFETS NÉGATIFS

- -

CONSUMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

- + Consommation de carburants en moins car moins de passage pour la fertilisation.

EFFETS NÉGATIFS

○ -

Exemples de mise en œuvre de la technique

► La rotation en maraîchage

■ Principes de base :

- éviter de cultiver deux fois de suite une plante de la même famille afin de limiter la propagation des ravageurs et des maladies souvent spécifiques à une famille.
- éviter de cultiver deux fois de suite une plante pour le même organe (fruit, feuille, racine) afin d'exporter des éléments minéraux différents. Les légumes fruits ont des besoins importants en éléments phosphorés, les légumes feuilles en éléments azotés et les légumes racines, tubercules et bulbes en éléments potassiques.
- planter en tête de succession les cultures gourmandes (apports en matière organique de plus de 2 kg/m²) telles que l'aubergine, le chou, le concombre, la courge, le melon, la pomme de terre, la tomate afin de valoriser les apports de matières organiques. Il est préconisé d'effectuer les successions culturales par ordre décroissant d'exigence des cultures.
- alterner les plantes étouffant les adventices ou autorisant un sarclage (tomate,

petit pois, pomme de terre) avec les plantes peu couvrantes ou ne permettant pas de sarcler (carotte, navet, oignon) afin de limiter l'enherbement des parcelles.

- attendre suffisamment longtemps avant de cultiver à nouveau une même plante au même endroit.

■ **Exemples d'espèces intéressantes à insérer dans la rotation** : pois et haricot pour enrichir le sol en azote, maïs et canne à sucre pour assainir le sol, arachides, radis ou navet pour piéger les nématodes, œillet d'Inde (*Tagetes* sp.) pour repousser les nématodes.

- ▼ Association pomme liane x grenadier x citronnelle en Guadeloupe.

(PHOTO : J. MAILLOUX, ASSOFWI)



■ **Exemples de rotations conseillées :** concombre / igname / roquette / piment, persil / poivron / radis / haricot, tomate / laitue / patate douce / maïs, chou / radis / pois / laitue, etc...

■ **Exemples de rotations à éviter :** tomate / tomate, aubergine / tomate, solanacées / cucurbitacées.

► Les associations culturales

Lorsque plusieurs espèces sont cultivées en association, elles entrent nécessairement en compétition pour l'accès à l'eau, à la lumière et aux éléments nutritifs. Des choix techniques limitent cette concurrence et développent la complémentarité des espèces mises en association.

■ **Choix des espèces :** les plantes puisent différemment les éléments du sol en fonction de leur système racinaire. Les herbacées à enracinement fasciculé (alliacées, bananiers) explorent les couches les plus superficielles, les herbacées à enracinement pivotant (carotte, légumineuses) utilisent un volume situé un peu plus bas et les espèces ligneuses pérennes (arbres fruitiers, légumineuses ligneuses) explorent les couches profondes du sol.

■ **Choix des variétés :** au sein d'une même espèce, certaines variétés se prêtent mieux que d'autres à la culture en association. Par exemple, un maïs dont les feuilles ont un port dressé fait moins d'ombre à la culture associée qu'un maïs dont les feuilles sont horizontales.

■ **Choix des dates de plantation :** les besoins d'une culture varient en fonction de son stade de développement. La concurrence entre espèces cultivées associées risque d'être d'autant plus forte que leurs périodes de besoin maximal coïncident.

■ **Les cycles des cultures peuvent être décalés :**

- dans les cultures intercalaires, on plante une culture à cycle court entre les rangs de la plante au cycle plus long, espacée de manière habituelle (exemples : radis x laitue, chou x aubergine, cucurbitacées x agrumes).

- dans la culture dérobée, une première culture est mise en place puis une deuxième alors que la première a atteint le stade reproductif mais n'est pas encore récoltée. La deuxième culture se développe sans être gênée par la récolte de la première.

■ **Choix des densités de plantation :** la dominance trop marquée d'une culture peut entraîner un mauvais rendement de la culture associée. Des rendements intéressants sont généralement obtenus avec des densités de plantation inférieures à celles utilisées en cultures pures.

■ **Choix de l'organisation spatiale :** la mise en place de l'association en rangs alternés est la plus simple à gérer vis-à-vis des opérations culturales. L'orientation des rangs est importante lorsqu'une espèce est plus haute qu'une autre. L'orientation est/ouest améliore l'ensoleillement de la culture basse.

■ **Exemple d'association :**

igname x concombre x haricot x malanga en Guadeloupe :

- septembre : jachère.
- mai : retournement de la terre, séchage des herbes.
- avril : apport de compost, formation de billons de 40 à 60 cm de haut espacés de 2 à 2,50 m.
- mai : plantation de l'igname sur les billons, semis du haricot sur un côté du billon, semis du concombre de l'autre côté.
- juin : récolte du concombre.
- juillet : récolte du concombre et récolte du haricot.
- août : plantation du malanga entre les billons.
- décembre : récolte de l'igname.
- avril : récolte du malanga.



- ▲ Parcelle associant plusieurs espèces fruitières et vivrières (ananas, dachine, bananier et igname) en Guadeloupe.

(PHOTO : G. HOSTACHE, INRA)

► Autres exemples :

Association maïs x patate douce x haricot en Guadeloupe, association maïs x haricot x cucurbitacée en Martinique, association igname x chou caraïbes ou dachine ou giraumon ou gombo ou maïs ou haricot en Martinique, association banane plantain x giraumon en Martinique, association jeunes vergers x giraumon en Martinique, association bananier x ananas aux Antilles (attention, l'application d'Ethrel® est interdite dans ce cas), associations cultures maraîchères x plantes aromatiques.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- ASSOFWI, 2012. Fiche **Association de plantes – rotation des cultures**. 2 p. [En ligne], disponible sur : http://assofwi.com/la_documentation_technique_068.htm
- AGRISUD International, 2010. **L'agroécologie en pratiques**. 187 p. [En ligne], disponible sur : <http://www.agrisud.org/fr/type-publications/guides/>

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

18 | 113 | 114

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément de toutes les autres techniques et des mesures prophylactiques (FT n°14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).



Abdoul DJIRÉ

Producteur à Ducos - Martinique

Techniques alternatives utilisées :



DÉSHERBAGE PHYSIQUE



**GESTION DES ENHERBEMENTS PÉRENNES
NON CONCURRENTIELS**



ROTATION ET ASSOCIATION

Abdoul Djiré, originaire du Burkina Faso, a suivi son épouse martiniquaise à la fin de leurs études en France. Sa formation d'économiste n'a pas résisté à son attrait pour l'agriculture, et tout spécialement pour les fruitiers de diversification. Installé depuis 2004 sur un terrain de 22 hectares sur la commune de Ducos, au centre de la Martinique, il cultive un grand nombre d'espèces et de variétés de fruits. La mangue (il a une préférence pour la variété « Nam Dok Maï », succulente et sans fibres), l'abricot des Antilles, la merise locale à gros fruit, les agrumes dont le citron caviar, la longane, le ramboutan, le mangoustan et surtout la pitaya dont il a fait sa spécialité : plusieurs variétés à pulpe blanche ou rouge sont produites sur son exploitation. Abdoul a également quelques ruches en parfaite santé.

Son système de production est fondé sur le mélange des espèces au sein d'une même parcelle autant que faire se peut, et sur l'augmentation de la densité de plantation, toutes espèces confondues. Cela lui permet de valoriser au maximum le temps passé à la maîtrise de l'herbe, qui occupe pourtant encore trop de personnel. En règle générale, le désherbage est réalisé à la débroussailluse thermique, mais il est parfois contraint d'utiliser de l'herbicide.

Le glyphosate est le seul produit phytosanitaire qu'il s'autorise à appliquer, avec parcimonie.

Pour tenter de réduire les quantités d'herbicides, Abdoul sème des légumineuses et laisse prospérer des graminées de petite taille autour de ses arbres. Il possède aussi un troupeau d'oies qui broute et se reproduit dans son parc à bois, sous la protection d'un grillage imposant, ceinturé d'une clôture électrique sur batterie solaire. « *Ces volailles ne sont pas destinées à être abattues, mais bien à m'assister dans la maîtrise de l'enherbement. Elles demandent tout de même une visite quotidienne pour leur apporter un complément de grains de maïs. Elles sont efficaces, mais délaissent certaines herbes qui se multiplient en conséquence.* »

« *Je suis sur mon exploitation du lever au coucher du soleil, et je tiens à m'entourer d'un espace préservé de produits phytosanitaires. Je veux également fournir à ma clientèle des fruits que ma famille consomme chaque jour sans crainte. Je ne remettrai jamais en cause la voie que j'ai choisie, celle d'une production respectueuse de l'environnement.* »

Propos recueillis par Christian Lavigne, CIRAD

n° 18 | SOLARISATION



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES :**

la solarisation est une technique de désinfection thermique du sol utilisant l'énergie solaire. Elle consiste à élever la température du sol à l'aide d'un film plastique transparent plaqué sur un sol humidifié pendant une durée assez longue (6 à 8 semaines) pour détruire certains champignons et bactéries pathogènes et certains ravageurs présents dans le sol, ainsi que les graines d'adventices.

► **SUR QUELLES CULTURES ET CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** En maraîchage de plein champ et sous serres, contre quelques champignons telluriques :

- *Olpidium*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia* et *Pythium* sur salade;
- *Pythium* sur gingembre;
- *Sclerotinia* et *Rhizoctonia* sur melon.
- *Fusarium solani* sur courgette.
- *Sclerotium* sur igname.
- Contre la bactérie *Ralstonia solanacearum* sur les solanacées.

Et aussi contre les adventices (sauf celles à multiplication végétative) et dans certains cas, contre les nématodes en maraîchage et ananas.

► **QUAND ?** Entre 30 et 60 jours avant le semis ou la plantation de la culture. Il est conseillé d'effectuer une solarisation tous les 2-3 ans en entretien et au moins deux années consécutives si le sol est très contaminé.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** La solarisation est une technique bien adaptée à l'ensoleillement des DOM. Attention toutefois aux périodes très pluvieuses qui peuvent allonger la durée du traitement. Le sol préparé comme pour un semis doit être bien humide, même en profondeur (capacité au champ) car l'eau sert de conducteur thermique. Lors de l'installation, il est impératif d'avoir au moins 3 jours consécutifs de grand soleil pour une élévation rapide de la température. Le film plastique doit rester en place pour une durée d'ensoleillement minimale de 250 heures. La profondeur d'efficacité de ce traitement est de 30 à 40 cm suivant la teneur en argile et les types de bioagresseurs.

Évaluation globale des performances agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR), économique (ECO) et d'organisation du travail (TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

ÉCO

AGRO

ENVIR

P E R F O R M A N C E S D E L A T E C H N I Q U E

► **RÉGLEMENTATION** : les films plastiques hors d'usage doivent être apportés en centre de tri (plastiques propres) ou en centre d'enfouissement technique (plastiques souillés) si ceux-ci existent. Dans tous les cas, il est strictement interdit d'enfourer ou de brûler les films plastiques.

► **TEMPS DE TRAVAIL** : augmentation à prévoir pour l'arrosage, la mise en place et l'enlèvement des plastiques : environ 5 h/100 m² (références moyennes chez 3 agriculteurs de Guyane pour une culture de tomate ou de poivron sous serre).

Détail des effets induits par la mise en œuvre de la technique

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

- + Diminution du nombre de passages pour le désherbage et la protection des cultures.
- + Technique simple à maîtriser.

EFFETS NÉGATIFS

- Adaptation des successions pour que la parcelle soit libre au minimum un mois avant l'implantation de la culture.
- Nécessité de 2 mois au minimum pour que la technique soit efficace.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + La bâche est amortie en un cycle cultural lors d'un essai en Guyane (rendement 2,5 fois supérieur sur aubergine).

EFFETS NÉGATIFS

- Investissement nécessaire : en Guyane, bâche de solarisation à 1,5 €/m² et bâche de serre à 0,7 €/m² ; coût total si bâche de solarisation environ 19 000 €/ha et si bâche de serre environ 15 000 €/ha (tout compris : temps de préparation du sol, coût et temps d'arrosage, coût du matériel, temps de retrait et pose, temps et coût de désherbage d'entretien).
- Revenu en moins dû à l'immobilisation de la parcelle et donc à l'impossibilité de cultiver pendant la présence du film plastique.

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Efficace contre de nombreuses adventices.
- + Destruction de certains ravageurs du sol (pupes, larves, nématodes), (+/-) *Ralstonia solanacearum* non éradiqué totalement (néanmoins la population diminue nettement pour le temps d'un cycle cultural de 6 mois).
- + Utilisable dans tous les types de sols.
- + Pas de délai avant la remise en culture.
- + Technique utilisable en agriculture biologique.
- + Effet secondaire de type « starter » constaté sur aubergine en Guyane dû à la minéralisation de matières organiques et de biomasse microbienne en surface.

EFFETS NÉGATIFS

- Peu efficace contre les semences d'adventices enfouies profondément et contre les adventices à multiplication végétative.

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus d'herbicides, de fongicides et d'insecticides.

EFFETS NÉGATIFS

-

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Préservation du champignon utile *Trichoderma* spp. (et sûrement d'autres espèces) sans doute grâce à des formes de résistance enkystées.

EFFETS NÉGATIFS

- Technique non sélective : impact négatif possible sur la faune du sol.
- Risque de destruction non contrôlée des bâches si pas de possibilité de collecte peu onéreuse.

CONSOMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

- + -

EFFETS NÉGATIFS

- Augmentation si la mise en place des plastiques est mécanisée.

Mise en œuvre de la technique

■ **Choix du film plastique** : généralement en polyéthylène, il doit être transparent et propre pour transmettre l'énergie solaire, traité anti-UV et résistant à plusieurs centaines d'heures d'ensoleillement. Une bâche de serre peut être utilisée : plus facile à entretenir et à stocker et moins coûteuse que la bâche de solarisation (« deuxième vie » des bâches de serre).

■ **Dimensions du film plastique** : il est généralement d'une épaisseur de 40 µm. Celle de la bâche de serre est comprise entre 150 et 180 µm. En culture sous abri, sa largeur doit être légèrement plus grande que celle du tunnel pour pouvoir enterrer le film sous les bordures.

■ **Travail du sol avant bâchage** : il doit être réalisé comme pour un semis ou une plantation afin d'obtenir une structure fine et régulière. Un passage de rouleau est effectué à la fin pour optimiser le contact entre le sol et le plastique.

■ **Irrigation avant bâchage** : par aspersion de 50 à 80 mm (selon la texture du sol) afin de saturer le sol en eau sur 50 cm de profondeur. Le sol doit rester humide pendant toute la durée de la solarisation.

■ **Pose du plastique** : il se fait lorsque le sol est ressuyé après l'aspersion. Le film doit être bien tendu et plaqué au sol, en évitant les passages d'air pour empêcher le développement des adventices (pratiquer une courte aspersion sur le film pour le plaquer). En cas de cultures sous abri, celui-ci doit être fermé les 3 premiers jours pour augmenter la température de l'air, sans toutefois dépasser 50°C (dégradation du tunnel).

■ **Durée de bâchage** : elle varie de 30 à 60 jours selon le bioagresseur visé et le climat local (intensité de l'ensoleillement).



▲ Tunnel avant un cycle de maraîchage.

(PHOTO : D. LAPLACE, DAAF GUYANE)

■ **Après la solarisation** : débâcher au dernier moment avant la remise en culture. La solarisation stimule la minéralisation de la matière organique (effet starter), il est donc conseillé de contrôler la teneur en azote du sol et de diminuer la fertilisation azotée en conséquence. Planter lorsque la température du sol est redescendue à 20°C et prévoir le recyclage du plastique ou son stockage s'il peut être réutilisé.

■ **Reprise du sol après débâchage** : si cela est vraiment nécessaire, travailler le sol superficiellement (5 cm au maximum) pour éviter de remonter des zones de sol non désinfectées. Ne pas utiliser d'outils souillés par de la terre provenant de parcelles non désinfectées.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- Izard D., 2011. **Les techniques alternatives : la solarisation en maraîchage**, APREL, GRAB, 4 p. [En ligne], disponible sur : agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/1A_solarisation_4p_cle81e4e5.pdf
- Janvier C. *et al.*, 2012. **Solarisation sous abri et en plein champ**. Le point sur les méthodes alternatives, CTIFL, 5 p. [En ligne], disponible sur : http://www.fruits-et-legumes.net/revue_en_ligne/point_sur/fich_pdf/pssolarisation.pdf
- Mazollier C., 2009. **La solarisation**, Refbio PACA maraîchage, 2 p. [En ligne], disponible sur : <http://www.grab.fr/wp-content/uploads/2010/07/FICHE-solarisation-ref-bio-2009.pdf>

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

73 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément des méthodes de biodésinfection des sols (FT n° 2) et des mesures prophylactiques (FT n° 14) visant à éviter la propagation de l'inoculum. Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

n° 19 | SUBSTITUTION CHIMIQUE



► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES** :

il s'agit de remplacer des produits phytosanitaires de synthèse classiquement utilisés par des produits de biocontrôle (micro-organismes, substances naturelles (biopesticides) ou autres produits alternatifs. Sont regroupés sous le terme « biopesticides » les bactéries, les spores de champignons, les produits issus du métabolisme de ces organismes et les produits de biosynthèse. Les produits alternatifs sont par exemple les huiles essentielles et les huiles minérales ou bien le kaolin. Cette technique ne contribue pas toujours à la baisse de l'utilisation de produits mais elle permet souvent d'en utiliser des moins dangereux pour la santé ou l'environnement.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Contre certains ravageurs et certaines maladies.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Canne à sucre, bananier, manguier, agrumes, litchi/ramboutan, carambole, fruit de la passion, avocat, papaye, goyave, corossol, maraî-

chage, cultures florales pour le moment et possibilité d'homologations pour d'autres cultures dans les années à venir.

► **QUAND ?** Une ou plusieurs fois en cours de culture en respectant les délais et doses figurant sur l'étiquette des produits.

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** Les bio-insecticides sont en général uniquement efficaces sur les premiers stades de développement des ravageurs (exception pour le Syneïs appât® efficace sur le stade adulte des mouches). Comme tous les autres produits, ils doivent être appliqués en dehors des périodes trop chaudes de la journée pour augmenter leur efficacité.

Certains bio-fongicides doivent être appliqués en présence d'au moins 80 % d'humidité pendant 10-12 h et d'une température comprise entre 18 et 28 °C. Ces conditions d'application rendent l'usage de ces bio-fongicides délicat et/ou difficilement compatible avec certains systèmes de culture comme les cultures sous abris où une forte hygrométrie n'est généralement pas souhaitable.

Évaluation globale des performances agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR), économique (ECO) et d'organisation du travail (TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

ENVIR

AGRO

PERFORMANCES DE LA TECHNIQUE

Note : les aspects économiques de cette technique n'ont pas pu être évalués, faute de données précises ou contradictoires.

► **RÉGLEMENTATION** : seuls les produits homologués peuvent être utilisés. Respecter la même réglementation et les mêmes précautions d'emploi que celles des produits phytosanitaires de synthèse : port des équipements de protection individuelle (gants, masque, combinaison, bottes), usages et doses homologués, respect des zones non traitées, non application en présence d'insectes pollinisateurs (à vérifier sur e-phy.agriculture.gouv.fr rubrique « Recherche libre » et sur la Fiche de Données de Sécurité (FDS)). En ce qui concerne les

préparations à base de plantes [Préparations Naturelles Peu Préoccupantes], seul le purin d'ortie (*Urtica* sp.) est autorisé en application sur des cultures destinées à la vente pour le moment (au 19/01/2015).

► **TEMPS DE TRAVAIL** : augmentation du temps de travail à prévoir car une observation fréquente des cultures est nécessaire pour traiter au bon moment et certains produits demandent un nombre important d'applications pour une bonne efficacité.

Détail des effets induits par la mise en œuvre de la technique

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

- + Pour certains produits alternatifs, l'absence ou la durée très courte des délais d'entrée et d'avant récolte permettent de ne pas interrompre l'entretien de la culture et sa commercialisation.
- + Effet à plus ou moins long terme de certains microorganismes selon les conditions climatiques (ex : champignons entomopathogènes).

EFFETS NÉGATIFS

- S'assurer que les produits soient disponibles sur le marché des DOM (le transport par bateau et le stockage chez les distributeurs est parfois difficile pour des produits à base de bactéries).
- Conservation des produits à base d'organismes vivants dans des conditions bien spécifiques.
- Utilisation rapide des produits après ouverture du sac.
- Raisonnement des applications afin de prévenir les phénomènes de résistance.
- Choix limité de produits phytosanitaires classiques compatibles avec ces produits alternatifs.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Meilleure valorisation possible à la vente des produits.

EFFETS NÉGATIFS

- Augmentation du coût de la main d'œuvre pour les traitements.
- Dépenses nécessaires pour l'achat des produits.
- Efficacité des traitements variable.

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Équilibres des écosystèmes respectés.
- + Gestion phytosanitaire durable.

EFFETS NÉGATIFS

-

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus toxiques.
- + Meilleur aspect visuel si réduction des dommages.

EFFETS NÉGATIFS

–

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Moins de risques pour l'environnement.

EFFETS NÉGATIFS

- Si produits alternatifs non spécifiques, possibilité d'impact négatif sur la biodiversité utile.

CONSOMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

–

EFFETS NÉGATIFS

- Augmentation car en général il faut de nombreuses applications successives.

Exemples de mise en œuvre de la technique

► Utilisation de *Bacillus thuringiensis* pour lutter contre les chenilles défoliatrices de la tomate et du chou à La Réunion

■ **Matière active** : la bactérie *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* et var. *aizawai*.

■ **Effets sur les chenilles** : destruction des cellules épithéliales de l'intestin.

■ **Utilisations possibles** : en agricultures conventionnelle et biologique.

■ **Stockage du produit** : à l'abri du soleil direct, à une température inférieure à 25°C et à une hygrométrie inférieure à 70%.

■ **Mode d'application** : la pulvérisation doit être homogène sur la végétation.

■ **Recommandations d'emploi** : alterner les deux souches pour éviter les phénomènes de résistance. Des études ont montré une

toxicité de la souche *kurstaki* vis-à-vis des abeilles et des trichogrammes (d'après la base de données EcoACS).

■ **Réglementation associée** : doses autorisées = de 0,50 à 1 kg/ha suivant la culture et la souche, délai de rentrée dans la culture = 24 heures, pas de délai avant récolte.

► Utilisation d'huile essentielle d'orange douce comme insecticide et fongicide en maraîchage sous serre et plein champ à La Réunion

■ **Bioagresseurs visés** : les insectes à corps mou ou à cuticule suffisamment fine tels que les aleurodes, thrips, cicadelles et les champignons comme le mildiou et l'oïdium. Des extensions d'usage sont en cours sur phytophages, psylles, cochenilles et cochenilles des agrumes. Consulter la liste actualisée des usages homologués sur e-phy.agriculture.gouv.fr dans la rubrique « Substances ».



◀ Chenille de *Papilio demodocus* parasitée par un agent biologique bactérien

(PHOTO : A. FRANCK, CIRAD)

■ **Mode d'action** : les terpènes d'orange présents dans l'huile essentielle détruisent les phospholipides constituant la cuticule des insectes et les parois cellulaires des champignons.

■ **Effets sur les bioagresseurs** : la cuticule et les parois cellulaires ne jouent plus leur rôle protecteur et se rompent. Ainsi, les insectes et les champignons se déshydratent et meurent.

■ **Utilisations possibles** : en agricultures conventionnelle et biologique.

■ **Stockage du produit** : dans l'emballage d'origine operculé dans les conditions standard. Si le flacon est ouvert, bien le refermer et utiliser dans les 6 mois.

■ **Mode d'application** : pulvériser de façon homogène et sur feuillage sec afin de conserver le pouvoir asséchant de la bouillie.

■ **Recommandations d'emploi** : éviter l'association avec des préparations à base de soufre à pleine dose. Des associations à dose réduite de soufre sont possibles. Appliquer l'huile préférentiellement tôt en saison afin de rompre les cycles parasitaires avant l'apparition de fortes pressions.

■ **Réglementation associée** : pas de délai avant récolte ni de limite maximale de résidus, doses autorisées : variables selon les usages, zone non traitée (ZNT) par rapport aux points d'eau = 5 ou 20 mètres selon les usages, ZNT par rapport à la zone non cultivée adjacente = 5 m, délai de rentrée dans la culture = 48 heures.

► Autres exemples :

Utilisation de spinosad pour lutter contre les thrips du bananier et les mouches des légumes et des fruits, utilisation de la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt) contre la teigne des crucifères *Plutella xylostella*, application de mycélium et de spores du champignon entomopathogène *Beauveria tenella* fixés sur des granulés d'argile contre le ver blanc de la canne à sucre à La Réunion (arrêté préfectoral imposant la lutte obligatoire dans ce DOM), utilisation d'huile minérale paraffinique, d'huile de vaseline et d'huile blanche de pétrole contre les cochenilles des agrumes, utilisation du champignon entomopathogène *Verticillium lecanii* contre les aleurodes de solanacées en Guyane.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- e-phy.agriculture.gouv.fr
- <http://agriculture.gouv.fr/Substances-naturelles>

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

18 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément des mesures prophylactiques (FT n° 14), des luttés biologiques inondatives (FT n° 8) et par conservation (FT n° 9), du piégeage de masse (FT n° 12), du push-pull (FT n° 15), des associations de cultures (FT n° 17), d'un matériel végétal de qualité (FT n° 16), d'applications phytosanitaires optimisées (FT n° 10). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180).

n° 20 | SURVEILLANCE
DES BIOAGRESSEURS

► **DÉFINITION ET RÔLE DANS LA RÉDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES :** surveiller, par des méthodes et des outils appropriés, la présence et les dégâts des bioagresseurs mais aussi la présence des auxiliaires. Ces méthodes incluent les observations sur le terrain ainsi que la consultation des Bulletins de Santé du Végétal (BSV) régionaux. Parmi les outils, on trouve des pièges : pot Barber, appareil de Berlèse, pièges olfactifs et chromatiques, etc.

Ce diagnostic basé sur la vigilance du producteur et de son conseiller conduit à traiter uniquement lorsque c'est nécessaire en faisant référence à des notions de seuils d'infestation (stade de sensibilité de la plante, nombre de ravageurs piégés dans la parcelle ou dans son environnement proche, conditions météo favorables à des attaques parasitaires, etc.) afin d'éviter les traitements phytosanitaires systématiques coûteux et parfois inutiles ou contre-productifs.

► **CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ?** Potentiellement contre tous les bioagresseurs.

► **SUR QUELLES CULTURES ?** Toutes les cultures tropicales sont concernées même si elles ne sont pas toutes évoquées dans les BSV régionaux.

► **QUAND ?** Avant et pendant les périodes de sensibilité des cultures (Bulletins de Santé du Végétal) et aussi quand c'est nécessaire (à l'échelle de la parcelle).

► **DANS QUELLES CONDITIONS ?** La surveillance s'effectue à deux échelles : à celle de la parcelle, à l'aide d'observations de terrain par l'agriculteur et les techniciens agricoles (avec ou sans piégeage) et à l'échelle du territoire avec les alertes et les BSV.

► **RÉGLEMENTATION :** dans le cas de la surveillance (ou « monitoring »), la réglementation liée aux produits phytosanitaires ne s'applique pas aux pièges et phéromones/attractifs utilisés. Attention toutefois à la limite entre surveillance et lutte (piégeage de masse).

► **TEMPS DE TRAVAIL :** augmentation pour l'observation régulière des parcelles, le suivi, le nettoyage et le renouvellement des pièges, la recherche d'informations, etc. Prévoir quelques heures par semaine.

Évaluation globale des performances agronomique (AGRO), environnementale (ENVIR), économique (ECO) et d'organisation du travail (TRAVAIL) de la technique

TRAVAIL

ÉCO

AGRO

ENVIR

P E R F O R M A N C E S D E L A T E C H N I Q U E

ORGANISATION DU TRAVAIL

EFFETS POSITIFS

- + Gain de temps si des traitements ultérieurs sont évités.

EFFETS NÉGATIFS

- Temps nécessaire d'observation et de nettoyage des pièges.
- Besoin de formation du personnel pour l'identification des bioagresseurs et des auxiliaires.
- Besoin de place pour installer les pièges.

ÉCONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Moins d'utilisation de produits phytosanitaires.
- + Peu d'investissements nécessaires : les BSV sont gratuits, les pièges peu coûteux (2,5 € par piège de la mouche des cucurbitacées, pièges Mc Phail® environ 10 €, piège Delta® environ 4 € + coût des phéromones).

EFFETS NÉGATIFS

-

AGRONOMIE

EFFETS POSITIFS

- + Contribution au développement d'une agriculture respectueuse de l'environnement en préservant, voire en augmentant les rendements des cultures et des productions animales dans le respect des équilibres naturels.

EFFETS NÉGATIFS

-

QUALITÉ DES PRODUITS

EFFETS POSITIFS

- + Moins de résidus de pesticides si des traitements sont évités.

EFFETS NÉGATIFS

-

ENVIRONNEMENT

EFFETS POSITIFS

- + Traitements phytosanitaires réduits et ciblés
- + Impact plus faible sur la biodiversité fonctionnelle.

EFFETS NÉGATIFS

-

CONSUMMATION D'ÉNERGIE

EFFETS POSITIFS

- + Diminution de la consommation de carburant si des traitements sont évités.

EFFETS NÉGATIFS

○ -

Exemples de mise en œuvre de la technique

- Le suivi des populations du charançon du bananier *Cosmopolites sordidus* avec l'utilisation de pièges à phéromones



◀ Piège à charançons du bananier.

(PHOTO : D. VINCENOT, CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA RÉUNION)

■ **Type de pièges** : pots remplis d'eau savonneuse (noyade des insectes) ou pièges secs à collerettes (emprisonnement des insectes) équipés d'un diffuseur d'attractif.

■ **Attractif utilisé** : la sordidine, qui est un mélange de molécules de synthèse analogue de la phéromone d'agrégation produite par les charançons mâles. Le diffuseur de sordidine contient en outre un synergisant (substance augmentant l'efficacité de la phéromone).

■ **Densité de pièges** : disposer 4 pièges par hectare en cours de culture. Un piège à phéromone attire les charançons présents dans un rayon d'environ 15 mètres. Après destruction de la bananeraie, disposer une ceinture de pièges tout autour de la parcelle concernée à raison de 20 m entre chaque piège.

■ **Répartition des pièges** : les déplacer tous les mois.

■ **Suivi des pièges** : l'entretien doit être régulier et systématique, tous les 7 jours.

■ **Période de mise en place des pièges** : toute l'année.

► L'observation directe des populations d'aleurodes

■ **Déroulement du suivi** : il est constitué de 2 étapes, la détection des pupariums (enveloppes rigides de nymphose des larves d'aleurodes) et l'observation des symptômes.

■ **Première étape** : observer le feuillage et noter la présence ou l'absence de pupariums sur la parcelle. Les pupariums sont en forme d'écaille boursouflée, ovales, translucides, blanchâtres à jaunâtres, de 0,5-1 mm de diamètre, avec des yeux visibles, sans pattes et elles peuvent porter des filaments.

■ **Deuxième étape** : si des aleurodes sont observés, rechercher la présence de symptômes (feuilles décolorées, flétries, desséchées) et de nuisances (miellat pouvant être associé à de la fumagine).

► **La consultation du Bulletin de Santé du Végétal (BSV) du DOM concerné**

- **Objectifs du BSV** : pour chaque région,
- présenter un état sanitaire des cultures : stades de développement, observations des ravageurs et maladies, présence de symptômes.
 - présenter une évaluation du risque phytosanitaire, en fonction des périodes de sensibilité des cultures et des seuils de nuisibilité des ravageurs et maladies.
 - diffuser des messages réglementaires.

■ **DOM concernés** : les BSV sont disponibles pour la Martinique, la Guadeloupe et La Réunion et le seront prochainement pour la Guyane.

■ **Filières concernées** :

- Martinique : banane, ananas, canne à sucre, cultures de diversification.
- Guadeloupe : banane, canne à sucre, cultures de diversification.
- Réunion : canne à sucre, cultures fruitières, cultures maraîchères, cultures ornementales.
- Guyane : cultures de diversification (fruitiers, maraîchage, vivrier) en prévision pour 2015 et, à terme, riziculture.



■ **Où le consulter ?** Il est mis gratuitement en ligne tous les mois sur les sites internet des Chambres d'Agriculture et des DAAF correspondantes.

■ **Sources d'information pour sa rédaction** :

- données d'observations : elles sont obtenues à partir du suivi périodique d'un réseau de parcelles judicieusement positionnées sur le territoire. Ce travail implique l'ensemble des agents de terrain (Chambres d'Agriculture, coopératives, Pôles Canne, négoces), mais aussi des agriculteurs.
- données de modélisation : pour prévoir l'arrivée ou l'intensité d'attaques de certains bioagresseurs, les instituts techniques, les organismes de recherche et les Services Régionaux de la Protection des Végétaux ont construit des modèles épidémiologiques. Ils sont largement utilisés dans le cadre de l'élaboration des BSV.
- données de suivis biologiques en laboratoire.

► **Autres exemples** :

Piégeage des ravageurs avec des pièges chromatiques et lumineux, piégeage des auxiliaires rampants par pot Barber, piégeage des auxiliaires volants avec interception en vol...

◀ Suivi des populations de mouches à l'aide d'un piège avec attractif alimentaire.

(PHOTO : A. FRANCK, CIRAD)

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie à consulter

- PI@ntNet, **Adventilles**. [En ligne], disponible sur : <http://publish.plantnet-project.org/project/adventilles>
- Astredhor, 2014. **Guide d'observation et de suivi des organismes nuisibles et auxiliaires de lutte biologique - Version 2 - Horticulture florale et pépinière ligneuse ornementale**. [En ligne], disponible sur : http://agriculture.gouv.fr/Guide-d-observation-et-de-suivi_20424
- Coopérative Bio savane, 2013. **Les auxiliaires de cultures de Guyane**. 8 p. [En ligne], disponible sur : http://www.ecofog.gf/giec/doc_num.php?explnum_id=475
- FREDON Martinique, 2008. **La flore adventice des cultures fruitières à la Martinique**, FREDON éd., 66 p.
- Gourmel C., Coopérative Bio savane, 2012. **L'entomofaune des zones agricoles de Guyane**. 120 p. [En ligne], disponible sur : http://www.ecofog.gf/giec/doc_num.php?explnum_id=348
- Guérin M. **Guide d'observation et de suivi des organismes nuisibles en Zones Non Agricoles**. Plante & Cité et MAAPRAT , 63 p. [En ligne], disponible sur : <http://agriculture.gouv.fr/guide-epidemie-zna>
- Portail de la protection intégrée « EcophytoPIC » pour les cultures tropicales. [En ligne], disponible sur : <http://cultures-tropicales.ecophytopic.fr/cultures-tropicales>
- Portail d'information sur la biodiversité et l'agriculture dans l'océan Indien, **les maladies des plantes**. [En ligne], disponible sur : <http://www.agriculture-biodiversite-oi.org/Nature-agriculture/Savoirs/Fiches-plantes-maladies-insectes/Les-maladies-des-plantes>
- Portail d'information sur la biodiversité et l'agriculture dans l'océan Indien, **AdventOI : un logiciel d'identification des mauvaises herbes**. [En ligne], disponible sur : <http://www.agriculture-biodiversite-oi.org/Science-recherche/Savoirs/Inventorier-et-identifier-les-especes/AdventOI-un-logiciel-d-identification-des-mauvaises-herbes>
- Portail WIKWIO V.1.0, **Identification et Connaissance des Adventices de l'Ouest de l'Océan Indien**. [En ligne], disponible sur : <http://portal.wikwio.org/>

Bibliographie consultée pour la rédaction de la fiche :

70 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131

Association avec d'autres techniques alternatives :

en complément de tous les leviers techniques et des mesures prophylactiques (FT n°14). Pour plus d'informations, reportez-vous au tableau des compatibilités des techniques (page 180). En complément de l'utilisation d'autres outils : La surveillance doit également s'appuyer sur l'utilisation d'outils d'identification des bioagresseurs et auxiliaires comme par exemple des guides ou des fiches techniques, le logiciel AdventOI et la plateforme WIKWIO pour Mayotte et La Réunion, etc. (FT n°10).

1

FIXATION D'UN CADRE DE CONTRAINTES ET D'OBJECTIFS



2

GÉNÉRATION DE SYSTÈMES DE CULTURE



3

ÉVALUATION DES SYSTÈMES DE CULTURE



SYSTÈMES DE CULTURE POTENTIELLEMENT INNOVANTS



4

TEST ET DIFFUSION DE L'INNOVATION

ÉTAPE 1 DIAGNOSTIC DE LA SITUATION INITIALE DE L'EXPLOITATION

1.1 Approche globale du fonctionnement de l'exploitation



1.2 Analyse des problèmes liés aux bioagresseurs présents sur l'exploitation



1.3 Évaluation des pratiques de l'exploitant



ÉTAPE 2 CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE 3 ÉVALUATION DES PERFORMANCES DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE 4 FAISABILITÉ ET MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE NON TRAITÉE PAR LE GUIDE TROPICAL



FICHES SUPPORT

> FICHE SUPPORT FS N°01 TABLEAU POUR LE DIAGNOSTIC (fiche aide associée : FA n°01)	150
> FICHE SUPPORT FS N°02 HIÉRARCHISATION DES CONTRAINTES PHYTOSANITAIRES (fiche aide associée : FA n°02)	152
> FICHE SUPPORT FS N°03 GRILLE D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES AGRI-ENVIRONNEMENTALES (fiche aide associée : FA n°03)	154
> FICHE SUPPORT FS N°03 BIS Liste des produits phytosanitaires utilisés pour faciliter le calcul des IFT et du score phyto'aide 'substances actives' (fiche outil associée : FO n°02)	156
> FICHE SUPPORT FS N°04 LE SYSTÈME DE CULTURE CO-CONSTRUIT	158

TABLEAU POUR LE DIAGNOSTIC

▼ Description de l'exploitation agricole et du système de production	▼ Priorités de l'exploitant
▼ Environnement technico-économique	▼ Main-d'œuvre
▼ Hiérarchisation des contraintes phytosanitaires	
Remplir la fiche support FS N°02	
▼ Système de culture 1	▼ Système de culture 2

FICHE AIDE ASSOCIÉE : FA n°01



Cette fiche est à photocopier ou à télécharger au format A4
à l'adresse suivante : <http://cosaq.cirad.fr/projets/guide-tropical>

▼ Chantiers prioritaires	▼ Enjeux locaux	▼ Équipement et matériel
▼ Milieu pédoclimatique	▼ Parcellaire	
▼ Projets de l'exploitation agricole		
▼ Système de culture 3	▼ Système de culture 4	

HIÉRARCHISATION DES CONTRAINTES PHYTOSANITAIRES

Listez les principaux bioagresseurs présents au sein de l'exploitation	Contrôlez-vous actuellement ces bioagresseurs ? Oui/non	Si oui, par quelle(s) méthode(s) ? Préventive / curative...
▼ Adventices		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
▼ Ravageurs aériens		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
▼ Ravageurs telluriques		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
▼ Maladies		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		

FICHE AIDE ASSOCIÉE : FA n°02



Cette fiche est à photocopier ou à télécharger au format A4
à l'adresse suivante : <http://cosaq.cirad.fr/projets/guide-tropical>

Classez-les par ordre d'importance selon les dommages occasionnés

À l'aide de la fiche aide FA n°02, notez les techniques alternatives pour les maîtriser

GRILLE D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
AGRI-ENVIRONNEMENTALES

NOTES ATTRIBUÉES			
INDICATEURS ET VARIABLES MESURÉS	0	1	2
1. GESTION DE LA BIODIVERSITÉ DOMESTIQUE			
Nombre de variétés cultivées supplémentaires...			
2. GESTION DE L'ESPACE			
Présence de surface en agro-foresterie, ...			
3. GESTION DE LA RESSOURCE EAU			
3.1 Mode d'irrigation adapté à la culture et économe en eau			
3.2 Quantité d'eau stockée suffisante...			
4. PROTECTION DE LA RESSOURCE SOL			
4.1 Semis direct ou sous couverture végétale...			
4.2 Taux de couverture du sol ou 4.2 bis Nombre de mois sans couverture du sol			
5. DÉPENDANCE ÉNERGÉTIQUE			
Équivalent litre Fioul par hectare			
6. GESTION DE LA FERTILISATION			
6.1 Bilan azoté			
6.2 Apport annuel de matières organiques amendantes			
6.3 Fractionnement des apports			



NOTES ATTRIBUÉES

INDICATEURS ET VARIABLES MESURÉS	0	1	2
7. TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES			
7.1 IFT à détailler :	IFT herbicides :		IFT autres traitements :
7.2 Score PHYTO'AIDE	Score mini :		
7.3 Utilisation de biopesticides ou de produits alternatifs			
7.4 Traitements via des seuils d'intervention			
7.5 Choix de la substance active par rapport à la cible			
7.6 Traitements en conditions pédo-climatiques favorables			
7.7 Traitements hors périodes de floraison			
7.8 Utilisation de buses anti-dérive			
7.9 Traitements localisés			
8. MÉTHODES ALTERNATIVES DE LUTTE CONTRE LES BIOAGRESSEURS			
8.1 Pratique effective de la rotation			
8.2 Création d'habitats de service herbacés ou arbustifs			
8.3 Utilisation de plantes-pièges non envahissantes			
8.4 Utilisation de jachères assainissantes non envahissantes			
8.5 Utilisation de plantes de couverture non envahissantes			
8.6 Observation régulière des bioagresseurs			
8.7 Gestion physique des adventices			
8.8 Pratique du faux-semis			
8.9 Lâchers d'organismes auxiliaires prédateurs ou parasites			
8.10 Utilisation de barrières contre les insectes			
8.11 Limitation des inoculum			

LISTE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES UTILISÉS
POUR FACILITER LE CALCUL DES IFT ET DU SCORE
PHYTO'AIDE « SUBSTANCES ACTIVES »

Pour les doses homologuées et le nom de la (ou des) substance active composant le produit :
voir <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>

Nom commercial du produit	Nom de la (ou des) substances actives	Dose homologuée - A -
Ex : Produit X	S-metolachlore	3,750 L/ha
	Mésotrione	
	Benoxacor	

* scores PHYTO'AIDE sur une échelle de 0 à 10 donnés à titre d'exemple et calculés sur un sol argileux (mais sans argile gonflante), filtrant, profond, en très forte pente, avec un pH de 5,7 et un taux de matière organique de 3.

Le calcul de l'IFT peut aussi se faire via la calculette IFT développée par le ministère en charge de l'agriculture : <http://www.calcullette-ift.fr/>
Pour obtenir le score PHYTO'AIDE : voir la fiche outil FO n°02.
(À reproduire en 2 exemplaires pour les évaluations aux étapes 1.2 et 3 du processus de conception).



Cette fiche est à photocopier ou à télécharger au format A4
à l'adresse suivante : <http://cosaq.cirad.fr/projets/guide-tropical>

Dose appliquée - B -	Part de la parcelle traitée - C -	IFT = (B/A)*C	Scores PHYTO'AIDE
3,0 L/ha	80 % (0,80)	0,64	3,2*
			4,7*
			4,6*

Somme des IFT herbicides :
Somme des IFT autres traitements :

Score minimum PHYTO'AIDE :

LE SYSTÈME DE CULTURE CO-CONSTRUIT

1. Liste des techniques alternatives	2. Techniques contrôlant les bioagresseurs identifiés dans la FS 02	3. Techniques améliorant les indicateurs non satisfaits de la FS 03	4. Techniques compatibles avec le système de culture (voir pictogrammes)	5. Faisabilité des techniques sur l'exploitation (- ou + ou ++)
ex : FT 09 : Lutte biologique par conservation	X	X	X	++
<div><div>FT07</div><div>GESTION DES INTRANTS</div><div>(à mettre en oeuvre dans tous les cas)</div></div>				
<div><div>FT13</div><div>PRÉCONISATIONS PRÉ ET POST-CYCLONIQUES</div><div>(à mettre en oeuvre dans tous les cas)</div></div>				
<div><div>FT14</div><div>PROPHYLAXIE</div><div>(à mettre en oeuvre dans tous les cas)</div></div>				
<div><div>FT20</div><div>SURVEILLANCE DES BIOAGRESSEURS</div><div>(à mettre en oeuvre dans tous les cas)</div></div>				

FICHE AIDE ASSOCIÉE : FA n°03



Cette fiche est à photocopier ou à télécharger au format A4
à l'adresse suivante : <http://cosaq.cirad.fr/projets/guide-tropical>

6. Techniques retenues par l'utilisateur	7. Précisions sur les techniques à mettre en œuvre	8. Impacts environnementaux, sociaux et économiques de l'adoption des techniques sur l'exploitation
X	<i>ex : implantation de bordures de maïs et de zambrevate (Cajanus cajan)</i>	<i>ex : achat des semences de maïs et de zambrevate</i>
X		
X		
X		
X		

1. Liste des techniques alternatives	2. Techniques contrôlant les bioagresseurs identifiés dans la FS 02	3. Techniques améliorant les indicateurs non satisfaits de la FS 03	4. Techniques compatibles avec le système de culture (voir pictogrammes)	5. Faisabilité des techniques sur l'exploitation (➖ ou ➕ ou ➕➕)

6. Techniques retenues par l'utilisateur	7. Précisions sur les techniques à mettre en œuvre	8. Impacts environnementaux, sociaux et économiques de l'adoption des techniques sur l'exploitation
--	--	---

1

FIXATION D'UN CADRE DE CONTRAINTES ET D'OBJECTIFS



2

GÉNÉRATION DE SYSTÈMES DE CULTURE



3

ÉVALUATION DES SYSTÈMES DE CULTURE



SYSTÈMES DE CULTURE POTENTIELLEMENT INNOVANTS



4

TEST ET DIFFUSION DE L'INNOVATION

ÉTAPE 1 DIAGNOSTIC DE LA SITUATION INITIALE DE L'EXPLOITATION

1.1 Approche globale du fonctionnement de l'exploitation



1.2 Analyse des problèmes liés aux bioagresseurs présents sur l'exploitation



1.3 Évaluation des pratiques de l'exploitant



ÉTAPE 2 CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE 3 ÉVALUATION DES PERFORMANCES DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE 4 FAISABILITÉ ET MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE NON TRAITÉE PAR LE GUIDE TROPICAL



FICHES AIDES

> FICHE AIDE FA N°01	
AIDE AU DIAGNOSTIC	164
> FICHE AIDE FA N°02	
INVENTAIRE DES BIOAGRESSEURS	
ET PRATIQUES DE CONTRÔLE ASSOCIÉES	166
> FICHE AIDE FA N°03	
INDICATEURS D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES	
AGRI-ENVIRONNEMENTALES	174
> FICHE AIDE FA N°04	
COMPATIBILITÉ DES TECHNIQUES ALTERNATIVES ENTRE ELLES.....	180
> FICHE AIDE FA N°05	
FACTEURS À PRENDRE EN COMPTE POUR L'ADOPTION DES TECHNIQUES	182

AIDE AU DIAGNOSTIC

▼ Description de l'exploitation agricole et du système de production

- Bref historique (événements clés)
- SAU totale
- Système (présence d'élevage ?)
- Espèces cultivées : principale et secondaires, surfaces
- Mode de faire-valoir des terres
- Phase de vie de l'exploitation (installation, reprise d'exploitation, vitesse de croisière, proche de la succession, en difficulté...)
- Pratiques ou cultures abandonnées (pourquoi ?)

▼ Priorités de l'exploitant

À hiérarchiser :

- Priorités personnelles et conséquences sur l'exploitation
- Priorités d'ordre technique
- Priorités organisationnelles
- Priorités économiques

▼ Environnement technico-économique

- Démarche environnementale ?
- Participation à des groupes d'agriculteurs (rôle)
- Fournisseurs, débouchés (export ?)
- Contractualisation (cahiers des charges ?)
- Sources de conseil

▼ Main-d'œuvre

- Nombre d'Unités de Travail Humain ? Main d'œuvre familiale, permanente, temporaire ?
- Difficultés de gestion de main-d'œuvre en quantité ou qualifiée (quand ?)
- Part de l'entraide

▼ Hiérarchisation des contraintes phytosanitaires

À remplir lors de l'étape 1.2 - Voir les informations directement sur la



▼ Système de culture 1

- Pourcentage sur l'exploitation
- Succession des cultures
- Sol
- Irrigation ? (système)
- Stratégie phytosanitaire
- Objectifs personnels, techniques, organisationnels, économiques
- Si c'est le cas, pourquoi vouloir améliorer ce système de culture ?

▼ Système de culture 2

- Pourcentage sur l'exploitation
- Succession des cultures
- Sol
- Irrigation ? (système)
- Stratégie phytosanitaire
- Objectifs personnels, techniques, organisationnels, économiques
- Si c'est le cas, pourquoi vouloir améliorer ce système de culture ?

<p>▼ Chantiers prioritaires</p> <ul style="list-style-type: none">- Pics de travail, conflits de chantiers, conflits avec d'autres activités...	<p>▼ Enjeux locaux</p> <ul style="list-style-type: none">- Zone d'intérêt écologique ?- Proximité d'une zone de captage, d'un plan d'eau ?- Relations avec les autres usagers du territoire	<p>▼ Équipement et matériel</p> <ul style="list-style-type: none">- Matériel présent, disponible, état. En propriété ? En commun ?- Recours ou capacité à recourir à des prestataires de service ?- Types de bâtiments disponibles- Installations spécifiques (station de lavage...)
<p>▼ Milieu pédoclimatique</p> <ul style="list-style-type: none">- Caractéristiques des principaux sols (profondeur)- Irrigable (% exploitation agricole)- Risques cycloniques ?- Contraintes physiques (terrains en pente, inondables, empierrement)	<p>▼ Parcellaire</p> <ul style="list-style-type: none">- Éloignement- Répartition de la SAU (regroupée ? Nombre d'îlots)- Taille moyenne des parcelles- Parcelles parfois inaccessibles ?	
<p>▼ Projets de l'exploitation agricole</p> <p><i>Exemples : achat de matériel, implantation/abandon d'une culture, conversion en AB, agrandissement, changement de mode de commercialisation...</i></p>		
<p>▼ Système de culture 3</p> <ul style="list-style-type: none">- Pourcentage sur l'exploitation- Succession des cultures- Sol- Irrigation ? (système)- Stratégie phytosanitaire- Objectifs personnels, techniques, organisationnels, économiques :- Si c'est le cas, pourquoi vouloir améliorer ce système de culture ?	<p>▼ Système de culture 4</p> <ul style="list-style-type: none">- Pourcentage sur l'exploitation- Succession des cultures- Sol- Irrigation ? (système)- Stratégie phytosanitaire- Objectifs personnels, techniques, organisationnels, économiques :- Si c'est le cas, pourquoi vouloir améliorer ce système de culture ?	

INVENTAIRE DES BIOAGRESSEURS ET PRATIQUES DE CONTRÔLE ASSOCIÉES

(d'après Côte F.X. *et al.*, Pesticides DOM : Inventaire des dispositifs expérimentaux, 2011. Cirad, Inra, DAAF Guyane, Ministère de L'Agriculture et Onema eds, Montpellier, France, 283 p.)

▼ Contrôle de l'enherbement

Techniques alternatives	Bioagresseurs concernés	N° de Fiche Technique	DOM où l'efficacité de la technique a été testée et sur quelles cultures
Paillage	Toutes adventices		Tous DOM (maraîchage), Antilles (canne, bananier), Réunion (canne, ananas, mangue), Guadeloupe (igname)
Désherbage motorisé	Toutes adventices	 	Antilles (maraîchage, bananier, cultures fruitières pérennes, racines & tubercules), Réunion (canne)
Gyrobroyage	Toutes adventices		Tous DOM (bananier, cultures fruitières pérennes)
Sarclage et binage manuels	Toutes adventices		Tous DOM, toutes cultures
Faux-semis	Toutes adventices		Antilles et Réunion (canne, maraîchage), Guyane (riz)
Utilisation de plantes de couverture	Toutes adventices		Antilles (bananier, cultures fruitières pérennes), Réunion (ananas), Guyane (manioc), maraîchage
Entretien par des animaux	Toutes adventices sauf espèces épineuses ou trop ligneuses		Antilles (cultures fruitières pérennes)
Désherbage thermique	Toutes adventices		Réunion (maraîchage)
Solarisation	Toutes adventices sauf ceux à multiplication végétative		Martinique (maraîchage)
Utilisation d'appareils de traitement bas et ultra-bas volume	Toutes adventices		Antilles (bananier)
Cultures hors-sol	Toutes adventices		Tous DOM (maraîchage, petits fruits)

▼ Contrôle de l'enherbement

Techniques alternatives	Bioagresseurs concernés	N° de Fiche Technique	DOM où l'efficacité de la technique a été testée et sur quelles cultures
Surveillance des bioagresseurs	Toutes adventices	FT 20	Tous DOM, toutes cultures
Fertilisation et irrigation adaptées aux besoins des cultures	Toutes adventices	FT 07	Tous DOM, toutes cultures
Biodésinfection des sols	Toutes adventices	FT 02	Tous DOM, toutes cultures
Utilisation de semences certifiées	Toutes adventices	FT 16	Tous DOM (maraîchage)












▼ Contrôle des ravageurs aériens dont les vecteurs de maladies

Techniques alternatives	Bioagresseurs concernés	N° de Fiche Technique	DOM où l'efficacité de la technique a été testée et sur quelles cultures
Lutte biologique par conservation	Tous ravageurs aériens : cochenilles, pucerons, acariens, aleurodes, etc	FT 09	Tous DOM (cultures fruitières pérennes, canne, ananas, racines et tubercules, maraîchage)
Lutte biologique inondative ou lutte biologique par augmentation	Ver blanc, puceron <i>Aphis gossypii</i> , acarien <i>Tetranychus evansi</i> , aleurodes des serres, cochenilles farineuses, foreurs, charançon des agrumes	FT 08	Réunion (canne, maraîchage) Guadeloupe (agrumes), Guyane (agrumes, autres cultures fruitières pérennes)
Piégeage de masse avec des phéromones attractives	Mouches des fruits, mouches des légumes	FT 12	Réunion (cultures fruitières pérennes, maraîchage)




▼ Contrôle des ravageurs aériens dont les vecteurs de maladies

Techniques alternatives	Bioagresseurs concernés	N° de Fiche Technique	DOM où l'efficacité de la technique a été testée et sur quelles cultures
Coupe des feuilles touchées	Cochenilles, aleurodes		Tous DOM (bananier, maraîchage)
Broyage et enfouissement des souches en fin de culture	Cochenilles		Tous DOM (ananas)
Ramassage et destruction des fruits piqués et chutés	Mouches des fruits, mouches des légumes, chenilles défoliatrices		Tous DOM (cultures fruitières pérennes, maraîchage)
Taille de formation pour aérer la frondaison	Cochenilles		Tous DOM (cultures fruitières pérennes)
Paillage	Cécidomyie des fleurs du manguiier		Réunion (manguiier)
Choix de variétés résistantes ou moins sensibles	Aleurodes, foreur de la tige de la canne à sucre, fourmis manioc		Réunion (canne, maraîchage) Antilles (igname)
Cultures sous abris ou sous filets insect-proof	Aleurodes, pucerons, thrips, mouches mineuses, mouches des légumes, altises, papillons, fourmis, mouches des fruits, mouche du jujubier, thécla		Tous DOM (maraîchage), Réunion (jujubier), Guyane (ananas)
Ensachage de fruits	Mouches des fruits, thécla, thrips		Guyane (cultures fruitières pérennes, ananas), Antilles (bananier)
Utilisation de plantes-pièges et de plantes répulsives	Mouches des légumes, noctuelle de la tomate, fourmis, aleurodes, foreur de la tige de la canne, doryphores, pucerons, chenilles, symphytes		Guyane et Antilles (maraîchage), Réunion (canne, maraîchage)







▼ Contrôle des ravageurs aériens dont les vecteurs de maladies

Techniques alternatives	Bioagresseurs concernés	N° de Fiche Technique	DOM où l'efficacité de la technique a été testée et sur quelles cultures
Utilisation de bio-insecticides	Ver blanc de la canne, thrips, cochenille des agrumes, aleurodes, cicadelles, teigne des crucifères, chenilles défoliatrices	 19	Tous DOM (bananier, agrumes, maraîchage), Réunion (canne)
Surveillance des bioagresseurs	Tous les ravageurs aériens	 20	Tous DOM, toutes cultures
Binage	Chenilles défoliatrices	 04	Tous DOM (maraîchage)
Désherbage	Chenilles défoliatrices	 04  05  06  10  11  18	Tous DOM (maraîchage)
Favorisation de la vigueur à la plantation	Foreurs de la tige de la canne à sucre	 07	Tous DOM (canne)
Fertilisation et irrigation adaptées aux besoins des cultures	Tous ravageurs aériens	 07	Tous DOM, toutes cultures




▼ Contrôle des ravageurs telluriques dont les vecteurs de maladies

Techniques alternatives	Bioagresseurs concernés	N° de Fiche Technique	DOM où l'efficacité de la technique a été testée et sur quelles cultures
Utilisation de vitroplants	Nématodes, charançons	 16	Réunion et Antilles (bananier, ananas, igname)
Association de variétés et de porte-greffes	Nématode des agrumes	 16	Tous DOM (agrumes)
Jachères assainissantes ou utilisation de plantes non hôtes	Nématodes, symphytes, charançon du bananier	 02	Antilles et Réunion (bananier, agrumes), Antilles (ananas)













▼ Contrôle des ravageurs telluriques dont les vecteurs de maladies

Techniques alternatives	Bioagresseurs concernés	N° de Fiche Technique	DOM où l'efficacité de la technique a été testée et sur quelles cultures
Utilisation de plantes répulsives en association	Nématodes	 FT 15	Tous DOM (maraîchage), Antilles (ananas)
Solarisation	Nématodes	 FT 18	maraîchage, ananas
Destruction ou broyage des souches en fin de culture	Nématodes, symphytes	 FT 14	Tous DOM (bananier, ananas)
Cultures hors-sol	Nématodes	 FT 03	Tous DOM (maraîchage, petits fruits)
Surveillance des bioagresseurs	Tous les ravageurs telluriques	 FT 20	Tous DOM, toutes cultures
Fertilisation et irrigation adaptées aux besoins des cultures	Tous les ravageurs telluriques	 FT 07	Tous DOM, toutes cultures












▼ Contrôle des maladies fongiques ou bactériennes ou virales

Techniques alternatives	Bioagresseurs concernés	N° de Fiche Technique	DOM où l'efficacité de la technique a été testée et sur quelles cultures
Choix de variétés résistantes ou tolérantes	Charbon, rouille, pokkah boeng, rabougrissement des repousses, phytophthora, maladies des taches noires, anthracnose, <i>Curvularia</i> , flétrissement bactérien des solanacées, TYLCV, PYMV, rhizoctone brun	 FT 16	Tous DOM (canne, ananas, igname, maraîchage)
Association de variétés et de porte-greffes	Scab des agrumes, virus de la tristeza, greening, bactériose, <i>Phytophthora</i> , flétrissement bactérien	 FT 16	Antilles et Réunion (agrumes, manguiers, maraîchage)
Utilisation de vitroplants	Champignons, bactéries	 FT 16	Antilles et Réunion (bananier, ananas, igname)

▼ Contrôle des maladies fongiques ou bactériennes ou virales

Techniques alternatives	Bioagresseurs concernés	N° de Fiche Technique	DOM où l'efficacité de la technique a été testée et sur quelles cultures
Solarisation	<i>Olpidium</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Ralstonia solanacearum</i> , <i>Sclerotium</i>	 18	Réunion (maraîchage, racines & tubercules)
Effeuilage sanitaire	Cercosporioses jaunes et noires	 14	Tous DOM (bananier)
Elimination précoce des sources d'inoculum	<i>Phytophthora</i> , maladie du Wilt, anthracnose, <i>Sclerotium rolfsii</i> , bactériose, PYMV, TYLCV	 14	Tous DOM (ananas, racines & tubercules, manguiers, maraîchage)
Ensachage de fruits	Fusariose	 01	Guyane (ananas)
Pose de filets sur les plants	Maladie des taches noires de l'ananas	 01	Guyane (ananas)
Utilisation de biofongicides	Mildiou et oïdium	 19	Tous DOM (maraîchage)
Taille de formation	Pourriture à phytophthora, anthracnose, bactériose	 14	Tous DOM (agrumes, manguiers)
Tuteurage des plantes	Pourriture à phytophthora, anthracnose, <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , autres maladies fongiques de l'igname	 07  14	Tous DOM (agrumes, racines & tubercules)
Rotation culturale avec des plantes à propriétés assainissantes	Flétrissement bactérien des solanacées	 02	Antilles (maraîchage)
Cultures hors-sol	Flétrissement bactérien des solanacées	 03	Tous DOM (maraîchage)
Utilisation de porte-greffes résistants	Flétrissement bactérien des solanacées	 16	Tous DOM (maraîchage)

▼ Contrôle des maladies fongiques ou bactériennes ou virales

Techniques alternatives	Bioagresseurs concernés	N° de Fiche Technique	DOM où l'efficacité de la technique a été testée et sur quelles cultures
Utilisation de stimulateurs des défenses naturelles	cercosporioses, oïdium		Réunion (bananier, manguiier)
Surveillance des bioagresseurs	Toutes les maladies		Tous DOM, toutes cultures
Désherbage	Toutes les maladies fongiques des cultures annuelles ou semi-pérennes	     	Tous DOM (canne, bananier, ananas, maraîchage, racines & tubercules)
Plantation sur buttes ou billons	<i>Phytophthora</i>		Tous DOM (ananas), Antilles (agrumes)
Favorisation de la vigueur	Anthraxnose, PYMV, TYLCV		Tous DOM (igname, maraîchage)
Fertilisation et irrigation adaptées aux besoins des cultures	Toutes les maladies		Tous DOM, toutes cultures



▲ Charançon des agrumes (*Diaprespes* sp.) en Guadeloupe.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD).



▲ Casside (*Aspidomorpha quinquefasciata*), ravageur de la patate douce.

(PHOTO : A. FRANCK, CIRAD).



▲ Cécidomyie (*Procontarinia mangifera*) ravageur des fleurs du manguier.

(PHOTO : A. FRANCK, CIRAD).



▲ Aleurode (*Trialeurode vaporarium*) ravageur de la tomate.

(PHOTO : A. FRANCK, CIRAD).

INDICATEURS D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES AGRI-ENVIRONNEMENTALES

Il est proposé de conduire cette évaluation à l'aide d'une grille d'analyse multicritère (FS n°3) composée de 8 indicateurs (30 variables) issus principalement de la méthode IDEA Run. Ces indicateurs étant extraits du contexte d'évaluation globale permise par IDEA Run, la notation adoptée dans la fiche est différente de celle utilisée par cette méthode. De même, il n'y a pas d'agrégation de ces indicateurs. Il s'agit ici d'évaluer les systèmes via ces indicateurs et de proposer des solutions techniques pour les faire évoluer positivement.

Les caractéristiques de ces indicateurs sont expliquées selon ce cadre :

COMPOSANTE ET INDICATEUR(S) D'ÉVALUATION : EXTRAIT DE LA MÉTHODE IDEA RUN
Justification de l'indicateur
Variables d'évaluation de cet indicateur retenues dans le cadre du Guide Tropical
Valeurs seuils de la variable retenue et note attribuée : 0 = non satisfaisant, 1 = partiellement satisfaisant et 2 = satisfaisant
Technique(s) alternative(s) agissant positivement sur cette variable : FT n°01 à 20
Technique(s) alternative(s) agissant négativement sur cette variable : FT n°01 à 20
1. GESTION DE LA BIODIVERSITÉ DOMESTIQUE - DIVERSITÉ DES ESPÈCES, RACES ET VARIÉTÉS
Cet indicateur vise à encourager les systèmes végétaux diversifiés temporaires ou pérennes, qui vont combiner des productions complémentaires et réduire ainsi les risques climatiques, économiques et liés aux bioagresseurs. A l'échelle de la parcelle, la diversité se traduit par le nombre d'espèces cultivées. Cas particulier : si la parcelle ne comporte pas de variété supplémentaire (note de 0) mais si l'exploitation est diversifiée et les parcelles regroupées, on attribuera une note de 1.
Nombre de variétés cultivées supplémentaires par rapport au nombre d'espèces Mode calcul : nombre de variétés – nombre d'espèces
0 variété : note de 0 ; 1 variété ou exploitation diversifiée avec des parcelles regroupées : note de 1 ; 2 variétés ou plus : note de 2
Technique(s) alternative(s) positive(s) : FT n°16 (si introduction de nouvelles variétés dans le système) ; FT n°17
Technique(s) alternative(s) négative(s) : FT n°16 (si remplacement de variétés par un plus petit nombre de variétés résistantes)

2. GESTION DE L'ESPACE - VALORISATION DE L'ESPACE ET GESTION DES SURFACES FOURRAGÈRES

Cet indicateur vise à encourager les systèmes diversifiés pérennes par une gestion optimisée de l'espace pouvant se réaliser au travers des associations de cultures telles que l'agro-foresterie, le sylvo-pastoralisme ou encore la mise en place de cultures sous vergers. Ces pratiques relèvent en effet d'une valorisation à un instant t, d'un même espace agricole.

Présence de surface en agro-foresterie, sylvo-pastoralisme ou cultures sous vergers

Non = 0 ; oui = 2

Technique(s) alternative(s) positive(s) : FT n°06 et 17

Technique(s) alternative(s) négative(s) : FT n°03

3. GESTION DE LA RESSOURCE EAU

Cet indicateur a pour objectif de limiter le gaspillage de cette ressource précieuse qu'est l'eau. L'irrigation accélère sensiblement le taux de minéralisation de la matière organique des sols, entraînant à terme une baisse de fertilité. Cependant, en contexte tropical avec des pluies violentes, un sol régulièrement irrigué permet une infiltration accrue de l'eau et limite la perte de sol par l'érosion.

3.1 Mode d'irrigation adapté à la culture et économe en eau (si système en hors-sol, utilisation d'un circuit fermé) ET

3.2 Quantité d'eau stockée suffisante en période de sécheresse ou cyclonique

3.1 Non = 0 ; oui = 2

3.2 Non = 0 ; oui = 2

Technique(s) alternative(s) positive(s) : FT n°07 et 11 (si paillage naturel)

Technique(s) alternative(s) négative(s) : FT n°06, 09 et 15 (si nécessité d'approvisionner en eau les habitats écologiques créés)

4. PROTECTION DE LA RESSOURCE SOL

L'agriculture durable cherche à préserver le potentiel alimentaire du futur. En conséquence, les sols doivent être protégés en permanence des risques d'érosion. Les dispositifs anti-érosifs et/ou la présence d'une couverture végétale permanente ou quasi permanente (dont les cultures intercalaires) ainsi que le travail du sol sans labour, témoignent ainsi d'une conduite technique responsable du long terme.

4.1 Semis direct ou sous couverture végétale, ou pas de travail du sol ou culture pérenne ou aménagements et pratiques anti-érosives

4.2 Taux de couverture du sol (canne à sucre et vergers) OU Nombre de mois sans couverture du sol (autres systèmes de culture)

4.1 Non = 0 ; une pratique = 1 ; plus d'une pratique = 2

4.2 < à 50 % = 0 ; entre 50 % et 75 % = 1 et > 75 % = 2 OU < à 9 mois = 0 ; entre 9 et 10 mois = 1 et > 11 mois = 2

Technique(s) alternative(s) positive(s) : FT n°02 (si semis sous couverture végétale), 03, 06, 11 (si paillage perméable), 15 et 17 (si introduction de cultures pérennes)

Technique(s) alternative(s) négative(s) : FT n°04 (si binage ou hersage mécanique), 05, 11 (si paillage imperméable)

5. DÉPENDANCE ÉNERGÉTIQUE

Cet indicateur a pour objectif de réduire la dépendance énergétique de l'exploitation agricole. Cette réduction conduit à l'autonomie du système de production, à l'économie des stocks de ressources naturelles non renouvelables à l'échelle humaine (le pétrole, le gaz) et limite l'effet de serre.

EQuivalent litre Fioul (EQF) par hectare et par an = (gasoil + N + kWh) / 35,8

Il est proposé ici un inventaire simplifié et adapté à l'échelle d'étude : la parcelle ou la serre. Il s'agit de dresser l'inventaire des quantités de gasoil, d'unités d'azote et de kilowattheures (cas des serres) dépensées par le système et de les convertir en méga Joule. La conversion en EQF se fait par division par 35,8 dans le calcul. Les valeurs sont tirées de la méthode PLANETE Mascareignes.

1L fioul/gasoil = 40,53 MJ

1 unité d'azote minéral = 55.22 MJ sauf Urée = 32.36 MJ (pour les quantités de N contenu dans les différents engrais voir indicateur n°6 'Gestion de la fertilisation')

1 unité d'azote organique = 1.3 (lisier), 51.5 (fumier), 8.9 (compost), 18.3 (boue STEP) MJ (pour les quantités de N contenu dans les différents engrais organique voir indicateur suivant)

1 kWh = 10,66 MJ

EQF > 8000 L/ha = 0 ; 2000 L/ha < EQF < 8000 L/ha = 1 ; EQF < 2000 L/ha = 2

Technique(s) alternative(s) positive(s) : FT n°04 (si sarclage manuel), 07, 10 (si désherbage manuel bas volume), 11 (si mise en place manuelle) et 18 (si mise en place manuelle)

Technique(s) alternative(s) négative(s) : FT n°02, 03, 04 (si gestion motorisée), 05, 06 (si gestion motorisée) et 11 (si mise en place mécanisée)

6. GESTION DE LA FERTILISATION

Le solde du bilan de l'azote est un indicateur global des risques de pollution. En effet, plus ce solde est excédentaire, plus l'eau qui s'infiltre vers les nappes souterraines est riche en nitrates. On considère qu'au-delà d'un excédent d'azote de 40 kg par hectare, la contribution du système à la détérioration de la qualité de l'eau devient de plus en plus significative. Par ailleurs, la sur-fertilisation azotée fragilise les végétaux entraînant une protection phytosanitaire renforcée, et par conséquent une augmentation de la pollution par les pesticides, de l'eau superficielle comme souterraine.

6.1 Apport annuel de matières fertilisantes via un calcul du bilan azoté = entrée – sortie. Ce bilan peut très vite devenir compliqué à calculer, il est donc proposé un bilan très simplifié.

Pour les entrées voici quelques références : type engrais (% de N)

Ammonitrate (33.5%) ; urée perlurée (46%) ; ammoniac anhydre (80%) ; sulfate d'ammoniac (21%) ; phosphate d'ammoniac (18%) ; nitrate de chaux (15.5%) ; cyanamide de chaux (20%) ; nitrate de potasse (13%).

Pour les entrées, voici quelques références : type engrais organique (% de N)

Boue d'épuration liquide (7.4%) ; boue d'épuration solide/sèche (45.6%) ; compost de déchets verts (9.1 %) ; écume de sucrerie (7.4%) ; fiente de poule (30.6%) ; fumier de bovin (6.2%) ; fumier de caprin (9.1%) ; fumier de cheval (5.3%) ; fumier de poule pondeuse (12.4%) ; lisier de porc (3.5%) ; vinasse de distillerie (2.6%) ; lombricompost de déchets alimentaires (13%).

Pour les sorties, voici les besoins théoriques des plantes pour un rendement moyen par hectare :

Agrumes (20 t de fruits/ha : 300 kg d'azote/ha) ; **ananas** (70 t : 300 kg) ; **bananier** (30 t : 300 kg) ; **canne à sucre** (100 t : 220 kg) ; **légumes** : **ail** (8 t : 120 kg), **artichaut** (22 t : 220 kg), **aubergine** (50 t : 190 kg), **betterave** (50 t : 210 kg), **carotte** (35 t : 90 kg), **chou-fleur** (25 t : 140 kg), **chou-pommé** (50 t : 150 kg), **concombre** (40 t : 180 kg), **courgette** (60 t : 120 kg), **haricot vert** (10 t : 100 kg), **laitue** (50 t : 120 kg), **melon** (30 t : 120 kg), **navet** (35 t : 120 kg), **oignon** (25 t : 140 kg), **pastèque** (40 t : 120 kg), **poireau** (30 t : 190 kg), **poivron** (40 t : 210 kg), **pomme de terre** (25 t : 125 kg), **radis** (21 t : 70 kg), **tomate** (40 t : 100 kg) ; **manguier** (10 t : 200 kg) ; **racines et tubercules** (20 t : 125 kg).

6.2 Apport annuel de matières organiques amendantes (hors lisier de porc, lisier et fiente de poule pondeuse, boue d'épuration liquide, pâteuse, solide-sèche, solide) et/ou engrais verts

6.3 Fractionnement des apports

6.1 si bilan azoté supérieur à 100 kg N/ha/an = 0 ; compris entre 30 et 100 kg N/ha/an = 1 ; inférieur à 30 kg N/ha/an = 2

6.2 Non = 0 ; oui = 2

6.3 Non = 0 ; fractionné en 1 ou 2 apports = 1 ; fractionné en 3 apports et plus = 2

Technique(s) alternative(s) positive(s) : FT n° 02 (si incorporation des pailis du précédent), 06 (si utilisation de légumineuses), 7, 11 (si incorporation des pailis du précédent) et 17.

Technique(s) alternative(s) négative(s) : FT n° 10 (si effluents non maîtrisés)

7. TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES

Même utilisés avec discernement et précaution, les produits phytosanitaires sont en contradiction avec la préservation des ressources. Les transferts de ces produits vers l'environnement ont des répercussions directes notamment sur la biodiversité (baisse de la fécondité, mortalité), sur les insectes pollinisateurs, sur la pollution chronique des eaux de surface ou souterraines... mais aussi des risques, plus insidieux, sur la santé humaine et particulièrement l'accroissement des maladies de type cancer chez l'homme.

Pour faciliter le calcul de ces indicateurs, il est proposé de dresser la liste des pesticides utilisés sur la ou les cultures du système. La fiche support FS n°03 vous propose un cadre qui facilitera ensuite l'analyse des pratiques phytosanitaires :

- 7.1 IFT (Indice de Fréquence de Traitement) = (dose appliquée x surface traitée) / (dose homologuée x surface parcelle) ; il est proposé de calculer un IFT 'herbicides' et un IFT 'autres traitements' pour aider à l'interprétation ultérieurement.
- 7.2 Score PHYTO'AIDE pour chaque substance active utilisée (FO n°02)
- 7.3 Utilisation de biopesticides ou de produits alternatifs
- 7.4 Traitements via des seuils d'intervention
- 7.5 Choix de la substance active par rapport à la cible
- 7.6 Traitements en conditions pédo-climatiques favorables (humidité suffisante du sol, hygrométrie supérieure à 60 %, air entre 16 et 25 °C, vent inférieur à 12 km/h, pas de pluie prévue dans les heures qui suivent et intervenir tôt le matin ou tard le soir)
- 7.7 Traitements hors périodes de floraison
- 7.8 Utilisation de buses anti-dérive
- 7.9 Traitements localisés

- 7.1 pas de seuil, comptabilisation et comparaison des IFT.
- 7.2 pas de seuil, notation et comparaison de la note minimale obtenue via PHYTO'AIDE de l'ensemble des traitements.
- 7.3 Non = 0 ; oui = 2
- 7.4 Non = 0 ; oui = 2
- 7.5 Non = 0 ; oui = 2
- 7.6 Non = 0 ; oui = 2
- 7.7 Non = 0 ; oui = 2
- 7.8 Non = 0 ; oui = 2
- 7.9 Non = 0 ; oui = 2

Technique(s) alternative(s) positive(s) : 7.1 et 7.2 : toutes (FT n°01 à n° 20) ; 7.3 : FT n°19 ; 7.4 à 7.9 : FT n°10 et n°20

Technique(s) alternative(s) négative(s) : FT n°02 (si destruction chimique de la jachère assainissante) et 05 (si destruction chimique du faux-semis)

8. MÉTHODES ALTERNATIVES DE LUTTE CONTRE LES BIOAGRESSEURS

Cet indicateur met en avant les techniques de production agricole intégrée privilégiant les ressources et les mécanismes de régulation naturels par rapport aux intrants chimiques.

- 8.1** Pratique effective de la rotation des cultures et si maraîchage, alternance des espèces, familles et types de légumes
- 8.2** Création d'habitats de service herbacés ou arbustifs pour favoriser la biodiversité entomologique par des espèces non envahissantes
- 8.3** Utilisation de plantes-pièges (ou de push-pull) non envahissantes
- 8.4** Utilisation de jachères assainissantes non envahissantes
- 8.5** Utilisation de plantes de couverture non envahissantes
- 8.6** Observation régulière des bioagresseurs (monitoring)
- 8.7** Gestion physique des adventices
- 8.8** Pratique du faux-semis
- 8.9** Lâchers d'organismes auxiliaires prédateurs ou parasites
- 8.10** Utilisation de barrières contre les insectes
- 8.11** Limitation des inoculums

- 8.1** Non = 0 ; oui = 2
- 8.2** Non = 0 ; oui = 2
- 8.3** Non = 0 ; oui = 2
- 8.4** Non = 0 ; oui = 2
- 8.5** Non = 0 ; oui = 2
- 8.6** Non = 0 ; oui = 2
- 8.7** Non = 0 ; oui = 2
- 8.8** Non = 0 ; oui = 2
- 8.9** Non = 0 ; oui = 2
- 8.10** Non = 0 ; oui = 2
- 8.11** Non = 0 ; moyenne = 1 ; bonne = 2

Technique(s) alternative(s) positive(s) : **8.1** FT n°17 ; **8.2** FT n°6, 9 et 15 ; **8.3** FT n°15 ; **8.4** FT n°02 ; **8.5** FT n°06 ; **8.6** FT n°10, 13, 14, 19 et 20 ; **8.7** FT n°03, 04, 05 et 11 ; **8.8** FT n°05 ; **8.9** FT n°8 et 19 ; **8.10** FT n°1 ; **8.11** FT n°13, 14 et 16

Technique(s) alternative(s) négative(s) : FT n°06 (si destruction systématique de tous les enherbements spontanés = destruction des refuges pour les auxiliaires) et 17 (si ajout d'une culture non adaptée)

COMPATIBILITÉ DES TECHNIQUES ALTERNATIVES ENTRE ELLES

	Biodésinfection des sols	Cultures hors-sol	Désherbage physique	Faux-semis	Gestion des enherbements pérennes non concurrentiels
Barrières physiques	+ -	+	+ -	+ -	+ -
Biodésinfection des sols		-	+ -	+ -	+ -
Cultures hors-sol			-	-	-
Désherbage physique				++	++
Faux-semis					+
Gestion des enherbements pérennes non concurrentiels					
Lutte biologique inondative					
Lutte biologique par conservation					
Paillage					
Piégeage de masse					
Push-pull					
Qualité du matériel végétal					
Rotation et association					
Solarisation					

Remarque : dans un souci de lisibilité, les techniques Gestion des intrants, Optimisation des applications, Préconisations pré et post-cycloniques, Prophylaxie et Surveillance des bioagresseurs n'ont pas été intégrées au tableau car elles sont toutes compatibles et conseillées avec les autres techniques +

Lutte biologique inondative	Lutte biologique par conservation	Paillage	Piégeage de masse	Push-pull	Qualité du matériel végétal	Rotation et association	Solarisation	Substitution chimique
++	+	+ -	++	+	+ -	+	+ -	+
+	+ -	+ -	+ -	+ -	+	++	-	+
+ -	+	-	+ -	+ -	++	+ -	-	+
+ -	+ -	+	+ -	+ -	+	+	+	+ -
+ -	+ -	+	+ -	+ -	+	+	+	+ -
+ -	+ -	++	+ -	+	+	+	+	+ -
	++	+ -	+	+	+	+	+ -	++
		+ -	+	++	+	+	+ -	++
			+ -	+ -	+	+	+	+ -
				++	+ -	+	+ -	+
					+ -	++	+ -	+
						++	+	+
							+	+
								+ -

▼ Légende

- ++ Il est conseillé d'associer ces techniques sur une même parcelle (simultanément ou avec un décalage dans le temps) pour une meilleure efficacité de la lutte contre les bioagresseurs.
- ++ L'association de ces techniques est très efficace dans la lutte contre les bioagresseurs
- + - Les techniques peuvent être appliquées en même temps ou avec un décalage sur une même parcelle sans pour autant que cela renforce leurs actions respectives
- Les techniques sont incompatibles pour des raisons pratiques (même avec un décalage temporel)

FACTEURS À PRENDRE EN COMPTE POUR L'ADOPTION DES TECHNIQUES

FT
01

BARRIÈRES PHYSIQUES

- Main d'œuvre disponible tout au long de l'année
- Disponibilité des barrières dans le DOM
- Achat des filets, abris ou gaines plastiques
- Accès à un centre de traitement des déchets
- Dans certaines conditions, création de microclimat favorable aux maladies ou défavorable à la physiologie des plantes
- Augmentation de la quantité de déchets
- Si nécessité de mieux ventiler la serre, augmentation de la consommation d'énergie

FT
02

BIODÉSINFECTION DES SOLS

- Main d'œuvre disponible à l'implantation de la plante de service, pour son entretien et pour sa récolte/destruction
- Si la plante de service est en intercalaire avec la culture de rente, possibilité d'accroissement des temps de travaux
- Achats supplémentaires de semences et de matériels spécifiques
- Si mise en place de jachères, pas de production pendant ce temps
- Baisse transitoire du revenu au début de l'adoption d'une jachère assainissante

FT
03

CULTURES HORS-SOL

- Technique non utilisable en agriculture biologique
- Investissements élevés
- Grande technicité requise
- Réactivité immédiate au moindre problème sanitaire ou de nutrition
- Connaissance de la réglementation
- Main d'œuvre disponible tout au long de l'année
- Accès à un centre de traitement des déchets
- Consommation importante de matériaux non recyclables et production de nombreux déchets
- Si les solutions nutritives ne sont pas recyclées, risque de pollution
- Consommation de carburant ou d'énergie électrique
- Mesures spécifiques de prophylaxie à prendre



DÉSHERBAGE PHYSIQUE

1. DÉSHERBAGE MANUEL

- Main d'œuvre disponible tout au long de l'année

2. DÉBROUSSAILLAGE

- Coûts de main d'œuvre très importants
- Pénibilité du travail
- Peu d'efficacité dès que le développement des adventices est avancé

3. DÉSHERBAGE MÉCANIQUE MOTORISÉ

- Investissements dans du matériel
- Repousse rapide des adventices
- Coût par hectare élevé
- Consommation d'énergie
- Pénibilité du travail
- Disponibilité du matériel dans les DOM
- Investissements dans du matériel
- Parcelle épierrée et nivelée
- Nécessité de sols non sujets au compactage ou à l'érosion
- Forte consommation de carburant
- Réglage délicat du matériel

4. DÉSHERBAGE THERMIQUE

- Action limitée sur les dicotylédones plus développées que le stade « 2 feuilles vraies » et très limitée sur les graminées dont le bourgeon est protégé par une gaine foliaire
- Disponibilité du matériel dans les DOM
- Investissements dans du matériel
- Forte consommation de carburant
- Parcelle non soumise au vent ou aux risques d'incendie



FAUX-SEMS

- Nécessité de matériel de préparation du sol et de destruction des adventices
- Besoin éventuel d'irrigation
- Main d'œuvre disponible en amont de l'implantation des cultures
- Nécessité d'un délai plus long entre deux cultures
- Augmentation de la consommation de carburants
- Risque de compactage du sol si le travail mécanique est mal géré
- Risque d'érosion avec un travail du sol superficiel en zone tropicale
- Si désherbage thermique, consommation de gaz



GESTION DES
ENHERBEMENTS
PÉRENNES NON
CONCURRENTIELS

- Technicité requise ou appui d'un technicien
- Consommation de carburant
- Main d'œuvre disponible toute l'année
- Nécessité de matériel de désherbage
- Si mauvaise gestion, risque invasif notamment pour les légumineuses pérennes



GESTION
DES INTRANTS

- Accès à Internet ou en contact avec des acteurs connaissant la réglementation
- Main d'œuvre disponible toute l'année
- Technicité requise
- Achat des intrants et du matériel
- Coût des analyses de sol
- Pour certains engrais verts, favorisation du développement des maladies et des ravageurs
- Pour certains engrais verts, compétition avec les besoins de la plante durant leur dégradation
- Consommation de carburants et d'énergie électrique
- Disponibilité des intrants



LUTTE BIOLOGIQUE
INONDATIVE

- Observations régulières des ravageurs
- Dépense pour l'achat des auxiliaires
- Connaissance de la réglementation liée à l'introduction de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux
- Faible durée de stockage et stockage au frais des auxiliaires
- Choix limité de produits phytosanitaires compatibles avec la lutte biologique
- Si besoin d'augmenter la température de la serre pour le bon développement des auxiliaires, consommation d'énergie supplémentaire



LUTTE BIOLOGIQUE
PAR CONSERVATION

- Main d'œuvre disponible toute l'année
- Bonnes connaissances sur les plantes à introduire dans les parcelles
- Augmentation des charges opérationnelles et de mécanisation
- Nécessité de matériel d'entretien et de désherbage
- Légère diminution de la superficie cultivée
- Augmentation de la concurrence entre la bordure de la parcelle et l'aménagement
- Réservoir pour certains bioagresseurs
- Besoins éventuels d'irrigation et de fertilisation supplémentaires
- Disponibilité des semences
- Consommation de carburant supplémentaire



OPTIMISATION DES APPLICATIONS PHYTOSANITAIRES

- Connaissance de la réglementation relative à l'utilisation de produits phytosanitaires
- Organisation de la main d'œuvre pour traiter dans les meilleures conditions possibles
- Formation de la main d'œuvre sur l'identification des bioagresseurs
- Disponibilité du matériel dans les DOM
- Accès à Internet pour consulter e-phy et PHYTO'AIDE



PAILLAGE

1. PAILLIS POST-RÉCOLTE DE LA CANNE À SUCRE

- Dans certains cas, retard de croissance avec un paillage végétal (faim d'azote)

2. ÉPAILLAGE DE LA CANNE À SUCRE

- Main d'œuvre disponible en fin de culture
- Nécessité d'une récolteuse soufflante ou d'une faneuse ou d'outils pour homogénéiser le paillage

3. BRF

- Main d'œuvre disponible au cours de la culture et en fin
- Dépendance de la pluie (sauf si irrigation par aspersion)
- Risques de piqures de guêpes et de fourmis

4. AUTRES PAILLIS VÉGÉTAUX

- Main d'œuvre disponible en début et en fin de culture
- Dépense pour la fabrication du BRF
- Consommation de carburant pour la coupe et le transport du bois jusqu'à l'exploitation
- Pour la biomasse de l'inter-rang déposée sur le rang en vergers, nécessité d'un broyeur verger équipé d'un système de dépose latérale et donc nécessité d'un tracteur puissant

5. PAILLAGES MANUFACTURÉS

- Accès à un centre de traitement des déchets
- Disponibilité dans le DOM de ce type de paillage
- Main d'œuvre disponible en début de culture
- Dépense pour l'achat du paillage
- Si paillage plastique, réduction du taux d'émergence des jeunes pousses d'ignames
- Si paillage plastique, création d'un microclimat favorable à certains bioagresseurs telluriques de l'ananas (nématodes, symphytes et *Phytophthora* sp.)
- Si paillages imperméables, augmentation du ruissellement et accentuation de l'érosion
- Paillages non biodégradables non utilisables en agriculture biologique



PIÉGEAGE DE MASSE

- Surveillance des bioagresseurs présents sur l'exploitation
- Technique non disponible pour tous les insectes ravageurs
- Bonnes connaissances de la réglementation
- Nécessité d'anticiper la pose des pièges
- Main d'œuvre disponible tout au long de l'année
- Achat des produits et/ou des pièges

FT
13

PRÉCONISATIONS
PRÉ ET POST-
CYCLONIQUES

- Main d'œuvre disponible avant et après l'événement
- Si utilisation de mécanisation, consommation supplémentaire de carburant

FT
14

PROPHYLAXIE

- Bonnes connaissances de la biologie des bioagresseurs susceptibles d'attaquer la culture
- Nécessité de vérifier l'homologation des désinfectants
- Main d'œuvre disponible toute l'année
- Nécessité de s'organiser pour pouvoir travailler les parcelles les plus contaminées en dernier
- Si trajets supplémentaires pour désinfecter le matériel, augmentation de la consommation de carburants

FT
15

PUSH-PULL

- Bonnes connaissances sur les plantes à introduire dans les parcelles
- Charges supplémentaires induites par le semis, l'entretien et la récolte ou la destruction des plantes-pièges
- Main d'œuvre disponible tout au long de l'année
- Augmentation variable de la consommation de carburant selon la culture-piège et l'énergie consommée pour son implantation, son entretien et sa récolte ou sa destruction
- Besoins éventuels d'irrigation et de fertilisation supplémentaires

FT
16

QUALITÉ DU
MATÉRIEL VÉGÉTAL

- Bonnes connaissances sur les bioagresseurs susceptibles d'attaquer la culture
- Grande technicité requise pour la production de plants sains en pépinière sur l'exploitation
- Réflexion pour le choix du matériel végétal et pour l'observation au moment de la réception des plants le cas échéant
- Coût plus élevé des semences ou des plants
- Mise en œuvre de prophylaxie
- Disponibilité des semences ou des plants de qualité
- Technique non disponible pour toutes les cultures

FT
17

ROTATION
ET ASSOCIATION

- Nécessité de connaissances sur les éventuels effets allélopathiques des plantes
- Main d'œuvre disponible pour gérer plus d'espèces
- Possible augmentation de la pénibilité du travail dans le cas des associations



SOLARISATION

- Main d'œuvre disponible à la mise en place et au retrait des bâches
- Nécessité de parcelles ensoleillées
- Adaptation des successions pour que la parcelle soit libre au minimum un mois avant l'implantation de la culture
- Accès à un centre de traitement des déchets
- Nécessité d'une trésorerie suffisante pour immobiliser les parcelles pendant plus d'un mois
- Investissements dans le matériel
- Accès à un système d'irrigation
- Technique non sélective
- Si la mise en place des plastiques est mécanisée, augmentation de la consommation de carburant



SUBSTITUTION CHIMIQUE

- Accès à Internet ou en contact avec des acteurs connaissant la réglementation
- Pour certains biopesticides, conditions d'application des produits contraignantes
- Main d'œuvre disponible toute l'année
- Disponibilité des produits sur le marché des DOM
- Utilisation rapide des produits après ouverture
- Choix limité de produits phytosanitaires classiques compatibles avec ces produits alternatifs
- Achat des produits
- Efficacité des traitements variable
- Si produits alternatifs non spécifiques, possibilité d'impact négatif sur la biodiversité utile
- Augmentation de la consommation de carburants



SURVEILLANCE DES BIOAGRESSEURS

1. PIÈGES À PHÉROMONES

- Main d'œuvre disponible toute l'année
- Bonnes connaissances pour la reconnaissance des bioagresseurs et des auxiliaires

2. OBSERVATION DIRECTE

- Connaissances de la réglementation sur le suivi par piégeage
- Besoin de place pour installer les pièges
- Besoin de temps pour surveiller et entretenir les pièges
- Technicité requise ou appui d'un technicien
- Si parcelle traitée chimiquement, risque pour la santé de l'observateur

3. BSV

- Pas de BSV à Mayotte et en Guyane
- Accès Internet

1

FIXATION D'UN CADRE DE CONTRAINTES ET D'OBJECTIFS



2

GÉNÉRATION DE SYSTÈMES DE CULTURE



3

ÉVALUATION DES SYSTÈMES DE CULTURE



SYSTÈMES DE CULTURE POTENTIELLEMENT INNOVANTS



4

TEST ET DIFFUSION DE L'INNOVATION

ÉTAPE 1 DIAGNOSTIC DE LA SITUATION INITIALE DE L'EXPLOITATION

1.1 Approche globale du fonctionnement de l'exploitation



1.2 Analyse des problèmes liés aux bioagresseurs présents sur l'exploitation



1.3 Évaluation des pratiques de l'exploitant



ÉTAPE 2 CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE 3 ÉVALUATION DES PERFORMANCES DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE 4 FAISABILITÉ ET MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME DE CULTURE ALTERNATIF



ÉTAPE NON TRAITÉE PAR LE GUIDE TROPICAL



FICHES OUTILS

> FICHE OUTIL FO N°01	
IDEA RUN	190
> FICHE OUTIL FO N°02	
PHYTO'AIDE	192
> FICHE OUTIL FO N°03	
IDAO ET APPLICATION WIKWIO	195
> FICHE OUTIL FO N°04	
AGREF	197
> FICHE OUTIL FO N°05	
SIMSERV	199

IDEA RUN

► **OBJECTIF** : IDEA Run est un outil d'évaluation de la durabilité des exploitations agricoles réunionnaises selon trois piliers : agro-écologique, économique et socio-territorial. IDEA Run sert au diagnostic à destination des techniciens de filières sur la notion de durabilité et des pratiques qui l'impactent. Il permet, à l'aide d'indicateurs chiffrés, d'évaluer les forces et les faiblesses du système d'exploitation suivant ces trois piliers et ainsi d'identifier des voies d'amélioration possibles vers plus de durabilité.

► **CONSTRUCTION** : c'est une démarche participative qui a été mise en œuvre par un collectif d'experts réunionnais et de métropole provenant d'organismes divers : agriculteurs, instituts techniques et de recherche, services de l'Etat, associations de producteurs, coopératives, interprofessions, industriels...

► **PRINCIPE D'UTILISATION** : chaque pilier de la durabilité est décomposé en plusieurs composantes comprenant chacune des indicateurs classés par thématique et qui sont explicités. En rassemblant les informations relatives à l'exploitation agricole évaluée, l'utilisateur calcule une note pour chacun de ces indicateurs en suivant la démarche proposée. Le guide d'IDEA Run explique précisément comment obtenir chaque note. Les notes de chaque indicateur et de chaque composante sont ensuite additionnées par pilier. L'utilisateur obtient ainsi une note globale sur 100 points pour chaque pilier. La note finale retenue est la plus basse des trois, ce qui évite une compensation d'un pilier par un autre, puisque chacun des piliers a son importance dans la notion de durabilité. La méthode a été construite

pour La Réunion mais un grand nombre d'indicateurs peuvent être appliqués aux autres DOM.

► **RÔLE DANS LA RÉDUCTION DE L'UTILISATION DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES** : trois indicateurs permettent de rendre compte de l'utilisation des produits phytosanitaires et des techniques alternatives : « Traitements phytosanitaires et vétérinaires », « Méthodes alternatives de lutte contre les bioagresseurs » et « Zone de régulation écologique ». Une évaluation faite avant et après la conception du nouveau système de culture permet de déterminer l'efficacité de ce dernier dans la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires.

► **PUBLIC UTILISATEUR** : les techniciens de filières et les producteurs.

► **ECHELLE D'ÉVALUATION DE L'OUTIL** : l'exploitation agricole.

► **APPLICATION À QUEL(S) TYPE(S) D'EXPLOITATIONS AGRICOLES ?** Tous à l'exception des systèmes de production hyperspécialisés tels que l'apiculture.

► **À QUELLE PÉRIODE FAIRE L'ÉVALUATION ?** À tout moment des cycles culturaux, avant et après un changement survenu dans l'exploitation ou au minimum une fois par an pour assurer un suivi et analyser l'évolution de l'exploitation en ce qui concerne la durabilité.

► **DONNÉES REQUISES** : dires d'agriculteurs, écrits du cahier d'enregistrement, données de comptabilité, observations de terrain.

► **DONNÉES DE SORTIE** : des scores sur 100 pour chacun des 3 piliers de la durabilité. Plus le score est élevé et plus l'exploitation est respectueuse de ce pilier.

► **TEMPS D'UTILISATION** (dont rassemblement des documents servant au calcul des indicateurs) : environ une demi-journée.

► **ACCÈS À L'OUTIL** : le portail web où télécharger IDEA Run se trouve à l'adresse <http://cosaq.cirad.fr/outils-d-aide-a-la-decision/idea-run>

► **PRIX DE LA LICENCE** : nul. L'utilisation d'IDEA Run est gratuite.

► **SOURCE** : Poletti S. *et al.*, 2014. **La méthode IDEA Réunion - IDEA Run Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles**, Guide d'utilisation, première édition, 137 p.

▼ Exploitation dans les hauts de l'île de La Réunion.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD)



PHYTO'AIDE

► **OBJECTIF** : PHYTO'AIDE est un outil d'aide à la décision évaluant les risques de transfert des produits phytosanitaires vers l'environnement. Il permet de déterminer les marges de progrès et de proposer différents leviers (actions à portée de l'utilisateur) pour limiter ces transferts. PHYTO'AIDE apporte un conseil personnalisé qui varie en fonction de la substance active utilisée mais aussi en fonction de ses conditions d'utilisation (caractéristiques de la parcelle, des conditions environnementales, du matériel utilisé, etc.).

► **CONSTRUCTION** : PHYTO'AIDE est le fruit d'un travail collaboratif coordonné par le CIRAD Réunion. Différents acteurs y ont contribué et notamment l'ARMEFLHOR, l'ARS, le BRGM, la Chambre d'agriculture de La Réunion, COROI, la DAAF, la DEAL, eRcane, la FDGDON, l'Office de l'eau et Tereos Océan Indien.

► **PRINCIPE D'UTILISATION** : PHYTO'AIDE repose sur les résultats de l'indicateur d'évaluation I-PHY. C'est un indicateur de la méthode Indigo© développée par l'INRA de Colmar. I-PHY a été adapté au contexte tropical. Cette version fournit un score de risque de transfert des produits phytosanitaires vers l'environnement (air, eaux de surface et eaux souterraines) sur une échelle qualitative de 0 à 10.

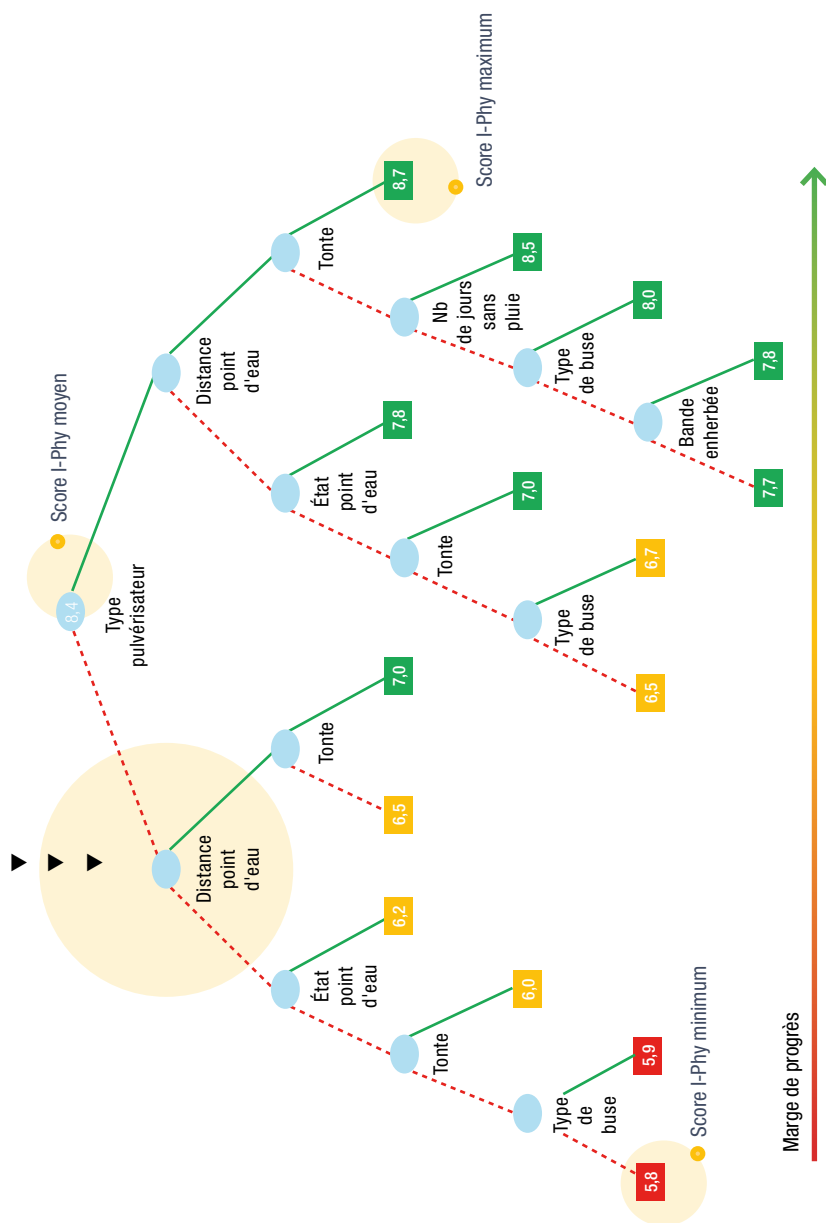
► **DONNÉES REQUISES** : il y a 10 variables à renseigner : le type de produit phytosanitaire appliqué (herbicide ou autre), le nom de la substance active, la pente de la parcelle ainsi que certaines caractéristiques du sol de la parcelle (déterminées grâce à une analyse de sol).

► **DONNÉES DE SORTIE** : une fois les variables renseignées, PHYTO'AIDE lance les procédures de calcul et fournit ses résultats sous une forme graphique en générant un arbre de régression et un graphique de contribution. Ces différents résultats varient d'un pesticide à l'autre et d'un sol à l'autre.

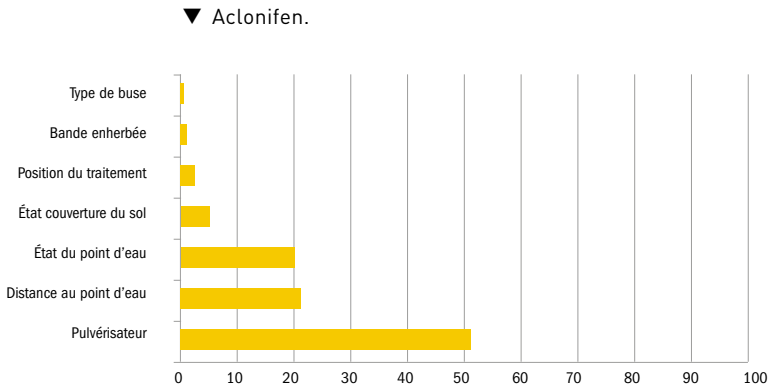
► **INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS** : l'arbre de régression PHYTO'AIDE permet de visualiser les scores de plus de 1000 scénarios d'utilisation du pesticide. Ces scénarios sont construits en faisant varier les variables d'utilisation (type de pulvérisateur, de buse, distance à un point d'eau...) constitutives du score de I-PHY (sauf celles du pesticide et du sol que l'utilisateur a fixé selon le cas d'étude). Les variations testées le sont sur les valeurs dites favorables ou défavorables de chaque variable. De sorte que, partant du score moyen I-PHY de tous les scénarios testés (score affiché dans le rond bleu en haut de l'arbre), selon que la valeur prise par la variable est favorable ou défavorable, ce score moyen va être dégradé (branche rouge de l'arbre, ce qui signifie que le risque augmente) ou au contraire augmenté (branche verte de l'arbre, ce qui signifie que le risque diminue). Plus les variables sont hautes dans l'arbre plus elles ont d'importance dans la construction du score d'I-PHY. Le score minimum de tous les scénarios testés par PHYTO'AIDE est en bas à gauche de l'arbre et le maximum à droite. La différence entre ces deux scores constitue la marge de progrès possible en manœuvrant les différents leviers (passage de la condition défavorable à favorable des variables).

► Figure 3 : Exemple d'un arbre de régression PHYTO'AIDE.

Par exemple : La condition défavorable du levier "distance au point d'eau" est une distance de traitement inférieure à 15 m par rapport à ce point d'eau. La condition favorable est une distance supérieure à 15 m.



Le deuxième résultat généré par PHYTO'AIDE est le graphique de contribution des variables. Sa lecture est simple. En effet, plus une variable a d'importance dans la construction du score d'I-PHY, plus son pourcentage de contribution sera élevé. Dans l'exemple ci-dessous, pour l'aclonifen (herbicide) testé sur un sol réunionnais, c'est le pulvérisateur utilisé qui a le plus d'importance (52 % de contribution) suivi de la distance du traitement au point d'eau (20,7 %) et à l'état de ce dernier (19,7 %). Les autres variables ont quant à elles moins d'importance. L'analyse de ce graphique permet d'identifier rapidement sur quelles variables il convient d'apporter son attention prioritairement.



► **RÔLE DANS LA RÉDUCTION DE L'UTILISATION DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES :** l'utilisation de l'outil permet d'améliorer l'efficacité des traitements phytosanitaires puisqu'il propose des leviers limitant les transferts vers l'environnement.

► **PUBLIC UTILISATEUR :** les agriculteurs et leurs conseillers.

► **APPLICATION À QUELS TYPES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES ?** Toutes les exploitations des DOM (sauf cultures sous abris).

► A QUEL MOMENT FAIRE L'ÉVALUATION ?

Avant le choix d'une substance active pour déterminer si celle-ci permet d'obtenir un score acceptable ou alors avant le traitement, une fois le produit choisi, pour connaître les conditions de traitement favorables à la limitation des transferts.

► **TEMPS D'UTILISATION :** avec une analyse de sol à portée de main, les variables sont renseignées en moins d'une minute pour toutes les substances actives. L'arbre est créé en quelques secondes et son interprétation est très rapide (moins d'une minute également).

► **ACCÈS À L'OUTIL :** il est mis en ligne sur le portail www.margouilla.net, sous l'onglet « PHYTO'AIDE ».

► **PRIX DE LA LICENCE :** nul. L'utilisation de PHYTO'AIDE est gratuite.

► **SOURCE :** Le Bellec F., 2014. **Guide de l'utilisateur de PHYTO'AIDE.** 7 p.

IDAO ET APPLICATION WIKWIO

► **OBJECTIF** : IDAO est un logiciel d'identification des plantes utilisant une interface graphique. Cet outil développé par le CIRAD permet de s'affranchir des contraintes linguistiques, de la connaissance du vocabulaire spécialisé de description de la morphologie des plantes et des systèmes de clés dichotomiques qui imposent les caractères à renseigner. De plus, il permet d'identifier une plante à n'importe quel stade de développement sans attendre qu'il y ait une fleur.

► **PRINCIPE D'UTILISATION** : l'utilisateur sélectionne, par simple clic à partir de dessins, les caractères qu'il observe sur l'échantillon de plante à identifier et construit ainsi pas à pas un portrait-robot de l'espèce. Le logiciel sélectionne alors les espèces correspondant à ce portrait-robot, en les organisant par similarité décroissante. De nombreuses applications d'IDAO ont été réalisées, notamment celle intitulée « Wikwio* » qui est un outil d'aide à l'identification de 347 espèces d'adventices des cultures des pays de l'ouest de l'Océan Indien et un support d'information sur leur biologie, leur écologie et leur nuisibilité et les moyens de lutte à mettre en œuvre en fonction des systèmes de culture.

► **RÔLE DANS LA RÉDUCTION DE L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES** : l'identification des adventices présentes dans une parcelle est primordiale avant de choisir et de mettre en œuvre toute pratique de gestion de l'enherbement utilisant ou non des produits phytosanitaires (il peut

s'agir d'une espèce non compétitive de la culture de rente). Si le producteur choisit d'utiliser des herbicides, l'identification de l'adventice permet aussi de sélectionner la matière active la plus adaptée.

► **PUBLIC UTILISATEUR** : les agronomes, les techniciens de filières, les producteurs, les étudiants.

► **APPLICATION À QUELS TYPES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES ?** Toutes les exploitations de La Réunion et de Mayotte et plus largement des pays de l'ouest de l'Océan Indien mais aussi celles des autres DOM car les adventices sont souvent communes.

► **DONNÉES REQUISES** : des photos des plantes à identifier ou des échantillons botaniques qui peuvent être incomplets.

► **DONNÉES DE SORTIE** : les fiches techniques des plantes présentant les mêmes caractéristiques morphologiques que la plante que l'utilisateur souhaite identifier. Chaque fiche comprend une description botanique complète de l'espèce, depuis la plantule jusqu'à la graine, en mettant l'accent sur les caractères végétatifs, de façon à faciliter la reconnaissance d'échantillons incomplets. Plusieurs photos en couleur de la plante, de la plantule ou de détails et une planche botanique dessinée illustrent l'espèce. Des informations sur l'écologie et l'importance agronomique de l'espèce pour les cultures locales peuvent être également mentionnées, de même que des recommandations de méthodes de lutte ou les usages.

► **TEMPS D'UTILISATION** : une quinzaine de minutes par plante.

* Wikwio : Weed identification and knowledge in the Western Indian Ocean. Un projet du programme ACP Sciences et Technologies II de l'Union Européenne.

► **PRIX DE LA LICENCE** : nul. L'utilisation de Wikwio est gratuite.

► **ACCÈS À L'OUTIL** : L'accès au portail collaboratif Wikwio se fait à l'adresse suivante : <http://portal.wikwio.org>

L'accès en ligne au système d'identification de Wikwio se fait à l'adresse suivante : <http://www.wikwio.org/idao>

Très prochainement des versions téléchargeables pour PC et des versions Android et IOS pour smartphones et tablettes seront disponibles à partir du portail Wikwio.

► **SOURCES** : <http://idao.cirad.fr/> ; <http://portal.wikwio.org/> ; <http://wikwio.server308.com/>

▼ Le poc-poc fleur bleue (*Nicandra physaloides*) est fréquent en systèmes de culture maraîchers.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD).



▼ Argémone mexicaine ou faux chardon (*Argemone mexicana*), adventice pionnière après un travail du sol.

(PHOTO : F. LE BELLEC, CIRAD).



AGREF

► **OBJECTIF** : l'application AGREF (Acquisition et Gestion de Références agro-économiques à l'échelle des filières fruits et légumes) est un outil de gestion de données adapté aux filières fruitières et légumières de La Réunion à destination des professionnels du secteur agricole réunionnais. Cet outil permet de gérer des données à différentes échelles depuis l'approche globale de l'exploitation jusqu'au détail de l'itinéraire technique des différentes cultures. Il permet ainsi de gérer les productions dans toutes leurs dimensions : administrative, agronomique, technique et économique via une interface simple, intuitive et sécurisée.

► **CONSTRUCTION D'AGREF** : elle s'est faite de manière participative avec l'ARMEFLHOR, la Chambre d'agriculture, le CIRAD, l'AROP-FL et ses organisations de producteurs.

► **PRINCIPE D'UTILISATION** : l'utilisateur peut renseigner plus de 300 variables à différentes échelles depuis l'approche globale de l'exploitation jusqu'au détail de l'itinéraire technique des différentes cultures.

► **RÔLE DANS LA RÉDUCTION DE L'UTILISATION DES PESTICIDES** : l'utilisation d'AGREF permet, entre autres, d'obtenir un suivi des traitements phytosanitaires réalisés par les producteurs.

► **PUBLIC UTILISATEUR** : les conseillers agricoles et les producteurs.

► **ECHELLES D'UTILISATION DE L'OUTIL** : le lot de fruits, la parcelle et l'exploitation.

► **APPLICATION À QUELS TYPES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES ?** Aux exploitations produisant des cultures fruitières et/ou du maraîchage.

► **DONNÉES REQUISES** : cela dépend de l'échelle de suivi recherchée. Pour exploiter l'application au maximum, il est nécessaire de renseigner un grand nombre de variables relatives à l'exploitation, aux parcelles, aux itinéraires techniques, aux cultures et aux lots. Mais il est possible de suivre une seule parcelle ou une culture spécifique et de se restreindre à quelques types d'opérations. Dans ce cas il y aura assez peu de données à collecter.

► **DONNÉES DE SORTIE** : des tableaux de bord à deux échelles pour deux visions complémentaires. À l'échelle de la parcelle pour couvrir le cycle entier des cultures présentes et à l'échelle de l'exploitation pour avoir une vision globale à l'année.

► **TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA SAISIE DES DONNÉES** : quelques minutes suffisent pour créer une exploitation, ses parcelles et ses cultures avec des données générales. Il faut ensuite alimenter l'outil avec les données plus précises si nécessaire et renseigner régulièrement les différentes opérations techniques. Chaque saisie ne prend que quelques minutes, le volume horaire dépend de l'ampleur de la/des exploitations/parcelles suivies.

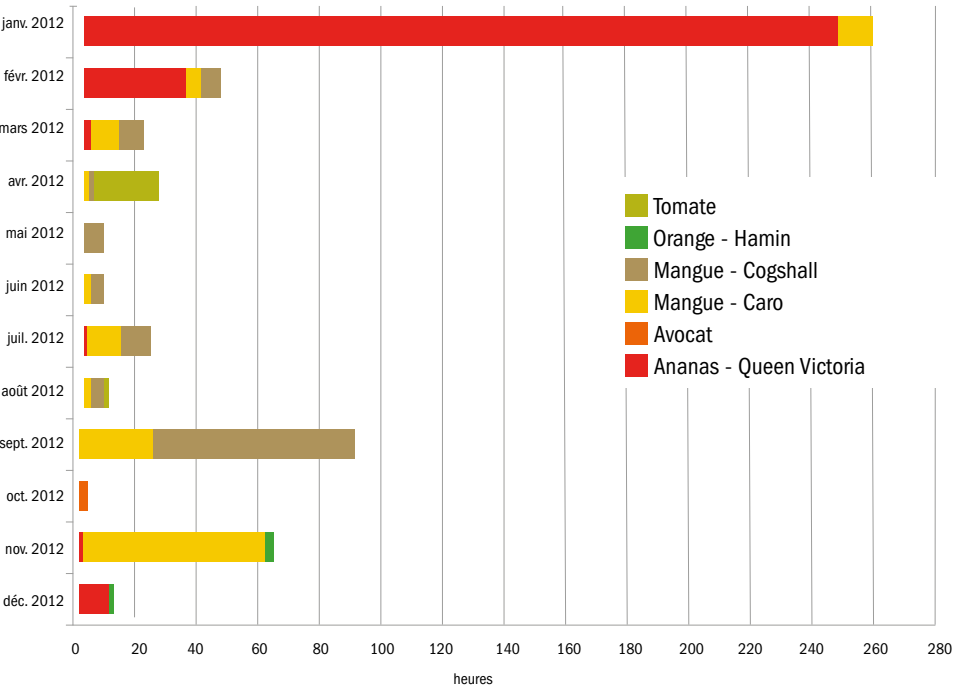
► **ACCÈS À L'OUTIL** : AGREF est mis en ligne à cette adresse : <http://www.agref.fr/>

▼ Figure 04 : Extrait d'un tableau de bord « Exploitation » dans AGREF.

Répartition des surfaces cultivées.

Cultures	Surfaces (ha)	Rendements (t/ha)	Prix de vente Max/Min/Moyen	Types de clients
Espèce 1 Variété 1	Surface totale par culture	Moyenne des rendements	Prix minimum, maximum et moyenne pondérée des prix des clients du producteur	Liste des types de clients qui achètent au producteur
Espèce 1 Variété 2				

Calendrier de travail.



► **PRIX DE LA LICENCE :** nul. L'utilisation est gratuite. La création d'un profil utilisateur doit être demandée auprès de l'administrateur pour accéder à l'outil.

► **SOURCES :** <http://www.agref.fr/>
AROP-FL, CIRAD, 2014. Guide de bonnes pratiques de collecte et de saisie des données, Version Novembre 2014 - AGREF 1.3.6., 51 p.

► **OBJECTIF** : SIMSERV est un système expert d'aide à la sélection de plantes de service qui optimise la sélection d'espèces candidates à un ou plusieurs services tout en raccourcissant le temps de sélection. Se basant sur la technologie des systèmes experts, cette démarche offre l'avantage de capitaliser la connaissance experte dans une base de données exploitable et réutilisable.

► **CONSTRUCTION** : SIMSERV a été créé par l'INRA de Guadeloupe. Trois profils utilisateurs sont déterminés dans l'application : l'administrateur construit l'arbre de décision, l'expert affecte des valeurs aux indicateurs pour décrire les cultures de rente et les plantes de service, et l'utilisateur fait de même pour décrire ses parcelles puis choisit un contexte.

► **PRINCIPE D'UTILISATION** : SIMSERV calcule pour chaque plante de service, une aptitude à rendre un service dans un contexte donné.

► **RÔLE DANS LA RÉDUCTION DE L'UTILISATION DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES** : SIMSERV permet la sélection de plantes de service. L'implantation de plantes de service limite l'emploi de produits phytosanitaires en couvrant ou en assainissant le sol par exemple.

► **PUBLIC UTILISATEUR** : tout public concerné par la sélection de plantes de service, notamment les producteurs.

► **ECHELLE D'UTILISATION DE L'OUTIL** : la parcelle.

► **DONNÉES REQUISES** : l'utilisateur définit le contexte en saisissant dans un formulaire : un service requis, une parcelle répondant à des caractéristiques agro-éco-

logiques et socio-économiques, un mode d'implantation (en rotation ou en association) et une culture de rente.

► **DONNÉES DE SORTIE** : l'outil renvoie à l'utilisateur les résultats dans un tableau contenant pour chaque plante de service, le nom et la note qualitative obtenue pour le service choisi. Les plantes de service sont classées de la meilleure à la moins apte à rendre le service, en réponse au contexte choisi. Ces plantes de service devront être, par la suite, soumises à des expérimentations ou des prototypages plus poussés afin de déterminer au mieux la ou les meilleures candidates.

L'outil ne permet donc qu'un premier dégrossissage parmi toutes les plantes de service répertoriées.

► **TEMPS D'UTILISATION** : si les caractéristiques de la parcelle sont déjà renseignées, la liste hiérarchisée des plantes de service candidates est générée en quelques secondes.

► **ACCÈS À L'OUTIL** : SIMSERV est disponible à cette adresse : <http://toolsforagroecology.antilles.inra.fr/simserv/index.php>.

► **UTILISATION DE L'OUTIL** : elle nécessite une licence. Néanmoins, l'utilisation de l'outil en ligne permet d'accéder à des simulations avec des parcelles déjà caractérisées.

► **SOURCE** : INRA, 2010. SIMSERV - un système expert d'aide à la sélection de plantes de service [En ligne] disponible sur : <http://toolsforagroecology.antilles.inra.fr/simserv/index.php> (consulté le 11/12/2014)

GLOSSAIRE

Agro-écologie : système de production permettant de combiner performances économique, sociale et environnementale par la mise en œuvre de pratiques agricoles dont la cohérence repose sur l'utilisation des processus écologiques et la valorisation de la biodiversité.

Allélopathie : effet direct ou indirect, positif ou négatif, d'une plante sur une autre, par le biais de composés biochimiques libérés dans l'environnement.

Auxiliaire : en protection des cultures, prédateur ou parasitoïde qui, par son mode de vie, apporte son concours à la destruction de ravageurs nuisibles aux cultures.

Bioagresseur : organisme pouvant engendrer des dommages sur les cultures. Il peut s'agir d'agents pathogènes (responsables de maladies), de ravageurs ou de plantes adventices.

Biocontrôle : ensemble des méthodes de protection des végétaux qui impliquent des substances ou des mécanismes naturels. Il existe quatre familles de produits de biocontrôle : les macro-organismes, les micro-organismes, les médiateurs chimiques et les substances naturelles.

Contrôle culturel : adaptation du système de culture afin de limiter les « dommages » dus aux bioagresseurs, en faisant appel à des modifications de successions et de pratiques culturales (date et densité de semis ou de plantation de ces cultures), à une gestion appropriée de la fertilisation, à la gestion du travail du sol et à une gestion adaptée de la plante (techniques d'ététagage par exemple). Le contrôle culturel englobe tous les moyens de contrôle autres que la protection chimique, la protection biologique, le contrôle génétique et la protection physique.

Contrôle génétique : utilisation de plantes sélectionnées pour leur résistance (partielle ou totale) ou leurs caractéristiques morphologiques pour mieux maîtriser les bioagresseurs.

Culture intercalaire : culture implantée entre les rangs d'une autre culture d'espèce différente.

Culture intermédiaire : culture implantée pendant la période d'interculture, entre deux cultures de production (exemple : Cultures Intermédiaires Pièges A Nitrates (CIPAN) ou engrais verts).

Dégât : altération visible (symptôme) ou mesurable par rapport à une plante saine ou un peuplement indemne, causée par la présence d'un bioagresseur.

Délai de retour : temps d'attente (en mois ou en années) avant de réimplanter une même culture sur une même parcelle.

Dommage : perte de récolte (réduction du rendement en quantité et/ou en qualité) due à l'action d'un bioagresseur.

Engrais verts : plantes éphémères à croissance rapide qui retiennent les éléments nutritifs du sol. Une fois décomposées, elles servent d'apport en matière organique.

Évitement : action d'éviter la concordance entre la présence du bioagresseur et la période de sensibilité de la culture. Le principal levier est le raisonnement de la date de semis et/ou de récolte, à coupler avec un choix de variétés adéquat.

Indicateur : outil d'évaluation qui fournit des renseignements sur la valeur d'une grandeur.

Inoculum : élément infectieux susceptible de contaminer une plante hôte.

Itinéraire technique : combinaison logique et ordonnée des techniques appliquées à une culture sur une parcelle agricole en vue d'obtenir une production.

Lutte biologique : utilisation d'organismes vivants (micro-organismes ou macro-organismes) pour prévenir ou réduire les dommages causés par des bioagresseurs.

Lutte physique : utilisation de moyens mécaniques (désherbage mécanique, paillage, filet, bâche, film plastique...), thermiques (solarisation...), électromagnétiques (micro-ondes) ou pneumatiques (aspirateur à insectes...) pour protéger une culture contre les attaques des bioagresseurs.

Macro-organisme : dans le cas de la protection par biocontrôle, auxiliaire invertébré (insecte, acarien, nématode) utilisé de façon raisonnée pour protéger les cultures contre les attaques des bioagresseurs.

Micro-organisme : dans le cas de la protection par biocontrôle, organisme invisible à l'œil nu (champignon, bactérie ou virus) utilisé pour protéger les cultures contre les attaques des bioagresseurs.

Médiateur chimique : phéromone et kairomone permettant le suivi et/ou le contrôle des insectes ravageurs (méthode de confusion sexuelle, piégeage...).

Perte : perte économique liée à la présence d'un bioagresseur dans une culture, provenant d'une baisse de rendement et/ou d'un déficit de qualité de la production.

Plante de service : plante cultivée lors de la période d'interculture ou en association avec la culture en place, dont l'implantation vise à rendre différents services tels que la protection contre les bioagresseurs, l'attraction des auxiliaires, un meilleur usage des ressources organiques ou minérales...

Précédent culturel : culture de production ($n - 1$) réalisée avant la culture (n). Ce précédent pourra influencer la culture en modifiant les états du milieu (structure du sol, équilibre de la faune et de la flore, humidité du sol...).

Production intégrée : système agricole de production qui utilise des ressources et des mécanismes de régulation naturels pour remplacer des apports d'intrants dommageables à l'environnement et qui assure à long terme une agriculture viable et performante.

Prophylaxie : ensemble des mesures permettant de prévenir ou limiter l'installation et le développement des bioagresseurs.

Protection chimique : utilisation de produits phytosanitaires chimiques de synthèse pour la protection des cultures.

Protection intégrée : application rationnelle d'une combinaison de mesures biologiques, chimiques, physiques, culturales ou mettant en œuvre l'amélioration des végétaux en privilégiant chaque fois que possible les méthodes non-chimiques pour réduire ou limiter au maximum les risques pour la santé humaine et l'environnement. L'emploi de produits phytosanitaires y est limité au strict nécessaire pour maintenir les populations de bioagresseurs en dessous du seuil de nuisibilité.

Push-pull : stratégie consistant à attirer les ravageurs des cultures à certains endroits du territoire en répartissant de manière raisonnée des cultures permettant de les repousser ou de les attirer, permettant ainsi de les éloigner des cultures principales.

Reconception : redéfinition d'un système de culture en privilégiant les principes de la protection intégrée.

Résistance : toute caractéristique qui, chez une plante cultivée, interdit ou limite le développement d'un bioagresseur.

Rotation : succession de cultures se reproduisant de manière semblable au cours du temps.

Semis sous couvert : semis d'une nouvelle culture suite à l'implantation d'un couvert au préalable, la deuxième espèce semée ne prenant son plein développement que lors de la récolte du couvert.

Seuil biologique de nuisibilité : densité ou niveau d'infestation à partir duquel une diminution de rendement ou de qualité est statistiquement décelable.

Seuil économique de nuisibilité : densité ou niveau d'infestation à partir duquel l'effet sur la diminution de rendement ou de qualité est supérieur au coût des moyens mis en œuvre pour lutter contre l'ennemi de la culture.

Substance naturelle : en biocontrôle, substance d'origine végétale, animale ou minérale présente dans le milieu naturel.

Succession de cultures : suite des cultures sur une parcelle et dans le sens chronologique.

Système de culture : ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur une parcelle ou un ensemble de parcelles agricoles traitées de manière identique dans un contexte pédoclimatique donné. Chaque système de culture se définit par : la nature des cultures et leur ordre de succession ainsi que les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures (Sebillotte, 1975). Un système de culture est constitué d'une ou de plusieurs parcelles homogènes.

Système de production : mode de combinaison entre terre, forces et moyens de travail à des fins de production végétale et/ou animale, commun à un ensemble d'exploitations (Reboul, 1976). Le système de production est donc constitué d'un ou de plusieurs systèmes de culture et/ou d'élevage, parfois de systèmes de transformation des produits à la ferme et de leurs interrelations, liées à la répartition entre ces systèmes, des ressources rares de l'exploitation, terre, travail (incluant les compétences), capital (intrants, matériel, bâtiments...) (Meynard *et al.*, 2006).

Tolérance : aptitude d'une plante à limiter le dommage engendré par un dégât de bioagresseur.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Le Bellec F. *et al.*, 2012. **Evidence for farmers' active involvement in co-designing citrus cropping systems using an improved participatory method.** Agron. Sustain. Dev. 32:703-714
- 2 | <http://agriculture.gouv.fr/Adaptation-du-site-d-implantation> (consulté le 19/02/2014)
- 3 | AGRISUD International, 2010. **Entretien d'un verger** Dans : L'agroécologie en pratiques. p. 142. Disponible sur : http://www.agroecology-school.com/Agroecology/Library_files/Agroecologie%20en%20pratique.pdf
- 4 | <http://agriculture.gouv.fr/Hygiene-des-locaux> (consulté le 18/03/2014)
- 5 | Moulin G., Malet J-C., 2011. **Bilan d'étape des actions relatives à la protection des cultures tropicales dans le cadre des travaux conduits par la commission des usages orphelins.** 18 p.
- 6 | Loyce C., Wery J., 2006. **Les outils des agronomes pour l'évaluation et la conception de systèmes de culture.** In L'Agronomie aujourd'hui, Doré T., Le Bail M., Martin P., Ney B., Roger-Estrade J. (Eds), Quae, Versailles, France, pp. 77-98.
- 7 | Allwood, A. J. *et al.*, 2001. Méthodes de lutte contre les mouches des fruits dans les pays et territoires insulaires du Pacifique. 12 p.
- 8 | APAPAG, 2014. Fiche technique maraîchage n°5 : **filet de protection.**
- 9 | Bethke J. A., 1994. **Considering Installing Screening? This is what you need to know.** Greenhouse Manager, avril 1994, p. 34-36.
- 10 | Launais M. *et al.*, 2013. Fiche n°21 : **Mise en place de barrières physiques.** Guide pratique pour la conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques, 2 p.
- 11 | Demade-Pellorce L., Sanchez G., Vandaele R., 2014. **Projet « Itinéraires techniques de cultures sous abri en vue d'améliorer et de diminuer l'utilisation d'intrants », compte-rendu des résultats techniques et économiques.** Ecophyto Guyane.
- 12 | Guyot J., 2014. **Amélioration des itinéraires culturaux sur ananas et lutte contre le SCAB en vergers d'agrumes en Guyane. Rapport technique de fin de projet.** Ecophyto Guyane.
- 13 | Talekar N.S., Su F.C., Lin M.Y., 2003. **How to Grow Safer Leafy Vegetables in Nethouses and Net Tunnels.** International Cooperators' Guide, AVRDC, 6 p.
- 14 | Ziberlin O. *et al.*, 2010. **Guide des bonnes pratiques agricoles à La Réunion.** 300 p.
- 15 | <http://agriculture.gouv.fr/Dispositifs-physiques-anti> (consulté le 18/04/2014)
- 16 | <http://agriculture.gouv.fr/Equipement-des-serres-et-tunnels> (consulté le 18/04/2014)
- 17 | <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/00-022.htm> (consulté le 28/04/2014)

- 18 | AGRISUD International, 2010. **L'agroécologie en pratiques**. 187 p.
- 19 | ASSOFWI, 2012 réédité en 2013. **Les engrais verts**, 2 p.
- 20 | Deberdt P., Coranson-Beaudu R., Chave M. 2013. **L'oignon-pays (*Allium fistulosum*) au service de la Tomate en Martinique**. Poster]. 1^{er} Salon de l'Agriculture de Martinique, Fort de France, Martinique, 15-17 novembre 2013. s.l. : s.n., 1 p. 1^{er} Salon de l'Agriculture de Martinique, 2012-11-15/2012-11-17, Fort de France, Martinique.
- 21 | IT², 2011. Fiche **Jachère raisonnée**, Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 2 p.22] IT², 2011. Fiche ***Brachiaria decumbens* cv Basilisk - jachère assainissante et amélioration de la structure du sol**, Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 6 p.
- 23 | IT², 2011. Fiche **Les crotalaires**, Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 6 p.
- 24 | Fernandes P. *et al.*, **Des plantes assainissantes pour la gestion du flétrissement bactérien de la tomate**. 2 p.
- 25 | Langlais C., Ryckewaert P., 2000. **Guide de la culture sous abri en zone tropicale humide**. Cirad-flhor, 91 p.
- 26 | Simon S. et Minatchy J., 2009. **Guide de la tomate hors-sol à La Réunion**. 186 p.
- 27 | Thiault J-F., 2004. **La maîtrise de la culture hors-sol : Produire au service de la qualité et de l'environnement**. Dans Détail Fruits et légumes CTIFL, n° 215 novembre 2004. p. 1-2.
- 28 | Arvalis, 2013. **Désherbage mécanique : adapter l'outil au contexte de l'exploitation**. Disponible sur : <http://www.arvalis-infos.fr/view.jsp?jsessionid=01A2CCA1B7AF32D860DD6B5ECDC3E41B.tomcat1?obj=arvarticle&id=9365&syndtype=null&hasCookie=false&hasRedirected=true> [consulté le 06/06/2014]
- 29 | Brighenti *et al.*, 2009. **Controle de plantas daninhas em cultivos orgânicos de soja por meio de descarga elétrica**. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.8, p.2315-2319, nov, 2009.
- 30 | Canne Progrès, 2013. **Désherbage - Faire aussi bien avec moins de produits** Dans : Caro Canne n°31 – décembre 2013, 8 p.
- 31 | Collectif, 2013. **Le désherbage mécanique en cinq questions**. Dans : Ecophyto février 2013, 8 p.
- 32 | Koob C., 2011. **Inventaire et caractérisation des pratiques de désherbage en parcelle cultivée des exploitations maraîchères et vivrières de Martinique**. FREDON Martinique. Mémoire de fin d'études ingénieur, VetAgroSup. 61 p.
- 33 | IT², 2011. Fiche **Gestion de l'enherbement**. Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 4 p.
- 34 | Mazollier C., 2012. **Les bases du désherbage en maraîchage biologique**. Journée AGIR du 8 octobre 2012 à Tourves (83) – désherbage en maraîchage biologique . 4 p.

- 35 | Sayyou, 2014. **Solutions de désherbage électrique au Brésil**. Disponible sur : http://www.sayyou.com.br/eletroherb#.U_3SjqNWQhA (consulté le 27/08/2014)
- 36 | SEDARB, 2009. **Le désherbage thermique par flamme**. 2 p.
- 37 | CTIFL, 2012. **Faux-semis et gestion des adventices**. Le point sur les méthodes alternatives, n°9 – janvier 2012, 6 p.
- 38 | ASSOFWI, [2012 rééditée en 2013]. **Les plantes de couverture**. 2 p. Disponible sur : http://assoawi.com/la_documentation_technique_068.htm.
- 39 | Berthouly M. *et al.*, 2014. **Rapport final du projet CLARA. Contexte, bilan et perspectives**. Cayenne, 12 juin 2014, Guyane Française. TOME 2. CIRAD-Guyane.
- 40 | DAF/SPV-Guyane, 2005. **Arachis pintoï**. Phytosanitairement Vôtre n°23 - Juillet 2005.
- 41 | FREDON & CIRAD, 2013. **Associer production fruitière et élevage de volailles – une méthode innovante pour contrôler l'enherbement**. 15 p.
- 42 | IFV, 2011. Fiche **Enherbement maîtrisé**. Guide de co-conception de systèmes viticoles économes en produits phytosanitaires.
- 43 | INRA, 2010. **SIMSERV - Un système expert d'aide à la sélection de plantes de service**. En ligne | disponible sur : <http://toolsforagroecology.antilles.inra.fr/simserv/index.php> (consulté le 21/07/2014)
- 44 | IT², 2011. Fiche **Gestion de l'enherbement**. Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 4 p.
- 45 | Risède J-M. *et al.*, 2010. **Nouvelles stratégies à court et moyen termes pour réduire l'utilisation des pesticides dans les cultures de bananes**. Étude de Cas sur la Banane - Guide Numéro 1. 8 p.
- 46 | Gervais L., Dorel M. et Achard R., 2011. **Utilisation de systèmes de culture innovants intégrant les plantes de service pour réduire l'utilisation de produits phytosanitaires en bananeraie aux Antilles françaises**. AFPP – Quatrième conférence internationale sur les méthodes alternatives en protection des cultures – Lille – 8, 9 et 10 mars 2011. 10 p.
- 47 | <http://agriculture.gouv.fr/Enherbement-des-cultures-perennes> (consulté le 21/05/2014)
- 48 | Chabalière P-F., Van de Kerchove V., Saint Macary H., 2006. **Guide de la fertilisation organique à la Réunion**. 304 p.
- 49 | eRcane, n. d. **Pratiques culturales innovantes et durables - Inventaire des leviers agronomiques**. 13 p.
- 50 | IT², 2011. Fiche **La fertilisation**, Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 8 p.
- 51 | IT², 2013. **Petit guide pratique de la matière organique**. 31 p.


- 52 | Leplat H., 2005. **Les engrais verts en maraîchage biologique**. Techn'ITAB-maraîchage, 4 p.
- 53 | Gazeau G., 2012. **Fertilisation en arboriculture**. 4 p.
- 54 | IT², 2011. Fiche **Contrôle des cercosporioses du bananier**, Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 4 p.
- 55 | <http://agriculture.gouv.fr/Utilisation-de-stimulateurs-de-la> (consulté le 16/05/2014)
- 56 | Le Bellec F., Mauléon H., 2010. **Lutte biologique : utilisation des nématodes entomopathogènes contre les jakos**. Les Antilles Agricole n°21, p. 20-21.
- 57 | FREDON Martinique, 2013. Fiche technique T.9 du « Mémento de la protection des cultures en Martinique » : **La lutte biologique**. 2 p.
- 58 | <http://www.koppert.fr/ravageurs/les-aleurodes/produits-contre-les-aleurodes/detail/enermix-4/> (consulté le 27/03/14)
- 59 | <http://transfaire.antilles.inra.fr/spip.php?article83> (consulté le 12/03/14)
- 60 | <http://www.daf974.agriculture.gouv.fr/Auxiliaire-de-culture> (consulté le 17/03/14)
- 61 | <http://www.biobest.be/producten/124/2/0/0/> (consulté le 27/03/14)
- 62 | FREDON Martinique, 2013. Fiche technique T.10 du « Mémento de la protection des cultures en Martinique » : **Les plantes relais pour les insectes auxiliaires**. 2 p.
- 63 | FREDON Martinique, 2013. Fiche technique T.13 du « Mémento de la protection des cultures en Martinique » : **Les zones refuge de sorgho**. 2 p.
- 64 | Launais M. *et al.*, 2013. Fiche n°24 **Gestion de l'environnement des abords de parcelles**. Guide pratique pour la conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques, 2 p.
- 65 | Rhino B., Thibaut C., Verchère A., 2013. **L'utilisation du maïs comme plante de service dans les systèmes horticoles**.
- 66 | Vincenot D., Normand F. *et al.*, 2009. **Guide de production intégrée de mangues à La Réunion**. 126 p.
- 67 | Champailier M., 2013. **Les zones refuges de sorgho, une solution pour la lutte biologique de conservation**. Info Point Fédé de la FREDON n°26. 4 p.
- 68 | Caro canne, déc. 2013. Dossier **Lutte contre les mauvaises herbes, ce qui doit changer**. En ligne]. Disponible sur : http://www.canne-progres.com/publications/accueil_public.php
- 69 | <http://agriculture.gouv.fr/Desherbage-mixte> (consulté le 13/06/2014)
- 70 | Launais M. *et al.*, 2013. Fiche n°22 **Le traitement est-il opportun ?** Guide pratique de conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques, 2 p.

- 71 | Launais M. *et al.*, 2013. Fiche n°23 **Conditions d'application des traitements chimiques**, Guide pratique de conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques, 2 p.
- 72 | Collectif, 2014. Guy@agri. **Catalogue de documents téléchargeables sur l'agriculture guyanaise**. [En ligne] Disponible sur : <http://www.ecofog.gf/giec/>
- 73 | Cornu A. *et al.*, 2010. Chapitre 3 : Protection phytosanitaire Dans : Ziberlin O. *et al.*, **Guide des bonnes pratiques agricoles à La Réunion**, Saint André, p.117-172.
- 74 | Dacquin J., Chatain C., Hémercyck H. et Schmitt B., 2013. **Le bas volume, une « matière active » de la pulvérisation**. Chambre d'agriculture de l'Oise, 16 p.
- 75 | Hardy S., 2013. **Traiter en bas volumes, un moyen d'optimiser la pulvérisation**, Chambre d'agriculture du Calvados, 4 p.
- 76 | Martin J., Esther J.J., 2013. **Optimiser l'utilisation des herbicides canne à sucre à La Réunion**. 22^{ème} Conférence du COLUMA, Dijon, France, déc. 2013.
- 77 | http://reunion-mayotte.cirad.fr/innovation_expertise/produits/logiciels_et_modeles/adventoi (consulté le 24/07/2014)
- 78 | <http://www.plantnet-project.org/page:ida0> (consulté le 24/07/2014)
- 79 | <http://www.wikwio.org/> (consulté le 24/07/2014)
- 80 | Vincent K. *et al.*, 2011. Note technique **Appareils de traitement Bas et Ultra Bas Volume**, 2 p.
- 81 | APREL, 2005. **La conduite du melon sous abris**. 4 p.
- 82 | ASSOFWI, 2013. **Bilan d'activités 2012**. 30 p.
- 83 | CTIFL, 2006. **Le Point sur Les films de paillage : recyclage et produits dégradables**. 4 p.
- 84 | DAAF 974, 2012. **Épailage de la canne à sucre - MAE EPAIL**. 3 p.
- 85 | DAAF Guyane, GDA Mana & SOLICAZ, 2013. **Essai Bois Raméal Fragmenté (BRF) - Maté et Maria MARTODIKROMO**, route de Javouhey - Synthèse des résultats. 10 p.
- 86 | Greer L., Dole J. M., 2003. **Aluminium foil, aluminium-painted plastic and degradable mulches increase yields and decrease insect-vectored diseases of vegetables**. HortTechnology 13 (2).
- 87 | Groupe Barbier, n. d. **Toute une gamme de films de paillage biodégradables pour toutes vos cultures**. 4 p.
- 88 | Launais M. *et al.*, 2013. Fiche n°20 : **Mise en place de paillages ou de mulches**. Guide pratique de conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques, 2 p.
- 89 | Martial J-J., 2012. **Caractéristiques d'un plastique biodégradable**. IT², 2 p.

- 90 | SERFEL, 2013. **Les alternatives au désherbage chimique**. 38 p. [En ligne] Disponible sur : www.serfel.fr/upload/document739.pdf
- 91 | ARMEFLHOR et Chambre d'agriculture de La Réunion, 2013. **Le piégeage de masse pour lutter contre les mouches des fruits - *Ceratitis capitata* et *Ceratitis rosa***. 2 p.
- 92 | CIRAD, 2011. GAMOUR - **Le paquet technique SP5 – Piégeage de masse**. En ligne], disponible sur : http://gamour.cirad.fr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=112 (consulté le 14/04/2014)
- 93 | Launais M. *et al.*, 2013. Fiche n°13 : **Le piégeage de masse. Guide pratique de conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques**, 2 p.
- 94 | <http://agriculture.gouv.fr/Piegeage-a-pheromones> (consulté le 11/04/2014)
- 95 | <http://www.bayer-agri.fr/actualites/3120/decis-trap-nouveau-piege-contre-la-mouche-mediterranee-des-fruits/> (consulté le 14/04/2014).
- 96 | Collectif, 2014. Bulletin de Santé du Végétal Réunion - **Cultures fruitières** - janvier 2014. En ligne]. Disponible sur : www.bsv-reunion.fr
- 97 | Collectif, 2014. Bulletin de Santé du Végétal Réunion - **Maraîchage** - janvier 2014. En ligne]. Disponible sur : www.bsv-reunion.fr
- 98 | Canne Progrès, juillet 2011. Fiches Bonnes pratiques : **La fertilisation de mes cannes**.
- 99 | FDGDON Réunion, n. d. **Les mouches des cucurbitacées**. 3 p.
- 100 | Martin J. *et al.*, 2012. **Pourquoi tant de lianes ? Le cas de la canne à sucre à La Réunion**. [En ligne] Disponible sur : <http://www.canne-progres.com/publications/pdf/congres/AG120-ppt.pdf>
- 101 | Ryckewaert P., 1998. **Lutte intégrée en cultures maraîchères**. Dossier technique CIRAD-FLHOR Martinique, 16 p.
- 102 | http://gamour.cirad.fr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=112 (consulté le 14/03/2014)
- 103 | Launais M. *et al.*, 2013. Fiche n°2 : **Les mesures prophylactiques : désinfection et nettoyage**. Guide pratique de conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques, 2 p.
- 104 | Rhino B. *et al.*, 2013. **Quelles plantes de services pour réduire l'impact de la noctuelle ou de la mouche blanche sur tomate en Martinique ?** Conférence finale du projet DEVAG D 5 Décembre 2013 D Martinique
- 105 | Rhino B. *et al.*, 2014: **Corn as trap crop to control *Helicoverpa zea* in tomato fields : importance of phenological synchronization and choice of cultivar**, International Journal of Pest Management.
- 106 | http://reunion-mayotte.cirad.fr/actualites/push_pull_foreur (consulté le 02/04/14)

- 107 | http://gamour.cirad.fr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=69&Itemid=90 (consulté le 02/04/14)
- 108 | Launais M. *et al.*, 2013. Fiche n°4 : **Le matériel végétal**. Guide pratique de conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques, 2 p.
- 109 | Centre Technique Horticole de Tamatave, **Manuel sur la technique PIF** [En ligne] Disponible sur : http://www.ctht.org/manuel_pif.php (consulté le 11/08/2014)
- 110 | Cinna J-P., Loranger-Merciris G., 2012. **Programme ALTERBIO – Fiche technique de la méthode PIF**, 2 p.
- 111 | CIRAD, 2004. **Création variétale ananas** [En ligne] Disponible sur : <http://www.cirad.fr/MM/20ans-fr/produits/AnanasVitropic.HTML> (consulté le 01/04/2014)
- 112 | Hoarau I., Schmitt C., 2013. **Greffon sain, plant d'agrumes sain !** Fertile n°34, novembre 2013, pp 12-13.
- 113 | ASSOFWI, 2012. Fiche **Association de plantes – rotation des cultures**. 2 p. Disponible sur : http://assoawi.com/la_documentation_technique_068.htm
- 114 | FREDON Martinique, 2013. **Quelles associations de cultures pour la Martinique ?** Dans : Agro-écologie en Martinique - tradition et innovations, n°1, 4 p.
- 115 | Launais M. *et al.*, 2013. Fiche n°8 : **La solarisation**. Guide pratique de conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques, 2 p.
- 116 | Collectif, 2014. **Bulletin de Santé du Végétal Réunion - Cultures maraîchères - Février 2014**. En ligne]. Disponible sur : www.bsv-reunion.fr
- 117 | Izard D., 2011. **Les techniques alternatives : la solarisation en maraîchage**, APREL, GRAB, 4 p.
- 118 | Janvier C. *et al.*, 2012. **Solarisation sous abri et en plein champ. Le point sur les méthodes alternatives**, CTIFL, 5 p.
- 119 | Mazollier C., 2009. **La solarisation, Refbio PACA maraîchage**, 2 p.
- 120 | UPROFIG, 2005. **Ravageurs et maladies de l'igname en Guadeloupe - *Sclerotium rolfsii***. 1 p.
- 121 | DGAL, 2011. **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** [En ligne]. Disponible sur : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000023912654&fastPos=1&fastReqId=450816711&categorieLien=id&oldAction=rechTexte> (consulté le 29/10/2014)
- 122 | BASF, 2011. **Serenade® Max Stimulateur des Défenses Naturelles, fongicide, bactéricide multicultures**. 8 p.
- 123 | European Commission DG Environment News Alert Service, 2008. **Science for Environment Policy**. Edited by SCU, The University of the West of England, Bristol. 1 p.

- 124 | Vivagro, 2012. **PREV-AM** insecticide et fongicide naturel. 4 p.
- 125 | e-phy.agriculture.gouv.fr (consulté le 20/05/2014)
- 126 | Guérin M., 2011. **Guide d'observation et de suivi des organismes nuisibles en Zones Non Agricoles**. Plante & Cité et MAAPRAT, 63 p.
- 127 | IT², 2011. Fiche **Contrôle du charançon du bananier**, Manuel du planteur de banane de Guadeloupe et Martinique, 3 p.
- 128 | <http://agriculture.gouv.fr/Surveillance> (consulté le 05/05/2014)
- 129 | <http://agriculture.gouv.fr/Bulletins-de-sante-du-vegetal> (consulté le 06/05/2014)
- 130 | <http://cultures-tropicales.ecophytopic.fr/cultures-tropicales> (consulté le 05/05/2014)
- 131 | <http://agriculture.gouv.fr/Recensement-des-poulations-d> (consulté le 06/05/2014)



Le Guide pratique de conception de systèmes de culture tropicaux économes en produits phytosanitaires est le fruit d'un travail collectif qui a associé la recherche, les instituts techniques, les chambres d'agriculture et les structures professionnelles des filières végétales (cannière, fruitières, maraîchères et vivrières) des départements français d'outre-mer (DOM). Financé par l'ONEMA dans le cadre du plan ECOPHYTO, ce guide pratique vise à accompagner et à dynamiser les processus de conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. Car si les démarches pour diminuer l'usage de ces intrants étaient déjà bien engagées dans quelques filières comme la canne à sucre, la banane ou encore les cultures fruitières pérennes, les connaissances, bien qu'abondantes, étaient hétérogènes et dispersées dans les différents DOM. Le principal objectif de ce guide a donc été de les recenser, de les harmoniser et de les évaluer afin de prendre en compte les contraintes et les exigences des producteurs, ceci dans un but de conception de systèmes de culture innovants. Ce guide a maintenant vocation à servir de support de discussion et de formation pour l'ensemble des agriculteurs des DOM et de leurs conseillers.

graphisme : marie.rousse@orange.fr

