



Pierre-François Duyck ^a,
Sandrine Pavoine ^{b,c},
Philippe Tixier ^a,
Christian Chabrier ^a,
Camille Hubervic ^a,
Robert Jules-Rosette ^a,
Jules Hubervic ^a,
Patrick Topart ^d,
Serge Marie-Luce ^d,
Christiane Bastol ^a,
Patrick Quénéhervé ^d

a-CIRAD, UPR Systèmes
Bananes et Ananas,
Pôle de Recherche
Agro-environnementale
de la Martinique,
BP 214, 97285
Le Lamentin Cedex 2,
Martinique

b-Mathematical
Ecology Research
Group, Department of
Zoology, University
of Oxford, South
Parks Road, Oxford
OX1 3PS, UK

c-UMR 5173 MNHN-
CNRS-P6 'Conservation
des espèces,
restauration et suivi des
populations' Muséum
National d'Histoire
Naturelle, CRBPO,
55 rue Buffon,
75005 Paris

d-IRD, UMR 186
Résistance des Plantes
aux Bioagresseurs
(IRD/CIRAD/UM2),
Pôle de Recherche
Agro-environnementale
de la Martinique,
BP 214, 97285,
Le Lamentin Cedex 2,
Martinique

Niche écologique des nématodes phytophages dans les agro-écosystèmes bananiers

Les facteurs structurant les communautés de bioagresseurs doivent être pris en compte dans la gestion des agro-écosystèmes. La compréhension des interactions entre les espèces de bioagresseurs et les autres espèces phytophages peut permettre aux agriculteurs de manipuler l'équilibre entre les espèces nuisibles et celles qui ne le sont pas. Une des voies pour augmenter la stabilité des agrosystèmes et de favoriser leurs fonctions positives (comme le contrôle des bioagresseurs) est d'augmenter la biodiversité dans et autour des champs cultivés. Cela peut notamment se faire par l'introduction de plantes de couvertures ou de plantes associées.

Si les monocultures de bananes desserts (*Musa* spp., groupe AAA cv. Cavendish Grande Naine) cultivées pour l'export implique une gestion intensive, la réintroduction de biodiversité via les plantes de couvertures, les plantes associées, et les jachères cultivées est pensée comme partie intégrante de la lutte intégrée contre les bioagresseurs. Les nématodes phytophages du bananier sont avec le charançon les principaux ravageurs des bananiers. La compréhension du lien entre la diversité des plantes présentes sur les parcelles et la structure des communautés des nématodes phytophages est donc essentielle.

La partition de niche, c'est-à-dire, le résultat de l'exploitation différentielle des ressources, ou l'utilisation de niches différentes par différentes espèces en compétition, peut avoir lieu à différentes échelles spatiales ou temporelles. Premièrement, la composition des communautés de nématodes peut être affectée par différents facteurs environnementaux. A l'échelle régionale, les niches écologiques des nématodes phytophages peuvent être séparées par les paramètres abiotiques dans l'agro-écosystème comme le climat ou le sol. Cependant à l'échelle de la parcelle, la composante plante-hôtes de la niche écologique des nématodes phytophages est probablement la plus importante.

Dans le monde, les bananiers sont attaqués par de nombreuses espèces de nématodes, mais seulement quelques une d'entre elles provoquent des dégâts d'importance économique. En Martinique, la communauté des nématodes parasiti-

tant les bananiers est composée d'endoparasites migratoires, *Radopholus similis* (Cobb, 1893) Thorne, 1949, et *Pratylenchus coffeae* Goodey, 1951 ; d'endoparasites *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb, 1893) Sher, 1961, et *Hoplolaimus seinhorsti* Luc, 1958 ; et de sédentaires endoparasites *Meloidogyne* spp. and *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliviera, 1940. Alors que toutes ces espèces exploitent la même ressource (les racines des plantes) et sont capables de parasiter une grande diversité de plantes hôtes, elles diffèrent dans leurs traits d'histoire de vie (sédentaire, migratoires) et leur stratégie reproductive (parthogénétique, amphimictique).

Outre le bananier, ces différentes espèces sont capables d'exploiter un certain nombre d'adventices présentes dans les agro-écosystèmes bananiers. Alors que *R. similis* et *H. multicinctus* sont très associés à ces agro-écosystèmes bananiers, les quatre autres espèces sont trouvées dans la plupart des autres écosystèmes incluant ceux non cultivés. Dans cette étude, nous avons testé l'hypothèse que la communauté de nématode phytophage est structurée par les plantes hôtes.

Matériel et méthodes

Des enquêtes au champ ont été conduites régulièrement entre 2002 et 2008. Les prospections ont eu lieu sur l'ensemble de la Martinique dans le but de collecter des plantes adventices. Nous avons utilisé des données sur l'abondance des nématodes sur différentes plantes hôtes. 556 échantillons ont été collectés dans différentes parties de l'île. Après identification de l'espèce de plante, les nématodes ont été extraits de 20 g de racines fraîches par plante. Durant deux semaines, une fine brume d'eau a été vaporisée de façon continue sur les racines. Les nématodes actifs émergent sont retrouvés dans l'eau collectée en dessous et comptés deux fois, après une semaine et à nouveau après deux semaines. Les poids secs de racines ont été obtenus en plaçant les racines dans un four à 60°C. La base de donnée complète comprend un total de 247 332 nématodes appartenant aux six espèces comptées.

Les données ont été analysées par analyse canonique des correspondances (ACC) avec 4 facteurs : température, pluviométrie, type de sol et espèce de plante-hôte. Notre objet d'étude

Figure 1. Biplots des coordonnées normalisées des sites (contraintes par les espèces de plantes-hôtes) et coordonnées des espèces de nématodes. Dans chaque plot, les points indiquent les échantillons, les lignes droites indiquent la présence des espèces de nématodes dans les échantillons, et les ellipses entourent la position de chaque espèce de nématodes donnant un indice de la dispersion autour du centroïde de chaque espèce (50% et 90% des individus collectés sont présents dans les ellipses formées par la ligne continue et la ligne pointillée, respectivement). Ces ellipses sont des représentations de la diversité des espèces de plantes-hôtes utilisées par les nématodes.

étant les plantes-hôtes, une ACC partielle a ensuite été utilisée afin d'éliminer les effets de type de sol et des variables climatiques. Les différentes analyses et représentations ont été réalisées en utilisant le logiciel R et le package ade4.

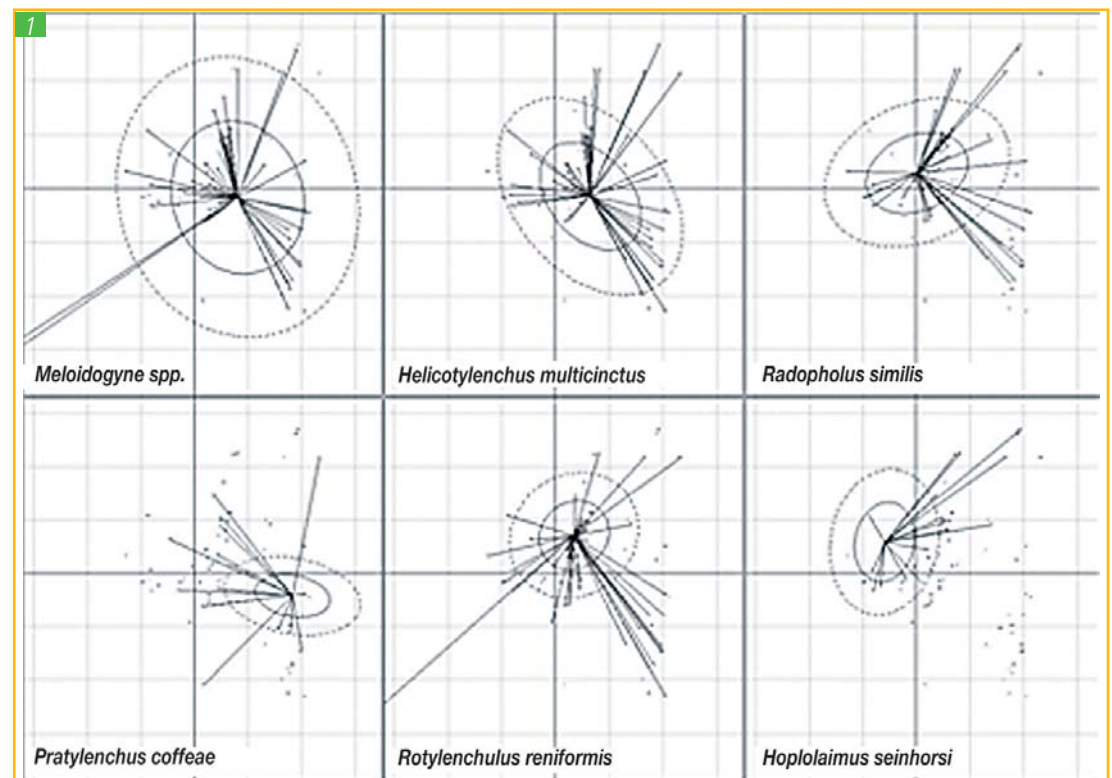
Résultats et Discussion

Quarante-huit espèces de plantes hôtes ont été retrouvées dans les bananeraies (Tableau 1). Les nématodes *Meloidogyne spp.*, *H. multincinctus* et *R. similis* ont une distribution large en termes de plantes-hôtes (indiqué par une taille d'ellipse importante) (Fig. 1). Les plantes-hôtes permettent une partition de niches entre certaines espèces. L'exemple le plus évident est la partition de niche entre *P. coffeae*, *R. reniformis* et *H. seinhorsti* ; les ellipses de la CCA partielle montrant un très faible chevauchement entre ces espèces dans leur exploitation des plantes-hôtes (Fig. 1).

abondances relatives de chaque espèce de nématodes diffèrent entre les plantes hôtes, indiquant des différences dans l'exploitation de l'hôte.

Meloidogyne spp., *H. multincinctus*, et *R. similis* sont présents sur la plupart des plantes collectées (Tableau 1). Ces espèces sont généralement considérées comme très polyphages. La distribution de l'abondance relative montre que *P. coffeae*, *R. reniformis* et *H. seinhorsti* se spécialisent sur différentes plantes hôtes. En particulier, *R. reniformis* et *P. coffeae* sont plus abondants sur les dicotylédones que sur les monocotylédones.

Nos résultats soulignent que la modification de l'abondance de certaines plantes hôtes peut changer l'équilibre entre espèces de nématodes, *R. similis* est le nématode considéré le plus nuisible sur les cultures de bananiers. Nous n'avons pas mis en évidence de partition de niche entre



Les plantes-hôtes des agro-écosystèmes bananiers ont une influence marquée sur la structure des communautés des nématodes phytophages. Les six espèces de nématodes ont une large gamme d'hôtes, incluant de 9 à 30 espèces de plantes appartenant à de nombreuses familles. Ces six espèces de nématodes peuvent être considérées comme polyphages. Bien que les gammes d'hôtes des espèces se chevauchent, les

cette espèce et d'autres espèces de nématodes concernant les plantes hôtes, excepté avec *P. coffeae* qui est également une espèce très nuisible. Par exemple *C. esculenta* favorisera les populations de *P. coffeae* et de *Meloidogyne spp.* et défavorisera les populations de *R. similis*. Au contraire, certaines plantes (par exemple *C. diffusa*) supporte des nombres importants de *R. similis* et peuvent accroître les populations de



cette espèce. D'un point de vue pratique, ces plantes doivent être retirées durant les jachères.

H. seinhorsti et *R. reniformis* sont considérés comme des espèces de nématodes moins nuisibles sur bananier. Du fait de la partition de niche avec *P. coffeae*, les plantes favorisant *H. seinhorsti* peuvent éviter la croissance de *P. coffeae*. *Eragrostis ilosa* pourrait être une bonne espèce candidate si des données additionnelles confirment que cette espèce ne supporte pas des populations importantes de *P. coffeae* ou *R. similis*. Cependant *H. seinhorsti*, *R. reniformis*, et *Meloidogyne spp* peuvent également provoquer des dégâts si ils sont présents en très grand nombre. Par exemple, il a été montré que des populations importantes de *Meloidogyne spp* en l'absence de *R. similis* peuvent aboutir à des dé-

gâts importants sur bananier. Une stratégie efficace pour la régulation des nématodes phytophages du bananier pourrait être de choisir une série de plantes associées qui favoriseraient une espèce de nématode peu nuisible sur bananier mais bonne compétitrice contre les nématodes les plus nuisibles sur les plantes associées.

Pour conclure, la partition de niche par les plantes-hôtes est considérable entre les nématodes phytophages. Cependant d'autres facteurs pouvant promouvoir la coexistence et les équilibres entre espèces doivent être explorés. Des informations additionnelles sur la colonisation des espèces et la dynamique des populations dans le temps à l'échelle de la racine et de l'agro-écosystème augmenteraient notre compréhension des équilibres entre espèces de la communauté de nématodes phytophages.

Tableau 1 : Plantes-hôtes et abondance relative de six espèces de nématodes phytophages dans les agro-écosystèmes bananiers en Martinique.

Famille	Espèce	Abondance relative des espèces					
		Meloidogyne spp	Helicotylenchus multicinctus	Radopholus similis	Pratylenchus coffeae	Rotylenchulus reniformis	Helicotylenchus multicinctus
Amaranthaceae	<i>Amaranthus dubius</i>	0.40	0.43	0.04	0.01	0.12	
	<i>Amaranthus spinosus</i>		1.00				
Aracea	<i>Caladium bicolor</i>			1.00			
	<i>Colocasia esculenta</i>	0.92			0.06	0.02	
	<i>Dieffenbachia seguine</i>	0.66				0.32	0.02
	<i>Xanthosoma violaceum</i>	0.79	0.01			0.20	
Asteraceae	<i>Emilia fosbergii</i>					1.00	
	<i>Mikamia micrantha</i>	0.01				0.99	
	<i>Vernonia cinerea</i>	1.00					
Capparidaceae	<i>Cleome aculeata</i>	0.36			0.01	0.39	0.24
	<i>Cleome rutidosperma</i>	0.38	0.10	0.11		0.33	0.08
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>			0.13		0.84	0.03
Convolvulaceae	<i>Ipomea eriocarpa</i>					1.00	
	<i>Ipomea tiliacea</i>						
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	0.99	0.01				
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i>	0.96	0.04				
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i>			0.50		0.49	0.01
	<i>Euphorbia heterophylla</i>	0.05	0.72	0.11		0.12	
	<i>Phyllanthus amarus</i>	0.03	0.93	0.02		0.02	
Fabaceae	<i>Centrosoma pubescens</i>						
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>						
	<i>Urena lobata</i>	0.83	0.05		0.12		
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	0.49		0.51			
Mimosaceae	<i>Mimosa pudica</i>	0.60			0.01	0.04	0.35
Moraceae	<i>Cecropia schreberiana</i>	0.01	0.19	0.01		0.79	
Musaceae	<i>Musa AAA Cavendish</i>	0.29	0.40	0.27		0.03	0.01
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	0.75	0.25				
Onagraceae	<i>Ludwigia abyssinica</i>			1.00			
Oxalidaceae	<i>Oxalis barrelieri</i>		0.67			0.33	
Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i>	0.03				0.94	0.03
Piperaceae	<i>Peperomia pellucida</i>	0.99		0.01			
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>		1.00				
	<i>Echinochloa colona</i>	0.12	0.16	0.45			0.27
	<i>Eleusine indica</i>	0.69	0.25	0.06			
	<i>Eragrostis pilosa</i>			0.03			0.97
	<i>Leptochloa filiformis</i>	0.83		0.04	0.06	0.07	
	<i>Panicum maximum</i>			1.00			
	<i>Paspalum fasciculatum</i>	0.23	0.03	0.48	0.20	0.06	
	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>		0.28	0.25	0.29	0.18	
	<i>Setaria barbata</i>	0.24	0.39	0.25		0.04	0.08
	<i>Sorghum halepense</i>		0.34	0.20			0.46
Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i>						
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i>		0.85	0.12	0.03		
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	0.70	0.06	0.06		0.18	
	<i>Solanum torvum</i>	0.02	0.17	0.23		0.58	
Urticaceae	<i>Laportea aestuans</i>	0.80	0.11			0.09	
	<i>Phenax sonneratii</i>	0.10				0.65	
	<i>Pilea microphylla</i>	0.97					0.03