

### En Martinique, méthodes alternatives pour réduire l'utilisation des nématicides et insecticides en bananeraies

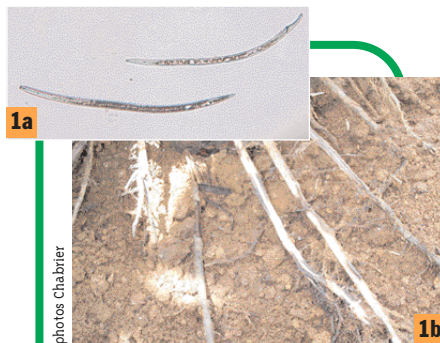
Christian Chabrier\*, Hervé Mauléon\*\*, Patrick Bertrand\*\*\*, André Lassoudière\* et Patrick Quénéhervé\*\*\*\*

**La banane est une des principales productions agricoles des Antilles françaises. Or les bananeraies sont connues dans le monde comme vulnérables aux nématodes et charançons donc fortes consommatrices d'insecticides et de nématicides. Qu'en est-il aux Antilles ? En fait, tant en Martinique qu'en Guadeloupe, la consommation de ces produits a fortement baissé ces dernières années et continuera à le faire. Pourquoi, comment ? Quels étaient les problèmes, quelles sont les solutions trouvées et en cours d'étude, méthodes alternatives ou produits nématicides et insecticides ? Réponses ci-après. À noter que ces solutions, bénéfiques à l'environnement, peuvent aussi servir la filière banane antillaise face aux « bananes dollars ».**

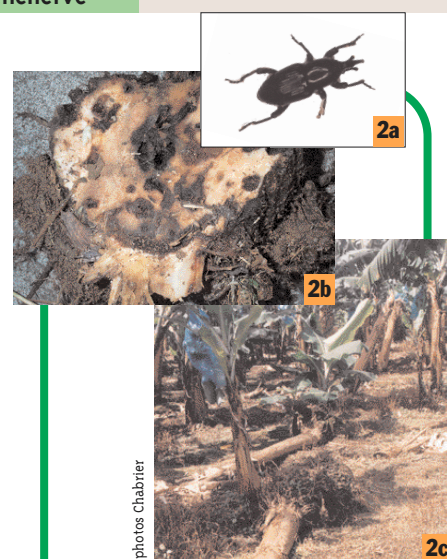
Cultivée en Martinique sur 9 à 10 000 ha, soit environ 30 % de la surface agricole utile, la banane est la principale spéculation agricole de l'île (base AGRESTE). Les 300 000 t produites représentent plus de la moitié de la valeur de la production agricole de l'île. En Guadeloupe, bien que de moindre importance (4 à 5 000 ha, 90 000 t exportées), elle reste une spéculation agricole essentielle.

Depuis l'apparition de la maladie de Panama (fusariose) et la disparition de la variété sensible « Gros Michel » pour l'exportation, le groupe variétal Cavendish domine : environ 95 % des surfaces plantées. Ce groupe reste toutefois sensible à trois types de maladies et ravageurs présents sur les deux îles :

- la cercosporiose jaune *Mycosphaerella fijiensis* (Jones, 2000) ;
- les nématodes, essentiellement *Radopholus similis* (Cobb) (Gowen & Quénéhervé, 1990), (planche photo 1) ;
- le charançon du bananier *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Cuille, 1950) (planche photos 2).



**Radopholus similis :**  
1a : mâle (en haut) et femelle (en bas) vus au microscope ;  
1b : dégât : nécroses sur racines ayant entraîné la chute d'un plant.



photos Chabrier

**Cosmopolites sordidus :**  
2a : adulte de ce charançon ;  
2b : galeries dans le rhizome ;  
2c : chute de plants.

Le système de culture traditionnel qui dominait au début des années 1990 reposait sur la monoculture semi-pérenne : au fur et à mesure de la mort ou de la chute des plants, les bananiers étaient remplacés par des souches<sup>(1)</sup> ou rejets baïonnettes<sup>(2)</sup>. Ce système culturel nécessitait des quantités importantes de produits phytosanitaires contre les nématodes et charançons, responsables des chutes de plants (Sarah, 1990 ; Simon, 1994).

### Quantités et nature de produits utilisés

La Martinique étant une île, il a été relativement aisé d'évaluer la nature et les quantités de produits phytosanitaires commercialisés sur une année civile à partir de trois sources :

- distributeurs de produits phytosanitaires,
- groupements de producteurs,
- Service des Douanes.

Ces sources ont non seulement été croisées entre elles mais aussi comparées à des données d'utilisation collectées par le CEMAGREF

\* CIRAD et 4IRD, Pôle de Recherche Agronomique de la Martinique, BP 214, 97285 Lamentin Cedex 2.

\*\* Inra-Urvu, Domaine Duclos, 97170 Petit Bourg.

\*\*\* DAF-SRPV, Pointe des Sables, BP 438, 97257 Fort-de-France Cedex.

N.B. La bibliographie de cet article est disponible auprès de ses auteurs.

**Tableau 1 - Importance des marchés pesticides martiniquais en 1996.**  
Sources : SRPV, CTCS (canne à sucre), CIRAD (ananas, bananier, cultures fruitières), groupements de producteurs et sociétés phytosanitaires.

Culture	Surface	Insecticides et nématicides	Fongicides	Herbicides
Ananas	600	5 t environ	Négligeable	5,6 t
Bananier	8 600	948 t	45 t (i)	213 t
Canne à sucre	2 880	Négligeable	Négligeable	6,5 t
Maraîchage	3 780	4,1 t	3,1 t	45 t
Cultures fruitières	620	6 t	1,2 t	3,5 t

(i) Hors produits de traitement post-récolte (25 000 l environ).

**Tableau 2 - Produits insecticides et nématicides utilisés en 1996 et 2003/2004 dans les bananeraies martiniquaises : évolution des tonnages commercialisés.**

Classe	Produit commercial	Matière active, concentration	Tonnage 1996	Tonnage 2003	Tonnage 2004	Statut
Acaricides	<i>Neoron</i>	bromopropylate, 250 g/l	1 670 l	520 l	0	Retiré
	<i>Torque S</i>	fenbutatin, 550 g/l	1 000 l	50 l	0	Attente <sup>(1)</sup>
Insecticides foliaires	<i>Basudine</i>	diazinon, 180 g/l	1 500 l	1 710 l	0	Attente <sup>(1)</sup>
	<i>Karaté Vert</i>	l-cyhalothrine, 50 g/l	297 l	253 l	509 l	Annexe 1
	<i>Vertimec</i>	abamectine, 18 g/l	90 l	464 l	310 l	Attente <sup>(1)</sup>
Insecticides du sol	<i>Bullit</i>	pyrimifos-éthyl, 250 g/l	15 000 l	0 l	0	Retiré
	<i>Regent 5 GR</i>	fipronil, 0,5 %	115 t	140 t	6,36 t	Retiré
Nématicides	<i>Furadan 5G</i>	carbofuran, 5 %	32 t	0	0	Retiré
	<i>Miral 10 G</i>	isazofos, 10 %	78,12 t	0	0	Retiré
	<i>Mocap 10 G</i>	éthoprofos, 10 %	25 t	11,15 t	11,49 t	Attente <sup>(1)</sup>
	<i>Nemacur 5 G</i>	fénamifos, 5 %	71 t	8,15 t	0	Attente <sup>(1)</sup>
	<i>Vydate 240 AL</i>	oxamyl, 240 g/l	27 619 l	21 677 l	20 071 l	Attente <sup>(1)</sup>
Mixtes insecticides-nématicides	<i>Counter 10 G</i>	terbufos, 10 %	232 t	51,03 t	0	Retiré
	<i>Rugby 10 G</i>	cadusafos, 10 %	176 t	105 t	94,42 t	Attente <sup>(1)</sup>
	<i>Némathorin 10 G</i>	fosthiazate, 10 %	0	92,05 t	140,97 t	Liste positive <sup>(2)</sup> . AMM : 9600179
	<i>Temik 10 G</i>	aldicarbe, 10 %	172 t	0	0	Retiré

(1) Attente : matière active ni inscrite sur liste positive ni retirée.  
(2) Liste positive : matière active inscrite dans l'annexe 1 du règlement 91/414/CEE.  
NB : les fumigants, (dichloropropène et métam-sodium) ne sont pratiquement plus utilisés en bananeraies : 9 ha seulement traités en 2003, 0 en 2004.

et le CIRAD lors d'enquêtes visant soit à évaluer les pratiques agricoles, soit à mesurer les pressions polluantes sur des bassins versants.

Au début de notre suivi en 1996, les quantités utilisées approchaient les 85 t de matières actives (943 t de produits commerciaux) nématicides et insecticides par an (Tableaux 1 et 2). À cette période, la culture bananière était en fin de phase d'intensification et la consommation des pesticides avait probablement atteint son niveau maximal : approximativement 10 kg/hectare/an de matière active.

## Problèmes posés

### Risques d'intoxication d'applicateurs

Les nématicides utilisés en 1996-1997 étaient des produits à toxicité élevée, les trois principaux (aldicarbe, cadusafos et terbufos) étant classés T+ (très toxiques<sup>(3)</sup>). Le risque d'intoxication aiguë par voie cutanée et inhalation n'était pas négligeable pour deux raisons :

- d'une part ces produits étaient appliqués à l'aide de granulés à dos ou de pistolets doseurs manuels,
- d'autre part les températures élevées (souvent supérieures à 28 °C dès le matin) rendent difficilement supportables les tenues de protection individuelle au-delà de deux heures de port.

Ce risque d'intoxication aiguë (nausées, maux de tête, diarrhées, vomissements) a sans aucun doute été sous-estimé, ces accidents n'étant généralement pas déclarés.

### Résidus dans les fruits

Les produits « vedettes » les plus efficaces étaient le plus souvent systémiques : le fénamifos au début des années 80, l'aldicarbe et le terbufos ensuite, le fosthiazate aujourd'hui. Certains d'entre eux sont susceptibles de poser des problèmes de résidus quand ils sont appliqués sur certains sols. Ainsi, dans les bananeraies sur andosols, des dérivés sulfo-

xyde et sulfone de l'aldicarbe ont été retrouvés en fortes quantités (de l'ordre de 180 µg/kg) dans la pulpe des bananes, avec des délais traitement-récolte de 120 jours (source : essais résidus BPL non publiés). La LMR (limite maximale en résidus) de l'aldicarbe dans les bananes a ainsi longtemps été fixée à 200 ppb pour permettre l'utilisation du *Temik*® dans les plantations d'altitude.

### Pollutions du sol et des eaux

Au cours des années 70 et 80, de fortes quantités d'organochlorés ont été utilisées pour lutter contre le charançon du bananier. Selon le distributeur de l'époque, environ 20 tonnes (en matière active) de chlordécone ont ainsi été épanchées chaque année de 1980 à 1993 à la Martinique. Ce produit a généré une pollution de certains sols et des eaux qui persiste encore plus de 10 ans après l'arrêt de son utilisation.

Outre des organo-chlorés, des organo-phosphorés et surtout des carbamates ont été retrouvés dans les eaux de captages et de rivière de la DSDS<sup>(4)</sup> et de la DIREN<sup>(5)</sup>.

## Les solutions alternatives à la lutte chimique

Des méthodes de lutte alternatives ont donc été développées suivant des stratégies différentes : modification des pratiques culturales pour les nématodes, lutte biologique pour le charançon.

### Lutte contre le nématode du bananier, *Radopholus similis* (Cobb.) Thorne

Ce nématode est un endoparasite strict migrateur capable d'effectuer la majeure partie de son cycle de vie dans les racines du bananier. Aucune forme de résistance en dehors de ses plantes hôtes n'a été observée ou décrite dans la littérature (Gowen & Quénehervé, 1990).

La pratique de la jachère et des rotations culturales a ainsi favorisé l'assainissement temporaire du sol vis-à-vis des nématodes du bananier (Lassoudière, 1985 ; Ternisien et Ganry, 1990). L'utilisation du matériel végétal issu de la culture *in vitro* a garanti la plantation d'un matériel indemne de parasites (Marie *et al.*, 1993).

À partir de 1998, les travaux ont porté sur l'amélioration des techniques d'assainissement du sol. Une méthode a ainsi été mise au point pour détruire le système racinaire des bananiers infectés et prévenir l'apparition de repousses de bananiers capables de maintenir un inoculum de base dans le temps (Chabrier et Quénehervé, 2003). Cette méthode, particulièrement efficace et utilisée aujourd'hui

(3) Au sens de l'arrêté ministériel du 20/04/1994, JO du 08.05.94 p.6733.

(4) Direction de la santé et du développement solidaire, ex-DASS.

(5) Direction régionale de l'environnement.





ph. Chabrier

3

**Bananiers détruits par injection de glyphosate, avant mise en jachère ou rotation. Le but est d'assainir le sol en privant les nématodes de leur hôte (racines vivantes, repousses).**

dans toutes les plantations des Antilles, repose sur l'injection de glyphosate dans le faux tronc des bananiers (ph. 3).

La diversité des adventices hôtes de *R. similis* (Quénéhervé *et al.*, 2000) a contraint à développer le principe d'une « jachère entretenue », qui consiste à détruire périodiquement la couverture végétale avec un herbicide systémique dès que les plantes réservoirs atteignent le stade épiaison pour les graminées dominantes ou floraison pour les solanacées et urticacées.

D'autre part, un cahier des charges de la bonne plante de rotation a été défini : celle-ci doit être bien sûr non hôte de *R. similis*, permettre une bonne maîtrise des adventices hôtes alternatifs et une détection de toutes les repousses de bananiers subsistant dans la culture. Pour l'instant, l'efficacité de la rotation culturale pour détruire les populations de *R. similis* est validée pour deux cultures, toutes deux fortement sarclées et non hôtes de nématodes : l'ananas et le taro (ou dachine).

Ces pratiques ont permis en quelques années de diminuer drastiquement les populations de *R. similis*. De nombreuses parcelles sont maintenant assez assainies pour être conduites sans application de nématocides durant trois voire quatre années au lieu d'une seule.

**Lutte contre le charançon du bananier *Cosmopolites sordidus* (Germar.)**

**Lutte biologique**

De par sa biologie, le charançon du bananier se prête mal à la lutte biologique avec des prédateurs ou des parasitoïdes (Koppenhöffer, 1991) : les œufs et les larves sont enfouis dans le bulbe du bananier et très difficiles d'accès. De nombreux prédateurs généralistes, par exemple le crapaud *Bufo marinus* (L.), s'attaquent aux adultes ; mais leur action est peu efficace contre cet insecte fouisseur. En revanche, l'évaluation en laboratoire de nématodes entomopathogènes a donné des

résultats prometteurs (Sirjusingh *et al.*, 1992). Les tentatives de lutte au champ n'ont cependant pas donné les résultats escomptés, tant en Australie où les nématodes étaient injectés dans des trous réalisés à la base des pseudotruncs (Smith, 1995) qu'en Guadeloupe où les nématodes étaient épandus au sol autour des souches (Mauléon, 1997).

Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces échecs, comme la sensibilité des larves infestantes de ces nématodes auxiliaires (*Steineirnema* spp. et *Heterorhabditis* spp.) aux conditions du milieu, température et surtout humidité (Glazer, 2002) et aux produits phytosanitaires utilisés en bananeraies, nématocides, insecticides et herbicides (Sirjusingh *et al.*, 1990).

De plus, ces méthodes nécessitent de grandes quantités de nématodes entomopathogènes, d'où des contraintes de coût pour produire, formuler, stocker et conserver gros volumes de produits contenant ces auxiliaires vivants.

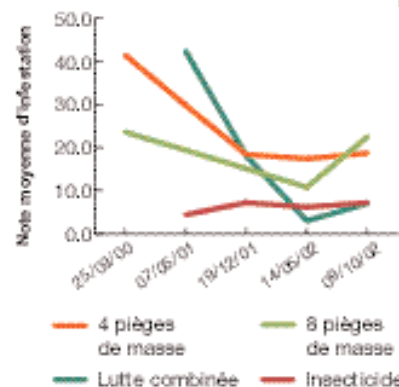
**Piégeage de masse et utilisation des phéromones d'agrégation**

Budenberg *et al.* (1993) ont mis en évidence la production par les charançons mâles d'une phéromone d'agrégation qui aurait une activité attractive sur les deux sexes. Beauhaire *et al.* (1995) ont identifié le composé majoritaire des effluves du mâle, la sordidine. L'activité biologique de deux mélanges d'isomères de sordidine a été démontrée en Guadeloupe et au Costa Rica (Lemaire, 1996 ; Jayaraman *et al.*, 1997).

Afin d'utiliser cette activité biologique, différents pièges utilisant des diffuseurs de sordidine (exemple en ph. 4) ont été mis au point pour lutter contre le charançon du bananier par piégeage de masse (« mass trapping ») ; ils sont composés d'un bac rempli d'eau savonneuse, surmonté d'un couvercle auquel est suspendu un diffuseur. Un espace est laissé libre entre bac et couvercle pour que les charançons puissent passer. Divers dispositifs (plans inclinés, rampes) permettent aux charançons attirés d'accéder au bac et de s'y noyer.

Ces pièges ont donné de bons résultats au Costa Rica (Alpizar *et al.*, 1998) et en Martinique (en conditions modérées d'infestation : moins de 30 % de plants infestés) à l'issue de

**Figure 1 - Evolution des dégâts de *C. sordidus* sur un essai « méthode de lutte biologique », comparant 3 méthodes : pièges de masse (remplis d'eau savonneuse) à deux densités différentes, lutte combinée (pièges à sordidine alimentés chaque semaine en larves infestantes de *Steinernema carpocapsae*) et insecticide (Régent® 5 GR et Nemathorin® en alternance). La note d'infestation correspond à la proportion du tour de la souche présentant des dégâts.**



mises au point complémentaires (augmentation des quantités de phéromones émises, utilisation de synergistes comme l'acétate d'iso-amyle...). Cette méthode a été assez largement vulgarisée (28 120 diffuseurs vendus en 2003). Mais en cas de très forte infestation, le piégeage de masse utilisé seul reste insuffisant.

**Combinaison piégeage de masse/infection par un nématode entomopathogène**

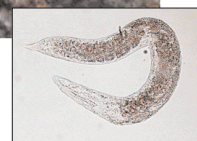
En attirant des populations importantes (parfois plus de 200 individus par semaine, provenant d'un rayon de 25 m autour du piège) dans un espace restreint (20 x 20 cm) et exempt de produits phytosanitaires, les pièges peuvent être utilisés non plus pour noyer



4b



4a



ph. Chabrier

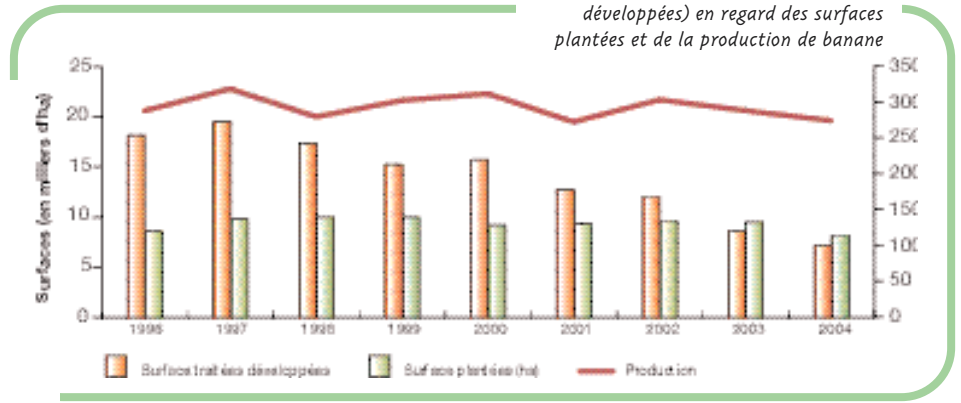
Utilisation des pièges à phéromones d'agrégation : 4a Pièges à sordidine *Cosmolure®* rempli d'eau savonneuse pour piégeage de masse ; 4b à d : Lutte combinant piégeage et infection par un nématode entomopathogène : piège « infestant » ouvert (4b), rempli de sable contenant des larves de *Galleria mellonella* (4c) contaminées par *Steinernema carpocapsae* (4d).

des individus mais pour leur inoculer un nématode entomopathogène. Nous avons rempli des pièges à phéromone de sable humide et y avons déposé chaque semaine des larves de *Galleria mellonella* préalablement parasitées par *Steinernema carpocapsae* (Weiser). La méthode ne nécessite pas une production importante de nématodes et résout les problèmes liés à la formulation et à la conservation de ces auxiliaires.

Des résultats très prometteurs ont été obtenus en Martinique après une première année d'expérimentation et sont en cours de validation multilocale (Chabrier *et al.*, 2003) (Figure 1). Toutefois le passage du champ d'essai à la lutte à l'échelle régionale risque de poser des problèmes de développement (production de larves infestantes de *Galleria*, etc.). Cela va exiger une période de mise au point (Shapihiro-Ilan *et al.*, 2002) et l'implication d'acteurs locaux pour produire ces *Galleria* infestées.

## Évolution des insecticides et nématocides

Les matières actives les plus utilisées (aldicarbe et terbufos en 1996-1997, fosthiazate aujourd'hui) sont appliquées bien souvent pour lutter à la fois contre les nématodes et les



charançons. Il n'a donc pas été facile de différencier l'évolution de ces deux marchés ; toutefois, nous avons considéré que les agriculteurs ont utilisé les « mixtes » comme nématocides en première intention.

### Marché des nématocides et mixtes

Depuis 1996, ce marché a diminué de 60 % en surfaces développées (soit - 63 % pour le tonnage de matières actives commercialisés). La réduction du nombre de traitement est continue depuis 1997 (Figure 2). La fréquence moyenne des traitements est ainsi passée de

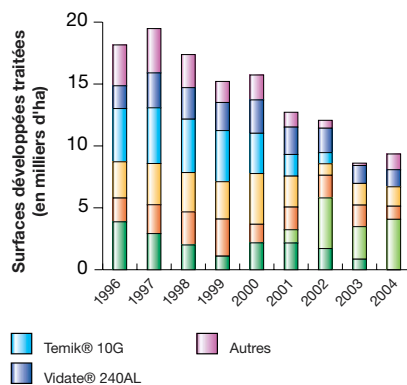
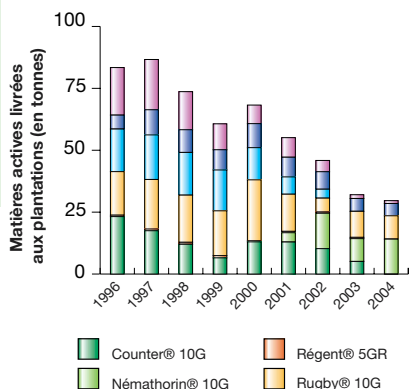
1,8 à 0,9 applications par hectare et par an. En regard, les surfaces plantées et les volumes produits sont restés stables jusqu'en 2003 (la diminution de 2004 s'explique par une baisse des cours qui a entraîné la disparition de plantations financièrement trop fragiles).

Par ailleurs, la liste des produits autorisés a évolué : le *Counter 10G* (terbufos) et le *Temik 10G* (aldicarbe) ont été retirés l'un fin 2003, l'autre en juin 2004. À l'opposé, une seule nouvelle matière active est disponible : le fosthiazate (*Némathorin 10G*), qui bénéficie d'une APMM (autorisation provisoire de mise

1/2  
Pub Syngenta

Figures 3 et 3 bis

Evolution des produits insecticides et nématicides utilisés dans les bananeraies martiniquaises. Vu les différences de doses appliquées, les résultats sont exprimés non seulement en tonnes de matières actives mais aussi en surfaces développées traitées (= tonnes utilisées/dose prescrite)



en marché) depuis 2000. D'efficacité comparable à l'aldicarbe (Chabrier *et al.*, 2002), la toxicité de ce dernier produit est nettement plus faible, quel que soit l'indicateur de toxicité choisi ; de plus, les premiers résultats d'un suivi post-homologation en cours tendent à confirmer un faible niveau de risque de dispersion dans l'environnement.

En bref, les produits nématicides les plus toxiques ont été remplacés ou supprimés. Il ne reste plus que trois produits couramment utilisés (*Némathorin 10G*, *Rugby 10G*, *VydateL*) (Figures 3 et 3bis) Nous regrettons toutefois la faiblesse des nouvelles autorisations de substances actives liées au manque d'attractivité du marché.

### Marché des insecticides

Sur cette même période 1996-2003, l'utilisation des insecticides spécifiques pour lutter contre le charançon du bananier a elle aussi diminué de façon considérable. Cette diminution s'observe essentiellement entre 2000 et 2002 (environ 40 %, en deux ans, voir figure 4), les premiers pièges à sordidine n'ayant été commercialisés qu'à partir de novembre 1999.

Depuis le 23 février 2004, avec la suspension du *Régent 5GR* (fipronil), les planteurs de bananier ne disposent plus d'insecticide spécifique contre le charançon. Seuls restent autorisés deux produits dits « mixtes », mais essentiellement nématicides : le *Rugby 10G* (certes efficace contre *R. similis* mais d'efficacité médiocre contre *C. sordidus*) et le *Némathorin 10G* qui présente une assez bonne efficacité contre le charançon (Chabrier *et al.*, 2002), mais est limité à une seule application autorisée par an.

Contre le charançon, la suppression du fipronil devrait contraindre les agriculteurs situés dans les zones « à risques » à adopter très vite la lutte biologique, alors que la méthode la plus prometteuse, celle qui combine nématicides

entomopathogènes et pièges à phéromone, n'a pas dépassé le stade de l'expérimentation.

## Conclusion

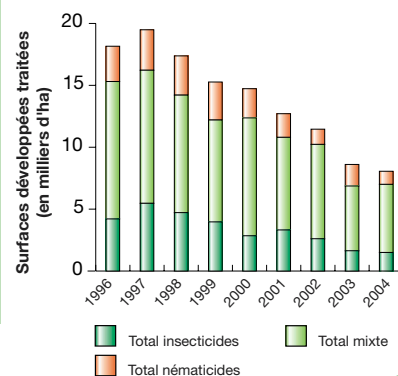
Les risques liés à la présence de ravageurs demeurent importants et les nouveaux challenges auxquels doivent faire face la filière de la banane aux Antilles pour assurer sa durabilité passeront certainement dans le futur par une différenciation du produit sur le marché mondial. D'ores et déjà la banane antillaise se situe à la pointe du progrès en terme de qualité de produit par rapport à la banane dite

« dollars » (nombre de traitements pesticides/production exportée). Cette évolution doit continuer, aidée en cela par la mise en place de filières diversifiées, bananes « propres », labels, nouvelles variétés (Ganry, 2001) et pourquoi pas de bananes biologiques (Quénéhervé & Lassoudière, 2004).

Face à ces défis, il n'est pas inutile de rappeler le rôle fondamental de la recherche et les menaces qui pèsent sur la pérennité de certaines spécialités en terme de formation et de renouvellement d'effectifs (entomologistes, nématologistes, malherbologues) à l'heure où la lutte chimique a montré ses limites et tandis que l'on assiste à la ré-émergence de problèmes pathologiques et parasitaires, particulièrement en régions chaudes.

Figure 4

Diminution de l'utilisation des produits phytosanitaires utilisés dans les bananeraies martiniquaises : parts relatives des classes de produits



## Résumé

À la Martinique et en Guadeloupe, depuis les années 60, en raison de la très forte pression parasitaire (nématicides et charançons), les systèmes traditionnels de culture de la banane ont utilisé de très fortes quantités de nématicides et d'insecticides appliqués au sol.

Le développement de nouveaux systèmes de culture (assainissement des sols par jachères ou rotations culturales couplé à l'utilisation de vitro-plants indemnes de maladies et ravageurs) et l'application des traitements en fonction du suivi des populations de ravageurs, a permis de réduire de plus de 60 % les tonnages de matières actives utilisés en Martinique : de 84 t sur 8600 ha en 1996 à 30 t sur 8200 ha en 2004, avec des rendements similaires.

Cette évolution rapide, aiguillonnée par les contraintes environnementales et stimulée par les mesures gouvernementales, devrait se poursuivre. L'objectif est de faire de cette filière le moteur d'une agriculture raisonnée aux Antilles françaises en vue

d'une production de qualité avec le minimum de nuisance pour l'environnement.

**Mots-clés :** Antilles françaises, Guadeloupe, Martinique, bananes, nématicide, insecticides, méthodes alternatives.

## Summary

**BANANA CROPS IN THE FRENCH WEST INDIES**  
Nematicides, insecticides and alternative methods used in banana plantations

Since the 1960s, in response to the strong presence of nematodes and weevils, large quantities of nematicides and soil insecticides have been used in the banana plantations of Martinique and Guadeloupe.

New crop systems (set-aside and rotation, use of unaffected vitro-plants, application of treatments according to the size of the pest population actually observed), have led to a reduction of over 60% in the tonnage of active ingredients used in Martinique (84 tonnes on 8600 hectares in 1996, 30 tonnes on 8200 hectares in 2004) with similar yields.

This development, stimulated by environmental constraints and governmental measures is expected to continue in order to make this farming channel the driving force of integrated farming in the French West Indies, offering a combination of quality production and low environmental impact.