

# Évolution spatio-temporelle d'un peuplement de nématodes parasites de la canne à sucre

Patrice CADET\* et Domitien DEBOUZIE

Laboratoire de Nématologie, ORSTOM, BP V 51, Abidjan, Côte-d'Ivoire et Laboratoire de Biométrie, UA CNRS n° 243, Université de Lyon I, 43, boulevard du 11-Novembre-1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France.

## RÉSUMÉ

Au cours de quatre enquêtes faunistiques effectuées entre 1977 et 1985 sur un périmètre sucrier de Côte-d'Ivoire, on a dénombré les nématodes parasites de la canne à sucre dans le sol et les racines. L'analyse factorielle des correspondances multiples du peuplement nématologique a permis d'en extraire les structures spatio-temporelles. L'évolution du peuplement au fil des années se traduit par une augmentation de la population de *Pratylenchus* et une récession de *Scutellonema* et *Tylenchorhynchus*. La multiplication de certains genres est souvent temporaire. Elle dépend autant de l'âge de la canne que des modifications induites par les saisons. *Meloidogyne* abonde en saison des pluies et en repousse, alors que *Pratylenchus* s'est adapté à la saison sèche et aux cannes de plantation. Les liaisons entre les genres sont peu nombreuses : l'abondance de *Meloidogyne* est corrélée à celle de *Paratylenchus* et *Criconemella*, leur absence est corrélée à la présence de *Pratylenchus*. Il n'apparaît cependant pas de relation statistiquement significative entre *Meloidogyne* et *Pratylenchus*.

## SUMMARY

### *Space-time evolution of a sugarcane parasitic nematode community*

Sugarcane plant parasitic nematodes from soil and root samples were evaluated in four faunistic studies conducted between 1977 and 1985 on a sugar plantation in Ivory Coast. A correspondence factorial analysis of the nematode community was used to detect space-time structures. During community evolution, *Pratylenchus* increased while *Scutellonema* and *Tylenchorhynchus* declined. Generally, the multiplication of a genus appears to be temporary, depending on the age of sugarcane and on modifications induced by the seasons. Nematode abundance varies in time and space : *Meloidogyne* is abundant during the rainy season and in ratoon, whereas *Pratylenchus* seems better adapted to the dry season and planted cane. The relationships between genera are not strong : the abundance of *Meloidogyne* is correlated with that of *Paratylenchus* and *Criconemella*, their absence with the presence of *Pratylenchus*. However, there is no significant correlation between levels of *Meloidogyne* and *Pratylenchus*.

Parmi les plantes cultivées, la canne à sucre semble particulièrement favorable aux nématodes phytoparasites. Plus de 200 espèces de Tylenchida et Dorylaimida ont été observées dans la rhizosphère de cette plante à travers le monde (Williams, 1974; Dick & Spaul, 1982). Dans toutes les régions sucrières, le peuplement nématologique comprend toujours plusieurs genres (O'Relly & Perez Milian, 1978; Andrade, Rubiano & Agudelo, 1979; Spaul, 1981; Siswojo, 1984). L'équilibre entre les genres est d'autant plus rapidement atteint que la faune endémique qui vit dans les zones tropicales sur les graminées vivrières ou de savane a la même composition que celle qui colonise la canne à sucre implantée aux mêmes endroits (Cadet, 1979).

Cette situation se retrouve sur les périmètres sucriers d'Afrique de l'Ouest où une douzaine de genres de nématodes apparaissent encore régulièrement après plusieurs années de monoculture sucrière (Cadet & Mery, 1978). A partir d'enquêtes faunistiques effec-

tuées entre 1977 et 1985 sur un périmètre de Côte-d'Ivoire, nous nous proposons d'étudier les relations quantitatives existant entre les genres de nématodes en fonction du cycle de la plante, de la saison et du type de sol.

## Matériel et méthodes

Quatre enquêtes faunistiques ont été réalisées en 1977, 1978, 1979 et 1985 sur les 6 500 ha du périmètre sucrier de Ferkéssédougou I (SODESUCRE) situé dans le nord de la Côte-d'Ivoire. Cette région reçoit environ 1 m d'eau par an entre juin et octobre. En dehors de cette période, les cannes sont irriguées par aspersion.

La canne à sucre est cultivée en monoculture depuis de nombreuses années. La plante reste en place sur la même parcelle pendant cinq à sept ans; elle est récoltée annuellement. A l'issue de cette période, les souches sont

\* Adresse actuelle : ORSTOM, B.P. 81, 97256 Fort-de-France Cedex, Martinique.

arrachées et deux à trois mois plus tard, une nouvelle variété est replantée. La première année, les cannes de plantation sont issues de bouture. Après la première récolte, les tiges poussent à partir de la souche et constituent les cannes de repousse.

Le périmètre est subdivisé administrativement en cinq fermes appelées L 1 et L 2 (irriguées surtout à partir de la rivière Lokpoho), B 1, B 2 et B 3 (irriguées à partir du fleuve Bandama). Dans les vallées fluviales, les terrains sont généralement argilo-limoneux. Lorsqu'on s'éloigne de ces vallées, on rencontre des plateaux ferrallitiques, argilo-gravillonnaires, dont les sols ne retiennent pas l'eau et où les cannes sont susceptibles de souffrir de sécheresse malgré l'irrigation.

Les prélèvements ont été effectués en mars 1977, en septembre 1978, en octobre 1979 et enfin en avril 1985, date à laquelle on a pris soin de séparer les parcelles selon le cycle végétatif de la plante : canne de plantation ou canne de repousse. La répartition des relevés selon les fermes et les dates est donnée au tableau 1. Globalement, en regroupant toutes les enquêtes, 175 prélèvements sont disponibles. Les coordonnées spatiales de chacun sont notées. Plusieurs variétés de cannes ont été prospectées indifféremment du fait qu'elles ont montré des sensibilités équivalentes aux nématodes.

Les échantillons sont prélevés dans un ou plusieurs angles des parcelles industrielles rectangulaires de 20 ha. Un échantillon rassemble environ 500 cm<sup>3</sup> de sol et 30

Tableau 1  
Répartition des points d'observations entre les dates et les fermes  
(CP : canne plantée; R : repousse)

Fermes	L 1	L 2	B 1	B 2	B 3	Total
Septembre	0	2	16	12	5	35
Octobre	10	8	0	0	11	29
Mars	7	5	5	0	8	25
Avril CP	16	0	12	14	12	54
Avril R	4	4	18	6	0	32
Total	37	19	51	32	36	175

à 50 g de racines de tige, prélevées entre 10 et 30 cm de profondeur sous la souche, à environ 20 m à l'intérieur du champ, en trois points différents distants d'une douzaine de rangs de canne. Les nématodes ont été extraits du sol et des racines par les méthodes de Seinhorst (1950, 1962); leur nombre est ramené au gramme de racine et au dm<sup>3</sup> de sol.

Compte tenu des variations importantes des effectifs pour un genre donné et entre les genres, les effectifs sont transformés en classe d'abondance selon une échelle propre à chaque genre, relativement au danger qu'il est supposé représenter pour la canne (Tab. 2); les limites sont définies *a priori* par l'expérimentateur avant l'ana-

Tableau 2  
Nature des genres étudiés et définition semi-quantitative des classes d'abondance.  
Les effectifs sont rapportés au gramme de racine ou au dm<sup>3</sup> de sol

Espèces	N°	Modalités	Classe d'abondance	Espèces	N°	Modalités	Classe d'abondance
<i>Meloidogyne</i> (sol)	1	1	absence	<i>Meloidogyne</i> (racines)	2	1	absence
		2	1-1 000			2	1-200
		3	1 001-4 000			3	201-500
		4	> 4 000			4	> 500
<i>Pratylenchus</i> (sol)	3	1	absence	<i>Pratylenchus</i> (racines)	4	1	0-100
		2	1-2 000			2	101-300
		3	2 001-4 000			3	301-1 500
		4	> 4 000			4	> 1 500
<i>Paratylenchus</i> (sol)	5	1	absence	<i>Paratylenchus</i> (racines)	6	1	absence
		2	présence			2	présence
<i>Scutellonema</i> (sol)	7	1	absence	<i>Telotylenchus</i> (sol)	8	1	absence
		2	1-1 000			2	1-400
		3	1 001-2 500			3	401-1 000
		4	> 2 500			4	> 1 000
<i>Helicotylenchus</i> (sol)	9	1	< 1 000	<i>Tylenchorhynchus</i> (sol)	10	1	absence
		2	1 000-5 000			2	1-3 000
		3	> 5 000			3	> 3 000
<i>Criconemella</i> (sol)	11	1	absence	<i>Xiphinema</i> (sol)	12	1	absence
		2	présence			2	présence

lyse statistique. Celle-ci consiste en une analyse factorielle des correspondances multiples ou AFCM (Thioulose, 1989). On trouvera dans Piallot, Chessel et Auda (1984) des précisions sur la méthode et la pratique du dépouillement à partir d'exemples pris en écologie. Le tableau de données traité comprend 175 lignes — les relevés — et 12 colonnes correspondant à plusieurs genres de nématodes présents dans le sol ou dans les racines. Les variables « dates » et « fermes » sont projetées en colonnes supplémentaires sur chacun des facteurs de l'AFCM.

Résultats

RELATIONS ENTRE GENRES

Les rapports de corrélation entre les variables qualitatives, abondance ou présence des espèces, et les facteurs de l'AFCM expriment l'intensité des liaisons existant entre les nématodes ecto- et endoparasites. Les principales informations sont contenues dans le plan factoriel F1 x F2, le facteur 3 n'apportant aucune information nouvelle et le facteur 4 étant spécifique du genre *Tylenchorhynchus*. De l'examen du plan factoriel et de la

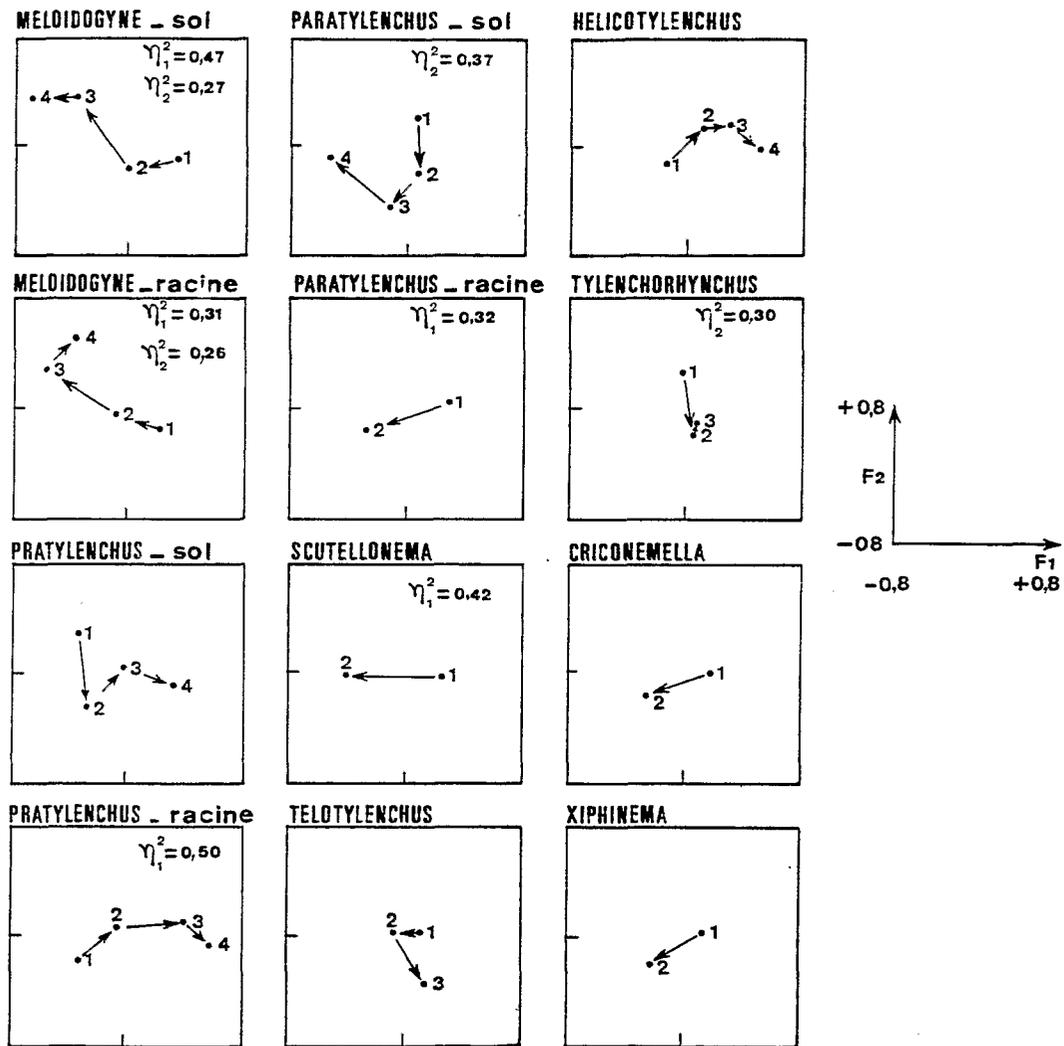


Fig. 1. Représentation dans le premier plan factoriel de l'AFCM, des modalités correspondant aux abondances des douze genres de nématodes. Les numéros 1 à 4 correspondent aux modalités des classes rangées par ordre croissant d'abondance du genre considéré dans le sol ou dans les racines.

Sachant qu'un genre ne contribue à définir un facteur que si le rapport de corrélation  $\eta^2$  est élevé, seules les valeurs supérieures à 0,25 sont notées.

projection des divers genres (Fig. 1), trois observations peuvent être tirées :

— l'abondance de *Meloidogyne* et *Paratylenchus*, dans le sol ou dans les racines, s'oppose à celle de *Pratylenchus*;

— pour les trois endoparasites, l'abondance dans le sol est très corrélée à celle des racines. Le coefficient de corrélation de point (Dagnélie, 1975) illustre cette concordance pour *Meloidogyne* :  $\Phi = 0,61$  ( $P < 0,001$ ). Pour *Paratylenchus*, le coefficient vaut 0,46 ( $P < 0,001$ );

— la composition du peuplement de nématodes dépend beaucoup plus des variations d'abondance des endoparasites que de celles des ectoparasites.

L'analyse des tableaux de contingence obtenus avec chaque couple de variables permet de rechercher les liaisons les plus significatives entre les genres. L'abondance de *Meloidogyne* est corrélée à celle de *Paratylenchus* et *Criconemella* (Fig. 3), alors que celle de *Pratylenchus* est inversement corrélée à l'abondance de ces deux genres. Par contre l'exclusion réciproque de *Meloidogyne* et *Pratylenchus* n'est pas significative. L'absence de *Pratylenchus* s'accompagne la plupart du temps de celle de *Scutellonema*. La présence de *Paratylenchus* est incompatible avec celle de *Telotylenchus*. *Helicotylenchus* et *Tylenchorhynchus* sont très indépendants des autres genres.

STRUCTURES TEMPORELLES

Les tables de contingence établies entre l'abondance des genres et la date des observations (septembre, octobre, mars et avril) permettent d'apprécier l'évolution

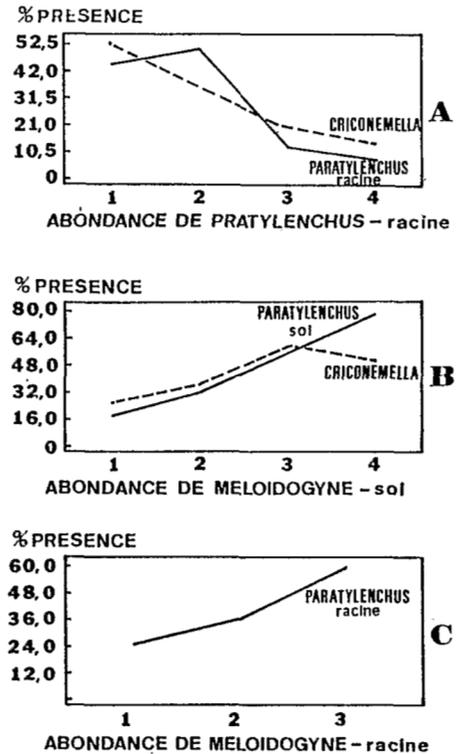


Fig. 2. Liaison entre l'abondance de *Pratylenchus* ou *Meloidogyne* et la fréquence de présence des principaux autres genres avec lesquels cette liaison est significative.

- A : *Paratylenchus* (racines); *Criconemella* et *Pratylenchus* (racines);
- B : *Paratylenchus* (sol); *Criconemella* et *Pratylenchus* (sol);
- C : *Paratylenchus* (racines) et *Meloidogyne* (racines).

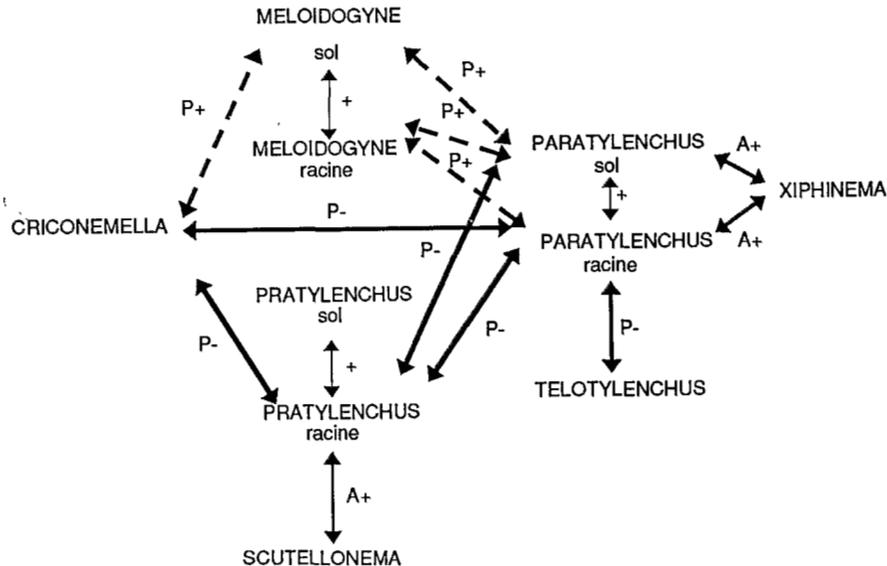


Fig. 3. Diagramme représentant les principales liaisons entre les genres les plus fréquents du peuplement de nématodes parasites de la canne à sucre. P<sup>+</sup> : corrélation positive entre les abondances (ou présences); P<sup>-</sup> : corrélation négative; A<sup>+</sup> : corrélation positive entre l'absence des genres; + : corrélation positive entre les contenus d'un genre dans le sol et les racines.

du peuplement en nématodes au cours du cycle de la canne. Les variations significatives des principaux genres retenus dans l'AFCM précédente sont représentées dans les histogrammes de la Figure 4.

D'une manière générale, les nématodes sont plus nombreux pendant la saison des pluies que pendant la saison sèche. *Meloidogyne* et *Paratylenchus* sont généralement peu abondants dans les racines. Leur multiplication intervient surtout en fin de saison des pluies (septembre et octobre), et à un moindre degré en repousse.

A l'inverse, *Pratylenchus* est peu abondant dans les racines en saison des pluies, encore moins en saison sèche. Mais en huit années (1977 à 1985) la situation s'est transformée : *Pratylenchus* est devenu très abondant en saison sèche, aussi bien en canne de plantation qu'en repousse.

Parmi les ectoparasites, *Criconemella* se multiplie quelle que soit la saison; les cannes de plantation lui sont moins favorables. *Scutellonema* et *Tylenchorhynchus* sont

très nettement en régression : leur fréquence des classes d'abondance 3 et 4 diminue de 25 % (respectivement 16 %) en septembre-octobre, à 7 % (respectivement 5 %) en avril 1985. L'abondance de *Xiphinema* et de *Telotylenchus* augmente légèrement en saison sèche et en condition de repousse.

#### STRUCTURES SPATIALES

Le repérage spatial des prélèvements autorise une recherche de variations dans la composition du peuplement et dans sa dynamique, à l'intérieur du périmètre sucrier. Les coordonnées factorielles de chaque relevé sur le premier et le second facteur de l'AFCM sont représentées graphiquement dans l'espace du périmètre sucrier pour chaque date de prélèvement (Figs 5 et 6). Rappelons que toutes les fermes n'ont pas été échantillonnées avec la même intensité dans chaque enquête (Tab. 1).

Sur le premier facteur de l'AFCM, en septembre, fin

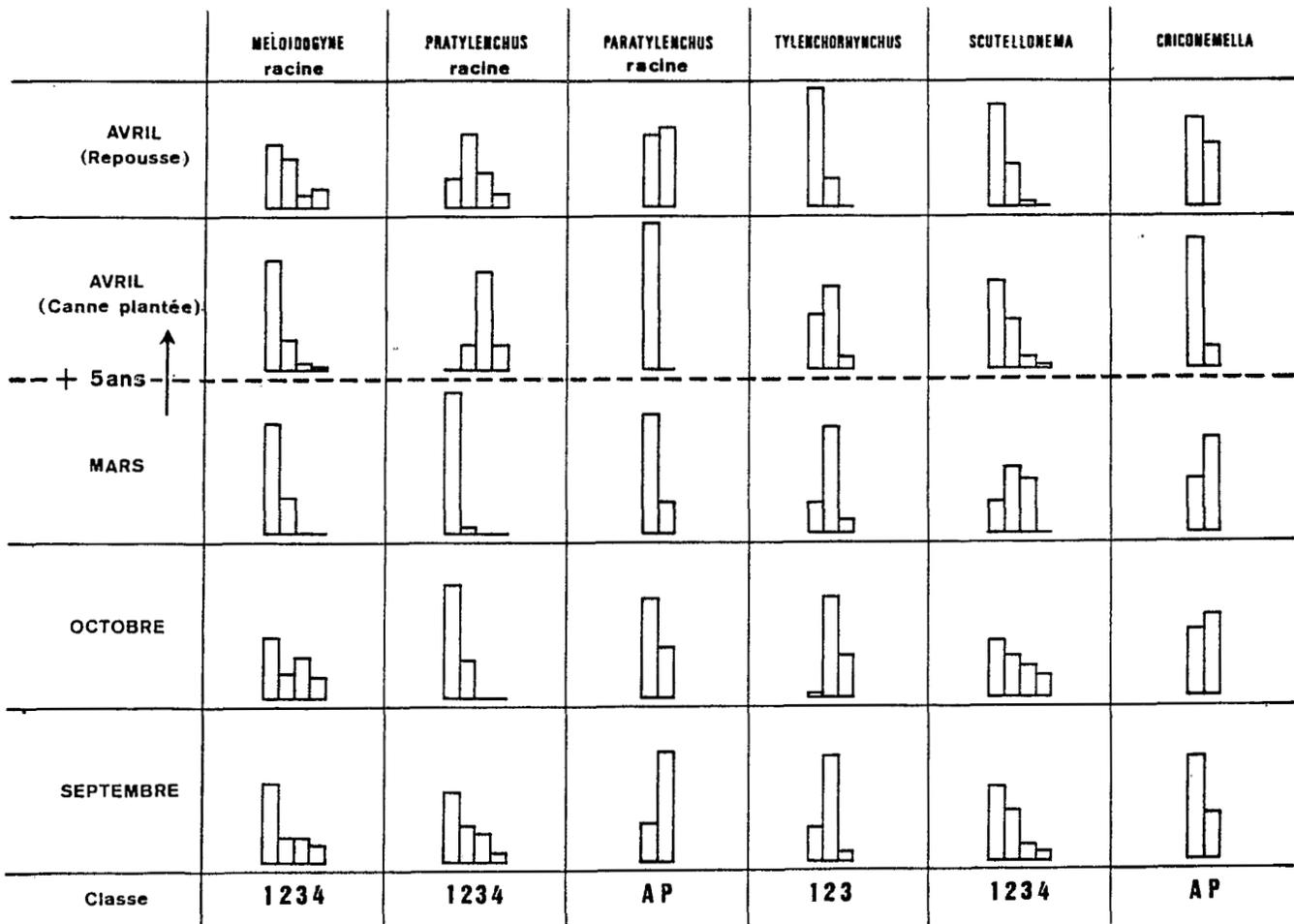
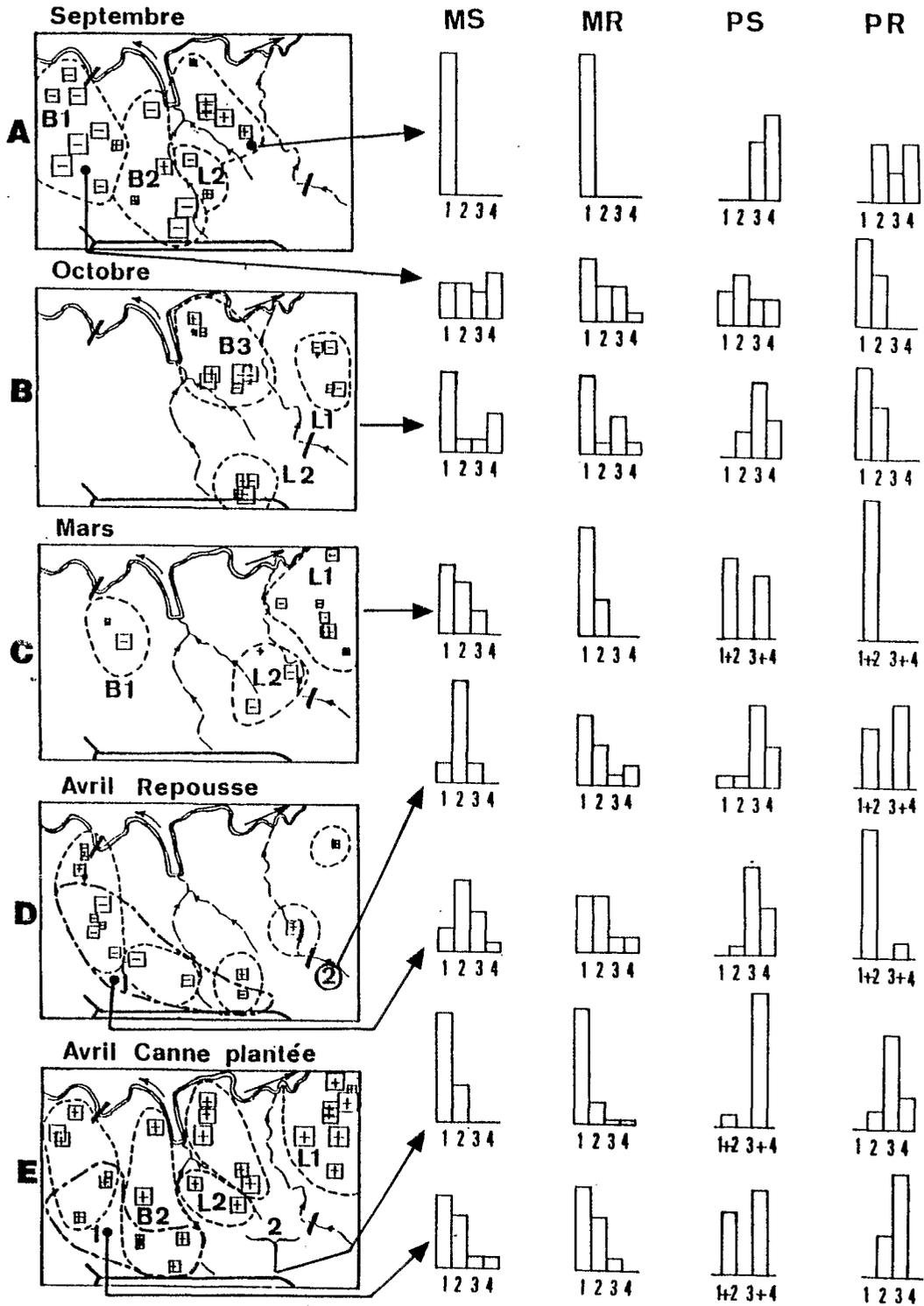


Fig. 4. Variation temporelle de l'abondance des principaux genres de nématodes.



de saison des pluies, la ferme B 3 se sépare nettement de B 1, les fermes B 2 et L 2 étant intermédiaires (Fig. 5 A). Dans les relevés en B 3, *Meloidogyne* est absent, *Pratylenchus* très abondant, alors qu'en B 1, c'est l'inverse.

En octobre (Fig. 5 B), la composition du peuplement a évolué depuis septembre de l'année précédente. Les prélèvements en B 3 ressemblent à ceux décrits précédemment en B 1; ils ne se différencient pas nettement de ceux en L 1 et L 2.

En mars, fin de saison sèche (Fig. 5 C), les valeurs négatives ou proches de zéro des coordonnées traduisent la diminution de l'abondance de *Meloidogyne* et de *Pratylenchus*, notamment dans les racines.

En fin de saison sèche, en canne plantée comme en repousse (Fig. 5 D, E), on peut distinguer deux zones : l'une regroupe la moitié inférieure (méridionale) des fermes B 1 et B 2 et l'autre les parties septentrionales du périmètre. Dans la première partie, en canne de plantation, l'infestation racinaire en *Pratylenchus* est moins importante que dans le reste du périmètre. La situation est identique en repousse mais en outre, *Meloidogyne* y est plus abondant.

Des structures spatiales sont également observables à partir de l'examen du second facteur de l'AFCM (Fig. 6). En septembre (Fig. 6 A), deux zones s'opposent : dans les parties occidentale et septentrionale du périmètre, les valeurs factorielles souvent négatives sont dues à une abondance élevée de *Tylenchorhynchus* et *Scutellonema* alors que *Meloidogyne* est faiblement représenté. C'est le contraire dans la partie inférieure du plan où les valeurs factorielles sont positives.

En octobre (Fig. 6 B), les valeurs négatives les plus fortes ne sont plus regroupées que dans le tiers supérieur mais les fermes B 1 et B 2 n'ont pas été échantillonnées. La coupure s'explique pour des raisons identiques à celles évoquées précédemment, sauf pour *Tylenchorhynchus* qui est réparti de la même manière entre les deux zones.

Aucune structure spatiale n'apparaît en mars (Fig. 6 C) ou en avril en repousse (Fig. 6 D); la différence de signe entre les deux dates traduit simplement une évolution temporelle déjà notée : en avril, *Tylenchorhynchus* devient peu abondant et *Meloidogyne* l'est moyennement.

En canne de plantation (Fig. 6 E), deux zones peuvent être différenciées : dans la ferme L 1 et la partie septentrionale de B 3, les valeurs positives expriment l'absence

ou la faible abondance de *Tylenchorhynchus*. L'autre zone apparaît très hétérogène.

## Discussion

De l'évolution spatio-temporelle du peuplement nématologique étudié, il apparaît qu'assez peu de relations existent entre les genres rencontrés, notamment parmi les ectoparasites. Par exemple, la dynamique d'*Helicotylenchus*, genre le plus abondant parmi ces derniers, ne dépend ni de celle des autres genres, ni de la saison.

Les trois genres d'endoparasites observés sur le périmètre sucrier de Ferkéssédougou se répartissent en deux groupes dont les abondances sont inversement corrélées, d'une part *Pratylenchus*, d'autre part *Meloidogyne* et *Paratylenchus*. La liaison positive entre les abondances de ces deux derniers genres pourrait être interprétée comme un phénomène de synergie dans la mesure où les formes infestantes mobiles des deux genres sont approximativement de même taille. Mais il n'est pas exclu que la corrélation soit fortuite, la présence des deux genres étant simplement régie par les mêmes facteurs édaphiques ou par le même état physiologique ou morphologique des racines. L'existence de liaisons entre endo- et ectoparasites, phénotypiquement et biologiquement très différents, constitue un argument en faveur de cette hypothèse.

Les liaisons observées entre les genres (Fig. 3) sont dues aussi, dans certains cas, à l'absence simultanée des genres : par exemple *Paratylenchus* est généralement absent quand *Xiphinema* l'est aussi. *Pratylenchus* est le nématode le plus abondant sur les cannes à sucre de ce périmètre. Sa présence ne semble pas compatible avec celle de *Paratylenchus* et *Criconemella*, qui présentent au contraire une affinité avec *Meloidogyne*. Ce résultat traduit en fait les relations particulières qui existent entre les deux genres dominants, réputés les plus pathogènes : *Pratylenchus* et *Meloidogyne*. L'existence d'une compétition entre les deux genres a été évoquée (Luc, 1968; Py, Laccueille & Teisson, 1984). Nous retrouvons globalement un antagonisme bien que l'abondance de *Pratylenchus* dans les racines ne soit pas inversement corrélée de manière significative à celle de *Meloidogyne* dans les racines. La notion de compétition doit être nuancée; elle peut ne pas être directe, à cause de différences, par exemple saisonnière, dans les facteurs édaphiques qui régissent la multiplication des nématodes.

Fig. 5. Projections des coordonnées factorielles F 1 des prélèvements sur le plan du périmètre sucrier selon leurs coordonnées géographiques. La surface du carré est proportionnelle à la valeur factorielle; le signe est placé au centre. Les prélèvements sont séparés selon les dates d'observation : A : septembre, B : octobre, C : mars, D : avril (canne en repousse) et E : avril (canne de plantation). Sur chaque carte sont représentés : le fleuve (=), les rivières (—>—), les barrages (≡), les limites des fermes (---), les noms de ces dernières (cf. Tab. 1) et les limites des zones homogènes définies par l'AFCM.

Les distributions des abondances de quelques genres représentatifs des zones précédentes sont données sous forme d'histogrammes : MS = *Meloidogyne* (sol); PR = *Meloidogyne* (racines); PS = *Pratylenchus* (sol); PR = *Pratylenchus* (racines). L'ordonnée maximale correspond à un effectif de 20 occurrences.

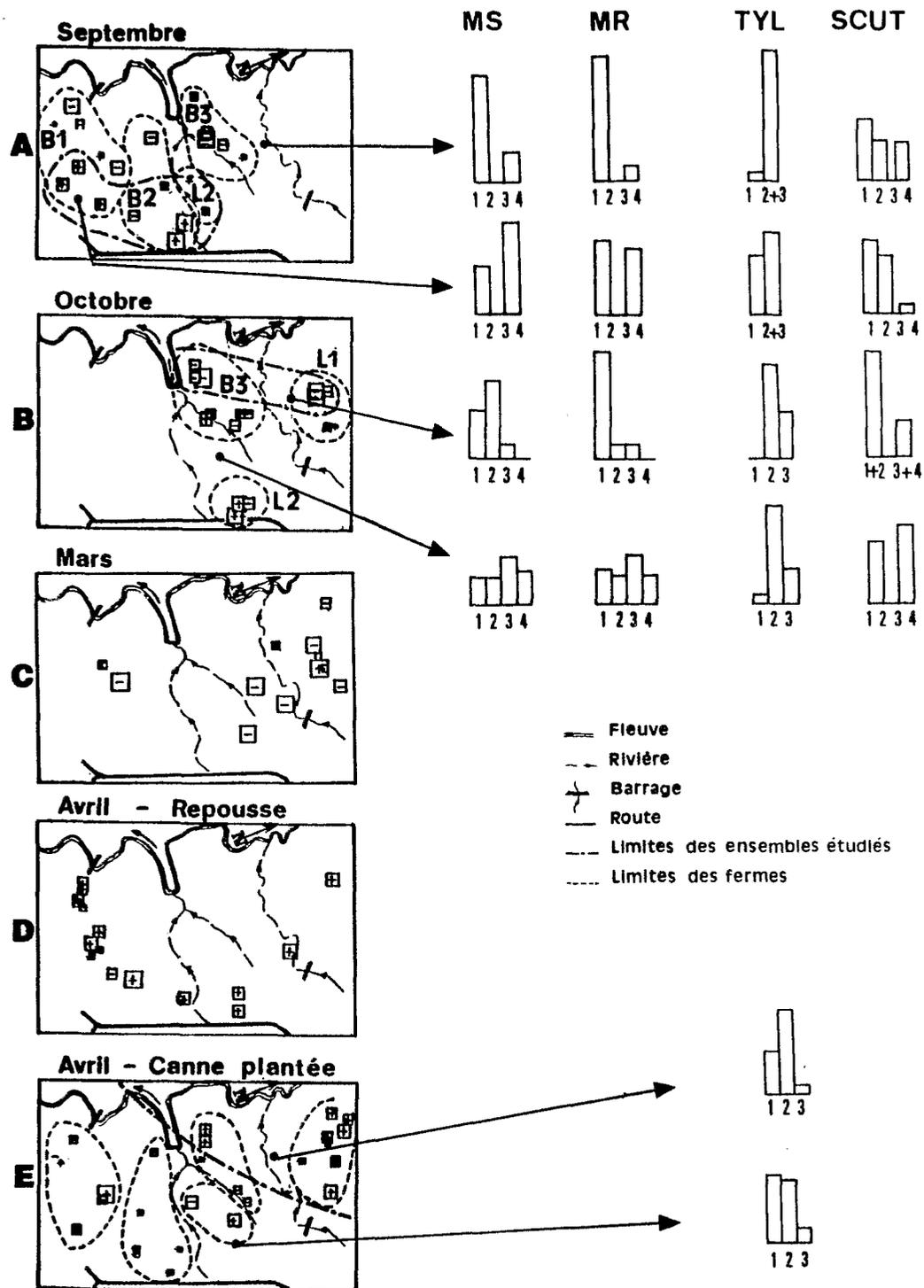


Fig. 6. Projections des coordonnées factorielles F2 des prélèvements sur le plan du périmètre selon leurs coordonnées géographiques. Signes identiques à ceux de la figure 5. (TYL = *Tylenchorhynchus*; SCUT = *Scutellonema*).

des (Cadet, 1987) : *Meloidogyne* se multiplie en fin de saison des pluies et en repousse, alors que *Pratylenchus* s'est adapté à la saison sèche et sévit surtout en canne de plantation. Les deux genres pourraient entrer en compétition en repousse, mais la canne à sucre dispose alors d'un système racinaire extrêmement développé, sur lequel les nématodes peuvent occuper des niches de profondeurs différentes (Harris, 1975).

Il serait abusif de conclure que *Meloidogyne* joue un rôle parasitaire secondaire sur le périmètre sucrier ivoirien étudié. Dans notre étude, les mesures ne concernent que l'infestation des racines de tige sur lesquelles la multiplication des nématodes n'a aucune conséquence agronomique directe (Cadet, 1985). Ainsi l'abondance de *Pratylenchus* sur les racines de tige, même en canne de plantation, ne permet pas d'exclure un rôle pathogène majeur de *Meloidogyne* envers les racines de bouture immédiatement après la plantation.

Les cartes factorielles spatiales (Figs 5 et 6) permettent de dégager d'autres types de contraintes qui modulent l'équilibre spécifique du peuplement. Les zones délimitées ne résultent pas de différences entre les fermes qui sont d'abord des unités de gestion du périmètre sucrier. Ainsi, en fin de saison des pluies, *Meloidogyne* est très abondant dans les parcelles les plus éloignées de la vallée des fleuves, c'est-à-dire sur le plateau au sol argilo-gravillonnaire. *Pratylenchus* semble préférer les sols argilo-limoneux. En saison sèche, l'état physiologique « canne de plantation » compense dans une certaine mesure la nature argilo-gravillonnaire du sol; la multiplication de *Pratylenchus* n'est freinée que dans les parcelles les plus éloignées des vallées fluviales. Dans cette même zone, il est fortement concurrencé par *Meloidogyne*. Les résultats confirment le manque d'affinité de *Meloidogyne* à l'égard des sols lourds (Martin, 1967; Hu, Tsai & Chu, 1968; Bull, 1981). *Tylenchorhynchus* et *Scutellonema* se comportent en général comme *Pratylenchus* en se multipliant de préférence dans les terrains argileux, à proximité des fleuves. Cependant *Tylenchorhynchus* semble défavorisé en saison sèche aussi bien par les terrains lourds que par les terrains les moins riches en argile, notamment en canne de plantation.

L'analyse de l'évolution temporelle apporte les informations les plus importantes au plan économique. Sous l'effet de la monoculture, certains genres, tels *Scutellonema* et *Tylenchorhynchus*, auraient fortement régressé en sept ans, alors que *Pratylenchus* se serait adapté à l'évolution de l'environnement cultural. D'autres informations obtenues sur un périmètre sucrier voisin (Cadet, 1979), laisse penser qu'il ne s'agit pas d'une situation conjoncturelle, mais bien une lente modification qui traduit incontestablement les changements apparus au sein de l'écosystème racinaire de la plante. Il n'est pas exclu que les facteurs responsables de cette évolution ne deviennent défavorables à la croissance de la canne et entraînent la disparition de certaines espèces de nématodes.

des. Mais ils pourraient aussi être à l'origine d'un bouleversement dans l'équilibre interspécifique, amenant la prédominance de certains genres extrêmement pathogènes comme *Xiphinema*, actuellement minoritaire (Spaull, 1986).

## Conclusion

L'analyse dynamique du peuplement nématologique étudié suggère que les principaux genres rencontrés se comportent d'une manière relativement indépendante les uns des autres. Si la relation entre *Pratylenchus* et *Meloidogyne* avait été significative, l'interprétation de leurs abondances respectives en terme de compétition eut été tout à fait satisfaisante. Le fait qu'elle ne soit pas significative prouve que la plupart du temps, le développement des populations s'effectue probablement d'une manière indépendante, sous l'influence de divers facteurs du milieu auxquels ces genres présentent des sensibilités différentes. Enfin, l'évolution lente mais réelle du peuplement confirme la nécessité de maintenir une surveillance attentive afin de prévenir l'aggravation éventuelle du problème posé par les nématodes.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient MM. P. Quénéhervé et P. Topart qui ont effectué l'enquête faunistique en 1985, J. Bernard qui a réalisé les figures, et L. W. Duncan pour ses conseils lors de la rédaction de l'article.

## RÉFÉRENCES

- ANDRADE, G. A., RUBIANO, M. E. & DE AGUDELO, F. V. (1979). Nematodos asociados con el cultivo de la cana azucar en el valle del Cauca. *Fitopatol. Colomb.*, 8 : 64-72.
- BULL, R. M. (1981). Studies and observations on nematode control in the Bundaberg District. *Proc. Austr. Soc. Sugar-cane Technol.*, 52 : 99-103.
- CADET, P. (1979). Traitements nématicides sur canne à sucre en Haute-Volta. *C. r. Congr. Lutte contre Insectes Milieu Trop.*, Marseille, 13-16 mars 1979 : 201-217.
- CADET, P. (1985). Incidence des nématodes sur les repousses de canne à sucre au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire. *Revue Nématol.*, 8 : 277-284.
- CADET, P. (1987). Étude comparative des peuplements naturels de nématodes parasites associés à la canne à sucre. *Nematologica*, 33 : 97-105.
- CADET, P. & MERNY, G. (1978). Premiers essais de traitements chimiques contre les nématodes parasites de la canne à sucre en Haute-Volta. *Revue Nématol.*, 1 : 53-62.
- DAGNELIE, P. (1975). *Théorie et méthodes statistiques. Vol. 1.* Presses agronomiques de Gembloux, 378 p.
- DICK, J. & SPAULL, V. W. (1982). Nematode pests of sugarcane. In : Keetch, D. P. & Heyns, J. (Eds). *Nematology in southern Africa*, Depart. Agri. & Fish., Rep. S. Africa : 47-57.

- HARRIS, R. H. G. (1975). Studies of nematode populations in sugar cane soil profiles. *Proc. S. Afr. Sugar Ass. Exp. Station*, 49 : 169-170.
- HU, C. H., TSAI, T. K. & CHU, H. T. (1968). The nematode investigation in sugarcane fields of Taiwan and effects of soil fumigation. *Proc. ISSCT*, 13 : 1262-1268.
- LUC, M. (1968). Nematological problems in the Former French African tropical territories and Madagascar. In Smart, G. C., Jr & Perry, V. G. (Eds). *Tropical Nematology*, Gainesville, USA, Univ. Florida Press : 93-112.
- MARTIN, G. C. (1967). Plant parasitic nematodes associated with sugarcane production in Rhodesia. *FAO Pl. Protec. Bull.*, 15 : 45-58.
- O'RELLY, J. P. & PEREZ MILLAN, J. R., (1978). Nematodes parasiting sugarcane in Cuba. *Proc. ISSCT*, 16 : 497-507.
- PIALOT, D., CHESSEL, D. & AUDA, Y. (1984). Description de milieu et analyse factorielle des correspondances multiples. *C.r. hebd. Séance. Acad. Sci., Paris. Série III*, 298 : 309-314.
- PY, C., LACCEUILHE, J.-J. & TEISSON, C. (1984). *L'ananas, sa culture, ses produits*, Paris, Maisonneuve et Larose, 562 p.
- SEINHORST, J. W. (1950). De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aanstasting door het stengelaaftje (*Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev). *Tijdschr. PlZiekt.*, 56 : 291-349.
- SEINHORST, J. W. (1962). Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica*, 8 : 117-128.
- SISWOJO (1984). Nematode survey on six sugar factory areas. *Indonesian Sugar Res. Inst. Bull.*, 78 : 1-12.
- SPAULL, V. W. (1981). Nematodes associated with sugarcane in South Africa. *Phytophylactica*, 13 : 175-179.
- SPAULL, V. W. (1985). Effect of aldicarb on nematodes and cane growth. *S. Afr. Sugar. Ass. exp. Station Ann. Rep., 1984-1985*, : 61.
- THIOULOUSE, J. (1989). Statistical analysis and graphical display of multivariate data on the Macintosh. *Cabios* (sous presse).
- WILLIAMS, J. R. (1969). Nematodes as pests of sugarcane. In Williams, J. R., Metcalfe, J. R., Mungomery, R. W. & Mathes, R. (Eds). *Pests of sugarcane*, Amsterdam, Elsevier : 503-523.

Accepté pour publication le 2 mai 1989.