

TABLE DES MATIÈRES DU CHAPITRE 3

Analyse des pratiques et des connaissances de l'exploitant	118
Aujourd'hui à La Réunion	120
3.1 PRÉVENTION	121
3.1.1 Choix d'une culture adaptée	121
3.1.1.1 Le sol et la plante	121
3.1.1.2 La plante et le climat	122
3.1.2 Travail du sol	123
3.1.2.1 Amélioration de la structure du sol et préparation du lit de semence	123
3.1.2.2 Limitation des infestations par les plantes adventices	123
3.1.2.3 Précaution après le travail d'un sol	124
3.1.3 Choix du matériel végétal	125
3.1.3.1 Plants certifiés en bonne santé	125
3.1.3.2 D'autres possibilités	126
3.1.4 Plantation/Association	126
3.1.4.1 Les cultures associées	126
3.1.4.2 La densité de plantation	128
3.1.5 Rotation des cultures	128
3.1.6 Agroécologie	129
3.1.6.1 Présentation	129
3.1.6.2 L'agroécologie à La Réunion	132
3.2 DIAGNOSTIC PHYTOSANITAIRE	133
3.2.1 Déterminer l'organisme pathogène, le ravageur ou l'adventice	133
3.2.1.1 Observation des parcelles et des cultures	134
3.2.1.2 Mode d'infestation	137
3.2.1.3 Matériel et techniques de prélèvement	138
3.2.1.4 Bien faire son échantillon	142
3.2.2 Seuils d'infestation	143
3.3 MÉTHODES DE LUTTE	145
3.3.1 Méthodes biologiques	145
3.3.1.1 La lutte biologique par les agents biologiques	145
3.3.1.2 La lutte biologique par l'éthologie	147
3.3.1.3 La lutte biologique par les pesticides biologiques ou non chimiques	148
3.3.2 Méthodes prophylactiques	149
3.3.2.1 Méthodes de prévention	149
3.3.2.2 Lutte physique	152
3.3.3 Méthodes chimiques	155
3.3.3.1 Avant l'utilisation d'un produit phytopharmaceutique	156
3.3.3.2 Pendant l'utilisation d'un produit phytopharmaceutique	159
3.3.3.3 Après l'utilisation d'un produit phytopharmaceutique	164
3.3.3.4 La gestion des déchets agricoles générés par la protection phytosanitaire	166
Ce qu'il faut retenir des Bonnes Pratiques Agricoles pour ce chapitre ..	171
Pour aller plus loin	172

CHAPITRE 3

PROTECTION PHYTOSANITAIRE



L'USAGE DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES permet d'assurer la protection des cultures mais leur emploi comporte de nombreux risques pour l'environnement et la santé. On retrouve ainsi des résidus dans l'air, le sol, l'eau et les produits que nous consommons. Ce chapitre du Guide des Bonnes Pratiques Agricoles à La Réunion est ainsi consacré à la protection phytosanitaire des cultures réunionnaises et au respect de la qualité de l'eau de l'île. Son objectif est de diffuser le plus largement possible auprès des techniciens, puis des agriculteurs réunionnais, les bonnes pratiques agricoles connues, appliquées et expérimentées actuellement afin de réduire l'usage des pesticides tout en maintenant un niveau de production agricole élevé et de qualité.

© Cheik.Saidou/Min.agri.fr



Par les auteurs: A. CORNU (Coop. des Avirons), B. DEBENAY (DAAF), J-P DEGUINE (CIRAD), C. GOSSARD (CA), R. GRAINDORGE (DAAF), L. MAILLARY (DAAF), J. MINATCHY (FDGDON), O. VILMIN (FRCA/AROP-FL), D. VINCENOT (CA), E. TRULES (ARMEFLHOR).



ANALYSE DES PRATIQUES ET DES CONNAISSANCES DE L'EXPLOITANT

Ces questions ont pour objectif d'appréhender, de manière générale, la gestion de la protection phytosanitaire sur l'exploitation. Les conseils prodigués par le technicien seront ainsi mieux ciblés, et adaptés, au cas par cas, en fonction des réponses de l'exploitant.

Comment choisit-il la culture à implanter dans ses parcelles ?

..... cf. 3.1.1

L'adéquation entre la culture et les caractéristiques environnementales de la parcelle est capitale. On utilise moins d'engrais et moins de pesticides avec une culture vigoureuse.

Connaît-il la pratique du « faux semis » ? Utilise-t-il du matériel collectif, pense-t-il à le désinfecter ?

..... cf. 3.1.2

Le faux semis limite l'usage d'herbicide et participe donc à l'amélioration de la qualité de l'eau.

L'utilisation collective de matériel est une solution avantageuse. Elle présente, cependant, le risque d'être un possible vecteur de maladies ou de ravageurs si le matériel n'est pas bien désinfecté entre chaque utilisation.

Comment s'approvisionne-t-il en plants et semences ?

..... cf. 3.1.3

L'approvisionnement en plants et semences certifiés permet d'être sûr de posséder un matériel végétal sain et vigoureux. L'exploitant utilisera donc moins de produits phytopharmaceutiques.

Utilise-t-il des associations de cultures ? Connaît-il les changements induits par une variation de la densité du semis ?

..... cf. 3.1.4

L'association de culture permet dans certains cas de limiter la pression parasitaire sur une

culture. L'agriculteur diminue ainsi le volume d'intrants sur ses parcelles.

En fonction, de la densité du semis, les conditions microclimatiques au niveau des rangs seront très différentes. C'est en fonction des problématiques phytosanitaires de la parcelle, que l'exploitant pourra adapter la densité du semis.

Met-il en place une rotation des cultures ?

..... cf. 3.1.5

Une rotation des cultures permet de limiter les fatigues de sol et les réapparitions de ravageurs ou de maladies d'un cycle cultural à l'autre.

Connaît-il les principes de l'agro-écologie ?

..... cf. 3.1.6

L'agroécologie est une agriculture fondée sur l'écologie. En ce sens, elle valorise les relations naturelles pour limiter les traitements chimiques. À La Réunion, cette pratique existe à travers le projet GAMOUR.

Comment effectue-t-il son diagnostic ? Comment estime-t-il l'importance de l'agression ?

..... cf. 3.2.1 et 3.2.2

Un mauvais diagnostic phytosanitaire ou une mauvaise détermination de l'organisme nuisible, induit une lutte inefficace qui engendre un coût supplémentaire, une prise de risques pour l'utilisateur, un impact néfaste sur ses cultures et leur environnement.

Un bon diagnostic phytosanitaire permet une lutte adaptée et raisonnée lorsqu'elle est nécessaire. Chaque attaque phytosanitaire ne justifie pas forcément une lutte (notion de seuils).

Connaît-il l'historique de ses parcelles (maladies, produits épandus) ? Connaît-il les enjeux et la réglementation s'appliquant à ses terres ?

..... cf. 3.3

L'historique des parcelles est capital pour appréhender la protection phytosanitaire dans le temps. Il permet de suivre l'évolution des maladies, les réactions des organismes nuisibles aux différents traitements et luttes, etc.

Selon la situation géographique de ses parcelles, un agriculteur peut être soumis à une réglementation particulière ou être situé dans une zone à risques ou à enjeux forts (ravines, cours d'eau, par exemple). Il est important de connaître ces informations pour participer à la gestion durable du territoire.

Ses méthodes de lutte sont-elles toujours chimiques ? Connaît-il d'autres méthodes de lutte ?

..... cf. 3.3.1, 3.3.2

Le choix d'une lutte chimique doit être un dernier recours. Il existe des méthodes de prévention et des méthodes alternatives comme les luttes biologiques et/ou mécaniques.

Ces différentes méthodes permettent de limiter l'emploi de produits phytosanitaires. L'exploitant,

le consommateur et le milieu sont moins exposés à des produits dangereux.

Comment entrepose-t-il ses produits phytosanitaires ? Contrôle-t-il ses équipements ?

..... cf. 3.3.3

Pour stocker ses produits phytosanitaires, l'exploitant agricole doit disposer d'un local sécurisé et imperméable. Ainsi, les différents produits ne sont pas en contact direct avec des personnes non protégées, des pluies ou avec des eaux de ruissellement. Ce local est obligatoire.

Un matériel contrôlé régulièrement et bien réglé, permet d'épandre la dose optimale de produit, et d'assurer ainsi, une bonne efficacité du traitement et un coût minimal.

Comment gère-t-il ses bidons, ses sacs ou encore ses emballages utilisés ?

..... cf. 3.3.3

Un bidon non rincé, enfoui, brûlé ou abandonné est une source de pollution importante pour le sol et l'eau, compte tenu de la toxicité du produit, de sa concentration en substances actives (non dilué comme pour le traitement). L'emballage constitue également une source de pollution.



© Cheik Saïbou / Min. agr.fr

AUJOURD'HUI À LA RÉUNION

De nombreux moyens existent pour assurer la protection des cultures. Parmi eux, la lutte chimique, régulièrement utilisée par les agriculteurs. Celle-ci est soumise à une réglementation, européenne et française, qui impose l'emploi de produits phytosanitaires homologués pour un usage.

Un usage, c'est l'utilisation d'un produit phytosanitaire sur une culture selon un mode d'application donné pour lutter contre un ravageur ou une maladie déterminée. Or, pour les cultures tropicales, on estime à plus de 80 % la proportion d'usages dépourvus de produits phytosanitaires autorisés (usages orphelins).

De plus, dans le cas d'usages pourvus, le nombre restreint de molécules implique l'utilisation répétée des mêmes produits générant, par la suite, des pertes d'efficacité et des phénomènes de résistance chez les parasites ciblés. Le surdosage, induit pour compenser la perte d'efficacité des produits utilisés, augmente le risque de présence importante de résidus de pesticides dans l'eau, l'air, le sol et les produits de récolte.

Pour pallier à cette situation, des plans d'actions régionaux, nationaux et européens sont mis en place portant en priorité sur l'identification des usages mineurs voire orphelins et sur les propositions qui peuvent être faites pour y remédier (règlement européen n°1107/2009 remplaçant progressivement la Directive 91/414, plan Écophyto 2018 élaboré suite au Grenelle de l'environnement). Ces plans d'actions ne se veulent ni exhaustifs ni définitifs. Ils constituent une étape préparatoire, fixant les orientations vers la recherche de solutions opérationnelles et durables. Ils ont vocation à évoluer progressivement au vu des résultats d'expertises complémentaires.

Ainsi à La Réunion, des essais d'homologation sont réalisés et/ou supervisés par le Service vétérinaire, phytosanitaire et de l'alimentation (plaquette Commission des usages orphelins) de la Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt.

Au regard du nombre d'usages actuellement dépourvus de produits phytosanitaires autorisés à La Réunion, et compte tenu de la disparition à terme de bon nombre de molécules chimiques (matières actives) du catalogue des produits phytosanitaires, il est primordial de mettre en avant tout le savoir faire existant à La Réunion pour diminuer l'utilisation des produits phytosanitaires par des mesures préventives et alternatives non chimiques, pour participer à l'amélioration de la qualité des eaux réunionnaises et garantir à ses habitants une production agricole saine et respectueuse de l'environnement.

3.1 PRÉVENTION

Cette partie rappelle les principes de prévention applicables aux cultures et permettant de mettre en place une lutte rapide et efficace tout en limitant l'utilisation de produits phytosanitaires.

3.1.1 CHOIX D'UNE CULTURE ADAPTÉE

La pédologie de la parcelle, le climat et plus particulièrement le microclimat de la zone sont des facteurs extérieurs essentiels agissant sur la croissance et le développement de la plante. Leur prise en compte permet de réaliser le choix de la production agricole la mieux adaptée à la parcelle afin de réduire la pression phytosanitaire.

Une plante en bonne santé est une plante capable de résister à des attaques diverses. Elle doit, pour le rester, évoluer dans un environnement (sol, climat) qui lui est propre. Chaque culture possède ses exigences particulières.

Il est donc important de connaître les besoins d'une culture et les caractéristiques des parcelles dont l'agriculteur dispose avant l'implantation.



**Un plant de qualité +
Un environnement adapté
= Des défenses naturelles
bonifiées !**

3.1.1.1 Le sol et la plante

Comme nous l'avons énoncé précédemment, les caractéristiques de la parcelle et de son sol notamment, sont déterminantes quant à l'implantation d'une culture. Nous en présentons ici les caractéristiques principales.

Le pH ou potentiel en ions H⁺

Le pH du sol influe sur l'efficacité de la croissance d'une culture, car il affecte :

- La disponibilité des éléments nutritifs (et leur toxicité possible) ;
- L'activité des organismes pathogènes ;
- L'activité des micro-organismes ;
- Les dommages possibles aux cultures provoqués par certains herbicides.

Le choix d'une culture devra se faire en fonction de l'acidité du sol.

Exemple : l'ananas est cultivé en sol acide alors que le bananier préfère les sols plutôt neutres.



Ananas en développement

© Chaf. Salsou/Minagri.fr

Le drainage

Les caractéristiques de drainage d'un sol favoriseront préférentiellement un type de culture plutôt qu'un autre car il est une composante incontournable du pouvoir d'absorption d'une racine, de la quantité d'oxygène dans le sol ou encore de la disponibilité en éléments minéraux.

Les phénomènes de drainage seront différents selon l'emplacement de la parcelle, fond de vallon ou pleine pente, et selon la nature du sol. Un sol saturé en eau, peu drainant, provoquera une asphyxie partielle ou totale des racines. Les plantes sont plus ou moins adaptées à cette caractéristique du sol.

Exemple : la carotte, tout comme l'ail, préfère les sols drainés, plus riches en oxygène.

Pour connaître les caractéristiques d'un sol et conseiller un agriculteur, l'analyse de sol est indispensable.



Il est recommandé d'effectuer une analyse de sol pour connaître les besoins en fertilisants, mais aussi, pour connaître les caractéristiques pédologiques de la parcelle. Ceci, afin d'orienter le choix de la culture.

Un sol est une structure complexe qui évolue au cours du temps, il est donc important d'en effectuer régulièrement.

Pour effectuer le prélèvement de sol, reportez-vous à la [page 68](#), chapitre II du guide.

Pour connaître les modalités d'une analyse de sol ainsi que le prix, reportez-vous à la rubrique Votre carnet d'adresses, Laboratoire des sols du CIRAD, [page 250](#).

3.1.1.2 La plante et le climat

Le climat agit directement sur les plantes à chacun de leurs stades végétatifs : température, humidité de l'air, pluviométrie, vent et ensoleillement favorisent ou non la germination, la crois-

sance végétative, la floraison, la nouaison, la fructification, les rendements bruts et les teneurs en sucre, en protéines, en amidon, en huile, en vitamines, etc.

Le climat agit aussi indirectement sur les rendements quantitatifs et qualitatifs des plantes. Du climat dépend la résistance des plantes aux maladies, aux insectes et aux mauvaises herbes.

L'évolution des ennemis des cultures et de leurs prédateurs naturels dépend de la température, de l'humidité, de la pluie et des vents qui les disséminent. En fonction de données climatiques, il sera possible de conseiller l'implantation ou non d'une espèce cultivée en fonction de sa sensibilité à un organisme nuisible susceptible d'être présent selon le climat.

Exemple : une culture sensible à l'oïdium devra être prioritairement implantée sur une parcelle au taux d'ensoleillement élevé.

L'agriculteur peut disposer d'un équipement minimal d'observations météorologiques afin de connaître, à l'échelle de la parcelle, les conditions climatiques et ainsi l'aider à prendre les bonnes décisions. En effet, d'un champ à l'autre (et même à l'intérieur d'une même parcelle), les paramètres abiotiques (humidité, température, luminosité...) varient. Ces différences sont évidemment minimes sinon nulles lorsque les parcelles sont situées en terrain plat et ouvert. Elles sont au contraire accentuées entre une parcelle située sur un plateau et d'autres en coteau ou en cuvette ou en fond de ravine, entre une parcelle découverte et d'autres abritées de haies ou en lisière de forêt.

Exemples : les effets aérodynamiques, thermiques, sur les échanges de vapeur d'eau des haies et du bocage ainsi que sur le bilan radiatif et le rendement des cultures.

Pour obtenir des références bibliographiques, reportez-vous à la rubrique Pour aller plus loin de ce cha-



Il est primordial de connaître les conditions idéales de développement d'une culture en consultant la littérature disponible. Ceci, afin de faire le choix d'une culture naturellement bien adaptée et vigoureuse.

pitre, à la bibliographie de ce guide ou auprès des structures comme la Chambre d'Agriculture, l'ARMEFLHOR ou encore les coopératives (FRCA, AROP-FL). Leurs coordonnées sont disponibles dans Votre carnet d'adresses [page 250](#).

Le choix de la culture (adaptée aux parcelles disponibles) n'assure pas seul la réussite de celle-ci. Le travail du sol est également un facteur important pour assurer une production de qualité, en qualité.

3.1.2 TRAVAIL DU SOL

En agronomie, le travail du sol est réalisé par une série d'interventions culturales à l'aide d'instruments à rotors destinés à créer un milieu favorable pour le développement des cultures. Il peut être exécuté avant la mise en place d'une culture, ou pendant son développement.

3.1.2.1 Amélioration de la structure du sol et préparation du lit de semence

L'amélioration de la structure du sol consiste à réduire sa compacité. Le but étant de créer des conditions favorables au développement des racines. Cela facilite d'autant plus l'exécution d'autres interventions culturales, comme la reprise de labour ou la préparation du lit de semence.

L'émiettement des mottes de terre facilite la germination des semences en facilitant leur contact avec les particules de sol. On favorise ainsi un bon taux de tallages pour des cultivars vigoureux n'ayant pas rencontré de difficultés pour « sortir ».

3.1.2.2 Limitation des infestations par les plantes adventices

Mise en place du faux semis

Le faux semis consiste à préparer le sol, mécaniquement, pour favoriser l'émergence des adventices (grâce aux pluies ou avec l'ajout d'une irrigation). Il est alors plus simple de les éliminer en l'absence de la plante cultivée.

Cela permet d'éviter les infestations précoces dans les cultures en réduisant le stock de graines d'adventices présent dans le sol.



Levée d'adventices après un faux semis

© E. Truiss, ARMEFLHOR



PLUSIEURS EFFETS SONT INDUITS :

- *Limitation des eaux stagnantes et donc diminution du développement de maladies cryptogamiques,*
- *Limitation de l'érosion et donc de pollution de nos cours d'eau en favorisant la pénétration des racines,*
- *Amélioration de l'équilibre entre eau et air dans le sol grâce à l'écoulement plus rapide de l'eau en excès.*



© E. Truiss, ARMEFLHOR

Avantages et contraintes de cette pratique

Avantages	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Lutte contre les adventices (forte diminution du nombre potentiel d'adventices germées); • Lutte contre les ravageurs et les maladies: destruction par l'action des rayons solaires sur les champignons (rhizoctone, Pythiacées), les œufs et larves de ravageurs (ver blanc, taupin, mouches des semis); • Respect de l'environnement en diminuant l'utilisation de produits phytosanitaires pour détruire les adventices restantes, un nombre important étant détruit avant le semis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Préparation du sol avant l'implantation de la culture ce qui n'est pas toujours évident et compatible avec le planning de plantation; • Nécessité de conditions climatiques favorables à la germination (températures douces, précipitations, etc.) et au passage des équipements dans le champ; • Nécessité de passages supplémentaires d'un engin mécanisé, et donc consommation de carburant et risques de compactage accrus.

Figure 1 : Avantages et contraintes du faux semis (ARMEFLHOR)

Ce procédé peut permettre dans bien des cas de réduire l'utilisation des herbicides. Il s'avère être un moyen de lutte efficace contre certaines vivaces, voire le seul (cf. *Caro canne N° 14 avril 2008*).

Cette pratique doit être mise en place AVANT l'implantation de la culture. Pour une bonne réussite, il faut réaliser ce travail 3 à 4 semaines avant la date du semis, dans de bonnes conditions de levée des adventices.

Il conviendra de les détruire ensuite par un désherbage mécanique, un désherbage thermique ou un désherbage chimique (cf. 3.3.2).

3.1.2.3 Précaution après le travail d'un sol

Après un travail du sol, l'outil doit être désinfecté pour éviter toute transmission de maladies, mais aussi d'adventices, à d'autres parcelles. Cette précaution est d'autant plus importante dans le cadre d'association de producteurs où le matériel est géré collectivement: la multiplication du nombre de parcelles sur lesquelles le matériel est utilisé augmente le risque de contamination et de propagation.



UN RÉFLEXE À AVOIR :

la désinfection et le rinçage du matériel

Rincer les parties en contact avec le sol (outils, carters de protection, etc.) à l'eau claire avec un appareil à haute pression pour bien enlever la terre, puis, désinfecter.

Ces différents produits doivent être utilisés dans le respect de l'environnement et de la réglementation en vigueur. Vérifier avant toute utilisation que leur emploi est toujours autorisé sur le site Internet www.e-phy.agriculture.gouv.fr ou auprès du Service vétérinaire, phytosanitaire et de l'alimentation de la DAAF.

Pour toute information complémentaire, contactez la Chambre d'Agriculture, l'ARMEFLHOR ou un technicien de coopérative (cf. FRCA) si l'agriculteur est adhérent. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses page 250.

Spécialité commerciale	Substance active	Type de désinfectant
DETERQUAT DDM	Chlorure de didecyl diméthyl ammonium	Ammonium quaternaire
G4F	Chlorure de didecyl diméthyl ammonium glutaraldéhyde métaraldéhyde	Ammonium quaternaire
CIP 4200	Hypochlorhydrate de sodium	eau de javel
DETERQUAT AMC	Hypochlorhydrate de sodium	eau de javel

Figure 2 : Exemple de désinfectants disponibles à La Réunion (DAAF)

Source : Guide pratique de prophylaxie à l'usage des producteurs d'Anthurium de La Réunion, DAF de La Réunion, 2010

3.1.3 CHOIX DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est important pour le bon démarrage d'une culture, c'est la base de sa réussite. Il est donc important d'orienter les producteurs vers la sélection de matériel végétal de qualité.

3.1.3.1 Les plants certifiés en bonne santé

Acheter des plants certifiés est un atout pour le producteur, il est sûr de la qualité de son matériel végétal contrairement aux plants produits chez lui ou chez un autre producteur.

Les plants certifiés, commercialisés par les pépiniéristes agréés après avis du Service Officiel de Contrôle (SOC), répondent aux normes européennes pour leur commercialisation. Plusieurs normes existent comme :

- Agrumes norme CAC (Conformité Agricole Communautaire);
- Plants certifiés (ail, vanille, fraisimottes).

Plusieurs phénomènes de résistance sont observés comme :

- Résistance au flétrissement bactérien sur solanacées (aubergine, tomate...);
- Résistance au virus (tomate, poivron...).

De nombreux pépiniéristes ont adhéré à la démarche du Groupement National Interprofessionnel des Semences et des plants (GNIS) et demandé le contrôle de leur pépinière par le SOC afin d'obtenir un agrément et valoriser leurs démarches de production de plants et de semences.

Un important travail a été effectué avec les fournisseurs de semences importées afin de proposer du matériel végétal adapté aux spécificités réunionnaises, tant sur la résistance aux maladies que sur la conduite culturale.

Pour la canne à sucre, eRcane travaille sur la création de nouvelles variétés répondant aux besoins des producteurs locaux. Ce centre technique appuie ses recherches sur l'amélioration des rendements ou encore la richesse en sucre.

Pour toute information complémentaire, contactez l'ARMEFLOR, la Chambre d'Agriculture ou



© E. Tréha ARMEFLOR

le groupement de l'exploitant s'il est adhérent (FRCA). Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

3.1.3.2 D'autres possibilités

La pression phytosanitaire peut déterminer le choix du matériel à utiliser en fonction de sa résistance aux ravageurs. Notons par exemple le cas de la greffe de l'aubergine sur « bringelle marron » pour sa capacité à résister au *Ralstonia solanacearum* (agent du flétrissement bactérien).

Procéder au repiquage des plants plutôt que de semer peut être intéressant. On diminue ainsi le volume de produits phytosanitaires pour cette culture. Toutefois cette intervention nécessite plus de main-d'œuvre.

Exemple : pour l'oignon, le repiquage permet de sécuriser le stade de levée et d'obtenir par conséquent un plant plus vigoureux lors de la mise en pleine terre.

Une fois les semences ou les plants sains obtenus, l'exploitant peut faire le choix d'associer plusieurs cultures. Nous détaillons dans la partie suivante, les principes et les bénéfices d'associations de cultures.

3.1.4 ASSOCIATION DE CULTURES ET DENSITÉ DE PLANTATION

3.1.4.1 Les cultures associées

L'association de cultures consiste à cultiver plusieurs espèces végétales ou variétés sur la même parcelle en même temps. Le phénomène de compagnonnage (allélopathie) qui en résulte permet la protection des cultures contre divers parasites et maladies. On distingue plusieurs types de cultures associées répertoriés dans le tableau page ci-contre.



Type d'association	Principe	Avantages	À La Réunion...	
Association variétale	<ul style="list-style-type: none"> Mise en culture de plusieurs variétés de plantes sur une même parcelle. Semis souvent réalisé en mélange ou rangs alternés. 	<ul style="list-style-type: none"> Combinaison des différentes résistances des variétés vis-à-vis des maladies ; les contaminations secondaires (de plante à plante) seront limitées par un effet « barrière » des plants de variétés résistantes ou moins sensibles. Semis et récolte simultanés 		
Association d'espèces	<ul style="list-style-type: none"> Mise en culture de plusieurs espèces de plantes sur une même parcelle. 	<ul style="list-style-type: none"> Semis simultanés ou différés mais récoltes en même temps. <i>Exemple : association céréales + légumineuses.</i> 	Canne +	Tomates Choux Haricots Cucurbitacées
Association avec des cultures pérennes				
Agroforesterie	<ul style="list-style-type: none"> Système de culture alliant la sylviculture ou arboriculture et la culture d'espèces annuelles. 	<ul style="list-style-type: none"> L'association des espèces pérennes ligneuses (arbres) et des productions agricoles (espèces annuelles) crée des interactions positives entre les espèces végétales (entretien du sol, protection mutuelle contre les ennemis des cultures). L'agroforesterie permet également une diversification de la production. 	Agrumes/letchis Mangue/papayer	
Semis sur couvert végétal	<ul style="list-style-type: none"> Semis réalisé directement sur un couvert végétal. Récolte de la plante (souvent une céréale) en laissant le couvert végétal pour la culture suivante. 	<ul style="list-style-type: none"> Un couvert végétal permanent (souvent replanté tous les 3 à 5 ans) permet de piéger les nitrates et de limiter la pousse des adventices. 	En étude	
Association avec une plante auxiliaire	<ul style="list-style-type: none"> Semis de plantes auxiliaires intercalés avec la culture. Les plantes auxiliaires ne sont pas récoltées. 	<ul style="list-style-type: none"> Des rangs d'une plante à fleurs peuvent constituer des réservoirs de biodiversité et héberger des parasitoïdes ou prédateurs des ravageurs des cultures et ainsi réduire la pression parasitaire sur la culture principale (cf. partie 3.1.5). 		
Association avec une plante piège	<ul style="list-style-type: none"> Semis de plantes pièges intercalés avec la culture. Les plantes pièges ne sont pas récoltées. 	<ul style="list-style-type: none"> Ces plantes pièges attirent davantage les ravageurs que la culture principale. Les ravageurs ont donc une incidence et une virulence moindres sur la culture principale. 	Maïs/cucurbitacée Canne à sucre et érianthus	

Figure 3: Différents modes de cultures associées

De manière générale, les bactéries et les champignons nuisibles se multiplient plus facilement dans les monocultures. Dans le cas de cultures associées, les ravageurs se heurtent rapidement à une limite, c'est-à-dire une autre plante qu'ils

n'arrivent pas à envahir. Plus les familles ou les espèces cultivées sont différentes, plus elles sont éloignées génétiquement et moins elles ont de parasites en commun (Gran-aymerich L., 2006, cf. bibliographie).

3.1.4.2 La densité de plantation

Le choix de la densité de semis est fonction des caractéristiques de la parcelle et des besoins de la culture choisie. On distingue les différentes densités de semis suivantes :

• Densité de semis faible

Une densité de semis faible (quantité de plants réduite sur une parcelle) améliore les conditions d'implantation de la culture. Les plants se développent mieux, ce qui limite le phénomène de verse par exemple. Une culture conduite sur une parcelle sujette aux attaques de ravageurs et/ou maladies (foyers de parasites proches, fort taux d'humidité, faible ensoleillement...) préférera une densité de semis faible. On constate également un effet sur l'hygrométrie au niveau de la parcelle. De manière générale, l'apparition des maladies aériennes et leur propagation sont limitées (Gran-aymerich L., 2006).

Exemple : pour le haricot, le développement de la pourriture grise du haricot est favorisé par des conditions humides. Il conviendra donc d'effectuer des plantations aérées (Carnet Surveillance Phytosanitaire du haricot, Service de la protection des végétaux, 1997).

• Densité de semis élevée

Une densité de semis élevée (quantité importante de plants sur une parcelle) permet à la culture d'exercer une concurrence forte sur les adventices, grâce à l'établissement d'une couverture du sol importante (Fiche n° 9 : écartement réduit, Gran-aymerich L., 2006).

Exemple : pour une culture faisant suite à une friche, on préférera un semis dense afin de limiter l'installation d'une flore adventice importante.

• Écartement réduit

Lorsque la distance entre les rangs est aussi proche que possible de la distance entre pieds sur le rang, la concurrence de la culture vis-à-vis des adventices est augmentée, ce qui limite la croissance et la production de semences de ces dernières. La distribution de la culture est régulière dans les deux dimensions du plan de la parcelle (Fiche n° 10 : écartement réduit, Gran-aymerich L., 2006).

Le choix de la densité du semis est donc conditionné par les « sensibilités » de la culture et le contexte environnemental de la parcelle. Il est donc important de se référer à la littérature existante.

Pour cela, reportez-vous à la rubrique Pour aller plus loin de ce chapitre, à la bibliographie de ce guide ou auprès des structures comme la Chambre d'Agriculture, l'ARMEFLHOR ou encore les coopératives (FRCA, AROP-FL). Leurs coordonnées sont disponibles dans Votre carnet d'adresses [page 250](#).

3.1.5 ROTATION DES CULTURES

À La Réunion, les exploitations maraîchères sont de petite taille, entre 2 et 3 hectares. Les agriculteurs n'ont donc pas toujours l'opportunité de mettre en pratique une rotation des cultures.



Rotation des cultures

T1	T2	T3	T4
Mise en culture	Légumineuses	Légumes feuilles	Légumes racines
Pommes de terre	Pois, haricots, fèves	Choux, poireaux, concombres, céleris	Oignons, navets, carottes, échalotes

Figure 4: Suite de légumes possible

Pour atteindre un seuil de rentabilité intéressant, certains exploitants sont contraints d'effectuer la replantation de la même famille ou du même légume. Les conséquences sont l'apparition de maladies telles que le flétrissement bactérien sur solanacée, la hernie du chou, ou encore la fusariose.

Le maintien d'une culture sur une même parcelle assure la survie du parasite alors qu'une rotation des cultures supprime le support de développement de l'organisme nuisible (la culture infestée) année après année, la population du ravageur diminue.

Lorsque cette pratique est correctement réalisée, elle permet :

- Une baisse de la quantité d'organismes nuisibles donc de l'utilisation de produits phytosanitaires pour son contrôle;
- Un maintien, voire une hausse de la fertilité des sols et donc une baisse d'apport en fertilisants.

Cette baisse d'utilisation en intrants est bénéfique pour la qualité du sol et de l'eau (diminution des risques de pollution) pour l'agriculteur (diminution des risques sur la santé et des coûts moindres) et pour le consommateur.

Localement, les agriculteurs pratiquent beaucoup les cultures intercalaires (cf. 3.1.4 Association de cultures et densité de plantation). Cependant, certaines rotations peuvent être pratiquées de type oignon/canne ou canne/ananas ou tomate. Même si elles sont peu courantes, ces méthodes limitent les « fatigues de sol » ainsi que l'apparition d'agents pathogènes.

Pour les maraîchers, les cultures se suivent chaque année : pomme de terre, chou et carotte. Cependant, il manque, dans la plupart des cas, la légumineuse qui fixe l'azote dans le sol.

En général, le schéma de rotation est le suivant : pomme de terre (ameublissement du sol par nettoyage), légumineuse pour enrichir le sol en azote, légume feuille (consomme l'azote de surface) et légume racine (consomme l'azote plus profond). On peut également en vue du contexte local (fortes pluies et période cyclonique) incorporer

un engrais vert qui limitera les phénomènes d'érosion sur les sols nus et les inter-rangs.

La rotation parfaite équilibre les besoins des cultures et du sol, le calendrier des perturbations et les intérêts de l'agriculteur.



Il est recommandé d'effectuer une rotation des cultures complète. En effet, une bonne rotation est un outil efficace de lutte contre les adventices, les organismes nuisibles des cultures et les carences en nutriments.

3.1.6 AGROÉCOLOGIE

3.1.6.1 Présentation

La protection agroécologique des cultures s'appuie sur 3 grands piliers :

- La prophylaxie
- La gestion des habitats
- La lutte biologique

Si la prophylaxie est une approche incontournable, probablement la plus efficace quand elle est pratiquée correctement, ce qui n'est pas toujours le cas du fait qu'on n'observe pas immédiatement son efficacité dans une démarche curative trop répandue, la gestion des habitats (peuplements végétaux cultivés et non cultivés) et l'implantation d'auxiliaires (lutte biologique) sont deux approches liées.

Pourquoi les monocultures sont-elles particulièrement sensibles aux ravageurs ?

De manière générale, la sensibilité des agro-écosystèmes intensifs, dont ceux privilégiant

les monocultures, s'explique principalement par une perte de biodiversité végétale. Une culture pure, caractérisée aussi par l'uniformisation des stades végétatifs, a progressivement remplacé des systèmes de cultures associant plusieurs plantes ou intégrant plusieurs variétés en mélange, celles-ci étant souvent moins favorables aux ravageurs spécialisés. L'apparition des auxiliaires dans les parcelles, habituellement retardée par rapport à celle des ravageurs, est retrouvée également décalée dans l'espace pour les monocultures, notamment pour ce qui est du centre des parcelles. À l'échelle de l'agro-écosystème, l'augmentation de la taille des parcelles, leur agrégation et la disparition progressive des zones non cultivées a accentué cette tendance, rendant les habitats plus favorables aux ravageurs et plus défavorables aux ennemis naturels.

Pourquoi planter des végétaux pour protéger les cultures ?

On trouve généralement moins de ravageurs, spécialisés mais aussi généralistes, dans les agro-écosystèmes diversifiés. De plus, les populations d'auxiliaires y sont souvent plus abondantes. La réduction de l'impact des ravageurs avec l'augmentation de la biodiversité végétale s'appuie sur deux hypothèses :

- L'augmentation de l'impact des ennemis naturels
- La dilution de la ressource alimentaire des ravageurs. Cependant, une grande diversité végétale ne garantit pas une réduction systématique de l'impact des ravageurs. La qualité des plantes introduites est aussi importante que le nombre de plantes introduites.

Favoriser l'action des insectes utiles grâce à l'implantation de plantes : la lutte biologique de conservation

Classiquement, la lutte biologique est mise en œuvre soit sous la forme de l'introduction-acclimatation d'organismes auxiliaires exotiques, soit sous celle de traitements biologiques à l'aide d'auxiliaires multipliés en masse. En dépit de résultats souvent spectaculaires, ces techniques ne connaissent pourtant qu'un succès limité, sans doute en raison des spécificités de leur mise en œuvre.

Les contraintes croissantes, liées à l'utilisation de pesticides de synthèse, incitent cependant à reconsidérer les mesures préventives. Parmi

celles-ci, la lutte biologique de conservation : par une bonne gestion des habitats et une diversification végétale adaptée, on cherche à maintenir, développer ou installer une population d'insectes indigènes utiles.

Pourquoi l'implantation de végétaux peut-elle être favorable aux insectes utiles ?

Le choix de ces ressources végétales nouvelles dans l'agro-écosystème découle en premier lieu des besoins des insectes utiles : ressource alimentaire alternative (nectar, pollen ou miel), sites de refuge (ombre, microclimat en conditions climatiques particulières, passage de la saison froide, protection contre les pesticides) ou une ressource en proies ou hôtes alternatifs.

On cherche non seulement à augmenter la quantité mais aussi à améliorer la qualité des habitats des auxiliaires.

L'implantation de végétaux doit également prendre en compte les caractéristiques de temps.

Exemple : pour favoriser l'arrivée précoce d'auxiliaires avant l'arrivée des ravageurs, ainsi que l'arrangement spatial, pour faciliter l'augmentation des populations et leur dispersion sur les cultures.

On peut également améliorer les effets directs de la biodiversité végétale introduite dans l'agro-écosystème.

Exemple : dans un objectif d'augmenter les ressources alimentaires de parasitoïdes, tels que pollen ou nectar, il est possible d'envisager des pulvérisations d'attractifs alimentaires de complément à certaines époques. En revanche, l'implantation de bandes fleuries pérennes est une forme de gestion d'habitats qui apporte une réponse durable.

Comment planter des végétaux sur le terrain pour protéger les cultures ?

Plusieurs étapes visant à incorporer de la diversité végétale dans les agro-écosystèmes sont à respecter :

- La sélection des espèces les plus appropriées
- Le choix de l'arrangement spatial et temporel de ces plantes dans et autour des parcelles
- La compréhension des mécanismes de modification de comportement des ravageurs et des ennemis naturels

- L'identification des éventuels effets négatifs de ces plantes pour ne retenir que celles qui peuvent avoir des impacts également positifs pour d'autres aspects (fertilité par exemple).

De plus, l'incorporation de diversité végétale doit être envisagée à trois niveaux : à l'intérieur des parcelles cultivées, autour de ces parcelles (bords de champs, talus, haies...) et à l'échelle du paysage. En effet, les résultats montrent que les ennemis naturels des principaux ravageurs des cultures dépendent beaucoup plus des autres habitats non cultivés (moins dérangés, pérennes) que des cultures elles-mêmes.

Ceci est d'autant plus important que les arthropodes sont des organismes mobiles. Par ailleurs, dans le cas de plantes annuelles, les ressources nécessaires aux arthropodes utiles ne sont plus présentes dans les parcelles labourées, il est donc pertinent que des plantes pérennes soient utilisées à cette échelle du paysage (haies par exemple).

Peut-on concilier protection des cultures et préservation de la biodiversité ?

Les insectes exploitent les couloirs ou corridors biologiques. Ces observations commencent à être

utilisées en protection des cultures. Celles relatives aux corridors biologiques s'intègrent de préférence dans une stratégie collective, et le plus souvent contractuelle, de conservation de la diversité biologique dans son ensemble. Des études encore préliminaires révèlent que les populations d'insectes parasitoïdes sont particulièrement sensibles à la fragmentation des habitats, sans doute en raison d'une capacité de distribution moindre que celle des espèces phytophages.

Quelques exemples d'implantation de végétaux pour protéger les cultures

La figure 5 donne un aperçu des différentes techniques d'incorporation de végétaux dans l'agro-écosystème utilisables pour protéger les cultures contre les bioagresseurs.

Les bords des parcelles cultivées sont aujourd'hui des lieux à prendre en compte pour la protection des cultures. En effet, l'abondance et la diversité des prédateurs et des parasites qu'on rencontre dans les champs sont proportionnelles à celles que l'on rencontre sur les bords des parcelles, considérés comme des réservoirs d'ennemis naturels. L'impact de ces ennemis naturels est d'autant plus important que la végétation est sauvage. À une échelle encore plus large, les corridors ont largement montré leur

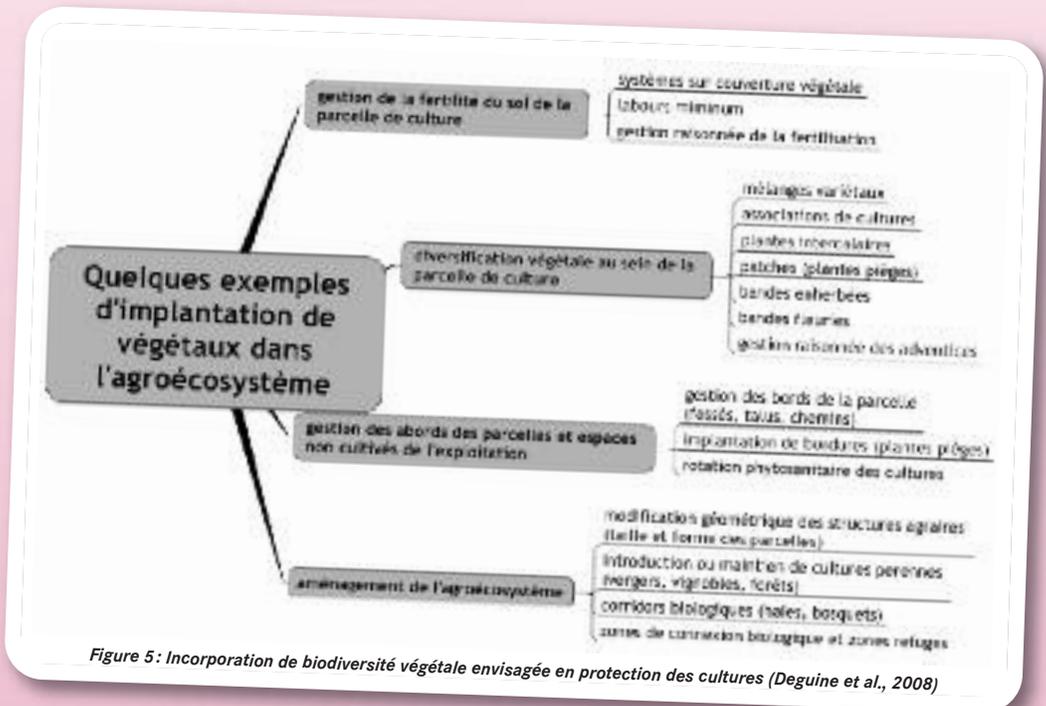


Figure 5 : Incorporation de biodiversité végétale envisagée en protection des cultures (Deguine et al., 2008)

intérêt. Ils peuvent mettre en relation les alentours des champs et jusqu'à la parcelle (voire jusqu'au centre de la parcelle). Ces corridors deviennent alors des réservoirs permanents de nourriture et de refuges alternatifs pour les ennemis naturels.

3.1.6.2 L'agroécologie à La Réunion

Les dégâts liés aux Mouches des légumes dans les cultures de plein champ à La Réunion peuvent engendrer jusqu'à 90 % de pertes. Ils sont dus aux femelles qui pondent leurs œufs dans les fruits, puis les larves se développent en se nourrissant de la pulpe jusqu'à entraîner son pourrissement et sa chute. Les méthodes de lutte chimique utilisées pendant des années sont désormais considérées comme inefficaces.

Dans le cas des cultures de Cucurbitacées de plein champ (courgette, courge, concombre, etc.), des études sur la bioécologie des mouches ont montré que des bordures de maïs sont très attractives et concentrent finalement les popu-

lations de mouches, à la fois par l'abri et l'alimentation qu'elles fournissent (pollen et nectar).

L'existence de cette concentration de Mouches « piégées » sur le maïs permet de concevoir et de mettre en place un programme de protection agroécologique contre les Mouches des légumes.

Par ailleurs, le maïs permet également d'héberger des insectes utiles, à la recherche de nectar et de pollen.

La prévention est une des composantes majeures de la conduite d'une culture, pour limiter les agressions et l'utilisation de produits phytosanitaires. Cependant, l'état des connaissances à La Réunion et la forte pression parasitaire obligent les exploitants à surveiller étroitement leurs parcelles. La surveillance et le diagnostic sont les éléments d'une deuxième composante majeure de la protection phytosanitaire.

La partie suivante présente les moyens disponibles et les bons réflexes à avoir.



Bordure de maïs sur culture de Cucurbitacées

3.2 DIAGNOSTIC PHYTOSANITAIRE

Les symptômes liés à des problèmes non parasitaires sont les mêmes que ceux causés par des agents parasitaires. Si le contrôle de la conduite culturale ne révèle pas de défaillance, l'hypothèse d'une cause parasitaire est à étudier. Leurs conséquences sur le bon développement des cultures sont très variables au niveau des dégâts (effet direct) comme des pertes (incidence économique).

3.2.1 DÉTERMINER L'ORGANISME PATHOGENE, LE RAVAGEUR OU L'ADVENTICE

La reconnaissance des organismes nuisibles est primordiale pour prévenir toute pullulation et pour mettre en place des actions de lutte immédiates et adaptées. On raisonne la pratique phytosanitaire en optimisant la prophylaxie.

Dans une zone cultivée, les problèmes à gérer peuvent avoir différentes origines :

- Des agents pathogènes responsables de maladies : virus, bactéries, champignons ;
- Des ravageurs : insectes, acariens et nématodes, oiseaux, mammifères ;
- Des adventices.

Dans le cas des adventices, leur nuisibilité par rapport à une culture peut être de diverses natures :

- Directe : concurrence par rapport aux éléments nutritifs, allélopathie, diminution de rendement très significatives,
- Indirecte : réservoir de problèmes, contraintes dans la conduite culturale.

Dans le cas des attaques d'agents parasitaires, la culture va exprimer des symptômes qu'il convient de comprendre et de reconnaître pour en identifier la cause et mieux la gérer.



Devant la complexité des problèmes phytosanitaires, le risque de confusion et d'application d'une stratégie de lutte non ciblée et inefficace est grand.

Il est donc vivement recommandé de bien observer et de suivre la culture afin de détecter au plus tôt les premiers symptômes et savoir bien réagir.

En cas de doute contactez la FDGDON. Leurs coordonnées sont disponibles dans Votre carnet d'adresses page 250.



Impact des adventices sur la croissance des cannes

© C. Gosard, Chambre d'Agriculture

3.2.1.1 Observation des parcelles et des cultures

Observation de la zone cultivée

Le vent, la pluie et le ruissellement d'eau transportent beaucoup d'organismes nuisibles. La proximité de cultures avoisinantes (cultivées ou sauvages) représente aussi des risques potentiels d'attaques. Les premières plantes exposées seront donc celles situées en bordure de parcelle ou dans le cas des cultures sous abris, celles se situant à l'entrée de la structure ou au niveau des ouvrants. Les premiers points d'observation se feront donc au niveau des rangs de bordure.

Ces points seront complétés par des arrêts ponctuels à l'intérieur de la parcelle, surtout si des altérations sont notées sur les cultures (anomalies de développement, de couleur et de forme). Les zones présentant des conditions favorables à l'installation des problèmes seront aussi préférentiellement observées (présence d'un point d'eau, d'une cuvette dans le sol, en bas d'une pente ou à l'ombre).

Chaque stade phénologique de la plante nécessite une vigilance de la part du producteur : semis, plantation, développement végétatif, floraison, nouaison, fructification et récolte.

La connaissance des ennemis de la culture et de leurs conditions favorables détermine les périodes complémentaires d'observation. Une attention particulière sera apportée après des événements climatiques particuliers (pluies persistantes, cyclone).



Pour une meilleure surveillance des cultures, ayez le réflexe de conseiller la pose de pièges !

Les pièges (cf. 3.2.) permettent de détecter précocement l'arrivée de certains ravageurs. Ils peuvent être utilisés comme moyen de lutte mais également comme moyen très efficace de surveillance. Les luttes physiques, mécaniques et biologiques sont alors très efficaces et peu coûteuses.



Observation de la parcelle

Observation de la culture

L'observation a pour but de détecter précocement les premières apparitions des organismes nuisibles et des symptômes. Il est donc important de savoir bien regarder les zones sensibles de la culture.

Point particulier dans le cas d'un dépérissement de la plante ou d'une culture.

Dans ce contexte, les feuilles vont jaunir et avoir un port plus ou moins fané. Dans un premier temps, il convient de réaliser un contrôle de toutes les conditions culturales (alimentation en eau, éléments nutritifs, qualité du sol, application d'un produit) et climatiques (corrélation entre une période particulière et l'apparition des symptômes). Si cette vérification ne révèle rien, il est nécessaire de bien observer la plante pour repérer l'éventuelle présence de ravageurs ou de parasites et les traces de leurs dégâts. Cette observation se fera au niveau de la partie aérienne et souterraine.



Observation de la culture



Dépérissement d'un arbre

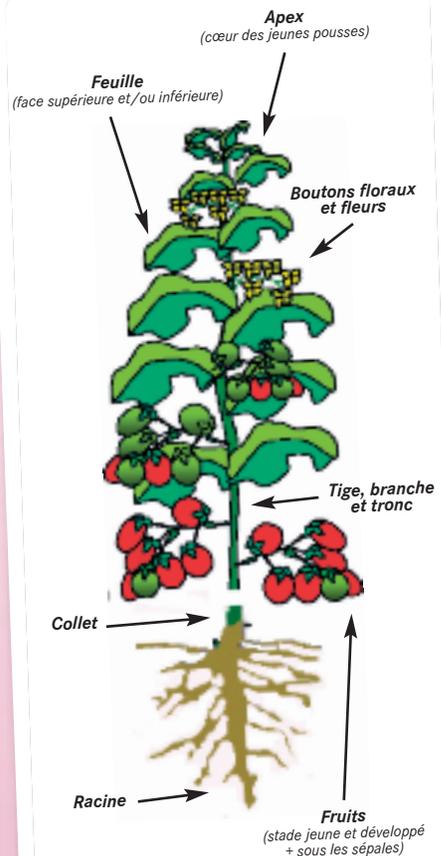


Figure 6 : Les points d'observation sur la plante (C. FESTIN FDGDON Réunion)

	Apex	Feuille	Fleur	Fruit	Tige	Collet	Racine
Maladies							
À taches (1)		+++	+	++	++		
Bactérioses		+++		+++	++		
Mildiou		+++		++			
Oïdium		+++		++	++		
Pourriture grise		+++	+++	+++	++	++	++
Rouille		+++ (face inf)					
Viroses	+++	++	+	++			
Du sol				+	++	+++	+++
Ravageurs							
Acariens		+++ (face inf)		++			
Aleurodes (2)		+++ (face inf)					
Cécidomyies des feuilles	+++	+++					
Cécidomyies des fleurs			+++				
Cochenilles (2)	++	+++		+++	++		+ (certaines espèces)
Mineuses		+++					
Mouches des fruits				+++			
Noctuelles défoliatrices		+++					
Noctuelles des fruits		+		+++			
Pucerons (2)	+++	+++ (face inf)					+ (certaines espèces)
Punaïses	+++		+++				
Thrips	++	+++	+++	+++			
Mollusques		+++			+		
Du sol					++	++	+++
Autres							
Lichen		++			+		
mousse		++			++		

Figure 7: Tableau récapitulatif de la localisation des organismes nuisibles sur une plante (FDGDON)

(1) Maladies dont les symptômes généraux se manifestent au début de l'infestation sous forme de taches : anthracnose, alternariose, cladosporiose, etc.

(2) La présence de ces insectes s'accompagne selon l'espèce d'une sécrétion de miellat sucré rendant les organes collants avec développement d'un champignon noir (fumagine) et présence de fourmis.

Les maladies du sol affectent principalement les organes en contact avec le substrat. Certaines affections s'expriment par des fructifications visibles sous forme de duvet, poudre, amas, ponctuations ou sclérotés. La présence des ravageurs se caractérise aussi dans certains

cas par des exuvies et des déjections sur la plante. Certains insectes ont plutôt une activité nocturne et sont donc observables la nuit. En journée, ils sont parfois repérés au pied des cultures ou dans l'espace environnant les plantes attaquées.

Symptômes	Causes possibles
Pourritures	Champignons, bactéries, dégâts de ravageurs
Nécroses, chancre	Champignons, bactéries
Suintement, gomme	Champignons, bactéries, dégâts de ravageurs
Modifications de couleur	Champignons, bactéries, virus, dégâts de ravageurs
Modification de forme ou malformations	Champignons, bactéries, virus, dégâts de ravageurs
Chute des organes	Champignons, bactéries, virus, dégâts de ravageurs
Développement limité (plante, fleurs, fruits)	Champignons, bactéries, virus, dégâts de ravageurs
Flétrissement, dépérissement	Champignons, bactéries, virus, dégâts de ravageurs
Morsures, criblure, décapage	Insectes
Piqûres, éraflures	Insectes
Mines, galeries	Insectes

Figure 8 : Présentation succincte des principaux symptômes d'origine parasitaire sur plantes (FDGDON)

3.2.1.2 Mode d'infestation

Différents facteurs favorisent la dissémination et le développement des ravageurs et des maladies.

Agent de dissémination	Dissémination des problèmes
Sol	– Maladies à champignons et bactéries du sol (exemples : fusariose, flétrissement bactérien) ; insectes à pupaison dans le sol (thrips) ou à développement larvaire (hanneton) ; nématodes, adventices.
Eau	– Maladies à champignons et bactéries du sol (exemples : Phytophthora, flétrissement bactérien), adventices. – Les éclaboussures de pluies disséminent des maladies à champignons ou bactéries (mildiou, bactérioses).
Vent	– Maladies à champignons avec des fructifications aériennes (rouille, oïdium), insectes (aleurodes, pucerons, thrips), adventices. – Le vent avec des gouttelettes de pluies propage aussi des maladies à bactéries ou champignons (anthracnose). – Le vent avec des particules de terre transporte des maladies à champignons ou bactérie du sol (rhizoctone, flétrissement bactérien).
Insectes	– Maladies à champignons avec des fructifications aériennes (alternariose), maladies à virus (TSWV, TYLCV). Les fourmis disséminent les œufs et les larves des insectes (pucerons, cochenilles), adventices.
Mammifères (oiseaux)	– Maladies à champignons avec des fructifications aériennes, adventices.
Homme	– Maladies et ravageurs aériens et du sol, adventices.
Matériel végétal	– Maladies et ravageurs aériens et du sol, adventices.
Outils, matériels et engins agricoles	– Maladies et ravageurs aériens et du sol, adventices.

Figure 9 : Tableau des sources de contamination dans une zone cultivée (FDGDON)

Une fois le problème phytosanitaire installé au sein d'une zone cultivée, il existe des réservoirs qui maintiennent ces organismes nuisibles sur l'exploitation et favorisent des nouvelles attaques ou des réinfestations. Ces réservoirs sont, hormis ceux cités dans le tableau ci-dessus, les plantes attaquées, les déchets végétatifs et les adventices.

L'apparition des symptômes se manifeste sous plusieurs formes au sein de la zone cultivée : des plantes malades éparses, des foyers limités à étendus, répartis de façon aléatoire, ou une généralisation du problème à l'ensemble de la culture. La gravité des dégâts est fonction de l'importance : des conditions favorables, de la population d'organismes nuisibles et de leur virulence sur la plante sensible.

3.2.1.3 Matériel et techniques de prélèvement

L'observation des cultures et les prélèvements d'échantillons pour identification nécessitent un matériel adapté et régulièrement désinfecté.

Pour le contact avec une plante ou une zone cultivée

L'introduction dans une zone cultivée doit se faire avec un maximum de précautions surtout lorsque la cause du problème est inconnue. Des surchaussures à changer entre chaque zone sont recommandées, de même le port de gants à désinfecter. À défaut, il sera demandé une désinfect-



Filet fauchoir



Filet à papillons

© A. FRANCK-CIRAD

tion des chaussures et des mains le plus régulièrement possible après contact avec un organe ou des plantes malades (voir détails paragraphe ci-dessous).

Pour l'observation

Il est utile, lors des observations dans les cultures, de disposer d'une loupe de terrain (grossissement 20 fois) pour la reconnaissance des parasites. Un filet fauchoir, un filet à papillon ou un parapluie japonais peuvent servir ponctuellement pour vérifier la nature des insectes présents.

En présence de dégâts causés par des insectes nocturnes, des pièges abris peuvent être

construits pour attirer et servir de refuge à ces ravageurs et permettre ainsi de les récupérer pour identification. Ces pièges peuvent se présenter sous la forme d'une bande de carton ondulé ou de petit fagot de brindilles (Recommandation pour la capture, le conditionnement, l'expédition et la mise en collection des insectes et des acariens en vue de leur identification, A. Franck, 2006).

Dans le cas d'un dépérissement ou d'un flétrissement, si les parties aériennes ne présentent rien de particulier (insectes ou symptômes caractéristiques de maladies), il est primordial d'observer la partie basale de la plante (collet et racines).

Toutes les observations (type de dégâts et organe concerné) doivent être scrupuleusement notées sur une fiche. Il en est de même pour toutes les informations relatives à l'apparition des symptômes, la répartition du problème sur la zone cultivée, la pratique culturale et phytosanitaire et les antécédents culturaux et parasitaires de la zone. Ces données permettront de mieux comprendre le problème et de définir les analyses à mener en laboratoire.



La qualité de l'échantillon conditionne la réussite d'un bon diagnostic.

Il est donc fortement recommandé de l'effectuer avec rigueur et précaution.

Pour le prélèvement

Localisation du problème	Matériel de prélèvement (exemple)
Sur des petits organes non ou peu ligneux	Sécateur
Sur des organes moyens peu ou assez ligneux	Coupe branche
Sur des organes à gros diamètre ligneux	Machette ou scie arboricole
Sur des organes à très gros diamètre ligneux	Tronçonneuse (voir appui d'une société d'élagage)
Sur les racines de petits sujets	Transplantoir
Sur les racines de sujets moyens à gros	Bêche
Sur les racines de sujets très gros	Engins de type caterpillar (voir appui d'un service technique)

Figure 10: Matériel de prélèvement nécessaire en fonction de la localisation du problème (FDGDON)



Parapluie japonais

© A.FRANCK/CIHAD



Piège abri en carton

© A. FRANCK-CIRAD



Piège abri en bois

© A. FRANCK-CIRAD

BIEN FAIRE SON ÉCHANTILLON

1) Choisir le bon échantillon

L'organe ou la plante malade ne doit pas être à un degré avancé d'attaque. En effet, plus un symptôme est vieux, plus il y a présence d'organismes de faiblesse qui masqueront la vraie origine du problème. Il est donc préférable de prélever tous les stades d'évolution des altérations ainsi que des organes présentant à la fois une partie saine et malade.

Pour les insectes, il est nécessaire de prélever tous les stades de développement en privilégiant le stade adulte. C'est en effet à ce stade que se fait généralement la détermination.



© J. Moutch

Pour un dépérissement ou un flétrissement de la culture, il est conseillé de rapporter le sujet entier. À défaut, il s'agit de sélectionner les parties qui présentent des symptômes du problème (collet, racines) ou de demander la visite d'un technicien pour le prélèvement.

Si l'échantillon est humide, il faudra le sécher à l'aide d'un papier buvard.

2) Étiquetage et transport de l'échantillon

Les échantillons seront mis dans des sacs d'échantillonnage séparés ou à défaut dans du journal. Les fiches d'observations seront séparées des échantillons. Figureront le nom, l'adresse et les coordonnées téléphoniques de l'exploitant. Dans le cas de prélèvements de morceaux d'organes, il est utile de noter au marqueur sur les sacs la plante et la nature de l'échantillon. Les sacs seront ensuite maintenus au frais dans une glacière avec des pains de glace.

Les insectes capturés seront mis dans des boîtes ou des tubes à hémolyses avec si possible de l'alcool à 70°.

3) Pour la désinfection

Tout le matériel en contact avec une plante malade est contaminé. Il est donc important de le désinfecter après chaque manipulation sur une plante et avant de l'utiliser sur une autre. Si l'outil est très sale, un premier rinçage peut se faire à l'eau. Il convient ensuite de bien pulvériser sur la surface de l'alcool à 70° ou de l'eau de Javel diluée à 3 %. Cette étape s'applique aussi pour le dessous des chaussures si on ne dispose pas de surchaussures de rechange. Il est conseillé de procéder à cette désinfection loin des cultures, surtout en cas de ruissellement ou de contact avec des eaux souillées.

Pour les mains, l'alcool à 70° peut être utilisé ou une solution désinfectante spécifique.

Apporter l'échantillon à la clinique des plantes (Pôle Protection des plantes Saint-Pierre) ou à défaut dans une des antennes de la FDGDON. Reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

Attention : *un stockage est possible mais uniquement pour une durée de 24 h au réfrigérateur. Plus le délai de transmission sera long, plus l'échantillon deviendra inexploitable. Cette recommandation sera d'autant plus respectée si les échantillons ne sont pas frais ou si les insectes ne sont pas dans de l'alcool à 70°.*

3.2.2 SEUILS D'INFESTATION

L'observation et le suivi réguliers des cultures permettent de détecter les premières installations d'organismes nuisibles. La quantification des foyers d'agents parasites ou des plantes attaquées permet de plus de déterminer les seuils d'infestation.

Un seuil d'infestation caractérise le palier à ne pas franchir. Au-delà, des pertes de production économiquement préjudiciables pour l'agriculteur sont à craindre. Le seuil d'infestation permet au producteur de positionner ses interventions au moment le plus opportun, que ce soit par des méthodes de protection mécanique, biologique ou chimique. L'intervention du producteur est ainsi raisonnée en fonction de la pression parasitaire.



On évite des traitements chimiques inutiles lorsque la pression parasitaire est faible.

Il est conseillé de réaliser régulièrement des observations pendant les phases critiques de développement des végétaux (poussées végétatives, floraison, fructification...). C'est au cours de ces périodes que les organismes nuisibles peuvent occasionner les plus graves dégâts. La détermination des organismes nuisibles et de leur seuil d'infestation permettent d'éviter les traitements inutiles et leurs conséquences néfastes sur l'environnement et la santé humaine.

Diverses méthodes d'observation des parasites et de leurs symptômes existent et sont à la disposition des producteurs. Pour connaître ces supports consultez la bibliographie ou contactez la Chambre d'Agriculture, la FDGDON ou encore l'ARMEFLHOR. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

La détermination des seuils d'infestation est basée sur différentes méthodes d'observation et de comptage :

- l'observation visuelle des organes attaqués (fleurs, rameaux, feuilles, fruits) ;
- le comptage des organismes nuisibles recueillis par battage ou fauchage ;

- le comptage des organismes nuisibles capturés au moyen de pièges (panneaux chromo-attractifs, pièges à phéromones, etc.).

Parmi les pièges existants, on distingue :

Les pièges colorés (chromo-attractifs)

Les insectes sont attirés par des couleurs particulières. Les panneaux chromo-attractifs englués permettent de repérer les premières arrivées de ravageurs et de réaliser le suivi des populations dans une zone cultivée. Ainsi, la couleur jaune est utilisée pour attirer les aleurodes, les pucerons, les mouches, etc., et la couleur bleue pour repérer les thrips. Ces pièges chromo-attractifs sont souvent utilisés pour les cultures sous serre ou dans les pépinières. Les panneaux chromo-attractifs sont préférentiellement disposés au niveau des rangs de bordure ou des zones ouvertes des serres (ouvrants, entrée) (photo 7). Il est conseillé de poser un panneau tous les 20 mètres. Le panneau bleu sera préférentiellement placé au niveau des fleurs, lieu de localisation des thrips.



Utilisation de panneaux chromo-attractifs

Les pièges lumineux

Les pièges lumineux sont utilisés pour attirer les insectes volants comme les hannetons ou les papillons. Ils permettent d'évaluer les risques d'attaque sur la culture. Les seuils d'infestation varient en fonction du niveau de nuisibilité de chaque organisme nuisible, du statut réglementaire de ce dernier ainsi que de la culture à protéger. Par exemple, pour un insecte vecteur de virus responsable d'une maladie fortement préjudiciable pour la plante, l'intervention est réalisée dès l'observation des premiers individus (exemple de l'aleurode *Bemisia tabaci*, vecteur du TYLC sur tomate). Il en est de même pour un organisme de quarantaine : dès la confirmation de sa présence, les plants attaqués sont détruits. Hormis ce dernier cas, l'intervention ne consiste pas à éradiquer le problème mais à maintenir un seuil d'infestation ne compromettant pas le potentiel économique de la culture. L'objectif est bien de maintenir un équilibre biologique entre les organismes nuisibles et leurs antagonistes naturels (auxiliaires), sans nuire à la productivité et à la qualité de la récolte.

Problèmes	Culture	Période d'observation	Méthodes de surveillance	Seuils d'intervention
Maladies				
Maladies aériennes à champignons	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur feuilles, fruits et tiges	Dès les 1 ^{ers} symptômes
Bactérioses	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur feuilles, fruits et tiges	Dès les 1 ^{ers} symptômes
Flétrissement bactérien	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur plantes	Dès les 1 ^{ers} symptômes (arrachage)
Mildiou	Tomate	Toute l'année	Visuel sur feuilles et fruits	Dès les 1 ^{ers} symptômes
Oïdium	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur feuilles	Dès les 1 ^{ers} symptômes
Maladies à virus	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur feuilles et fruits	Dès les 1 ^{ers} symptômes (arrachage)
Maladies du sol	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur plantes	Dès les 1 ^{ers} symptômes
Ravageurs				
Acariens Aculops (acariose bronzée)	Tomate	Toute l'année	Visuel sur feuilles	< 5 / feuille
Acariens phytoptes	Agrumes	De la nouaison à 1 mois avant récolte	Visuel sur fruits	> 10 % fruits occupés
Acariens tarsonèmes	Fraisier	Toute l'année (période sèche)	Visuel sur feuilles	> 20 % feuilles (destruction)
	Agrumes	De la nouaison à 1 mois avant récolte	Visuel sur fruits	> 20 % fruits occupés
	Tomate	Toute l'année	Visuel sur feuilles et fruits	Dès les 1 ^{ers} dégâts
Acariens tétranyques	Fraisier	Toute l'année (période sèche)	Visuel sur feuilles	5 adultes / feuille
	Agrumes	Toute l'année (période sèche)	Visuel sur feuilles	30 % feuilles occupées
	Tomate	Toute l'année (période sèche)	Visuel sur feuilles	< 5 / feuille
Aleurodes	Tomate	Toute l'année	Visuel sur feuilles	Dès les 1 ^{ers} individus. Sous abris > 1 pour 100 plants (lâchers)
Cécidomyies des feuilles	Manguier	Pendant le développement des pousses	Visuel sur jeunes feuilles	Dès les 1 ^{ers} dégâts
Cécidomyies des fleurs	Manguier	Pendant la floraison	Visuel sur fleurs	5 piqûres / panicule sur 100 observées
Cochenilles	Manguier	Toute l'année	Visuel sur feuilles Visuel sur fruits	30 % feuilles occupées Dès apparition
	Agrumes	Toute l'année	Visuel sur fruits Visuel sur feuilles (après récolte)	Dès apparition 30 % feuilles occupées
Mineuses	Agrumes	Pendant le développement des pousses	Visuel sur pousses	25 % des pousses occupées (lutte chimique en pépinière)
Mouches des fruits	Manguier	Fruits sur le point de jaunir et jusqu'à la récolte	Piégeage	> 25 cératites capturées par piège
	Agrumes	Fruits sur le point de jaunir et jusqu'à la récolte	Piégeage	> 25 cératites capturées par piège
	Cucurbitacées	Fruits sur le point de jaunir et jusqu'à la récolte	Piégeage	Dès présence d'insectes piégés
Mouches mineuses	Cucurbitacées	Toute l'année	Visuel sur feuilles	3 mines par feuille
Noctuelles défoliatrices	Laitue	Toute l'année	Visuel sur feuilles	Dès les 1 ^{ers} individus
	Tomate	Toute l'année	Visuel sur feuilles	Dès les 1 ^{ers} dégâts
Noctuelles des fruits	Tomate	Pendant la production de fruits	Visuel sur fruits	Dès les 1 ^{ers} dégâts
Pucerons	Fraisier	Toute l'année	Visuel sur feuilles	5 à 10 / plant (lutte chimique)
	Agrumes	Pendant le développement des pousses	Visuel sur pousses	Dès le début de la pullulation
	Cucurbitacées	Toute l'année	Visuel sur feuilles	10 % avec 1 colonie
	Tomate	Toute l'année	Visuel sur feuilles	Dès les 1 ^{ers} individus
Punaises	Manguier	Durant le développement des pousses et des fleurs	Visuel sur fleurs	Moyenne > 3 / battage

Thrips	Fraisier	Durant le développement des fleurs et des fruits	Visuel sur fleurs par battage	Dès les 1 ^{ers} individus
	Manguier	Durant la pousse, la floraison et la fructification	Visuel sur fleurs par battage	Dès les 1 ^{ers} dégâts de dessèchement
	Agrumes	Développement des feuilles Fruits de 0 à 40 mm de diamètre	Visuel sur feuilles Visuel sur fruits	4 % feuilles occupées 3 % fruits occupés
	Cucurbitacées	Toute l'année (période sèche)	Visuel sur apex et fleurs	Dès les 1 ^{ers} individus
Teignes	Agrumes	Début floraison	Visuel sur fleurs	50 % fleurs occupées
Vers blancs	Canne à sucre	De la plantation à juillet	Sondage au niveau des souches	3-5 larves saines / souche
Autres ravageurs du sol	Toutes cultures	Toute l'année	Visuel sur plantes	Dès les 1 ^{ers} dégâts

Figure 11 : Exemples de méthodes d'observations phytosanitaires et de seuils d'infestation (CA, FDGDON)

3.3 MÉTHODES DE LUTTE

En fonction de la situation de la parcelle et des enjeux environnementaux qui y sont liés, il est important d'orienter l'agriculteur vers la pratique la plus adaptée à la protection du milieu. La difficulté est de trouver l'équilibre entre la préservation de l'environnement et la préservation de la qualité de sa production.

Cependant, la proximité d'une ravine, d'un captage sont autant de signaux puissants qu'il est primordial de prendre en compte. Cet enjeu de santé publique, doit orienter le conseil vers des luttes alternatives à la lutte chimique afin de limiter et préserver la qualité de l'eau.

3.3.1 MÉTHODES BIOLOGIQUES

Avec les exigences environnementales et sanitaires de plus en plus fortes, l'agriculteur doit progressivement orienter sa stratégie phytosanitaire vers une pratique plus respectueuse de la santé humaine et de l'environnement. Les méthodes biologiques répondent ainsi à cet objectif.

Actuellement, à La Réunion, quelques stratégies de lutte biologique existent et sont utilisées ou mises au point contre divers ravageurs. (cf. *tableau page suivante*)

3.3.1.1 La lutte biologique par les agents biologiques

Dans l'environnement, il existe un ensemble d'auxiliaires naturellement présent qu'il convient de préserver. Ainsi, certains champignons vivent

dans le sol et limitent l'installation d'agents parasitaires pathogènes comme les maladies à champignons. Ce sont des champignons antagonistes. Par exemple, des champignons comme *Gliocladium virens*, *Trichoderma sp.*, *Bacillus subtilis*, *Streptomyces griseoviridis* sont antagonistes des maladies à *Phytophthora*.

Dans le cadre de l'utilisation d'insectes auxiliaires, les méthodes biologiques s'appuient sur le respect de la biodiversité et de l'environnement en général pour réinstaurer l'équilibre auxiliaire/ravageur. Autrement dit, il s'agira de ramener la population d'insectes nuisibles à un seuil de nuisibilité minimale grâce à l'action de l'insecte utile. Les insectes auxiliaires s'installent spontanément dans les cultures qui sont peu traitées (cf. 3.1.6). Toutefois, lorsque la pression parasitaire des ravageurs est trop forte, il est utile de procéder à des lâchers d'insectes utiles de façon ponctuelle (inoculative) ou massive (inondative) pour remettre en place un équilibre ravageur/auxiliaire.

La protection biologique contre le hanneton (Hoplochelus marginalis) sur canne à sucre

Cette lutte s'est mise en place depuis 1991 et est devenue obligatoire sur le département de La Réunion (arrêté préfectoral 3573 du 22/10/1991). La replantation a été choisie comme moment privilégié d'intervention par la mise en place de traitements du sol destinés à tuer les larves.

À chaque replantation, le Bétel, insecticide biologique (composé de mycellium et de spores de *Beauveria tenella* 96 fixés sur des granulés d'argiles), est incorporé dans le sillon à proximité des boutures de canne. Le champignon entomopathogène est ainsi maintenu dans le sol afin d'assurer une lutte biologique contre les larves qui sont présentes au niveau des souches de cannes.



Épandage du Bétel dans les sillons de plantation de canne à sucre

Cible	Auxiliaires	Type de parasitisme	Contexte
Psylle africain (Trioza erytreae), 1976	Tamarixia dryi	Parasitoïde ou endoparasite	Sur agrumes
Psylle asiatique (Diaphorina citri), 1976	Tamarixia radiata	Parasitoïde ou endoparasite	Sur agrumes
Aleurodes floconneux (Aleothisrix floccosus), 1976	Cales noacki	Parasitoïde ou endoparasite	Sur agrumes
Hanneton (Hoplochelus marginalis), 1991	Beauveria tenella 96	Champignon entomopathogène	Sur canne à sucre
Oryctès rhinocéros, 1992	Rhabdionvirus oryctes (Baculovirus)	Virus entomopathogène	Sur cocotier et palmier
Aleurodes (Bemisia tabaci), 1999	Eretmocerus eremicus	Parasitoïde ou endoparasite	Sur tomate sous abri en PBI*
Aleurodes (Trialeurodes vaporariorum), 1999	Encarsia formosa	Parasitoïde ou endoparasite	Sur tomate sous abri en PBI
Pucerons (Aphis gossypii et autres espèces), 2005	Aphidius colemani	Parasitoïde ou endoparasite	Sur concombre et poivron sous abri en PBI. Possible aussi en plein champ selon l'espèce de pucerons
Vigne marronne (Rubus alceifolius), 2008	Cibdela janthina	Phytophage	Protection des zones naturelles
Acarions tétranyques (Tetranychus sp.),	Phytoseiulus persimilis	Prédateur	Stratégie en cours de finalisation sur fraiser en plein champ et sur rosier sous abri
Foreur de la canne à sucre (Chilo sacchariphagus)	Trichogramma chilonis	Parasitoïde ou endoparasite	Stratégie en cours d'optimisation sur canne à sucre
Mouches des légumes (Bactrocera cucurbitae)	Psytalia fletcheri	Parasitoïde ou endoparasite	Stratégie en cours sur Cucurbitacées
Mouches des fruits (Bactrocera zonata)	Fopius arisanus	Parasitoïde ou endoparasite	Stratégie en cours sur mangoier
Noctuelles (Heliothis armigera, Spodoptera littoralis)	Bacillus thuringiensis	Produit biologique	En traitements généraux des parties aériennes
Aleurodes	Paecilomyces fumosoroseus	Produit biologique	Sur concombre, tomate et cultures florales en traitement aérien
Aleurodes	Verticillium leucanii	Produit biologique	Sur certaines cultures légumières et cultures florales diverses en traitement aérien

* PBI = protection biologique intégrée

Figure 12: Exemple de relation cible/auxiliaire (FDGDON)

Pour plus d'informations, contactez la Chambre d'Agriculture ou la FDGDON. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

La Protection Biologique Intégrée (PBI) contre les aleurodes sur tomate sous abris

La PBI consiste à modifier la conduite culturale en respectant un ensemble de mesures adaptées au contexte de La Réunion et basées sur la lutte préventive (prophylaxie, variétés, etc.), la lutte chimique raisonnée et l'utilisation de moyens biologiques. La bonne mise en œuvre de la PBI repose sur un cahier des charges qui regroupe l'ensemble des exigences à respecter au niveau de ces trois points ainsi que sur l'observation régulière de la population d'aleurodes (sur plante

et sur panneaux colorés) et du taux de parasitisme pour raisonner les lâchers d'auxiliaires.

Les traitements chimiques sont utilisés en dernier recours et sont le plus possible limités. Les produits phytosanitaires sont choisis en fonction de leur innocuité sur les auxiliaires et appliqués en fonction des observations de la culture (repérage des foyers de ravageurs). Ils sont ciblés sur des ravageurs précis et ont pour but de stopper les infestations dès l'apparition des premiers symptômes ou individus. Selon les produits, un délai plus ou moins long doit être respecté avant l'introduction des auxiliaires (référence pour produits utilisables en PBI).

En fonction de la maîtrise de la PBI par le producteur, le nombre de traitement est réduit de 2 à 4 fois par rapport à une protection sans lâchers d'auxiliaires.

Présence de larves d'aleurodes	Taux de parasitisme	Traitement chimique	Lâchers d'auxiliaires
Forte	0 à < 50 %	Oui	Selon l'efficacité de la lutte chimique. Attente délai de réintroduction.
Forte	50 à 70 %	Facultatif	Selon la population de larves d'aleurodes non parasitées. Attente délai de réintroduction.
Forte	80 % et plus	Non	Non. Maintien de l'observation.

Figure 13: Exemple sur un cycle de tomate de 6 mois en hors sol sous abris (FDGDON)

Plusieurs luttés biologiques sont en cours d'études ou de finalisation :

- La lutte biologique contre le borer de la canne avec la guêpe auxiliaire *Trichogramma chilonis* ;
- La lutte biologique contre les acariens tétranyques avec un acarien auxiliaire *Phytoseiulus persimilis* sur fraisier et sur rosier en cours de finalisation.

Pour tout renseignement sur la mise en place de la PBI, contactez la FDGDON. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

3.3.1.2 La lutte biologique par l'éthologie

L'éthologie s'appuie sur l'étude du comportement des organismes dans leur milieu naturel. Les insectes sont soumis à des facteurs « répulsifs »

ou « attractifs » en fonction de leurs besoins. Plusieurs pièges ont pu ainsi être mis au point :

Les pièges sexuels à phéromones

Les phéromones sexuelles sont des substances chimiques comparables aux hormones qui servent de messenger entre les individus pour l'accouplement. Elles sont soit, libérées par les femelles ce qui permet aux mâles de les repérer (ex. : les mouches des fruits) soit, émises par les mâles et attirent les deux sexes (ex. : le charançon du bananier, l'Oryctès sp.). Ainsi, ces substances chimiques ont été synthétisées pour être utilisées dans des pièges sous forme de pastilles couplées ou non avec un insecticide. Les pièges servent à suivre l'évolution de la population et évaluer les risques pour les cultures. Utilisés en masse, ils peuvent constituer une méthode de lutte. La densité des pièges varie selon le type de ravageur à capturer.

Pour les mouches des fruits, par exemple, on posera dix à trente pièges par hectare.

Les pièges à phéromones d'agrégation

Les phéromones d'agrégation sont les phéromones responsables du regroupement des insectes, notamment pour la colonisation d'une nouvelle plante-hôte. Elles sont émises par les mâles mais attirent les deux sexes (ex. : le charançon du bananier, l'*Oryctes* sp.). Comme pour les phéromones sexuelles, elles ont été synthétisées et servent d'attractifs pour les pièges. La stratégie des pièges est semblable aux pièges sexuels : suivi de population ou méthode de lutte.

Pour le charançon du bananier : 8 pièges par hectare et pour l'*Oryctes* sp. : 4 pièges par hectare.

Les pièges alimentaires

Sur le même principe que les pièges à phéromones, l'élément attractif est ici une substance issue de la culture servant de base alimentaire aux ravageurs ciblés. Les pièges alimentaires sont complémentaires de l'action des pièges sexuels car ils attirent aussi bien les mâles que les femelles.

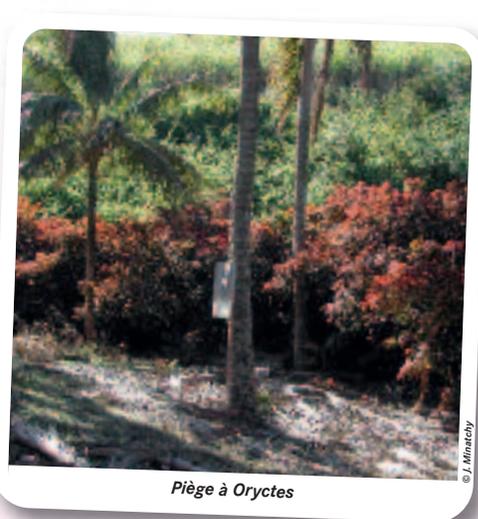
Exemple : les pièges au phosphate d'ammoniaque contre la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*).

3.3.1.3 La lutte biologique par les pesticides biologiques ou non chimiques

Les biopesticides

Un produit biologique ou biopesticide est une substance ou préparation permettant de lutter contre des organismes nuisibles. Son principe actif est variable, on utilise :

- Des organismes vivants (par exemple spores de champignons comme *Verticillium lecanii* contre les aleurodes *Bemisia tabaci* et *Trialeurodes vaporariorum*, *Paecilomyces fumosoroseus* contre les aleurodes *Trialeurodes vaporariorum* et *Beauveria tenella* 96 contre les vers blancs de la canne à sucre) ;
- Des produits issus du métabolisme de ces organismes (par exemple toxine de *Bacillus thuringiensis* utilisée dans la lutte contre des chenilles de Lépidoptères ou des larves de moustiques).



Piège à *Oryctes*

Comme pour les produits chimiques, les biopesticides obéissent à la réglementation (usage homologué, dose, etc.) et à des précautions d'emploi (cf. 3.3.3).

Les insecticides biologiques sont efficaces uniquement sur les premiers stades de développement des ravageurs. Ils doivent être appliqués en dehors des périodes chaudes de la journée.

Exemple : les préparations à base de *Bacillus thuringiensis* agissent sur les premiers stades des chenilles.

Les pesticides à base de spores de champignons (*Paecilomyces fumosoroseus*, *Verticillium lecanii*) doivent être appliqués dans des conditions bien précises (humidité à 80 % au moins pendant 10-12 heures et température entre 18 et 28 °C). À La Réunion, le respect de ces exigences n'est pas toujours facile. L'ensoleillement du plein champ ne garde pas l'humidité aussi longtemps. Sous abri, une forte hygrométrie favorise le développement de champignons (mildiou, Botrytis, etc.) et la lutte antifongique à appliquer est incompatible avec les champignons utiles pulvérisés.

Les produits minéraux

Les huiles minérales ont une action contre les ravageurs, notamment les cochenilles. D'autres produits à base de soufre ou de cuivre sont utilisés contre les maladies à champignons. Certains produits soufrés ont aussi une action acaricide. De nouveaux produits font aussi leur apparition, notamment ceux à base d'huile essentielle.

Il est donc important de se rapprocher de son technicien pour s'informer des nouveautés en termes d'homologation de produits autres que chimiques.



Il est recommandé de se rapprocher de son technicien pour s'informer des nouveautés en termes d'homologation de produits autres que chimiques.

Les préparations biodynamiques

Ces préparations reposent sur le mélange de plantes et de minéraux qui vont stimuler les défenses des cultures. Elles sont issues d'infusion, de décoction ou de macération de plantes avec parfois des ajouts de composantes diverses. Cependant, cette pratique est rare et aucune étude n'a encore été réalisée pour vérifier la réelle efficacité de leur application et leur incidence sur l'installation des problèmes parasitaires et des insectes utiles.

Pour toute information complémentaire sur l'achat et la pose de piège de surveillance ou de lutte,

contactez la FDGDON ou la Chambre d'Agriculture. Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

3.3.2 MÉTHODES PROPHYLACTIQUES

La prophylaxie regroupe les mesures physiques, variétales et culturales visant à empêcher l'apparition d'ennemis des cultures ou à en minimiser les effets. La prévention des infestations et des contaminations est en effet déterminante pour la réussite de la culture.

Le suivi et l'observation réguliers de la culture permettent de prévenir les problèmes, voire de détecter et éradiquer rapidement les sources de contamination. En fonction de la localisation et des formes de conservation de la maladie ou du ravageur, les mesures prophylactiques diffèrent.

3.3.2.1 Méthodes de prévention

Déplacements dans l'exploitation

Le déplacement de véhicules aux roues boueuses, des personnes portant des bottes terreuses, sont autant de « vecteurs » d'organismes nuisibles entre les parcelles. Les chemins qu'ils empruntent

Voies d'installation et conditions d'infestation favorables des organismes nuisibles	Type d'organisme nuisible ou exemples de problèmes
Plaies de taille	Botrytis, Pythium, fusariose, Didymella, TSWV, Potyvirus
Substrats contaminés	Ensemble des maladies et insectes du sol (kystes de nématodes), et ceux ayant une phase larvaire dans le sol (hanneton, taupin), de pupaison dans le sol (thrips, mineuses), adventices
Organes contaminés	Ensemble des maladies et des ravageurs
Déchets végétatifs contaminés	Ensemble des maladies, des ravageurs et adventices
Outils contaminés	Ensemble des maladies et adventices
Ruissellement	Ensemble des maladies du sol et adventices
Eau libre sur la partie aérienne	Ensemble des maladies aériennes
Espace confiné et humide, forte densité culturale	Botrytis, mildiou, cladosporiose
Excès de fertilisation azotée	Botrytis, mildiou, cladosporiose, flétrissement bactérien, insectes piqueurs-suceurs

Figure 14 : Conditions favorables et voies d'infestation des organismes nuisibles (FDGDON)

représentent des circuits potentiels de dissémination de maladies et de ravageurs.

Il est donc conseillé de rationaliser les déplacements dans les zones cultivées. Pour limiter ces phénomènes, il est conseillé de :

- Commencer les opérations culturales par les zones saines (généralement les cultures les plus jeunes) ;
- Limiter les déplacements dans les zones contaminées ;
- Dans une zone contaminée, commencer par les parties saines.

Gestion des outils contaminés

Pour diminuer les risques de dissémination des problèmes parasitaires, il est recommandé de nettoyer et de désinfecter après chaque opération culturale tout le matériel de culture (sécateur, caisse, godets, clips, roues des véhicules, bottes...) par trempage d'au moins une minute dans un désinfectant (alcool, eau de Javel diluée...). Les roues des véhicules seront lavées à fort jet d'eau loin d'une zone cultivée.

Exemple : le flétrissement bactérien et les maladies à virus (viroses) sont disséminés par les outils contaminés.

Gestion des paramètres abiotiques

Beaucoup de facteurs indépendants des êtres vivants facilitent l'installation des problèmes parasitaires. Une meilleure gestion de ces facteurs crée un environnement défavorable aux attaques de maladies et de ravageurs.

Ainsi :

- Une bonne aération de la culture et entre les cultures diminue l'hygrométrie de l'air ambiant et limite l'apparition de nombreuses maladies (ex. : alternariose) ;
- Une bonne gestion de l'eau par aspersion et un bon drainage au sol limite la présence d'eau libre sur la partie aérienne (ex. : mildiou) et d'eau stagnante ou de ruissellement à la base de la plante (ex. : fusariose). Un arrosage le matin permet dans certains cas de tuer les acariens et les thrips. Un jet à forte pression permet de réduire le nombre de colonies d'aleurodes et de cochenilles sur les plantes ;
- Un bon ensoleillement de toutes les cultures empêche l'extension de l'oïdium ;

- Un apport raisonné de matière organique dans le substrat réduit les risques d'installation de Botrytis et de nématodes ;

- Une alimentation minérale équilibrée limite l'exès de sève dans la culture et la présence de colonies d'insectes piqueurs-suceurs (pucerons, aleurodes, cochenilles, cicadelles).

Le recépage de certains arbres et arbustes permet en plus de favoriser l'aération et l'ensoleillement de redonner de la vigueur à la culture.

Gestion des adventices

Certaines plantes hôtes sensibles (cultures et adventices) sont des réservoirs de ravageurs (aleurodes, thrips, pucerons, eux-mêmes parfois vecteurs de virus) et de maladies (Botrytis, oïdium, viroses...). Cependant, avant toute élimination, il convient de connaître le type d'adventices présents (réservoirs de problèmes parasitaires et/ou d'insectes utiles, éléments de maintien du sol contre le ruissellement et l'érosion, etc.) et leur mode de développement.

Le contrôle des adventices est la première étape de la prophylaxie phytosanitaire de l'exploitation. L'élimination (arrachage ou sarclage) doit être régulière car les ravageurs recolonisent rapidement les repousses.

Différentes techniques permettent de limiter les incidences liées aux mauvaises herbes :

• Le binage (entre les rangs)

Le sarclage agit à faible profondeur. Il doit être utilisé près de la ligne sur un sol sec et par temps ensoleillé (voir détail paragraphe concerné). Éviter de blesser les racines des cultures à enracinement superficiel.

• Le hersage (sur les rangs)

L'opération permet de lutter contre les adventices tout en aérant le sol. Il se fait soit avant l'émergence des cultures (à grosses semences) soit après (à implantation plus rapide). Cependant, il convient de bien choisir le type de matériel car certains outils facilitent la dissémination des problèmes plutôt qu'une maîtrise (voir détail paragraphe concerné). Exemple : les outils à disque qui sectionnent et dispersent les organismes nuisibles.

• La technique du faux semis (cf. 3.1.2)

• Le désherbage thermique ou brûlage

L'action consiste à exposer la plante adventice visée à une température supérieure à 70 °C

pendant une seconde. Pour une efficacité du brûlage, il s'agira de mouiller le sol 10 jours avant plantation pour favoriser la sortie des adventices, et d'intervenir tôt (stade jeune, cotylédonaire). L'inconvénient est que cette technique est lente et coûteuse et nécessite un matériel spécifique (cf. *Légume plein champ protection phytosanitaire respectueuse de l'environnement*, CTIFL, 1999).

• La couverture plastique

Le plastique sur le sol permet d'augmenter la température du sol et limite le développement des adventices. Le choix du plastique est fonction de sa nature, sa largeur, son épaisseur et l'usage recherché. Il est aussi important de voir sa capacité à se biodégrader. Trois types de plastiques existent : le polyéthylène noir (contre la levée des adventices mais chauffe trop le sol), le plastique transparent (chauffe peu le sol mais n'empêche pas complètement le développement des adventices), le plastique opaque thermique (réchauffe le sol et contre la levée des adventices). Il est cependant à noter que la pose du plastique demande du temps et peut représenter un déchet difficilement gérable au niveau de son élimination.



Attention, cette technique nécessite de mener une réflexion importante sur l'accélération du ruissellement et donc de l'augmentation des phénomènes d'érosion. (cf. 1.1.2 et 1.3.2)

• **La solarisation** (voir détail paragraphe concerné).

• **Le paillage** (voir paragraphe ci-après)

La meilleure stratégie est cependant l'implantation entretenue de végétaux monocotylédones, comme la « trainasse » (*Cynodon dactylon*), la canne fourragère (*Panicum maximum*), la citronnelle (*Cymbopogon citratus*), le vétiver (*Vetiveria sp.*). Ces espèces abritent peu d'insectes et ont aussi l'intérêt de retenir le sol contre l'érosion.

Culture sous abris

Extrait du Guide de la tomate hors sol à La Réunion, J. Minatchy, S. Simon, 2009

La mise en place d'une serre constitue une barrière contre l'arrivée des problèmes parasitaires. Le choix du type d'abri est tributaire du coût de l'investissement envisagé et du type de production envisagée. L'ombrière est aussi utilisée comme barrière physique contre les insectes type noctuelles mais les mailles laissent passer les ravageurs plus petits que les Lépidoptères (mouches, thrips, aleurodes, pucerons, acariens, etc.)

Autre protection physique : la culture sous bâche intissée qui laisse passer le soleil, l'eau et empêche le contact des plantes avec les insectes nuisibles.

Cette protection est utilisée pour les Cucurbitacées afin d'éviter la transmission de virus par des insectes piqueurs sur les stades juvéniles de la plante.



Bande enherbée

Paillage

Les paillis sont des matériaux de diverses origines qu'on applique au sol entre les plantes. Leurs objectifs sont multiples :

- Empêcher une trop grande évaporation de l'eau par temps chaud ;
- Diminuer le développement des mauvaises herbes ;
- Protéger les fruits du contact direct avec le sol ;
- Préserver les organes des plantes des éclaboussures d'eau transportant des maladies.

Il existe des paillis organiques (écorce déchiquetée ou compost) qui nourrissent le sol en se décomposant et des paillis inorganiques (toile de jardinage, pellicules plastiques noires, disque en caoutchouc, bâche plastique) qui réchauffe le sol par leur couleur foncée.

Filet anti-oiseau

Le filet permet dans certains cas d'empêcher le contact de la plante par l'organisme nuisible. Il est étendu à différentes échelles pour protéger soit un champ complet ou un rang de culture ou des plants.

Autres

D'autres moyens de prévention existent :

- L'ensachage des fruits permet de les protéger contre l'attaque des insectes (ex. : gainage des régimes de bananes contre les thrips ; ensachage des fruits d'annonacées contre les pyrales) ;
- Des supports métalliques sont parfois accrochés aux cultures pour faire fuir les oiseaux frugivores.

Agent de dissémination	Méthode de lutte
Sol	Nettoyage à grande eau des roues des engins agricoles. Désinfection (alcool ou javel à 3 %) des outils, bottes et matériels de transports des végétaux. Culture sous abris : grattoir ou pédiluve avec eau javellisée à 5 % ou changement de chaussures ou sur chaussures par serre visitée.
Eau	Canalisation d'eau de ruissellement due aux fortes pluies. Système en goutte à goutte.
Vent	Haies brise vent. Positionnement de la zone cultivée par rapport au sens du vent.
Insectes, mammifères	Panneaux chromo-attractifs englués, pièges, filets, abris. Culture sous abris : choix de l'abri, sas d'entrée.
Homme	Gestion des déplacements, désinfection (alcool ou javel à 3 %) des outils, bottes et matériels de transport des végétaux.

Figure 15 : Conditions favorables et voies d'infestation des organismes nuisibles (FDGDON)

3.3.2.2 Lutte physique

Gestion des organismes nuisibles par piégeage (cf. lutte biologique par l'éthologie 3.3.1)

La présence de pièges limite, dans certains cas, l'installation des organismes nuisibles. Différents pièges sont employés :

- Les pièges colorés (chromo-attractifs) ;
- Les pièges lumineux ;
- Les pièges insecticides ou rodenticides ; il s'agit de pièges alliant un attractif alimentaire et une

matière active (insecticide, rodenticide...) ciblés contre l'organisme nuisible.

Exemple : les granulés de maïs et un rodenticide dans la lutte contre les rongeurs.

- autres pièges

Ils peuvent contenir de la nourriture ou autres pour attirer la cible :

- les pièges à clapets (ex. : les cages pièges contre le Bulbul orphé),
- les pièges à tapette (ex. : contre les rats ou les souris).

Gestion des organes attequés

À la suite d'une attaque de maladies ou de ravageurs, il y a une forte présence d'agents parasitaires sous toutes leurs formes : mycélium, spores pour les champignons, œufs, larves et adultes pour les ravageurs. Les bactéries et les virus restent sous leur forme originelle.

C

Il est recommandé de récolter manuellement et de détruire les organes malades dès les premières attaques afin d'arrêter ou de limiter la propagation des ravageurs et maladies à l'ensemble de la parcelle cultivée.

Exemple : les cochenilles peuvent être détruites avec une éponge imbibée d'alcool et d'eau, l'échevinilloir doit être utilisé pour les nids de chenilles ou les pontes, une tige de fer pour dans les galeries de xylophages.

Différents moyens existent :

- **La taille, l'élagage**

Au niveau de la culture attequée, il convient donc d'enlever les organes malades manuellement ou en les taillant. La coupe devra être droite et franche pour éviter des maladies de blessures comme le Botrytis. Dans le cas d'une taille sévère, elle devra prendre en considération la capacité de régénération du végétal. Il est conseillé de protéger les grosses plaies avec une pâte cicatrisante.

- **Le curetage**

Cette opération s'applique dans le cas de chancre observé sur les branches ou le tronc de la culture. Elle permet de le supprimer en grattant les parties malades jusqu'à arriver aux tissus sains. La plaie devra ensuite être désinfectée avec une pâte cicatrisante. Si le chancre est petit, un couteau pourra être utilisé sinon, le curetage devra s'effectuer avec une tronçonneuse.

- **La récolte des organes malades**

Sur la culture, le maintien d'organes malades favorise la propagation du problème sur les autres parties saines de la plante. Leur élimination est conseillée pour limiter les risques d'explosion des agents parasitaires et faciliter leur gestion.



Augmentorium au champ

© J.P. BEGUINE, CIRAD

Exemple : l'élimination régulière des fruits piqués par les mouches des fruits sur la culture limite le nombre d'individus dans la zone cultivée.

Gestion des déchets végétaux attaqués

Les déchets végétaux sont aussi des sources non négligeables de maladies et de ravageurs. Il est important de tous les éliminer rigoureusement et rapidement.

Exemples : des feuilles au sol avec de la rouille favoriseront le maintien de la maladie à proximité de la plante et son installation sur les feuilles saines. De même, des fruits piqués au sol avec des larves de mouches des fruits font augmenter la population d'insectes et les attaques.

Une fois enlevées, les parties malades seront stockées dans un sac plastique fermé pour deux raisons :

- Le transport des déchets est facilité et les risques de dissémination sont réduits.
- Si leur présence doit se prolonger sur la parcelle, le soleil augmentera la température du sac plastique, ce qui réduira le nombre de parasites vivants.

Dans le cadre du projet GAMOUR, une étude est en cours pour optimiser l'élimination des fruits piqués par l'utilisation d'un augmentorium.

Un moyen efficace de prophylaxie est représenté par l'augmentorium. Il s'agit d'une « tente » en toile, dont une partie du toit est constituée d'un morceau de moustiquaire. Le principe est le suivant. On place les fruits piqués et infestés par des larves de mouches, après les avoir ramassés régulièrement tout au long de la période de production des cultures. Les mouches qui en émergent restent prisonnières dans l'augmentorium et finissent par mourir, alors que les parasitoïdes, plus petits, qui émergent des larves parasitées de mouches peuvent s'échapper de l'augmentorium en passant à travers la maille de la moustiquaire.

Gestion d'un substrat contaminé

Plusieurs techniques alternatives à la lutte chimique existent pour désinfecter un sol :

• La désinfection à la vapeur

Le terrain doit être bien préparé et régulier, meuble et aéré pour une meilleure action en profondeur. De la vapeur d'eau ou de la chaleur humide

est injectée dans le sol. Plus le temps de pose est long, plus profonde est la désinfection. Le choix de la profondeur de désinfection est fonction du type de culture et donc de son enracinement. La terre devra être assez sèche pour une élévation rapide de la température. La désinfection superficielle, entre 8 et 10 cm, détruit les adventices et les champignons de surface (*Pythium*, *Rhizoctonia solani*). Elle s'appuie sur la pose de plaque en 5 à 10 minutes pour une température de 80 à 90 °C. Le contrôle de la température avec une sonde permettra d'éviter la destruction de l'humus et la formation de substance toxique (nitrites). L'implantation de la culture est immédiate.

• La solarisation

Cette méthode est utilisée pour lutter contre les maladies du sol et la pré-émergence des adventices. Son efficacité est fonction de plusieurs paramètres :

• La durée et l'intensité de l'ensoleillement

L'ensoleillement doit se faire sur une longue période (> 250 heures) pour assurer une élévation rapide de la température de la couche superficielle du sol dans les trois premiers jours. La durée du bâchage varie de 30 à 60 jours selon le parasite visé.

• La qualité du film plastique

Le film qui capte l'énergie doit être transparent et propre pour transmettre la chaleur solaire. Il est généralement en polyéthylène avec une épaisseur de 40 µm.

• L'humidité du sol

Le bâchage du sol après ressuyage permet de maintenir l'humidité qui véhiculera mieux la chaleur à travers le sol.

• La reprise du sol après débâchage

Après le débâchage, le sol est travaillé superficiellement (profondeur < 5 cm) pour éviter de remonter des zones de sol non désinfectées. L'implantation est possible dès que la température du sol est revenue à 20 °C. Il est conseillé de pratiquer un lessivage du sol pour réduire les effets de solubilisation et de libération de nitrites et de replanter 15 jours après ce ressuyage (cf. *Protection phytosanitaire légumes et petits fruits, CTIFL, 1997*).

Attention : Une désinfection laisse le sol vierge de tout organisme. Il faut donc veiller à ne pas contaminer une parcelle désinfectée. La désinfection du sol est efficace sur les premiers centimètres du sol. Une culture avec un enracinement profond aura des racines qui arriveront dans un

sol non désinfecté. Si la plante est un hôte de l'organisme nuisible présent, ses racines seront alors infectées.

Conservation des fruits récoltés

Les fruits sont récoltés dans de bonnes conditions (bon stade de maturité, précautions pendant et après la cueillette). Ils doivent être ensuite entreposés dans des conditions adaptées à leur nature. Généralement, les paramètres de température, d'humidité (du fruit récolté et de l'air) et d'aération doivent être bien maîtrisés pour éviter les problèmes de conservation.

Exemple : une température de 10 °C réduit la présence de thrips et les pourritures à *Fusarium* et *Penicillium*.

3.3.3 MÉTHODES CHIMIQUES

C *Si toutes les solutions alternatives ont été envisagées, SI le seuil d'infestation le justifie, SI la parcelle à traiter ne revêt pas ou peu de contraintes environnementales, ALORS le conseil se portera sur le traitement chimique en respectant toutes les précautions nécessaires.*

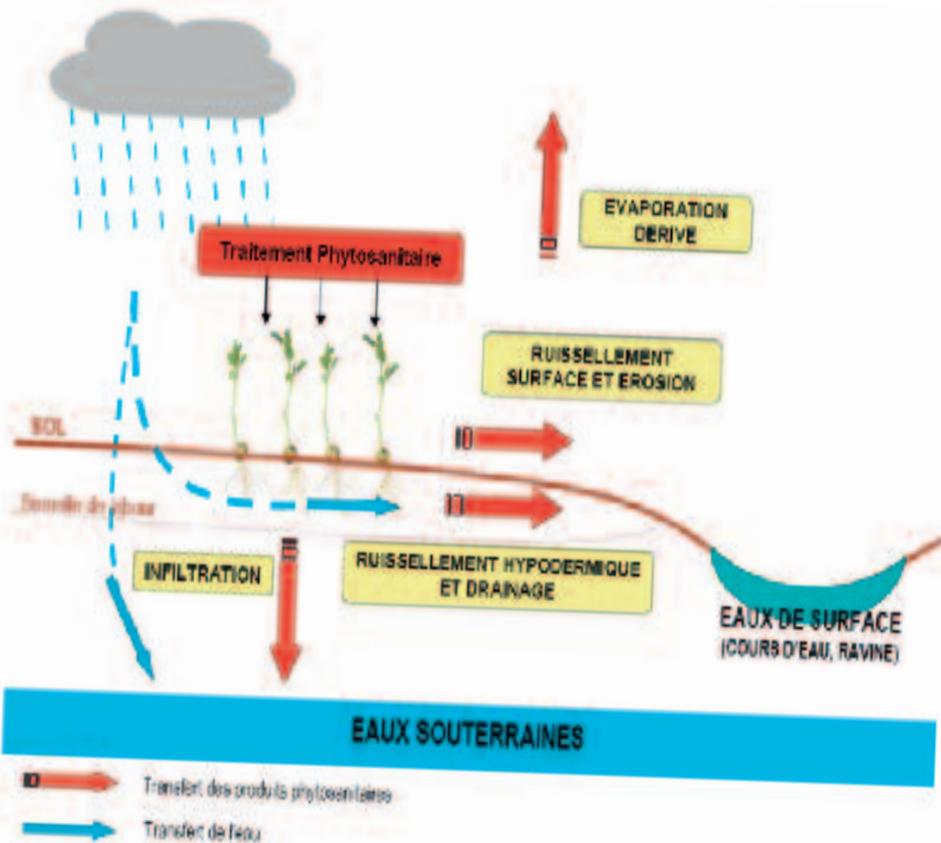


Figure 16 : Mécanismes de transfert d'un produit phytosanitaire dans l'environnement (DAAF)

Les différents types de pollutions dus aux produits phytosanitaires :

• **Pollutions diffuses**

Lors de l'application du produit, une partie des volumes appliqués se dissipe dans l'air, l'eau et le sol. Ce type de pollution est dû à l'entraînement des produits dans l'atmosphère, vers les eaux de surface et les eaux souterraines, sans qu'il y ait d'erreur de manipulation de l'utilisateur. La pollution diffuse est donc liée aux caractéristiques propres du produit, aux mécanismes de transfert, aux interactions avec le milieu...

• **Pollutions ponctuelles**

Ce type de pollution est dû à des difficultés de manipulation des produits ou à des erreurs de pratique avant ou après le traitement, ou encore à une mauvaise gestion des emballages vides de produit... Les effets de cette contamination peuvent être immédiats (mortalité de poissons, fermeture de captage d'eau...).

Exemple : vidange des restes de bouillie dans la cour de l'atelier, dans les avaloirs...

Les bonnes pratiques phytosanitaires (BPP) ont trois principaux objectifs. Elles doivent garantir une sécurité :

- sanitaire pour les utilisateurs de produits phytopharmaceutiques ;
- alimentaire pour les consommateurs de végétaux et de produits végétaux ;
- environnementale en particulier vis-à-vis des ressources en eaux.

3.3.3.1 Avant l'utilisation d'un produit phytopharmaceutique

Utilisation de produits homologués

Tout produit chimique dispose d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) pour un usage précis, c'est-à-dire l'association d'une culture, d'un ravageur et d'un mode de traitement. De plus il est important de suivre les conditions d'emploi prévues par l'AMM : usage, dose, délai avant récolte (DAR), précautions particulières et protection de l'utilisateur.

Pour être informé de modifications concernant les AMM, consultez le site internet :

www.e-phy.agriculture.gouv.fr

Le choix du produit

Certaines substances actives sont plus polluantes que d'autres. Les premières caractéristiques à prendre en compte sont :

- La nocivité exprimée par la DL50 ;
- La dose autorisée à l'hectare ;
- La vitesse de dégradation et, par conséquent, la persistance d'action ;
- L'action sur le milieu naturel (sur la faune et la flore aquatiques, sur le gibier, les abeilles, la faune auxiliaire...).

Par ailleurs, si la pente de la parcelle favorise le ruissellement et l'érosion, la solubilité dans l'eau du produit (en g/L, à température ambiante), peut aggraver le phénomène.

Les facteurs influençant les mouvements de l'eau :

- La nature du sol : les sols sableux qui sont les plus filtrants, favorisent la migration dans l'eau des substances actives, facilement lessivées dans ce type de sol ;
- La présence de matière organique et d'humus dans un sol améliore la rétention de l'eau, stabilise la structure du sol au regard de l'érosion, et fixe davantage les substances actives (Koc) ;
- La présence d'êtres vivants dans le sol (microfaune, microflore, champignons, bactéries, algues...) favorise la décomposition de bon nombre de substances actives ;
- L'érosion : les matières actives fixées dans le sol sont remises en mouvement.

Pour connaître la valeur des différents coefficients, les caractéristiques physiques et chimiques, la toxicité, l'écotoxicité, le devenir dans l'environnement et les données réglementaires des substances actives phytopharmaceutiques, consultez le site :

<http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>

Le transport

Le transport des produits classés dangereux est réglementé depuis 1999 par l'accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR). Tout transport de produit phytosanitaire est concerné par cette réglementation, à l'exception des dérogations qui peuvent être accordées aux agriculteurs ou à leurs employés dans certaines conditions :

<p>Parcelle à risque de pollution faible (située à plus de 200 m d'un cours d'eau, pente inférieure à 3 %)</p>	<p>Préconisation : Toutes les molécules peuvent être utilisées en respectant l'usage et les indications de l'étiquette</p>
<p>Parcelle à risque de pollution moyen (150 m de long, pente de 5 %, bande enherbée de 12 m le long du cours d'eau, non drainée)</p>	<p>Préconisation : Utiliser de préférence des matières actives présentant un faible risque de ruissellement. Il est possible d'utiliser aussi les matières actives ne présentant un risque de ruissellement que pendant peu de temps. Il s'agit des molécules se dégradant plus ou moins rapidement (la moitié de la quantité pulvérisée se dégrade entre huit et trente jours)</p>
<p>Parcelle à fort risque de pollution (pente de 5 %, au bord d'un cours d'eau, drainée)</p>	<p>Préconisation : Utiliser des matières actives présentant un faible risque de ruissellement. Elles sont déterminées à partir de la dose de produit utilisée par hectare (elle doit être inférieure à 500 g), de leur mobilité (elle doit être faible) et de leur dégradation rapide dans le sol (la moitié de la quantité pulvérisée doit être dégradée en moins de huit jours) Mise en place d'une bande enherbée de 12 m le long du cours d'eau</p>

Figure 17 (Tome I, Educagri édition, 2003)

- Le conducteur (agriculteur ou salarié) doit être âgé de plus de 18 ans;
- Le conditionnement en emballage doit être inférieur ou égal à 20 L ou Kg;
- Véhicule routier : < 50 kg de produit;
- Engin agricole : < 1 000 kg.

Pour tous les transports, même s'ils bénéficient de la dispense, il est recommandé :

- D'arrimer les emballages
Exemple : disposer une caisse palette fixée sur le plateau et arrimer les emballages sur les ridelles de la remorque ou de la caisse palette à l'aide de sangles qui passeront dans les poignées des emballages. Bloquer ceux-ci pour éviter leur déplacement pendant le transport.
- De prévoir des équipements d'intervention en cas d'accident; des gants nitriles, bottes (en caoutchouc et non en cuir), masque avec cartouche A2P3, sac de matière absorbante, pelle, sacs vides de type gravats, numéros d'urgence et extincteur approprié (ABC) sont à prévoir.

Le déplacement sur route d'un pulvérisateur avec une cuve pleine est autorisé et n'est pas soumis à la réglementation sur les transports de matières dangereuses. Mais il faut se rappeler que, si une cuve se renverse ou se vide suite à un accident, les conséquences peuvent être graves pour l'environnement.

Quelques recommandations pour réduire les risques lors de ce type de déplacements :

- Bien entretenir son pulvérisateur, en particulier la cuve et sa bonde de vidange.
- Vérifier régulièrement l'état de la cuve et sa fixation, pour éviter les vibrations.
- Réparer immédiatement la moindre fente avant qu'elle ne s'aggrave.
- Vérifier l'étanchéité et la fermeture des dispositifs de remplissage et de vidange des appareils.

Le stockage

Le local doit être fermé à clé si des produits T, T+ ou Cancérigènes, Mutagènes ou toxiques pour la Reproduction (CMR) y sont stockés. Pour le local, toute porte verrouillée doit être manœuvrable de l'intérieur et sans clé. Le stockage de biocides (désinfectants) dans le local ou l'armoire de stockage des produits phytopharmaceutiques est autorisé. Le local doit également être aéré ou ventilé (aération permanente haute et basse, naturelle ou mécanique). Le stockage doit empêcher tout écoulement dans un milieu sensible.

Les produits classés T+, T et CMR (Cancérigènes, Mutagènes et toxiques à la reproduction : R40, R45, R46, R49, R60, R61, R62, R63, R68) doivent être identifiés et séparés des autres produits.



Tous les produits phytosanitaires doivent être stockés dans un local ou une armoire aménagée, réservé à ce seul usage.

De la même façon, certains produits pouvant réagir dangereusement entre eux doivent être séparés les uns des autres.

L'agriculteur n'est pas tenu de déclarer son local de stockage à la Préfecture au titre des ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) s'il stocke moins de :

- 15 t de produits classés T (toxiques) ou autre classement
- 200 kg de solides classés T+ (très toxiques)
- 50 kg de liquides classés T+ (très toxiques)

Il est toutefois admis la présence d'une tonne de produits classés pendant la durée des traitements et au plus pendant 10 jours.

L'aménagement d'une aire de remplissage

Le remplissage et le lavage du pulvérisateur sont des étapes présentant des risques pour l'environnement et l'opérateur si elles ne sont pas bien maîtrisées. L'aménagement d'une aire de remplissage spécifique disposant d'une surface dure et étanche avec système de récupération des eaux d'écoulement et de lavage réduit le risque de pollutions et facilite le travail professionnel de l'opérateur.

La lecture de l'étiquette

La plupart des produits phytopharmaceutiques sont toxiques. Le mode d'action et le mécanisme toxicologique des produits dépendent donc des substances actives mais également de la nature des différents composants du mélange.

Trois notions vont conditionner le risque :

- La toxicité des molécules actives contenues dans le produit ;
- La forme physique de la spécialité commerciale ou du mélange liquide ou solide qui influe sur sa capacité de dispersion et de contact avec l'individu ;
- La nature des autres éléments constitutifs du produit.

Présentation du produit et conseils d'utilisation

Tout emballage de produits phytosanitaires doit comporter une étiquette ou une inscription en langue française, apposée de manière lisible et apparente. En plus de préciser si le produit est homologué en France, elle comporte les informations suivantes :

- Le nom du produit
- Le numéro d'homologation ou d'AMM
- Le nom et la teneur de la matière active
- Les phrases de risque (phrases R)
- Le nom et l'adresse du fabricant
- Les conseils de prudence (phrases S)
- Les usages, doses, restrictions éventuelles
- Les conseils d'application
- Les usages encore appelés « couples hôte parasite » autorisés et les doses homologuées

Précautions d'emploi



Toutes les informations relevant de la dangerosité du produit se trouvent sur l'étiquette et la fiche de données de sécurité (FDS). Il faut donc faire l'effort de lire ces documents pour appliquer les consignes d'utilisation.

Quelques recommandations :

- Lire l'étiquette du produit ;
- Sélectionner le produit le plus efficace et le moins dangereux ;
- S'assurer que le produit correspond bien à son besoin ;
- Respecter les doses préconisées par le fabricant.



Tout exploitant est dans l'obligation de posséder une aire de remplissage afin de prévenir toute pollution diffuse.

Il est important de maintenir l'étiquette dans un bon état afin de conserver les informations relatives au produit.

La préparation de la bouillie

Le calcul des doses

(cf. Phytosanitairement vôtre n° 26)

Le dosage pour un pulvérisateur porté équipé d'une rampe ou de lances, pour un pulvérisateur à dos ou pour un fût de 200 litres sera calculé uniquement quand le volume d'eau à apporter à l'hectare aura été défini après étalonnage. Cette étape est incontournable pour que la quantité de pesticides préconisée à l'hectare soit scrupuleusement respectée.

Préparation de la bouillie

Des gestes utiles pour l'utilisateur :

- Manipuler les bidons et sacs avec précision en évitant les transvasements.
- Porter des équipements de protection individuelle adéquats.
- Vérifier le bon fonctionnement du pulvérisateur avant le traitement.
- Remplissage du pulvérisateur : commencer à remplir la cuve à moitié avec de l'eau puis ajouter la dose de produit appropriée et compléter ensuite avec de l'eau.
- Ne jamais laisser le biseau d'arrivée d'eau dans la cuve pour éviter les retours de bouillie dans le réseau d'eau en cas de coupure.



Mesure	Exemple
<p>③</p> <p>Quantité de produit à apporter (Qp)</p> <p>$Qp = \text{Dose homologuée (l/ha)} \times \text{surface à traiter (m}^2\text{)}$</p> <p>10 000 m² (= 1 hectare)</p>	<p>Ma surface à désherber est de 5 000 m². Le désherbant que j'utilise est homologué à 9 litres/ha.</p> <p>$(9 \times 5\,000) / 10\,000 = 4,5$ litres</p>
<p>④</p> <p>Volume de bouillie pour la surface à traiter (Vb)</p> <p>$Vb = Qp \text{ (l/min)} \times \text{surface à traiter (m}^2\text{)}$</p> <p>surface couverte (m²/min)</p> <p>Volume d'eau = Vb - Qp</p>	<p>Ma surface à désherber est de 5 000 m². Je couvre une surface de 270 m²/min et la quantité d'eau éparpillée est de 10 l/min. $(10 \times 5\,000) / 270 = 185$ litres</p> <p>Pour désherber ces 5 000 m², il me faut 185 litres de bouillie, soit 180,5 litres d'eau et 4,5 litres de produit</p>

Pour mémoire :

1 hectare = 10 000 m²

1 hectolitre (hL) = 100 litres

1 kg = 1 000 g

1 litre = 1 000 mL

1 mL = 1 cc

Pour bien doser :

Une petite cuillère = 5 mL

Une grande cuillère = 10 mL

Une boîte de pastilles photo = 34 mL

Un pot de yaourt = 125 mL

Une canette de boisson en aluminium = 330 mL

Pour un dosage exact :

Utilisez une balance précise ou un pèse lettre, des éprouvettes graduées ou des seringues.

⚠ Les produits phytosanitaires sont dangereux pour l'homme. Les résidus ne doivent en aucun cas être utilisés pour un autre usage.

Figure 18 : Préparation de la bouillie (DAAF)

3.3.3.2 Pendant l'utilisation d'un produit phytopharmaceutique

Les principales prescriptions d'emploi des produits visés à l'article L.253-1 du code rural sont définies dans celui-ci et l'arrêté du 12/09/06.

Protection de l'applicateur (EPI)

L'exposition des applicateurs aux produits phytosanitaires peut avoir lieu depuis la phase de

préparation de la bouillie jusqu'à la fin du traitement. Divers moyens de protection existent en fonction des situations et risques encourus :

Les cabines filtrantes (tracteurs ou automoteurs)

- Nécessité d'avoir une cabine étanche et pressurisée
- Utiliser des dispositifs de filtration performants : l'idéal est d'employer des filtres présentant la double dénomination « A + P » garantissant la

filtration des poussières et aérosols (P) et des vapeurs (A : charbons actifs). Assurez-vous également que les filtres présentent la norme NF U 03-024-1, garantissant les performances du matériel

- La durée de vie des filtres est variable en fonction des conditions : il est préconisé de changer le filtre charbon actif au plus tard 6 mois après son installation
- Travailler en cabine totalement fermée : pour le bien-être de l'utilisateur, la cabine doit disposer d'un système de climatisation fiable et efficace.

La protection des mains : les gants

- Choisir des gants en nitrile ou néoprène, identifiés par le sigle CE : norme EN 374
- Il est conseillé d'acheter des gants étanches, couvrants la totalité de l'avant-bras, adaptés à la taille des mains, souples, doublés à l'intérieur d'un support textile (coton) et présentant une finition externe granitée (meilleure préhension).

La protection du corps : la combinaison

- Elle doit porter le logo CE
- Elle doit être adaptée au type d'exposition : type 3 (protection élevée – produits T+) à type 6 (protection minimum – produits NC non classés)
- Elle doit pouvoir être portée au-dessus des vêtements classiques
- Elle doit être réservée au seul usage des traitements phytosanitaires.

La protection des pieds : les bottes

- Choisir des bottes correspondant aux normes CE EN345-346-347, marquage S5 ou P5

La protection des voies respiratoires et des yeux : le masque, les cartouches et les lunettes

Il existe trois types d'équipements :

- Le demi-masque : il ne protège que les voies respiratoires. Pour la protection des yeux, il doit être couplé à des lunettes adaptées (antibuée entre autres). C'est un matériel souple d'emploi, de faible coût et assez confortable ;
- Le masque panoramique ou complet : il protège l'ensemble du visage et les voies respiratoires.

Son principal inconvénient est son manque de confort (risque de buée) ;

- Le masque à ventilation assistée : il protège l'ensemble du visage et les voies respiratoires grâce à un système de ventilation assisté par un moteur. C'est un appareil assurant un haut niveau de protection.

Il est conseillé d'utiliser des cartouches marquées CE EN 143, « A2 P3 » (A2 = filtre les gaz de produits phytosanitaires, dérivés du pétrole, solvants et alcools ; P3 = arrête au moins 99,95 % des particules).

Il existe d'autres types de cartouches anti-gaz : B (chlore), E (SO₂) et K (NH₃), associés ou non dans le même masque (exemple « A2 B2 P3 »).

Entretien du masque et des filtres
<ul style="list-style-type: none"> • Stockez dans un endroit différent de celui des produits, à l'abri de la chaleur, du soleil et de l'humidité ; • Ne conservez pas les filtres plus de 6 mois après la mise en service et vérifiez la date de péremption ; • Changez le filtre au bout de 20 à 30 heures d'utilisation ou deux fois par an ou dès la perception d'odeurs au travers du masque ; • Surveillez les joints du masque qui garantissent l'étanchéité ; • Respectez les consignes d'utilisation du fabricant.
Devenir des équipements de protection
<ul style="list-style-type: none"> • Équipements à usage unique : gants souples, combinaison jetable. Ils seront rincés et éliminés (ordures ménagères) ; • Équipements durables et récupérables : masques, gants en nitrile ou néoprène, lunettes, combinaisons lavables, etc. Ils seront lavés séparément du reste du linge ou nettoyés après chaque application ; • Chaque applicateur assurera les interventions spécifiques d'entretien pour son propre équipement ; • Les équipements de protection seront stockés en dehors du local phytosanitaire ; • Attention : les équipements souillés par du produit ne devront pas être transportés dans la cabine du tracteur ou de l'automoteur.

Figure 19 : Entretien et devenir des équipements de protection (CA)



L'employeur est dans l'obligation de mettre à disposition des salariés exposés aux produits phytopharmaceutiques des Équipements de Protection Individuelle (EPI) appropriés et en bon état.

Le contrôle du pulvérisateur

Le contrôle et le réglage du pulvérisateur permettent d'optimiser la qualité du traitement et de minimiser les impacts sur le milieu. Il est conseillé de toujours contrôler le pulvérisateur en début de saison.

Les différents points à observer sur les appareils à rampe horizontale ou verticale

- Pression du circuit et localisation des fuites : contrôle du manomètre et de l'état de la membrane de la cloche à air
- Pompe
- Filtration : état des filtres et adéquation avec les buses utilisées
- Buses : équidistance, orientation, homogénéité et débit du jeu de buses et antigouttes
- Tuyaux : absence de plis et de raccords, tuyauterie conforme à l'original
- Rampes : rectitude, état des articulations et de la structure, appréciation de la stabilité
- Éléments de sécurité (protège cardan)
- Fonctionnement de la régulation, réglage des retours en cuve

Contrôle du pulvérisateur en fonctionnement statique :

Mise en marche du pulvérisateur rempli d'eau pour détecter la présence de fuites (pompe, anti-gouttes) et vérifier l'état des circuits hydrauliques en activant les commandes.

- Contrôle de la pression
- Contrôle du débit des buses
- Contrôle de la qualité de la répartition de la pulvérisation
- Contrôle de la qualité des impacts de la pulvérisation

Comment régler correctement son pulvérisateur ? (Étalonnage)

- Choisir un volume de bouillie/ha : en fonction du matériel utilisé, du type de produit, des performances de chantiers recherchées, de la qualité de la répartition recherchée.

$$V = (D \times 600) / (v \times L)$$

V = volume/ ha en l/ha

D = débit total des buses (en l/mn)

600 = coefficient d'ajustement des unités

v = vitesse d'avancement en (km/h)

l = largeur en mètre

Mesurer la vitesse d'avancement : veiller à suivre une vitesse conseillée selon le type de matériel

- mesurer une distance d'au moins 30 m en ligne droite,
- enclencher le rapport de vitesse choisi,
- tourner au régime prise de force préconisé par le constructeur,
- chronométrer le temps mis pour parcourir la distance avec une cuve à moitié remplie et sans modifier le régime moteur.

Vitesse :

$$V \text{ en km/h} = (d \times 3,6) / t$$

d = distance en mètres

t = temps en secondes

Calculer le débit nécessaire par buse pour obtenir le volume/ha choisi :

$$\text{Débit buse en l/min} = (V \times v \times l) / (600 \times n \text{ buses})$$

V = Volume en l/ha

v = vitesse km/h

l = largeur en mètres

n = nombre de buses

Choisir ensuite le couple buse/pression pour délivrer le débit désiré :

Chaque buse est étudiée pour fonctionner dans une plage de pression bien définie :

- Buse à fente : 2-4 bars
- Buse miroir : 1-3 bars
- Buse 3 filets : 1-3 bars
- Buse à turbulence : 2-6 bars

Chaque fabricant de buse ou constructeur de pulvérisateur publie un tableau de correspondance entre la pression à la buse et le débit en L/min, avec un code couleur correspondant. Ainsi on peut choisir la buse pour obtenir le débit désiré.

Contrôler le débit de pulvérisation des buses :

Comparaison du débit calculé au débit mesuré.

Ajuster la pression pour obtenir le débit désiré.

Une erreur de 10 % de débit en plus représente une perte de 15 € à l'hectare, plus les risques pour l'environnement...

Optimiser la pulvérisation et la couverture de la végétation :

En réglant la hauteur de la rampe et les organes de pulvérisation. Le réglage de la hauteur de la rampe se fait toujours par rapport au niveau supérieur de la surface à traiter (sol nu ou couvert végétal). Il s'agit de trouver un compromis entre bonne répartition (recroisement correct de 2 jets contigus) et limitation de la dérive en étant le plus près possible de la cible. Le réglage des organes de pulvérisation se fait en réglant l'orientation des buses par exemple.

Angle de pulvérisation	Hauteur de la rampe
80 °	de 70 cm à 1 m
110 °	de 50 à 70 cm

Figure 20: Rapport entre l'angle de pulvérisation et la hauteur de rampe

- **Contrôler sur la parcelle l'étalonnage théorique :** vérifier sur la parcelle l'étalonnage théorique par l'évaluation du volume pulvérisé sur une surface connue.
- **Préférer les systèmes de suspension** pour la stabilité et obtenir ainsi une bonne répartition.
- **Effectuer le choix de la buse** pour la précision et la limitation de la dérive.
- **La régulation électronique au service de la répartition du produit :** les systèmes de régulation ont pour but de pré-régler, de contrôler et de maintenir constant le volume/ha désiré quels que soient les variations du terrain et le régime moteur.

On distingue :

- Les systèmes à débit proportionnel au régime (DPM) dont la vitesse varie avec l'accélération du moteur, et le débit de la pompe avec le régime du moteur : compensation des variations d'avancement du régime moteur
- Les systèmes à débit proportionnel à l'avancement (DPA) dont le débit des buses est proportionnel à la vitesse d'avancement : correction des variations d'avancement.

Si vous possédez des produits étiquetés avant l'application de l'arrêté relatif au ZNT, il faut convertir la ZNT selon la figure 21.

Sur l'étiquette vous lisez...	La ZNT est de...
Mention d'une ZNT \geq 1 m mais \leq 10 m	5 m
Mention d'une ZNT $>$ 10 m mais \leq 30 m	20 m
Mention d'une ZNT $>$ 30 m mais \leq 100 m	50 m
Mention d'une ZNT \geq 100 m	Le chiffre porté sur l'étiquette

Figure 21 : Tableau de correspondance pour les valeurs de la ZNT

Par dérogation, la largeur de la ZNT peut être réduite de 20 ou 50 mètres à 5 mètres sous respect des trois conditions réunies :

- Présence d'un dispositif végétalisé permanent d'au moins 5 m de large en bordure des points d'eau :
 - arbustif pour les cultures hautes (arboriculture, viticulture, houblon et cultures ornementales hautes)
 - herbacé ou arbustif pour les autres cultures
- Mise en œuvre d'un moyen reconnu limitant le risque aquatique d'un facteur au moins égal à 3 inscrit sur une liste publiée au Bulletin Officiel du Ministère de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Pêche
- Mise à jour d'un registre phytosanitaire (lieu, produits utilisés, dose...)

Si l'étiquette ne comporte aucune indication de ZNT, elle sera alors de 5 mètres (sauf exceptions abordées par la suite).

Il existe des produits avec une ZNT = 0 mètre (Article 13) :

- Les produits autorisés pour une utilisation sur plantes aquatiques ou semi-aquatiques ou sur rizière
- Les produits pour lesquels l'AMM autorise de ne pas appliquer de ZNT

L'étiquette mentionnera alors que la ZNT est de 0 mètre.

Une attention particulière devra toujours être portée sur la lecture de l'étiquette.



Lorsque l'on mélange des spécialités de ZNT différentes, il faut respecter la ZNT la plus large.

QUAND TRAITER ?

Afin d'éviter une perte massive de produits pharmaceutiques hors de la parcelle, il est primordial de toujours consulter les prévisions météorologiques. Elles sont, en moyenne, fiables sur trois jours.

La prise en compte des conditions atmosphériques est capitale si l'on souhaite assurer l'efficacité du traitement et limiter les « fuites » dans le milieu naturel !

Les principaux facteurs sont :

1) L'hygrométrie ou taux d'humidité de l'air

Elle est très importante pour l'efficacité des traitements : une hygrométrie supérieure à 60 % est gage d'une bonne efficacité.

2) La température

Des températures supérieures à 20 °C lors du traitement peuvent limiter sensiblement l'efficacité du produit.

3) Le vent

Il éloigne le produit de la cible et rend le traitement inefficace. Ces dérives sont à l'origine de contamination des cours d'eau voisins. Risque de dérive importante dès 12 km/h, ce qui correspond à une petite brise.

4) La pluie

La pluie favorise le lessivage qui contribue à la pollution des cours d'eau (lixiviation). Il ne faut donc pas traiter en cas de risque de pluie dans les heures suivant l'application.

Degré Beaufort	Terme descriptif	Vitesse moyenne du vent			Observations sur terre
		nœuds	m/s	Km/h	
0	Calme	Moins de 1	≤ 0.3	Moins de 1	On ne sent pas le vent ; la fumée s'élève verticalement
1	Très légère brise	1 à 3	0.4 à 1.5	1 à 5	On sent très peu le vent ; sa direction est révélée par la fumée qu'il entraîne, mais non par les girouettes.
2	Légère brise	4 à 6	1.6 à 3.1	6 à 11	Le vent est perçu au visage ; les feuilles frémissent, les girouettes tournent.
3	Petite brise	7 à 10	3.2 à 5.4	12 à 19	Les drapeaux légers se déploient ; les feuilles et les rameaux sont sans cesse agités.
4	Jolie brise	11 à 15	5.5 à 7.9	20 à 28	Le vent soulève la poussière, les feuilles et les morceaux de papier, il agite les petites branches ; les cheveux sont dérangés, les vêtements claquent.
5 à 12	Bonne brise à ouragan	15 et plus	8 et plus	29 et plus	

L'EXISTENCE ET L'IMPORTANCE DU RESPECT DE LA ZONE NON TRAITÉE (ZNT)

L'article 1 de l'arrêté du 12 septembre 2006 relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des produits phytosanitaires définit la ZNT comme une « zone caractérisée par sa largeur en bordure d'un point d'eau, correspondant pour les cours d'eau, en dehors des périodes de crues, à la limite de leur lit mineur, définie pour un usage d'un produit utilisé dans les conditions prévues par sa décision d'autorisation de mise sur le marché et ne pouvant recevoir aucune application directe, par pulvérisation ou poudrage, de ce produit. »

Elle a pour objectif de protéger les milieux aquatiques ! La respecter est obligatoire et primordial pour assurer la qualité de notre eau !

Un point d'eau est un « cours d'eau, plan d'eau, fossé et point d'eau permanent ou intermittent figurant en point, trait continu ou discontinu sur les cartes au 1/25 000 de l'Institut Géographique National. »

La largeur de la ZNT peut être de 5 mètres, 20 mètres, 50 mètres ou de plus de 100 mètres selon les produits. Elle est définie pour un usage d'un produit donné.

3.3.3.3 Après utilisation d'un produit phytosanitaire



L'agriculteur doit toujours garder en tête qu'un traitement n'est pas terminé à la fin de l'application.

Lorsque la pulvérisation est terminée, un véritable travail de finition commence, qui consiste à éliminer dans des conditions acceptables pour l'environnement tous les résidus et eaux de rinçage découlant de ce traitement. C'est une obligation de résultat fixée par la réglementation.

Après l'emploi l'exploitant doit :

- Vider et nettoyer les appareils sur les lieux mêmes du travail ;
- Ne pas jeter les produits résiduels sur les bas-côtés des routes ou dans les fossés, mares ou cours d'eaux.
- Nettoyer les vêtements de travail.
- Se laver les mains et le visage avant de prendre toute nourriture.

L'élimination des effluents doit être faite comme cité précédemment, à savoir, dans des conditions acceptables pour l'environnement. Nous détaillerons les moyens d'y parvenir dans les paragraphes suivants.

Des « effluents phytosanitaires », ce sont :

- Fonds de cuve
- Bouillies phytosanitaires non utilisables
- Eaux de nettoyage du matériel de pulvérisation (intérieur ou extérieur)
- Effluents liquides ou solides ayant été en contact avec des produits phytosanitaires ou issus d'un procédé de traitement.

La gestion du fond de cuve



Il est recommandé d'effectuer le rinçage et la vidange du fond de cuve au champ. Pour ce faire, le protocole détaillé, ci-après, doit être respecté scrupuleusement.

L'épandage au champ du fond de cuve du pulvérisateur est autorisé sous réserve de respecter les conditions suivantes :

1) Rinçage du fond de cuve en fin de traitement

- Dilution du fond de cuve avec un volume d'eau égal à au moins 5 fois le volume de fond de cuve
- Pulvérisation du fond de cuve dilué sur la parcelle traitée, jusqu'à désamorçage du pulvérisateur, en respectant la dose maximale autorisée.

2) Élimination du dernier fond de cuve après rinçage

- Vidange possible au champ, ou réutilisation lors du traitement suivant, **si la concentration est divisée par 100 par rapport à la bouillie initiale.**
- Vidange à distance des zones sensibles (50 m d'un point d'eau par exemple) sur un sol non saturé ou en forte pente, une seule fois par an au même endroit.

C

Il est recommandé d'effectuer le lavage extérieur du pulvérisateur au champ. Pour ce faire, le protocole détaillé, ci-après, doit être respecté scrupuleusement.

La gestion des eaux de lavage du matériel de pulvérisation

Le lavage au champ de l'extérieur de la cuve du pulvérisateur est autorisé, sous réserve de respecter les conditions suivantes :

R

1) Tous les effluents phytosanitaires forment des « Déchets Industriels Spéciaux » qui doivent être éliminés conformément à la réglementation du code de l'environnement.

2) Si l'agriculteur n'a pas pu éliminer ses fonds de cuve et eaux de lavage au champ selon les procédures réglementaires, il est dans l'obligation d'utiliser un procédé de traitement (physique, chimique ou biologique) dont l'efficacité a été validée.

1) Rinçage du fond de cuve et élimination au champ dans les conditions explicitées plus haut

2) Lieu de lavage :

- distance des zones à risque : 50 m d'un point, 100 m des zones sensibles (baignade, pisciculture, captage...)
- Sur une surface empêchant le ruissellement et entraînement en profondeur des effluents (sol ressuyé)
- Le lavage ne peut être effectué sur une même surface qu'une fois par an

Il n'y a pas d'obligation de réaliser le lavage du matériel sur la parcelle qui vient d'être traitée.

Parmi les procédés de traitement (physique, chimique, ou biologique) validés, un seul est reconnu pour un usage toutes cultures : le **PHYTOBAC**.

Parmi les attitudes à respecter « après traitement », il convient aussi d'y inclure les comportements liés à la protection des personnes, à savoir le lavage des vêtements de travail et du corps ainsi que le respect de délai de rentrée (DRE) au champ.

Le Registre d'utilisation

Toujours dans l'idée « qu'un traitement n'est pas terminé à la fin de l'application », après avoir éliminé les effluents, l'agriculteur doit remplir son Registre d'utilisation, souvent appelé « cahier de culture ». Cette étape est extrêmement importante pour affiner la protection phytosanitaire dans le temps.

Pour les agriculteurs percevant une aide à travers la Politique Agricole Commune (PAC), la tenue de ce registre est obligatoire dans le cadre du respect des Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales (BCAE).

Il n'y a pas de modèle officiel pour ce registre ; l'agriculteur peut le tenir sur un simple cahier, voire un agenda. Il y a cependant un certain nombre d'impératifs à respecter.

Il doit permettre d'identifier sans équivoque la parcelle traitée et tout intrant doit être inscrit (engrais, amendement ou traitement phytosanitaire).

Les mentions obligatoires sont :

- La culture et le n° de la parcelle
- La date du traitement
- La nature du traitement (désherbage, fertilisation, insecticide...)
- La substance active et le produit commercial
- La dose/ha et la quantité de bouillie épandue
- Le matériel utilisé

Ce registre peut être demandé à tout moment par les agents de l'État lors d'un contrôle de BCAE.

De plus, au-delà du cadre réglementaire, l'agriculteur peut ajouter une colonne pour des commentaires sur les conditions de réalisation du traitement (météorologie, problèmes rencontrés, efficacité du traitement, phytotoxicité...). Ces données lui permettront une optimisation des prochaines pulvérisations.

3.3.3.4 La gestion des déchets agricoles générés par la protection phytosanitaire

Les déchets agricoles issus de la protection phytosanitaire sont constitués principalement par les emballages vides de produits phytosanitaires (EVPP) et par les produits phytosanitaires non utilisés (PPNU). Ces déchets sont classés à la rubrique des déchets industriels spéciaux (DIS) considérés comme dangereux, rubrique 15.01.10 de la liste des déchets « emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus ». Ainsi, il y a obligation pour l'exploitant agricole d'en assurer ou d'en faire assurer le traitement correct.

Les entreprises agricoles doivent en conséquence éliminer leurs déchets phytosanitaires de façon à éviter les effets nocifs sur l'environnement ou la santé humaine et conformément aux dispositions légales. Le traitement ne peut être effectué que dans des installations classées pour l'environnement soumises à autorisation et agréées. Le code de santé publique précise

par ailleurs que ces emballages ne peuvent recevoir des produits destinés à l'alimentation humaine ou animale.

Les Emballages Vides de Produits Phytopharmaceutiques (EVPP)

Les EVPP font l'objet d'une collecte annuelle gratuite organisée par la Chambre d'Agriculture de La Réunion. Seuls les bidons en matière plastique sont collectés. Les bidons doivent être rincés soigneusement trois fois à l'eau courante (photo ci-contre). L'eau de rinçage est versée dans la cuve du pulvérisateur pour être ensuite épandue sur la culture.

Le rinçage soigneux des bidons présente un double avantage :

- Il permet à l'agriculteur de récupérer jusqu'à 3 euros de produit résiduel par bidon de 5 litres ;
- Il permet de reclasser l'emballage en déchet industriel banal (rubrique 15.01.02), de diminuer ainsi considérablement les coûts de collecte et de fournir les usines spécialisées dans le recyclage des matières plastiques.

Après rinçage, les bidons doivent être égouttés (photo page 168) et stockés au sec. Les bouchons sont conservés à part dans un sac plastique (photo page 168). Les bidons mal rincés ou mal égouttés ne sont pas acceptés sur les points de collecte, car ils ne sont pas recyclables et sont alors considérés comme des DIS.

Les Produits Phytopharmaceutiques Non Utilisables (PPNU)

Les PPNU regroupent les produits phytopharmaceutiques destinés à la protection des cultures mais qui ne sont plus utilisables pour les raisons suivantes :

- Le produit est dégradé ;
- Le produit est interdit d'emploi suite à un changement de réglementation ;
- Le produit n'est plus adapté à l'itinéraire cultural de l'entreprise.

Les PPNU font l'objet de collectes gratuites programmées par la Chambre d'Agriculture de La Réunion en fonction de l'importance du gisement. Dans l'attente d'une collecte, il est impératif de conserver les PPNU dans leur emballage d'origine à l'intérieur du local phytosanitaire en les isolant des autres produits. En cas de fuite,



© D. Vincenot

Rincer soigneusement trois fois les EVPP à l'eau courante

R

Chaque producteur ou détenteur de déchets est responsable devant la loi de ses déchets et des conditions dans lesquelles ils sont collectés, transportés, éliminés ou recyclés.

Quelle que soit la nature des déchets, il est formellement interdit de les brûler à l'air libre ou dans un incinérateur individuel (dégagement de dioxines ou de gaz toxiques), de les abandonner, de les enfouir ou de les déverser dans le milieu naturel.



Égoutter les EVPP avant stockage

© D. Wicrenet



Les bouchons des EVPP sont stockés à part dans un sac plastique

© D. Wicrenet



Déchet de films plastiques en culture d'ananas

© D. Vigneron

il faut emballer le PPNU dans un sac plastique étanche. Un formulaire de pré-inscription à la collecte doit être rempli par le détenteur et envoyé à la Chambre d'Agriculture. Ce formulaire est disponible auprès de la Chambre d'Agriculture, de la DAAF et des principaux distributeurs de produits phytosanitaires.

Pour obtenir leurs coordonnées, reportez-vous à Votre carnet d'adresses [page 250](#).

Les Films Plastiques Agricoles Usagés (FPAU)

Les films plastiques agricoles usagés (FPAU) utilisés pour lutter contre la prolifération des adventices, constituent une autre source de déchets en exploitation maraîchère et en culture d'ananas

(photo ci-dessus). Les FPAU sont classés comme déchets industriels banals (DIB) et ne sont pas considérés de ce fait comme dangereux. Il est obligatoire de les éliminer conformément à la réglementation sans nuire à l'environnement. Les voies d'élimination sont les centres de tri, sous condition d'apporter des FPAU débarrassés des débris végétaux et des mottes de terre.

Centres de tri à contacter avant de déposer les FPAU :

- Centre de tri de Pierrefonds (Saint-Pierre) : 02 62 22 41 67
- Centre de tri VALOI (Sainte-Marie) : 02 62 29 85 99
- Centre de tri CYCLEA (Le Port) : 02 62 55 23 70

LORSQUE VOUS GÉREZ VOS DÉCHETS PHYTOSANITAIRES :

- 1) Vous protégez votre santé et celle de votre famille ;
- 2) Vous préservez la qualité de vos produits et le potentiel de production de votre exploitation ;
- 3) Vous préservez l'environnement et agissez en tant que professionnel de l'agriculture.



Eretmocerus Eremicus

© F. GONON



Puceron

© S. Merçon

CHAPITRE 3

PROTECTION PHYTOSANITAIRE



CE QU'IL FAUT RETENIR DES BONNES PRATIQUES AGRICOLES POUR CE CHAPITRE

- L'utilisation de produits phytosanitaires est le dernier recours pour lutter contre les organismes nuisibles. Tout doit être mis en place en amont pour éviter leur apparition ou contrôler leur population sous un seuil acceptable pour la culture.
- Il existe des moyens de prévention efficaces à La Réunion (faux semis, plants certifiés, rotation de cultures, etc.) et d'autres bientôt disponibles pour les agriculteurs (exemple du projet GAMOUR pour l'agroécologie). L'intérêt est de limiter le volume des intrants et de participer à la préservation de nos ressources en eau.
- N'oublions jamais qu'une culture doit être implantée sur une parcelle dont l'environnement lui est favorable. Ce choix capital lui assure un bon développement tout en limitant les apports de produits fertilisants, de produits phytosanitaires ou encore d'eau par le biais de l'irrigation.
- Avant d'engager une lutte contre un organisme nuisible, il est primordial de l'identifier précisément et de quantifier l'impact sur la culture. La lutte sera alors ciblée et efficace.
- Les méthodes de lutte prophylactique sont un ensemble de préventions et de luttes, mécaniques et physiques, qui appréhende la protection phytosanitaire de façon permanente, a contrario de la lutte chimique qui est souvent utilisée après le développement massif des organismes nuisibles par manque d'observation ou de travail préventif sur le sol ou les cultures.
- Lors d'un traitement chimique
 - L'équipement doit être contrôlé et le pulvérisateur étalonné convenablement et ce, pour chaque utilisation;
 - Les conditions météorologiques doivent être optimums lors de la pulvérisation et dans les heures qui suivent le traitement;
 - Les doses doivent être scrupuleusement respectées;
 - Les Zones Non Traitées doivent être identifiées et respectées;
 - L'équipement de protection de l'applicateur doit être complet et en bon état;
 - Les fonds de cuves et autres effluents doivent être dilués et épandus;
 - Les bidons (vides ou non) doivent être rangés.
- **En ce qui concerne la gestion des déchets, il est recommandé de se rapprocher de la Chambre d'Agriculture pour toute information concernant les lieux de collecte et les conditions d'acceptation des déchets. Vous pouvez également vous reporter à l'annexe III de ce guide.**



POUR ALLER PLUS LOIN (1/2)

VOS OUVRAGES :

- ARTAS, 2007. **Gagnez plus, c'est possible en mettant l'engrais ou l'herbicide au bon moment. Cahier technique - La canne**, n° 12, Août 2007, 8 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- ARTAS, 2008. **La plantation. Cahier technique - La canne**, n° 14, Avril 2008, 8 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- ARTAS, 2004. **Le désherbage. Cahier technique - La canne**, n° 5, Août 2004, 8 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- ARTAS, 2007. **Le désherbage. Cahier technique - La canne**, n° 13, Novembre 2007, 8 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://www.canne-progres.com/cahiers_techniques/intro.php*
- Cariglia A., ARMEFLHOR, 2007. **Lutte préventive contre le flétrissement bactérien en culture de tomates hors sol – État des connaissances et conseils**. Février 2007, 138 p. *Disponible à l'ARMEFLHOR et à l'adresse : http://pagespersoorange.fr/armeflhor/publication/Lutte_preventive_contre_fletrissement_bacterien_culture_tomates_hs.pdf*
- Comité de Bassin Réunion, 2009. **Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de La Réunion 2010-2015**. Décembre 2009, 113 p. *Disponible à l'adresse suivante http://www.comitedebassinreunion.org/rubrique.php3?id_rubrique=26*
- De Bailliencourt F., ARMEFLHOR, 2006. **Rapport technique sur la culture de plants de fraisières Fraisimotte à l'île de La Réunion**. Mars 2006, 69p. *Disponible à l'ARMEFLHOR et à l'adresse : http://www.prvp.org/index.php/fr/documentation/ressources_en_ligne/documentation_technique/rapports_et_fiches_technico_economiques_guides_et_manuels_agricoles*
- Fabregues X., Riviere E., Bourglan Y., 2007. **Règlements et conseils techniques pour la production de plants maraîchers de qualité à l'île de La Réunion**. 67p. *Disponible à l'ARMEFLHOR et à l'adresse : http://www.prvp.org/index.php/fr/documentation/ressources_en_ligne/documentation_technique/rapports_et_fiches_technico_economiques_guides_et_manuels_agricoles*
- Gauthier V., Graindorge R., DAF 2010. **Guide pratique de prophylaxie à l'usage des producteurs d'anthuriums de La Réunion**. 2010, 72p. *Disponible à la DAAF et à l'adresse : http://www.prvp.org/index.php/fr/documentation/ressources_en_ligne/documentation_technique/guides_techniques_pour_la_lutte_contre_la_bacteriose_de_l_anthurium*
- Le Bourgeois T., Jeuffrault E., Fabrigoule S. Advenrun, **Principales mauvaises herbes de La Réunion**. Mars 1999
- Minatchy J., Simon S., 2009. **Guide de la tomate hors sol à La Réunion**. Février 2009, 186 p. *Disponible à la FDGDON*

CHAPITRE 3

PROTECTION PHYTOSANITAIRE



POUR ALLER PLUS LOIN (2/2)

- M.A.P., 2002. **Aide mémoire juridique sur la réglementation relative aux produits antiparasitaires à usage agricole.** Janvier 2002, 25 p. *Disponible gratuitement à l'adresse : http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/aide_memoire_phyto_5-3-03.pdf*
- Quilici S., D. Vincenot, A. Franck, 2003. **Les auxiliaires des cultures fruitières à La Réunion.** CIRAD - Chambre d'Agriculture, 18 Éditions, 168 p. *Disponible à la Chambre d'Agriculture*
- Vincenot D., Normand F., Amouroux P., Hoarau I., Joas J., Léchaudel M., 2009. **Guide de production intégrée de mangues à La Réunion.** Novembre 2009, 121 p. *Disponible à la Chambre d'Agriculture*

VOS SITES INTERNET :

- www.e-phy.agriculture.gouv.fr : Site dédié à la réglementation concernant les produits phytosanitaires
- www.adivalor.fr : Agriculteur Distributeurs Industriels pour la VALORisation des déchets de l'Agro-fourriture
- <http://www.prpv.org> : Programme Régional de Protection des Végétaux dans l'Océan Indien
- <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Productions-de-la-Corpen.html> : Des documents du CORPEN téléchargeables gratuitement
- <http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php> : AGRITOX est une base de données sur les propriétés physiques et chimiques, la toxicité, l'écotoxicité, le devenir dans l'environnement, les données réglementaires des substances actives phytopharmaceutiques
- <http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-elimination-des-effluents.html> : Informations sur la gestion des effluents phytosanitaires
- <http://www.reunion.eaufrance.fr> : Système d'information sur l'eau du bassin Réunion

Vous pouvez consulter et emprunter gratuitement l'ensemble des ouvrages de ce guide, et bien d'autres publications, à la bibliothèque du CIRAD au pôle « 3P » à St-Pierre (cf. Votre carnet d'adresses page 250)