

Evolution de la biodiversité du milieu cultivé. Cas de la rotation canne à sucre – bananier

B. Vercambre¹, F. Caray³ et J-H. Daugrois²

¹ CIRAD, UPR Systèmes Canners, Montpellier, F-34398 France, ² CIRAD, UPR Multiplication végétative, Petit-Bourg, Guadeloupe, F-97170 France; ³ SAFER Auvergne, Moulins, F-03000 France

RESUME

Deux espèces reconnues de *Diatraea* spp (Lepidoptera) sont les foreurs principaux des tiges de canne à sucre en Guadeloupe. Une enquête sur le niveau d'attaque des ces bio-concurrents a été réalisée en Guadeloupe en mai 2002 afin d'évaluer leur rôle éventuel dans les difficultés d'extraction industrielle du sucre. Deux parcelles, sur les 15 inventoriées, ont montré un niveau supérieur à 5% d'entre-nœuds attaqués, seuil relatif de nuisibilité. Elles étaient situées dans la zone de production bananière de Capesterre-Belle-Eau. En 2003, les observations sur ces 2 parcelles ont montré une réduction d'au moins 70% de ces attaques. Une étude a été entreprise en 2004 afin de voir l'influence mutuelle sur la biodiversité de ces 2 cultures menées en rotation. Les données ont été obtenues par : i/ des dispositifs de captures des insectes au sol (tubes enterrés) ou sur le végétal (bandes de glu) ; ii/ des prélèvements de terre dont on a étudié les aptitudes trophiques des communautés bactérienne (test Biolog[®]). La diversité étudiée est plus grande sous culture de canne à sucre qu'en bananeraie. La macrofaune (insectes) est plus importante en canne à sucre, mais évolue rapidement après changement de culture. La diversité de la microfaune du sol, restaurée par la rotation canne, perdure sur plusieurs cycles de récolte de banane. Ces résultats militent pour favoriser la rotation canne à sucre/bananier.

Mots clés : canne à sucre, banane, Guadeloupe, *Diatraea* spp, biodiversité

INTRODUCTION

Les 2 espèces reconnues de *Diatraea* spp sont les foreurs principaux des tiges de canne à sucre en Guadeloupe (Astabie,1986). La profession souhaitait savoir si leurs attaques pouvaient avoir une influence sur la qualité du jus. Une enquête a été organisée en mai 2002 avec les services agricoles de l'île afin de mesurer leurs niveaux de gravité dans les champs. Utilisant une méthode favorisant la précision statistique (Lim Shin Chong & Rajabalee ; 1988 ; Cochereau et Jean-Bart, 1989), 15 champs (3300 tiges, 64000 entre-nœuds) répartis dans la sole cannière ont été examinés. Les 2 seules parcelles dont le taux d'entre-nœuds attaqués étaient supérieurs à 5%, seuil économique relatif de nuisibilité, étaient situées dans la région de Capesterre-Belle-Eau, zone où la canne à sucre avait reparu comme culture intercalaire de la monoculture de la banane (Vercambre, 2002). En 2003, les observations sur ces 2 parcelles ont montré une réduction d'au moins 70% de ces attaques, celles-ci devenant minimales. Cette situation nous a amené à approfondir en 2004, l'influence mutuelle sur la biodiversité de ces 2 cultures menées en rotation. Une cause possible d'un moindre contrôle local des foreurs, pourrait être en relation avec des pratiques phytosanitaires différentes. Cette biodiversité a été comparée selon 2 niveaux : piégeages d'arthropodes sur le sol ou le végétal (Draper et Conlong, 2001 ; Viaux et Rameil, 2004) et aptitudes trophiques des communautés bactérienne par

analyses du sol (Larkin, 2003). L'objectif de cette étude était de donner des arguments biologiques à des tentatives encourageantes de développer une rotation de ces 2 cultures (Poser et Monsaingeon, 2002).

1 MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1 Dispositif agronomique

Trois répétitions (0,7 à 2,5 ha) des traitements suivants ont été comparées dans la région de Capesterre :

- **CB1** : parcelle en fin de première année de culture de bananier après un cycle de canne à sucre ;
- **CB2** : parcelle en fin de deuxième année de culture de bananier après un cycle de canne à sucre ;
- **BC1** : parcelle en fin de première année de culture de canne après un cycle bananier ;
- **BC3** : parcelle en fin de troisième année de culture de canne après un cycle bananier ;
- **BB** : parcelle sous monoculture de bananier (1^{er} témoin) ;
- **CC** : parcelle sous monoculture de canne à sucre (2^{ème} témoin).

Leur altitude est comprise entre 90 mètres et 130 mètres. Les sols dérivent de formations volcaniques récentes. Les bananeraies étudiées ont été plantées avec les variétés Grande Naine et Williams, à partir de vitroplants sains. Toutes les parcelles étaient irriguées (goutte à goutte) et les pratiques culturales étaient identiques quelles que soient les variétés. Les parcelles sous rotation (traitements CB1 et CB2) n'ont pas reçu de nématicide ni d'insecticide. Les parcelles de canne à sucre étudiées étaient plantées avec les variétés B8008, et B69566. Le nombre restreint de parcelles sous rotation disponibles (et conformes aux critères de l'étude) explique le choix de parcelles au stade BC3 au lieu de BC2.

1.2 Récolte des données

Deux systèmes de piégeage ont été mis en œuvre pour l'analyse de la diversité des arthropodes, à raison de 5 placettes/parcelle : i/ pour chaque placette, un tube en verre (long. 25 cm, Ø 24 mm), inséré dans une gaine de caoutchouc protectrice est positionné dans un trou fait dans le sol dans l'inter rang à l'aide d'une tarière (photo 1). Chaque tube a été rempli d'un mélange tensioactif inodore de 3-4 ml permettant la rétention et la conservation des arthropodes capturés pendant plusieurs jours ; ii/ des bandes de glu dont la largeur de la zone engluée est de 9 cm. Une seule bande de glu a été positionnée autour du bananier (entre 32 cm et 43 cm de périmètre) (photo 2a) déterminant le centre de la placette et était située à environ 1 mètre du sol. En parcelle de canne à sucre, trois cannes ont été choisies pour recevoir chacune une bande de glu autour de la tige (entre 8 cm et 16 cm de périmètre) (photo 2b), afin d'avoir une surface totale de piégeage comparable entre les placettes des bananiers et celles des cannes. L'emplacement de ces placettes a été choisi au hasard tout en s'assurant qu'elles soient réparties de façon homogène sur les parcelles (entre 10 et 20 m du bord des parcelles). Après prélèvement, toutes les bandes ont été punaisées sur des planches de bois et conservées dans une pièce climatisée et protégée jusqu'à analyse. Les tubes étaient relevés 1 à 2 fois par semaine.



Photo 1 : tubes enterrés au ras du sol



Photo 2 : bandes de glu autour d'un pseudo-tronc de bananier (a) et de tiges de canne à sucre (b)

Le contenu de tous les tubes d'une même parcelle pour une date donnée a été collecté et filtré. Les insectes collectés ont ensuite été placés ensemble dans un grand pilulier contenant de l'alcool à 90° et fermés hermétiquement. Pour chaque bande de glu, un comptage total des arthropodes présents est effectué sous une loupe binoculaire (grossissement : $\times 1 \rightarrow \times 40$), avec l'aide d'une grille de comptage (rectangles de 2,4 cm par 1,9 cm) (photo 3). Au préalable, les dimensions de la zone engluée ont été mesurées afin de pouvoir rapporter les résultats obtenus à une unité de surface de piégeage (nb impact/m²/jour ou nb individu/tube/j). La moyenne des insectes piégés a ensuite été calculée par placette, par parcelle, par traitement et au total, tous systèmes de piégeage et types de traitement confondus. La même procédure a été appliquée, à peu de choses près, aux arthropodes capturés dans les pièges au sol.

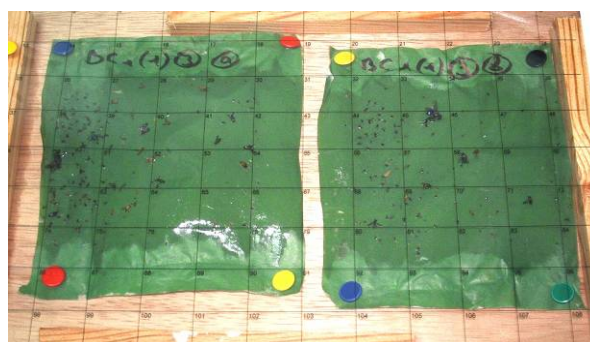


Photo 3 : dénombrement des arthropodes par apposition d'une grille de comptage

Les prises d'échantillons ont eu lieu entre le 08/03/04 et le 12/05/04. Cette période correspond à la première moitié de la campagne de récolte de la canne à sucre en Guadeloupe (s'étendant de mars à août). Ainsi, toutes les parcelles plantées en canne et qui ont fait l'objet de l'étude se trouvaient en fin de période culturale. Une série de bandes de glu a été posée entre le 09/03/04 et le 15/03/04 sur l'ensemble des 90 placettes. Elles ont toutes été récupérées 10 à 15 jours plus tard. Une série de tube a été mise en place entre le 26/03/04 et le 30/03/04 sur l'ensemble des 90 placettes. Les tubes sont restés en place pendant 14 à 18 jours.

Pour tester les aptitudes trophiques des communautés bactériennes du sol, un échantillonnage de sol a été réalisé avec des cylindres gradués en plastique rigide (long. 34 mm, Ø 26 mm). Ils ont été préalablement lavés et passés à l'alcool à 90°, puis introduits individuellement dans un sachet stérile. Le cylindre était enfoncé d'environ 2 cm dans le sol à l'aide d'un maillet. La terre recueillie a été jetée («croûte» où l'activité bactérienne est limitée). Le cylindre a été de nouveau enfoncé au même endroit sur une profondeur de 3 cm. La terre (environ 15g) a été déposée dans le sachet plastique associé au cylindre. Les 5 prélèvements d'une même parcelle ont été mélangés dans le même sachet et la terre a ensuite été émiétée et homogénéisée. Les 18 échantillons ont été conservés dans une pièce climatisée (à environ 20°C) pendant une semaine avant d'être utilisés pour analyser les communautés bactériennes présentes. Le prélèvement de terre a été effectué au niveau de chacune des placettes le 27/04/04. Les communautés bactériennes du sol sont étudiées par leur capacité à hydrolyser des sources carbonées au moyen de test Biolog™. Ce test s'effectue à partir de micro-plaques de 96 puits contenant différents types de substrats conçus pour l'identification et la caractérisation d'un très large éventail de bactéries gram-négatives aérobies. Une fois les puits ensemencés avec l'extrait microbien à analyser, une réduction du tétrazolium permet de révéler les puits où sont dégradés les substrats. Il s'agit d'un indicateur coloré qui prend une teinte violette plus ou moins foncée en fonction de son état de réduction. Cette réaction est directement liée au métabolisme des microorganismes. Le protocole d'extraction du « jus microbien » à partir des échantillons de sol ainsi que la procédure d'ensemencement des micro-plaques ont été effectuées selon le protocole de Smalla & *al.*, 1996. Une fois ensemencées, les plaques Biolog™ ont été mises à « incuber », couvercle fermé, dans une pièce climatisée (24°C). Toutes les plaques ont été lues trois fois dans un lecteur de plaques ELISA (photos 4 et 5) après 72 heures d'incubation.

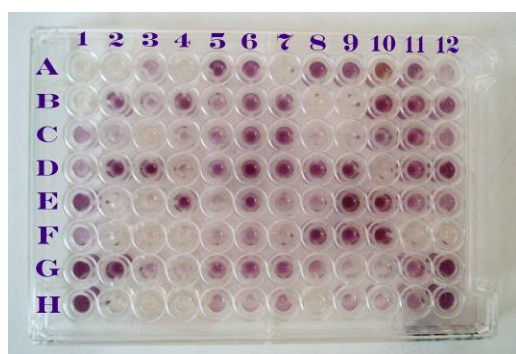


Photo 4 : plaque Biolog™ ensemencée avec le 'jus microbien' issu d'un échantillon de sol prélevé sur la parcelle BB (3)
Lecture faite après 72 h d'incubation



Photo 5 : lecture d'une plaque Biolog™ dans le lecteur ELX800.

1.3 Traitement et analyses des données

L'analyse des données visait, en premier lieu, à déterminer la **richesse moyenne** des différents milieux considérés en comptant le nombre d'individus trouvés sur les bandes de glu et dans les pièges au sol associés aux différents traitements. En revanche les informations apportées par les plaques Biolog™ ensemencées ne permettent pas de faire une analyse aussi directe. En effet, elles fournissent uniquement une empreinte des aptitudes cataboliques d'un ensemble de populations de microorganismes du sol. Ce ne sont donc pas des souches qui ont

pu être identifiées individuellement mais plutôt un ensemble de fonctions caractéristiques d'une communauté d'espèces. La notion de richesse fonctionnelle globale a donc été préférée pour exprimer la biodiversité propre à chacun des sols des traitements considérés.

Afin de comparer l'activité de la microflore des différents sols étudiés, deux valeurs indicatrices ont été calculées. Tout d'abord, l'AWCD (Average Well Color Development) qui correspond à la densité optique (DO) moyenne des puits d'une plaque calculée sur 95 puits (le puits A1 dont la valeur de DO sert de blanc n'est pas pris en compte), puis la moyenne des densités optiques calculée uniquement sur les puits d'une plaque qui ont été oxydés (puits où les DO sont supérieures à zéro). Une analyse de variance a été effectuée sur la variable «AWCD», les modalités considérées étant les 6 traitements, chaque modalité comprenant 3 répétitions.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS 8.1 (Sas Institute Inc, Cary, NC 27513-2414 USA)

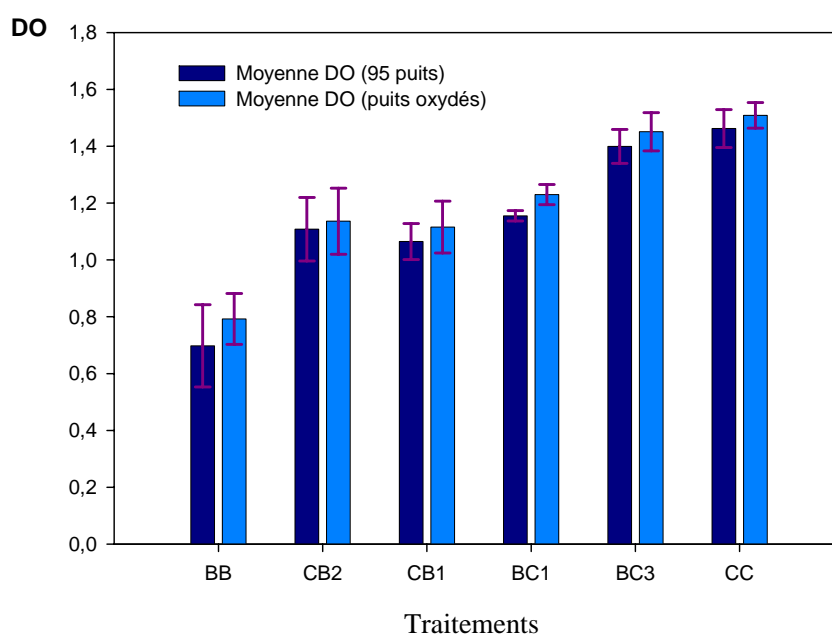
Tous les graphiques associés aux résultats des analyses et tests statistiques mis en œuvre ont été réalisés à l'aide du logiciel SigmaPlot (SigmaPlot® 2001, version 7.0).

2 RÉSULTATS

2.1 Impact des traitements sur les communautés microbiennes du sol :

Les valeurs moyennes d'activité de la microflore défini par AWCD et celle relative uniquement aux puits oxydés de chaque plaque sont très proches et apportent la même information quant à la discrimination des différents traitements (figure 1). La considération des valeurs des moyennes et de l'étendue des erreurs-type permet de distinguer trois groupes (test de Student - Newman Keuls seuil 5%) : un premier groupe avec l'unique traitement BB, un autre comprenant les traitements CB2, CB1 et BC1, et enfin un dernier avec BC3 et CC.

Figure 1 : Moyenne des activités trophiques microbiennes des différents traitements. BB banane/banane; CC canne/canne; BC canne après banane; CB banane après canne; 1 à 3 correspond au nombre de cycle de la deuxième culture. Les barres correspondes aux erreurs types des différents traitements.

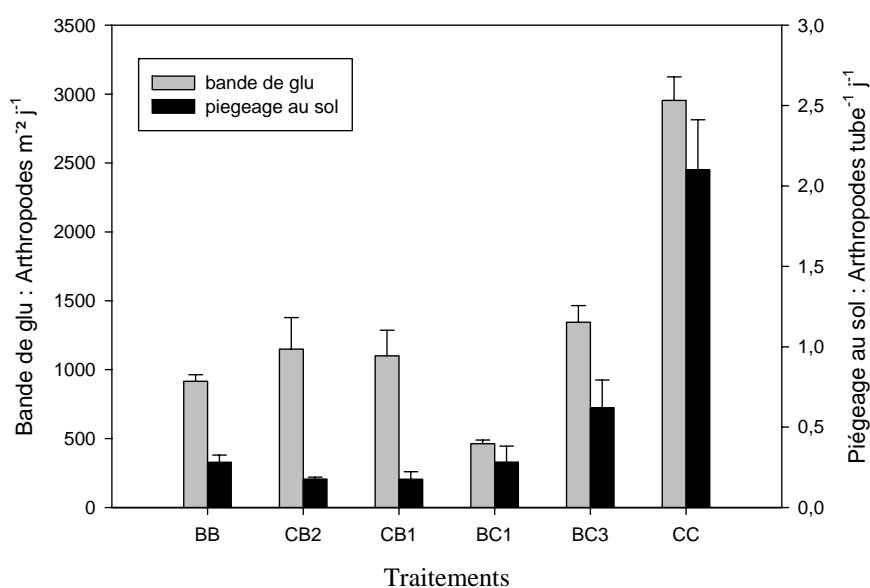


Ce sont donc les traitements sous canne à sucre qui ont présenté les activités des microorganismes du sol les plus intenses. En revanche, la comparaison du nombre de puits oxydés (S) (non illustré ici), représentant la richesse fonctionnelle, n'a pas permis de discriminer les différents traitements.

2.2 Impact des traitements sur les populations d'arthropodes :

Les analyses de variance réalisées à partir des moyennes par parcelle des arthropodes totaux capturés ont montré que les traitements étaient significativement différents ($P < 0,0001$) dans le cas des bandes de glu comme dans celui des pièges au sol. Les comparaisons de moyennes montrent cependant que certains traitements peuvent être regroupés. Pour ce qui est du nombre moyen d'arthropodes capturés sur les bandes de glu, le traitement BC1 présente le niveau le plus bas avec un peu moins de 500 impacts/m²/jour ; les traitements BB, CB1, CB2 et BC3 présentent des nombres d'individus au moins deux fois plus importants, compris entre de 900 et 1400 individus/m²/jours ; enfin, le traitement CC est largement au dessus des autres avec près de 3000 impacts/m²/jour (figure 2). Concernant les pièges au sol, les groupes formés sont quelque peu différents : les traitements BB, CB1, CB2 et BC1 forment un premier groupe avec entre 0,2 et 0,3 individus/tube/jour, puis vient le traitement BC3 qui présente un nombre moyen d'individus piégés supérieur à 0,6 individus/tube/jour ; enfin, le traitement CC se montre encore une fois au dessus des autres avec près de 2,1 individus/tube/jour (Figure 2). Que ce soit sur les bandes de glu ou dans les pièges au sol, les traitements BC3 et CC présentent les plus fortes densités d'individus piégés par unité de temps. Le traitement CC montre des niveaux bien supérieurs à ceux des autres traitements, y compris BC3. Quel que soit le type de piège, les traitements CB1 et CB2 présentent des nombres moyens d'individus piégés très proches. Les positions des traitements BB et BC1 relativement aux autres traitements sont différentes suivant le système de piégeage considéré. D'une manière générale, ce sont tout de même ceux qui présentent les plus faibles densités d'individus piégés par unité de temps.

Figure 2 : Nombre moyen d'arthropodes capturés par jour sur bande de glu et par piégeage au sol. BB banane/banane; CC canne/canne; BC canne après banane; CB banane après canne; 1 à 3 correspond au nombre de cycle de la deuxième culture. Les barres correspondes aux erreurs types des différents traitements.



DISCUSSION

L'activité microbiologique du sol a été évaluée en comparant entre elles les moyennes des densités optiques correspondant à l'intensité de la dégradation des substrats carbonés des micro-plaques BiologTM, associées chacune à une parcelle donnée. Il ne s'agit donc pas d'une lecture de l'activité relative à la dynamique de croissance des microorganismes, mais plutôt de l'évaluation de l'intensité de leur activité trophique globale à un temps donné.

Concernant les arthropodes, l'activité a été évaluée d'après la comparaison du nombre d'individus totaux capturés sur les différentes placettes (ou parcelles). Outre le fait que certaines espèces ont pu échapper aux pièges de par leur taille ou leur morphologie particulière, les différences d'aptitude à la mobilité des espèces présentes ont pu entraîner, pour certaines d'entre elles, une représentation au niveau des pièges non conforme aux densités réelles d'individus.

Dans le cas des plaques BiologTM comme dans celui des systèmes de piégeage mis en place, les mesures faites constituent des empreintes partielles de la réalité. Malgré tout, ces deux mesures de l'activité du vivant ont permis une première différenciation des précédents culturels sur des critères concrets.

Les analyses effectuées au niveau de chacune des étapes analytiques de la biodiversité ont montré que les traitements étudiés étaient statistiquement distincts. Cela signifie que les placettes et les parcelles qui ont été sélectionnées étaient bien représentatives respectivement des parcelles et des traitements étudiés. En d'autres termes, les différences intra-parcelles ou intra-traitements étaient statistiquement négligeables en regard des différences inter-parcelles ou inter-traitements. Dans le cas des arthropodes, on constate que la petite taille des pièges posés au sol ainsi que l'apparente faiblesse de la diversité des arthropodes vivant à la surface du sol (comparativement à celle observée sur les bandes de glu) ont contribué conjointement à réduire l'aptitude des résultats associés à discriminer les différents traitements étudiés.

Une partie seulement de la biodiversité a été perçue : on quantifie, mais on ne connaît pas la fonctionnalité des rapports entre organismes. Mais le fait d'avoir pris 2 domaines du vivant permet d'avoir des résultats sur 2 aspects : quantitatif pour les arthropodes et fonctionnel pour les bactéries du sol. Le fait que les résultats aillent dans le même sens donne plus de solidité à l'impact des systèmes de cultures sur la biodiversité.

Quoi qu'il en soit, en combinant l'ensemble des analyses effectuées au cours de cette étude, il est possible de dégager une observation générale assez cohérente quant à l'évolution du vivant au cours des différentes étapes culturales de la rotation canne / bananier.

Tout d'abord, il semble que les monocultures de banane et de canne à sucre, montrent des caractéristiques opposées du point de vue de la biodiversité. Alors que la monoculture bananière (BB) présente les activités (richesses moyennes et fonctionnelles) les plus basses, la monoculture de canne (CC) révèle la diversité biologique la plus riche et la plus équilibrée de tous les traitements étudiés. Par ailleurs, les parcelles en première (CB1) et deuxième année de bananier (CB2) après canne à sucre semblent bien plus proches de la monoculture de banane que les parcelles en première (BC1) et troisième année de canne (BC3) ne le sont de la monoculture de canne. Malgré la diminution des applications de produits phytosanitaires pendant les deux premières années de culture bananière suivant une culture de canne à sucre, il est fort probable que la fréquence et l'intensité des interventions (qu'elles soient mécaniques ou chimiques) maintenues sur les cultures de bananiers soient à l'origine de ce rapide retour à un état de diversité biologique « minimum » constaté sur les traitements CB1 et CB2.

Pour ce qui est du retour à un état de biodiversité « maximum » pour les parcelles sous culture de canne après bananier, il semble plus lent parce que tout simplement naturel. Ainsi, alors que les parcelles en première année de canne après bananier apparaissent encore relativement

proches des parcelles sous CB1 ou CB2, les parcelles en troisième année de canne après bananier n'atteignent pas encore tout à fait le niveau d'équilibre et de richesse du vivant présenté par la monoculture de canne.

Les analyses fonctionnelles des communautés microbiennes du sol paraissent moins catégoriques que les analyses entomologiques. En effet, les premières font systématiquement apparaître un groupe constitué des traitements qui sont les plus proches de la rupture culturale provoquée par l'implantation de la canne à sucre : les traitements CB2, CB1 et BC1. Compte tenu de la part importante des espèces très mobiles (notamment 22 espèces de diptères) sur l'ensemble des espèces capturées, il semble raisonnable de considérer que les résultats des piégeages distinguent moins finement les traitements étudiés que ceux des tests BiologTM, pour lesquels il est plus facile d'imaginer l'influence directe de la phase culturale sur la composition et l'activité des communautés microbiennes du sol.

L'instabilité des positions relatives de ces 3 traitements (entre eux ou vis-à-vis de BB ou CC), selon les différents critères étudiés attenant à la biodiversité, témoigne probablement aussi d'une profonde perturbation du milieu liée en grande partie à l'installation d'un nouveau matériel végétal, et affectant notamment une part importante des espèces dont la présence a été révélée dans cette étude. Cette perturbation généralisée pourrait expliquer les attaques particulièrement marquées du foreur de tige (*Diatraea saccharalis*) constatées uniquement en première année d'implantation de la canne après bananier, et non lors de la plantation de canne après canne comme révélé lors d'une enquête réalisée en 2002, réparties dans toute l'île. Cette enquête a montré que, sur les parcelles en canne plantées après canne, les pourcentages d'entre-nœuds attaqués sont faibles (0,1 à 2%) malgré la perturbation liée à la replantation.

Pour préciser le rôle de la biodiversité sur le contrôle biologique de *Diatraea* spp par ses organismes antagonistes il paraît nécessaire de remettre en place une étude du même genre, en focalisant les observations sur les organismes que les recherches précédentes ont révélées (mouches tachinaires, fourmis, autres ordres : lézard...) (Cochereau, 1991 ; Fretay, 1956 et 1986 ; Galichet et Jean-Bart, 1968 ; Galichet, 1971 et 1975 ; Lalanne-Cassou et Kermarrec, 1981 ; Lemaire, 1966).

CONCLUSIONS

La rotation Banane/Canne tend à réduire fortement la biodiversité moyenne en arthropodes des cultures comparée à celle d'une culture continue de canne et montre un impact est très négatif en première année de canne après banane. En revanche cette rotation semble améliorer la capacité trophique du sol par rapport à une monoculture Banane. Ces résultats biologiques s'ajoutent également aux données physiques concernant le sol ou autres considérations sur les successions culturales réunies par les agronomes (Barre et al., 1997) ; Dorel et Risède, 1996 ; Dorel, 2001 ; Poser et Monsaingeon, 2002 ; Poser, 2002 ; Quenehervé et al., 2002) ; Ternisien et Ganry, 1990). La rotation bananier-canne à sucre finit par réunir beaucoup d'atouts dans la mise en oeuvre d'un agro système cohérent pour la mise en valeur d'une région telle que la Basse-Terre.

REMERCIEMENTS

L'ensemble des services agricoles locaux (Chambre d'Agriculture, CTICS, FDGDON, SAFER, SICADEG, SICAMA, SICAGRA, SICA Sud, DAF-SPV), ainsi que les techniciens du CIRAD (Melle Lubin, MM Calvados, Campan, Carbel, Joseph, Nudol, Ragouton) sont particulièrement remerciés pour leur participation à l'enquête préliminaire ayant permis de réunir les données à l'origine de cette étude. Le financement a été assuré par le CIRAD/Guadeloupe.

Crédits photos : F. Caray

BIBLIOGRAPHIE

- Astabie, J.F. (1986) – Observations en Guadeloupe (Basse-Terre) sur 2 foreurs de la canne à sucre : *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) et *D. impersonatella* (Walker, 1863). Diplôme d'Agronomie Tropicale, CNEARC, 34 p. + annexes.
- Barre, C., Lett, J.M., Pressoir, G. (1997) – La culture intensive d'une bananeraie en Guadeloupe : concilier une production satisfaisante en quantité et qualité avec la conservation du milieu. Mémoire intégratif, DEA «Biologie, Diversité et Adaptation des Plantes Cultivées». INAPG, Paris XI - Paris VI – ENSAM, 36 p.
- Cochereau, P., Jean-Bart A. (1989) – Echantillonnages sur canne à sucre en Grande-Terre (Guadeloupe). Les pertes de tonnage sur pied et leurs causes. Rapport ORSTOM – INRA(CRAAG), Centre de Guadeloupe, 17 p.
- Cochereau, P. (1991) – Installation en Guadeloupe de *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera : Braconidae), un parasite larvaire du foreur de la canne à sucre *Diatraea saccharalis* L. (Lepidoptera : Crambidae). In : Rencontres Caraïbes en lutte biologique, Guadeloupe, 5-7 novembre 1990. Ed. INRA, Paris, les Colloques n° 58 : 443-450.
- Dorel, M., Risede, J.M. (1996) – Influence de l'état physique du sol sur l'enracinement du bananier et le développement des populations de parasites. Réunion annuelle du CIRAD-FLHOR, «Bananiens et Plantains», 2 au 6.9.1996, Montpellier (France), 5p.
- Dorel, M. (2001) – Effets des pratiques culturales sur les propriétés des sols volcaniques de Guadeloupe et influence sur l'enracinement du bananier. Thèse de Dr Sciences agronomiques et ingénierie biologique, Université catholique de Louvain, 129 p.
- Draper, C., Conlong, D.E. (2000) – *Eldana saccharina* and arthropod predator populations in sugarcane fields of rural and commercial growers. *Proceedings of the South Africa Sugarcane Technologists Association*, 74 : 228.
- Fretay, E. (1956) – Lutte biologique contre le borer de la canne à sucre. *Revue agric. suc. rhum des Antilles françaises*, vol.1 (2) : 71-72.
- Fretay, E. (1986) – *Ecologie de Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794). Edit. Lavoisier, Paris, 302 p.
- Galichet, P.F., Jean Bart A. (1968) – Observations préliminaires sur les pyrales du genre *Diatraea* Guild, et leurs Tachinaires parasites dans les Antilles françaises. IV^e Congrès latino-américains de Zoologie, Caracas, 10-15 nov., 13 p.
- Galichet, P.F. (1971) – Introduction et multiplication d'*Apanteles flavipes* (Cam) (Hym. Braconidae) aux Antilles françaises. I^e Congrès latino-américains de Zoologie, Cuzco, Pérou, 7 p.
- Galichet, P.F. (1975) – Equilibres observés entre les populations des tachinaires parasites du genre *Diatraea* en Guadeloupe. *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 11 (4) : 781 – 807.

Lalanne-Cassou, B., Kermarec, A. (1981) – Les Pyrales de la canne à sucre. Note de synthèse. CRAAG, INRA, 4 p.

Larkin, R.P. (2003). Characterization of soil microbial communities under different potato cropping systems by microbial population dynamics, substrate utilization, and fatty acid profiles. *Soil Biology & Biochemistry*, 35 : 1451-1466.

Lemaire, Y. (1966) – Infestation status of sugarcane plantations in Guadeloupe by *Diatraea saccharalis* Fabricius. Importance of *Lixophaga* and *Metagonistylum* parasitism. Proc. B.W.I. Sug. Technol : 304-308.

Lim Shin Chong, L.C.Y., Rajabalee, A. (1988) – Sampling method for estimating stem borer infestation in sugar cane fields. Sugar cane, Autumn Supplement, 15-16.

Poser, C. (2002) - Evolution du sol sous l'action des racines de la canne à sucre. Diplôme d'Etudes Approfondies n° 2002-14, « Environnement Tropical et Valorisation de la Biodiversité". Université des Antilles et de la Guyane, soutenue le 5.7.2002, 43 p, 12 annexes.

Poser, C., Monsaingeon, T. (2002) – Rotation banane – canne - banane : un système de production prometteur sur la région de Capesterre. CIRAD CA Guadeloupe.

Queneherve, P., Bertin, Y., Chabrier, C. (2002) - *Arachis pintoï* : une plante de couverture pour les bananeraies ? Avantages et inconvénients d'un point de vue nématologique. Infomusa 11 (1) : 28 -30.

Smalla, K., Wachtendorf, U., Krögerrecklenfort, E., Heuer, H. (1996). Which members of the bacterial population of the potato phyllosphere and rhizosphere contribute most to the Biolog community pattern. Abstracts of the Symposium on Bacterial Genetics and Ecology BAGECO 5, May 25-29, 1996, Nafplion, Greece, p. 93.

Ternisien, E., Ganry, J. (1990) - Rotations culturales en bananeraie intensive. Fruits n° spécial : 98 - 102.

Vercambre, B. (2002). Rapport de mission en Guadeloupe du 13 mai au 1^{er} juin 2002 : importance du niveau d'attaque de *Diatraea spp.*(Lep., Pyralidae) sur canne à sucre et propositions d'études sur son rôle dans les pertes en sucre. CIRAD CA.

Viaux, P., Rameil, V. (2004). Impact des pratiques culturales sur les populations d'arthropodes des sols de grandes cultures – déterminer des espèces «bio-indicatrices». Phytoma - La Défense des Végétaux - n°570, 8-11.