



Méthodes de lutte contre les mouches des fruits dans les pays et territoires insulaires du Pacifique

Les mouches des fruits (famille des Tephritidés) comptent parmi les principaux ravageurs des produits horticoles des milieux tropicaux et subtropicaux. Elles s'attaquent aux fruits et aux légumes sains ou endommagés en pondant leurs œufs sous l'épiderme (figure 1). Les œufs (figure 2) donnent des larves qui se nourrissent de la chair en putréfaction des fruits et des légumes (figure 3). Parvenues à maturité, les larves se laissent choir sur le sol et s'y enfouissent. Leur tégument se durcit pour former une enveloppe rigide appelée pupa à l'intérieur de laquelle s'effectue la métamorphose en insecte adulte (figure 4). Les fruits infestés pourrissent rapidement et deviennent impropres à la consommation ou se détachent et tombent prématurément, ce qui entraîne des pertes très lourdes. Contrairement à beaucoup d'autres ravageurs, les larves n'endommagent pas les fruits de façon superficielle



Figure 1: Femelle de mouche des fruits du Pacifique (*Bactrocera xanthodes*) en train de pondre dans un fruit

ou de l'ensemble de ces méthodes dans un système de lutte antiparasitaire intégrée. La plupart de ces techniques conviennent aux pays et territoires océaniques, mais la lutte génétique y serait probablement trop coûteuse ou réclamerait des moyens que n'ont pas ces pays.

LUTTE PHYSIQUE

On peut empêcher physiquement les femelles de pondre leurs œufs dans les fruits des plantes hôtes en enveloppant ces fruits dans des sacs à double paroi en papier journal ou en papier kraft (figure 5). En règle générale, on emballe ou on ensache les fruits avant qu'ils ne parviennent à maturité et deviennent sensibles à l'infestation.



Figure 2: Œufs de mouche des fruits dans la chair d'un fruit

cielle mais les détruisent complètement. En plus des pertes directes dues à ces destructions viennent s'ajouter celles, considérables, causées par les mesures phytosanitaires imposées par les pays importateurs pour éviter l'introduction et l'établissement d'espèces de mouches des fruits indésirables. Les pouvoirs publics, les cultivateurs et les exportateurs n'ont d'autre choix que de mettre en place des systèmes de contrôle phytosanitaire et des programmes d'assurance de la qualité, et d'utiliser des traitements après récolte acceptables, pour pouvoir exporter les produits végétaux qui sont des hôtes des mouches des fruits, ce qui représente pour eux de lourdes charges financières.

Pour lutter contre les mouches des fruits, on peut utiliser des méthodes physiques, culturelles, biologiques, comportementales, génétiques ou chimiques, ainsi qu'une combinaison de certaines



Figure 3: Larve de mouche des fruits

Cette méthode est couramment utilisée en Asie tropicale depuis près d'un siècle. On l'utilise en Malaisie pour protéger les caramboles, ou pommes de Goa (*Averrhoa carambola*) — en particulier celles destinées à l'exportation. Dans ce pays, l'ensachage des fruits permet de faire baisser les pertes de près de 100 pour cent à 15-25 pour cent. On utilise également cette méthode en Thaïlande pour protéger les mangues et à Taiwan pour protéger les melons.



Figure 4: Puce de mouche des fruits

Cette méthode est généralement envisageable lorsque les superficies des cultures à protéger sont relativement petites (p. ex., production villageoise ou de subsistance), que la main-d'œuvre est peu coûteuse, qu'il est essentiel de produire des fruits de grande qualité et de grande valeur et qu'il n'existe aucune méthode de rechange pratique. Elle est appropriée aux systèmes de production océaniques et devrait être encouragée, surtout pour la production familiale et communautaire.

Pour fabriquer un sac (figures 6 à 10), prendre deux feuilles de papier journal (une seule feuille se déchire trop facilement). Plier et coudre ou agraffer les côtés et les bas des feuilles pour former un sac rectangulaire. Pour ensacher le fruit (figures 11 et 12), souffler dans le sac pour le gonfler, le placer sur le fruit vert non infesté et fermer solidement le haut du sac à l'aide d'une ficelle



Figure 5: Caramboles ensachées sur l'arbre en Malaisie

ou d'un fil métallique. Pousser le fond du sac vers le haut pour lui donner la forme d'un «v» inversé; ainsi, le sac résistera mieux à la pluie, restera gonflé et ses parois risqueront moins d'entrer en contact avec le fruit. À l'approche de la récolte, on ouvre soigneusement le sac pour vérifier l'état de maturité du fruit. Cette méthode permet d'obtenir des fruits de très grande qualité; elle convient particulièrement à la protection des goyaves, des mangues et des caramboles.

Les sacs en plastique ne sont pas idéals parce qu'ils emprisonnent la chaleur et l'humidité et favorisent ainsi la croissance des moisissures. Par contre, on peut utiliser des sacs en fibres naturelles (feuilles de pandanus, de bétel ou de taro, palme de sagoutier) assouplies au-dessus d'un feu. Pour protéger les bananes contre la mouche des bananes (*B. musae*), on enveloppe le régime entier à l'aide de feuilles de bananier. Cette méthode, fréquemment utilisée en Papouasie-Nouvelle-Guinée, donne des fruits de meilleure apparence et qui se vendent donc mieux (figures 13 et 14).

LUTTE CULTURALE

On entend par lutte culturale l'utilisation d'un ensemble de pratiques faisant partie du système de production normal, à l'exclusion du recours aux insecticides.

Choix de la période de production

Les populations et l'activité des mouches des fruits fluctuent au fil des saisons. Les résultats de piégeages réalisés aux Tonga, à Fidji et aux Îles Cook démontrent que les mouches des fruits sont moins abondantes de mai à août, c'est-à-dire pendant les mois les plus frais. Ainsi, les dommages causés par *Bactrocera facialis* aux poivrons des Tonga pendant cette période de l'année sont relativement limités (moins de 10%). En conséquence, il pourrait s'avérer rentable de cultiver les poivrons aux Tonga pendant cette période, d'autant plus que les autorités de la Nouvelle-Zélande seraient peut-être disposées à prendre en compte l'abondance saisonnière et le niveau d'endommagement saisonnier des cultures à faible risque d'infestation pour adopter une «fenêtre hivernale» d'importation de certains produits. La combinaison d'un choix judicieux de la période de production et de la mise en place de méthodes efficaces de lutte contre les ravageurs dans les pays exportateurs pendant la saison fraîche et du faible risque d'établissement des mouches des fruits en hiver dans le pays importateur pourrait ouvrir de nouveaux marchés pour les produits à faible risque d'infestation par les mouches des fruits. Par ailleurs, les cultures produites pendant les mois les plus frais ont moins besoin de systèmes de lutte antiparasitaire efficaces, de pulvérisations d'appâts protéinés empoisonnés, par exemple.

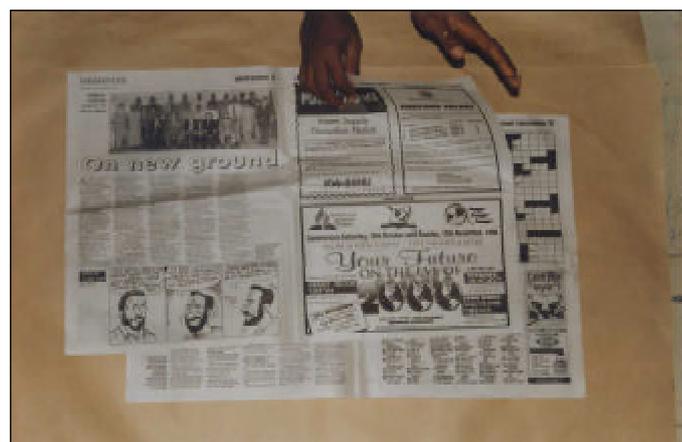


Figure 6: Pour confectionner un sac, prendre deux feuilles de papier journal



Figures 7 à 10: Étapes de la fabrication d'un sac pour la protection des fruits

Culture de variétés moins sensibles

Grâce à la mise en place d'une norme pour l'évaluation de la sensibilité de divers fruits et légumes aux mouches des fruits, on peut désormais choisir des variétés qui sont partiellement ou complètement à l'abri des attaques de toutes les espèces de mouche des fruits.

Dans le cadre de tests menés à Fidji pour le Projet régional océanien de lutte contre les mouches des fruits, deux variétés de piments, «Hot Rod» et «Red Fire», ont été admises à l'importation sans mesure supplémentaire de contrôle phytosanitaire après récolte par les autorités phytosanitaires du ministère de l'agriculture de la Nouvelle-Zélande. À Fidji, ces variétés sont classées parmi les cultures qui ne sont pas des hôtes des mouches des fruits.

De même, certaines cultures fruitières comme le litchi et le ramboutan sont jugées exemptes d'infestation par les mouches des

fruits au nord de la Thaïlande, à condition que l'épiderme des fruits soit indemne. À Fidji, l'ananas n'est pas considéré comme un hôte des mouches des fruits, peu importe son stade de maturation. La courge (potiron), la courgette, le concombre, certaines variétés de pastèque, le melon brodé, le citron vert et la papaye au stade vert mature comptent parmi les cultures qui peuvent être considérées comme exemptes ou à faible risque d'infestation dans certains États ou territoires insulaires du Pacifique.

Assainissement des cultures

On recommande fortement de ramasser et de détruire les fruits tombés, endommagés ou trop mûrs afin de réduire les populations résidentes de mouches des fruits. Des observations réalisées à Hawaii indiquent que les papayes laissées sur le sol constituent un site de reproduction privilégié de la mouche orientale des fruits (*B. dorsalis*) et de la mouche du melon (*B. cucurbitae*). Pour éliminer ou réduire ces nids d'organismes nuisibles résis-



Figures 11 et 12: Étapes de la mise en sac des fruits

tants, l'assainissement des cultures devrait faire partie intégrante des programmes de lutte contre ces ravageurs dans les vergers de papayers hawaïens. Les résultats préliminaires de l'échantillonnage de kumquats (*Fortunella japonica*) réalisé à Fidji font les mêmes constatations que pour les papayes à Hawaï: 35 pour cent des fruits tombés étaient infestés par *B. passiflorae*, alors que la proportion des fruits encore sur l'arbre infestés n'était que d'environ 7 pour cent. Dans certaines régions de Chine, de vastes programmes de destruction des fruits tombés dans les vergers et les villages ont permis de lutter efficacement contre *B. minax*, un très dangereux ravageur des agrumes.

On peut détruire les résidus de cultures comme les fruits tombés, surmatures ou endommagés en les enfouissant profondément (à plus de 50 cm), en les brûlant ou en les donnant à manger aux cochons. On peut également les enfermer dans des sacs en plastique hermétiques et les exposer au soleil pendant plu-



Figures 13 et 14: Ensachage d'un régime de bananes entier – une méthode communément employée en Papouasie-Nouvelle-Guinée

sieurs heures. Il est déconseillé de jeter les résidus de fruits ou de légumes sur des tas de compost ou dans des dépotoirs. Le fait de ne pas prendre de bonnes mesures sanitaires nuit à l'efficacité des systèmes de lutte antiparasitaire : ainsi, face à une infestation incontrôlée, les pulvérisations d'appâts protéinés empoisonnés restent impuissantes. Vu les exigences en matière d'assurance de la qualité auxquelles est soumise la production de denrées d'exportation, l'assainissement des cultures est une condition essentielle et préalable que doit remplir toute exploitation autorisée à exporter sa production.

Récolte précoce

On peut éviter l'infestation en récoltant les fruits ou les légumes



Figure 15: *Diachasmimorpha kraussi* – un parasitoïde de la mouche des fruits commun en Australie



Figure 16: Bloc de fibres de bagasse compressée pour la destruction des mouches des fruits mâles

un ennemi majeur de nombreux types de fruits, sauf la goyave. Toutefois, cette situation n'a pas duré. La mouche orientale et la mouche méditerranéenne font toujours des ravages dans une vaste gamme de productions fruitières et maraîchères. Les lâchers massifs de parasitoïdes élevés en laboratoire pourraient peut-être donner de bons résultats et font actuellement l'objet de recherches à Hawaii.

En Australie, il existe plusieurs parasitoïdes indigènes de la mouche des fruits du Queensland (*B. tryoni*), mais leur incidence sur les populations de mouches est très limitée. Le CSIRO a introduit plusieurs espèces de parasitoïdes en Australie au cours des années 50. La guêpe *F. arisanus* a semble-t-il parasité sept espèces de dacinés et de trypetinés, mais en 1966, ni *F. arisanus* ni *D. longicaudata* n'avaient eu d'action sur la mouche des fruits du Queensland. Seule *F. arisanus* a finalement réussi à s'établir en Australie.

On trouve très peu de parasitoïdes indigènes des mouches des fruits dans les États et territoires insulaires du Pacifique. Les espèces *Diachasmimorpha hageni* et *Psytalia fijiensis* ont été décrites à Fidji dès 1916. En 1935, on mesurait des niveaux de parasitisme variant de 5 à 10 pour cent. Ces résultats prometteurs, ainsi que ceux obtenus à Hawaii, ont conduit à intensifier l'introduction de parasitoïdes à Fidji et aux Îles Cook entre 1927 et 1935 et dans les années 50. À Fidji, *F. arisanus*, *D. longicaudata*, *Aceratoneuromyia indica*, *Tetrastichus giffardianus* et *Psytalia concolor* faisaient parties des espèces introduites.

Il existe aux Îles Cook, à Fidji, à Guam, en Nouvelle-Calédonie, aux Îles Mariannes du Nord, au Samoa, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, aux Îles Salomon, aux Tonga, à Vanuatu, dans les États fédérés de Micronésie et à Palau au moins 16 espèces de parasitoïdes indigènes ou introduits. Deux des espèces les plus communes et les plus répandues sont *Fopius arisanus* et *Diachasmimorpha longicaudata*. *F. arisanus* est une espèce originaire d'Asie. Cette guêpe introduit son ovipositeur dans le fruit par les perforations pratiquées par les mouches des fruits et dépose un œuf minuscule à l'intérieur de l'œuf de la mouche. La larve du parasitoïde vit à l'intérieur de la larve de mouche jusqu'à la pupaison de celle-ci qui se déroule dans le sol. C'est alors qu'elle tue son hôte et termine son développement en s'en nourrissant. C'est donc un parasitoïde qui sort de la pupa au lieu d'une mouche adulte. Les femelles de *F. arisanus* recherchent leur hôte principalement dans les arbres, et rarement au sol. Comme cette espèce s'attaque à ses hôtes à un stade précoce de leur développement, elle réussit à concurrencer effica-

cement les autres espèces de parasitoïdes. *D. longicaudata* est une espèce indigène de la région Indo-Pacifique, y compris la Papouasie-Nouvelle-Guinée, et on en trouve également à Guam, aux Îles Mariannes du Nord, à Fidji et en Nouvelle-Calédonie. Elle s'attaque aux larves de mouches des fruits au troisième stade larvaire en transperçant l'épiderme des fruits avec son ovipositeur très long. Elle s'attaque de préférence aux fruits mûrs et tombés et passe donc beaucoup de temps au sol.

Des recensements réalisés dans les États et territoires océaniques, dans le cadre du Projet régional de lutte contre les mouches des fruits lancé en 1991, ont montré que les niveaux de parasitisme sont toujours relativement faibles et généralement inférieurs à 10 pour cent. Ces taux correspondent à ceux mesurés partout dans le nord de l'Australie et en Asie du Sud-Est. Il arrive que le parasitisme dépasse les 60 pour cent, mais cela se produit habituellement à la fin de la saison de fructification (par exemple, dans le cas de la goyave). En conséquence, aucun effort spécial n'a été déployé dans les États et territoires insulaires du Pacifique pour promouvoir les lâchers de parasitoïdes. Toutefois, les personnes qui s'occupent de la lutte antiparasitaire par la pulvérisation d'appâts protéinés sont conscientes de la nécessité de maintenir les taux de parasitisme atteints naturellement.

Un essai d'introduction du parasitoïde *Psytalia fletcheri* d'Hawaii a été effectué en 1997 aux Îles Salomon dans l'espoir de réduire les populations de mouches du melon à un niveau qui permettrait de rendre les pulvérisations d'appâts protéinés plus efficaces. La même année, on a introduit les guêpes *F. arisanus* et *D. longicaudata* dans les îles de Pohnpei et de Kosrae respectivement, afin d'y réduire les populations de mouches de la mangue (*B. frauenfeldi*) qui sont très nombreuses toute l'année dans les États fédérés de Micronésie. *F. arisanus* s'est établie rapidement à Pohnpei, mais il est encore trop tôt pour évaluer son incidence à long terme sur les populations de mouches. L'établissement de *D. longicaudata* à Kosrae n'a pas été confirmé.

LUTTE COMPORTEMENTALE

Utilisation des couleurs, des formes et des odeurs

La lutte comportementale englobe un ensemble de techniques qui tirent parti de certains aspects du comportement des mouches des fruits pour en réduire les populations. L'utilisation de boules rouges enduites d'un mélange d'adhésif qui ne sèche pas et d'une substance attractive rappelant l'odeur des pommes mûres a donné d'excellents résultats contre la mouche de la pomme (*Rhagoletis pomonella*) aux États-Unis d'Amérique; elle a permis d'abandonner presque complètement les pulvérisations. Mal-



Figure 17: Bloc de bourre de coco pour la destruction des mouches des fruits mâles



Figure 18: Appât de BactroMAT C-L pour la destruction des mouches des fruits mâles



Figure 19: La bouteille en plastique contient un morceau de carton traité pour la destruction des mouches des fruits mâles

heureusement, même si plusieurs des espèces tropicales de la sous-famille des dacinés semblent attirées par diverses couleurs (p. ex., le bleu pour la mouche des fruits du Queensland, le jaune pour la mouche orientale et la mouche du melon et le gris pour *B. xanthodes*), il ne semble pas qu'on envisage de recourir à cette technique, dans l'immédiat, pour la lutte contre les mouches des fruits dans les États et territoires insulaires du Pacifique.

Destruction des mâles

L'installation d'un grand nombre de stations d'appâts utilisant un mélange d'attractif sexuel et d'insecticide (habituellement du malathion de qualité technique ou, plus récemment, du fipronil) peut permettre de réduire la population des insectes mâles au point d'empêcher toute reproduction. Il en existe divers modèles : «cordelitos» (bouts de ficelle en coton à 6 plis de 30 à 45 cm de longueur); blocs de bagasse (fibres compressées) de 50 x 50 x 12,7 mm (figure 16) ou de bourre de coco de 50 x 50 x 10 mm (figure 17) imprégnés du mélange d'attractif et d'insecticide. Ces appâts sont posés à terre ou en hauteur à raison de 400 par km². On les change toutes les huit semaines. Il existe plusieurs exemples d'utilisation efficace de méthyl eugénol à l'aide de cette technique. Steiner et ses collaborateurs ont réussi, au cours des années 60, à éradiquer la mouche orientale des fruits à Guam et aux Îles Mariannes du Nord en utilisant cette méthode avec l'insecticide Naled. On a également fait état d'excellents résultats contre la mouche orientale en Californie et dans les Îles Amami, au Japon.

Plus récemment, on a utilisé avec succès des cordons impré-



Figure 20: Feuilles d'arbre enduites de BactroGel

gnés de méthyl eugénol et de malathion pour éradiquer la mouche asiatique de la papaye dans plusieurs îles du détroit de Torres et l'empêcher d'envahir le cap York, au Queensland. Une méthode semblable mais utilisant des blocs de bagasse cloués à des arbres a permis d'éliminer la mouche asiatique de la papaye dans la région de Cairns, au nord du Queensland.

D'autres campagnes d'éradication ont été menées contre la mouche orientale des fruits à Tahiti et à Moorea, et contre quatre espèces (mouche orientale, mouche des fruits du Pacifique, mouche du melon et mouche de la mangue) à Nauru. À Tahiti et à Moorea, des équipes terrestres ou hélicoptées ont procédé en 1997 à six distributions de blocs de bourre de noix de coco imprégnés de méthyl eugénol et de malathion afin d'éradiquer la mouche orientale. Les principaux milieux de reproduction des mouches des fruits n'ont pas été complètement éliminés, ce qui a permis au ravageur de recoloniser par la suite les deux îles. Les opérations de destruction des mâles ont repris en 1999. À Nauru, la mouche orientale et la mouche des fruits du Pacifique (*B. xanthodes*) ont été éradiquées début 1999 et début 2000, respectivement, à l'aide de blocs de Caneite (50 x 50 x 12,7 mm) imprégnés de méthyl eugénol et de fipronil au lieu du malathion.

L'attractif «Cue-lure» n'est pas aussi efficace que le méthyl eugénol pour détruire les mâles. Certaines campagnes d'éradication de la mouche du melon utilisant cette substance attractive ont échoué. Toutefois, une campagne récente de lutte contre les populations de mouches du melon réalisée à Nauru et utilisant des blocs de Caneite imprégnés de Cue-lure et de fipronil a donné d'excellents résultats. La longue période de sécheresse qui sévissait à l'époque et qui a provoqué une baisse de la production des cucurbitacées, hôtes du ravageur, a probablement favorisé son éradication. La mouche de la mangue est la seule qui reste actuellement à Nauru, et les campagnes de lutte utilisant des blocs imprégnés de Cue-lure et la pulvérisation d'appâts protéinés en ont considérablement réduit les populations.

La société australienne Aventis CropScience a récemment mis au point une nouvelle technique de destruction des mâles. Elle utilise des appâts de papier mâché (la même substance de fibres de papier recyclées que celle qui sert à la confection des boîtes d'œufs) imbibés d'une solution de Cue-lure ou de méthyl eugénol et de fipronil (Figure 18). Les appâts à base de Cue-lure et de méthyl eugénol s'appellent respectivement BactroMAT™ C-L et BactroMAT M-E. Ces produits peuvent être importés par les États et territoires où l'emploi du fipronil a été homologué. À la fin de 2000, les appâts BactroMAT ont remplacé les blocs traités au malathion dans les campagnes d'éradication en Polynésie française et à Nauru.

Le fipronil est un nouvel insecticide pour la lutte contre les mouches des fruits. Il a une action très puissante sur les mouches des fruits et ne s'utilise donc qu'en très petites doses. Comme il prend d'une à cinq heures pour agir, des preuves indirectes portent à croire que les mâles qui ont été en contact avec l'insecticide pourraient en transmettre une dose létale aux femelles lors de l'accouplement. Aux doses utilisées pour la lutte contre les mouches des fruits, le fipronil est très peu toxique pour les utilisateurs.

Les techniques de destruction des mâles servent principalement à l'éradication totale des mouches des fruits, mais elles peuvent également servir à la suppression de ces ravageurs à l'échelle d'une zone déterminée pour limiter les dommages causés aux récoltes. Le nombre d'appâts BactroMAT recommandé par Aventis CropScience pour la suppression des mouches des fruits est de 4 à 7 par hectare (400–700 par km²) (quadrillage de 50–38 m) pour le BactroMAT M-E, et de 8 à 14 par hectare (800–1 400 par km²) (quadrillage de 25–19 m) pour le BactroMAT C-L. Cette méthode est plus efficace dans les vergers de superficie moyenne à grande (ou à l'échelle d'un village); il convient de l'appliquer sur le verger (ou le village) entier, et de traiter tout autour une zone tampon de 50 m de largeur. Les pièges BactroMAT devraient être fixés aux arbres à l'abri du soleil (pour limiter la photodégradation) et de la pluie. Ils devraient être remplacés toutes les huit semaines.

Comme solution de rechange, on peut utiliser des blocs de bagasse ou de bourre de coco, ou même des morceaux de carton insérés dans des bouteilles en plastique (figure 19) et imbibés d'un mélange appât à base de malathion, au lieu du BactroMAT, en particulier dans les pays où l'emploi du fipronil n'est pas autorisé. Si on opte pour le méthyl eugénol, il faut tremper les blocs dans une solution composée de trois parties de méthyl eugénol et d'une partie de concentré de malathion émulsifiable à 50 pour cent. Chaque bloc doit être imprégné de 10 à 12 ml de cette solution. Si on utilise le Cue-lure, il faut diluer ce produit dans de l'éthanol ou de l'eau-de-vie dénaturée suivant la proportion de neuf parties d'alcool pour une partie de Cue-lure, puis mélanger cette solution avec du malathion dans une proportion de 3 : 1. Chaque bloc doit être imprégné de 10 à 12 ml de cette solution. La dilution est nécessaire parce que le Cue-lure ne pénètre pas facilement dans les blocs et qu'il coûte par ailleurs très cher. Les blocs sont cloués aux arbres aux mêmes intervalles que les appâts BactroMAT C-L et BactroMAT M-E, et remplacés comme eux toutes les huit semaines. Cette technique de destruction des mâles est plus efficace lorsqu'on la combine avec une pulvérisation d'appâts protéinés.

Pulvérisations d'appâts protéinés

La technique de pulvérisation d'un mélange d'attractif et d'insecticide est utilisée en Australie depuis 1889. Au départ, on utilisait habituellement de la mélasse ou une solution sucrée en guise d'attractif, et un insecticide stomacal comme l'arséniat de plomb ou le vert de Paris. Les améliorations ultérieures ont surtout porté sur la composante insecticide, l'attractif restant presque toujours le sucre ou la mélasse. Les travaux de Steiner réalisés à Hawaï au début des années 50 sur l'utilisation d'un hydrolysate de protéines en guise d'attractif ont révolutionné cette technique. Le nouvel attractif était obtenu par l'hydrolyse acide d'une protéine végétale (habituellement dérivée du maïs). On a utilisé ce type de substance en Australie pendant une quinzaine d'années, jusqu'au milieu des années 80, pour le remplacer ensuite par un autolysate de levure.

L'appât protéiné est un attractif alimentaire pour les mouches; son efficacité découle du fait que les femelles immatures ont besoin d'un apport en protéines pour produire leurs œufs. La substance pulvérisée sur le feuillage des plantes est ingérée par les mouches qui sont ainsi empoisonnées. Comme l'action de cet appât repose sur ses propriétés attractives, il est inutile de pulvériser le produit sur l'arbre entier. L'expérience a montré que la pulvérisation d'appâts donne les meilleurs résultats dans le cadre de traitements par zone. Elle est particulièrement efficace pour les vergers de moyenne à grande superficie, ou lorsqu'elle est utilisée également dans les propriétés voisines. On l'utilise avec beaucoup de succès dans le Queensland depuis plus de 25 ans dans les grandes plantations d'agrumes. Elle constitue aujourd'hui un élément des programmes d'assurance de la qualité des produits exportés. On l'utilise, par exemple, à Fidji pour la protection des mangues destinées au marché japonais. Cette technique fait en outre partie des protocoles phytosanitaires mis en place de concert par les Îles Fidji, les Tonga, les Îles Cook et la Nouvelle-Zélande pour l'exportation des aubergines, de certains types de piments, des pastèques et des papayes.

La source de protéines des appâts utilisés ailleurs dans le monde est en général toujours obtenue par la technique de l'hydrolyse acide. Cependant, dans les États et territoires insulaires du Pacifique, en Australie et en Asie du Sud-Est, on a tendance depuis peu à remplacer cette méthode par l'autolyse enzymatique de la levure. L'ancienne méthode d'hydrolyse de protéines végétales utilisait de l'acide chlorhydrique. On obtenait ainsi un appât protéiné à pH faible qu'il fallait ensuite neutraliser à l'aide d'hydroxyde de sodium, ce qui laissait dans l'appât un résidu de

Tableau 2: Résultats des essais de pulvérisation d'appâts protéinés réalisés dans le Pacifique pour la lutte contre les mouches des fruits.

Type de culture	Pays	Espèce cible	% de perte en l'absence de pulvérisations	% de perte après pulvérisation
Poivron	Tonga	<i>B. facialis</i>	97-100%	< 7%
Goyave	Vanuatu	<i>B. trilineola</i>	90%	15%
Mangue	Fidji	<i>B. passiflorae</i>	25%	1-2%
Goyave	Fidji	<i>B. passiflorae</i>	40-45%	< 4%
Cerise du Brésil	États fédérés de Micronésie	<i>B. frauenfeldi</i>	68%	12.2%
Piment	Tonga	<i>B. facialis</i>	93%	1-2%
Goyave	Papouasie-Nlle-Guinée	<i>B. frauenfeldi</i> , <i>B. obliqua</i>	96%	20%
Carambole	Papouasie-Nlle-Guinée	<i>B. frauenfeldi</i>	70-100%	< 7%



Figures 21 à 24: Étapes de la préparation d'une solution d'appât protéiné à base de Bactrogel

sel. La pulvérisation de ce type d'appât causait souvent la brûlure des fruits et du feuillage. L'autolysat de levure ayant une infime teneur en sel permet d'une manière générale d'éviter ce problème de phytotoxicité.

L'autolysat de levure produit au Queensland est un liquide brun clair contenant 420 g de protéines par litre. Il est commercialisé sous le nom de *Mauri's Pinnacle Protein Insect Lure* (MPPIL), et se conserve au frais et à l'abri de la lumière. On recommande toutefois de l'entreposer dans un endroit réfrigéré ou climatisé afin d'en prolonger la durée de conservation. En Malaisie, l'autolysat de levure utilisé dans les appâts est un sous-produit du brassage de la bière stout. Il est commercialisé sous le nom de 'Promar'. Il s'avère un excellent attractif pour les espèces locales de mouches des fruits. La mise en œuvre d'un programme de pulvérisation d'appâts utilisant ce nouveau type de préparation protéinée pour protéger les cultures de caramboles contre les mouches des fruits a donné d'excellents résultats, permettant de doubler la production de caramboles en Malaisie.

On a construit aux Tonga une unité d'autolyse qui utilise la levure résiduelle de la Royal Brewery. La conversion de la levure usée en autolysat protéiné est réalisée par chauffage et ajout de papaine (enzyme) et de sorbate de potassium (agent de conservation). Le produit, connu sous le nom de *Royal Tongalure*, a été officiellement mis sur le marché au début de 1998 à un prix beaucoup plus bas que le MPPIL importé. Il existe à Vanuatu une usine similaire construite au début de 2001 et gérée par la brasserie Tusker.

La technique de pulvérisation d'appâts protéinés a fait l'objet de très nombreux essais et démonstrations à l'intention des producteurs océaniques. Le Tableau 2 donne un aperçu des résultats de certains de ces essais.

Cette technique a pour principal inconvénient de ne pas être toujours à même de lutter efficacement contre les mouches des fruits en cas d'infestation grave, surtout lorsque la zone traitée est continuellement exposée à l'invasion par de nouvelles populations de ravageurs ou lorsque sa superficie est réduite par rapport aux zones périphériques non traitées. Son efficacité risque aussi de diminuer à mesure que la saison avance et que la population de ravageurs finit par être constituée de femelles parvenues à tous les stades de maturité sexuelle. Des études ont démontré que les femelles fécondées de la mouche des fruits du Queensland consacrent plus de temps à chercher des sites propices à la ponte qu'à chercher de la nourriture. Par ailleurs, dans des zones circonscrites ou pendant les périodes de fortes pluies, la pluie risque de lessiver une bonne partie de la substance déposée sur les feuilles et d'en réduire ainsi l'efficacité.

Cependant, les avantages des pulvérisations d'appâts protéinés dépassent de loin leurs inconvénients. Cette technique nuit moins aux insectes utiles et permet donc la mise en œuvre de programmes de lutte intégrée. Par ailleurs, la pulvérisation ponctuelle réduit les volumes d'insecticide utilisés par arbre ou par hectare, ce qui permet de ménager des refuges pour les espèces non visées et de réaliser d'importantes économies et de réduire le temps et la main-d'œuvre nécessaires. Les producteurs peuvent aussi utiliser des équipements moins complexes et moins coûteux, et la technique est plus respectueuse de l'environnement puisque les volumes d'insecticide sont moindres et que le risque d'entraînement par le vent est réduit. La pulvérisation ponctuelle sur les feuillages épargne également les fruits et atténue ainsi les problèmes de résidus. Enfin, elle comporte aussi moins de risques pour l'opérateur, puisque les volumes utilisés sont moindres et qu'une pulvérisation à basse pression produit des gouttelettes moins fines.

Si le produit pulvérisé est un mélange de malathion et de MPPIL, on recommande la formule suivante : pour obtenir un litre de solution, 50 ml de MPPIL concentré, 4 ml de concentré de malathion émulsifiable à 50 pour cent et 946 ml d'eau. La dilution recommandée du *Royal Tongalure* est de 100 ml par litre d'eau parce que la teneur en protéines de ce produit est moins élevée que celle du MPPIL. On pulvérise la solution sous les feuilles de chaque arbre, à raison d'environ 50 ml réparti sur un mètre carré de feuillage.

Tous les arbres du verger ou du village et des lieux avoisinants doivent être traités. Dans les jardins potagers (par exemple, de poivrons, piments ou cucurbitacées), on recommande d'utiliser une pulvérisation à basse pression sur le feuillage des plants d'une rangée sur trois, à raison de 20 à 25 litres par hectare. Répéter l'opération tous les sept jours, et commencer les pulvérisations un mois avant la maturation des fruits. Dans les régions très pluvieuses, les pulvérisations devraient être répétées tous les cinq jours.

Pour surmonter le problème du lessivage par l'eau de pluie et améliorer ainsi l'efficacité des pulvérisations d'appâts, Aventis CropScience (Australie) a mis au point un nouveau produit appelé BactrogeTM : une poudre qui contient du fipronil (au lieu du malathion) formant un gel liquide lorsqu'on le dilue dans l'eau. Ce gel, pulvérisé en combinaison avec l'autolysat de protéine naturelle, adhère à la surface des feuilles et résiste à l'effet d'entraînement d'une pluie d'intensité moyenne (figure 20). Lorsqu'on l'applique sur la face inférieure des feuilles à l'abri du soleil, ce gel reste humide pendant une bonne partie de la journée et se réhydrate avec la rosée matinale. Il en faut donc beaucoup moins que du MPPIL pour assurer une protection efficace des cultures. On a testé le Bactroge en Australie, et on l'utilise déjà à Nauru pour les campagnes d'éradication depuis la fin de 1998. Ce produit peut être mis en vente dans les États et territoires océaniques où l'emploi du fipronil est homologué.

Comment préparer du Bactroge : saupoudrer 50 g de Bactroge dans un seau contenant 9,7 litres d'eau en agitant sans arrêt vigoureusement (figure 21); continuer d'agiter pendant plusieurs minutes jusqu'à la dispersion complète des grumeaux et l'obtention d'un gel liquide uniforme (figure 22); ajouter 300 ml du concentré d'appât protéiné et continuer d'agiter jusqu'à dissolution complète (figures 23 et 24).

Dans les vergers et les villages, le produit est appliqué sous les feuilles des arbres, à raison de 10 ml par arbre. Dans les jardins potagers cultivés en rangées (de poivrons ou de piments), on procède à des applications ponctuelles de 5 à 10 ml à intervalles de quatre mètres et tous les deux ou trois rangs, selon l'espacement, à raison de 2,5 à 5 litres par hectare. La pulvérisation à basse pression (1,5 bar) donne un jet linéaire de grosses gouttes qui forment sur les feuilles un cercle de 30 à 40 cm de diamètre.

On peut utiliser pratiquement n'importe quel type de pulvérisateur, à condition d'obtenir un jet linéaire à basse pression (Figure 25). Il en existe des modèles manuels peu coûteux, à la portée de la plupart des bourses. Le modèle 'Rega' à simple effet est le plus pratique : il est solide et permet de doser la quantité de produit pulvérisé.

LUTTE GÉNÉTIQUE

Les lâchers d'insectes stérilisés permettent d'éradiquer une espèce en augmentant la proportion des accouplements improduc-

tifs. Dans la nature, les femelles ne s'accouplent en général qu'une seule fois. Le plus grand succès remporté par cette méthode a été l'éradication de la mouche du melon dans plusieurs îles japonaises ainsi qu'aux Îles Mariannes du Nord au cours des années 60.

L'utilisation de cette méthode exige des installations permettant d'élever, de nourrir et de produire des centaines de millions de mouches par semaine et de contrôler leur aptitude à concurrencer les mouches sauvages, l'équipement approprié pour la stérilisation par irradiation au Cobalt-60 ou au Cesium-137, des méthodes efficaces de transport et de lâcher, et des méthodes d'évaluation des résultats obtenus.

Elle est donc complexe et coûteuse et ne convient que pour les régions écologiquement ou géographiquement isolées où les mouches sauvages ne risquent pas de migrer et de diluer ainsi l'effet des lâchers de mâles stérilisés. Cette méthode risque peu d'être adoptée dans les États et territoires océaniques, à moins qu'on puisse en donner une justification financière.

LUTTE CHIMIQUE – PULVÉRISATION D'INSECTICIDE

Les premières campagnes de lutte chimique contre les mouches des fruits ont commencé au début des années 1900 avec l'utilisation d'insecticides inorganiques comme l'arséniat de plomb et le fluorosilicate de sodium. Avec la mise au point des insecticides de synthèse, après la Seconde Guerre mondiale, le DDT est devenu le produit standard pour la lutte contre la mouche des fruits. Cet insecticide avait l'immense avantage de repousser les mouches femelles, ce qui en augmentait l'efficacité. Les pulvérisations devaient couvrir les arbres tout entiers, être répétées régulièrement (habituellement tous les 5 à 7 jours) et commencer dès le début de la saison.

Le DDT a finalement été remplacé par des insecticides organophosphorés, le diméthoate et le fenthion, qu'on utilise maintenant depuis plus de 40 ans. En plus de tuer les mouches adultes au contact, ces deux insecticides pénètrent dans les fruits et tuent les œufs et les larves. Ils ont ainsi l'avantage de limiter au maximum l'infestation des fruits. Toutefois, pour obtenir les meilleurs résultats, il faut les pulvériser directement sur les fruits et couvrir la totalité des arbres ou de la plantation. Le traitement postfloral aux insecticides chimiques présente l'avantage d'une protection très efficace et habituellement uniforme, à condition d'utiliser une méthode de pulvérisation adéquate.

Ce type de traitement présente néanmoins plusieurs inconvénients. L'action du diméthoate et du fenthion est assortie d'un délai d'attente relativement long, ce qui signifie que les cultures risquent d'être exposées aux attaques des ravageurs pendant des périodes qui peuvent atteindre sept jours ou plus, juste avant la récolte, c'est-à-dire au moment où les fruits attirent le plus les mouches femelles. Ce type de traitement coûte cher en main-d'œuvre et en équipement puisque la plantation ou l'arbre entiers doivent être traités. La protection efficace de vastes superficies ou de vergers très denses risque d'être difficile et d'exiger des équipements complexes.

Les insecticides utilisés sont toxiques pour les organismes utiles, y compris les agents de lutte biologique et les insectes pollinisateurs. Les piqûres aveugles, et celles où les œufs ne se développent pas, sont nombreuses et peuvent rendre les fruits impropres à l'exportation ou causer la pourriture due à l'introduction de bactéries pendant la ponte. Comme ces pulvérisations massives ne font pas partie des programmes de lutte inté-



Figure 25: Pulvérisation d'appâts protéinés

grée, elles ne sont pas recommandées pour la lutte contre les mouches des fruits dans les États et territoires insulaires du Pacifique.

LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES ORGANISMES NUISIBLES

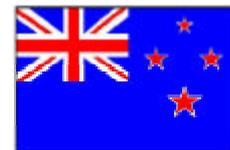
Dans les États et territoires océaniques comme ailleurs dans le monde, on cherche avant tout à limiter les quantités d'insecticide utilisées grâce à la lutte intégrée. L'ensachage ou l'enveloppement des fruits, la production pendant les périodes d'activité minimale des mouches, la culture de variétés moins sensibles, l'adoption de mesures d'assainissement des cultures, la récolte des fruits et des légumes avant qu'ils ne deviennent trop vulnérables et le recours aux pulvérisations d'appâts protéinés qui épargnent les parasitoïdes sont toutes des méthodes qui s'ins-

crivent dans la lutte intégrée et qui permettent de réduire les quantités d'insecticide utilisées dans les États et territoires insulaires du Pacifique. En ajoutant à ces méthodes les techniques de destruction des mâles pour l'élimination des ravageurs dans certaines zones, on obtient un bon arsenal de lutte contre les mouches des fruits dans les États et territoires océaniques. La plupart de ces méthodes conviennent pour la lutte contre les mouches des fruits qui menacent la production océanique vivrière et commerciale de fruits et de légumes.

BIBLIOGRAPHIE

1. Allwood, A.J. et R.A.I. Drew. 1997. « Management of fruit flies in the Pacific. » Actes d'un symposium régional organisé à Nadi (Fidji), du 28 au 31 octobre 1996. ACIAR Proceedings N° 76, 267 p.
2. Drew, R.A.I. 1987. « Reduction of fruit fly (Tephritidae: Dacinae) populations in their endemic rainforest habitat by frugivorous vertebrates. » *Australian Journal of Zoology* 35 : 283-288.
3. Leblanc, L., A. Mararuai et M. Kalamen. 1999. « Fruit bagging to control fruit flies. » *Fiche technique de la CPS N° 36*, 4 p.
4. Smith, D. et L. Nanan. 1988. « Yeast autolysate bait sprays for control of Queensland fruit fly on passionfruit in Queensland. » *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences* 45 (2) : 169-177.
5. Waterhouse, D.F. 1993. *Pest fruit flies in the Oceanic Pacific. Biological control - Pacific prospects*. Supplément 2, p. 9-47.

La présente fiche technique a été établie dans le cadre du Projet régional FAO/AusAID/PNUD/CPS de lutte contre les mouches des fruits. Ce projet a débuté en 1990 (phase I) à Fidji, aux Îles Cook, aux Tonga et au Samoa. Pour la phase II (1994-1997), le projet s'est étendu aux États fédérés de Micronésie, aux Îles Salomon et à Vanuatu. La phase III (1997-2000) a finalement incorporé la totalité des 22 États et territoires insulaires du Pacifique. Ce projet a été financé par l'AusAID, le PNUD et le gouvernement de la Nouvelle-Zélande (NZODA). Il a été mis en œuvre par la FAO, et exécuté par le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS). Le Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR) a également réalisé un projet parallèle dans les sept pays participant aux phases I et II du Projet régional, ainsi qu'en Papouasie-Nouvelle-Guinée à partir de 1998. Depuis janvier 2001, les activités portant sur les mouches des fruits sont devenues la "composante 2" (gestion des mouches des fruits) du projet océanien de lutte contre les ravageurs réalisé par la CPS et financé par l'Australie (AusAID) et par la Nouvelle-Zélande (NZODA). Pour en savoir plus sur ce projet, prière de consulter le site web à l'adresse suivante : <http://www.pacifly.org>.



NZODA

La présente fiche technique a été préparée par Allan J. Allwood, expert-conseil en agriculture; Luc Leblanc, entomologiste (mouches des fruits), Projet océanien de lutte contre les ravageurs – mouches des fruits (PMP-FFM); Ema Tora Vueti, coordonnatrice, PMP-FFM et Richard Bull, Aventis CropScience (Australie). Pour de plus amples informations, veuillez écrire à l'adresse suivante : Fruit Fly Project, Secretariat of the Pacific Community, Private Mail Bag, Suva, Fiji Islands. Les photographies ont été prises par Steve Wilson (1,3, 21 à 25), Gerald McCormak (2, 4), Allan Allwood (5, 16, 17, 20), Luc Leblanc (6 à 12, 14, 19) et Richard Bull (18).

© Copyright Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, 2001. Tous droits de reproduction ou de traduction, sous quelque forme que ce soit, réservés. L'autorisation de la reproduction et/ou de la traduction de ce document, sous quelque forme que ce soit, doit être sollicitée au préalable par écrit. Texte original en anglais.

Imprimé grâce au concours financier du PNUD, d'AusAID et du gouvernement de la Nouvelle-Zélande.

Publié par le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique et imprimé par Quality Print, Suva, Fidji. Pour obtenir des exemplaires supplémentaires de la présente fiche, s'adresser à : **Secretariat of the Pacific Community, Plant Protection Service, Private Mail Bag, Suva, Fiji**; ou au : **Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, BP D5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie**.

Secrétariat général de la Communauté du Pacifique – catalogage avant publication.

Allwood, Allan J., Leblanc, Luc, Tora Vueti, Ema, Bull, Richard
Méthodes de lutte contre les mouches des fruits dans les pays et territoires insulaires du Pacifique / par Allan J. Allwood, Luc Leblanc, Ema Tora Vueti, Richard Bull.

(Pest Advisory Leaflet / Secretariat of the Pacific Community. Plant Protection Service; 40)

1. Fruit-flies 2. Diptera - Pacific, Oceania 3. Tephritidae - Pacific, Oceania

I. Title II. Secretariat of the Pacific Community III. Series

634.049774

AACR2

Agdex 203 / 622

ISBN 982-203-832-1

ISSN 1017-6284