

# Traitements nématicides et peuplement de nématodes parasites de la canne à sucre au Burkina Faso. 2. Cannes de plantation

Patrice CADET\*

Centre ORSTOM, Laboratoire de Nématologie, B.P. V 51, Abidjan, Côte d'Ivoire.

## RÉSUMÉ

Les peuplements de nématodes parasites de la canne à sucre observés au Burkina Faso après différents traitements nématicides ont été comparés au moyen d'une analyse en composantes principales centrée. Le carbofuran (granulé et liquide) et l'oxamyl en pulvérisation foliaire ont empêché la multiplication des nématodes les plus dangereux dans les racines de bouture. L'oxamyl granulé et l'association cyanamide calcique/aldicarbe sont par contre inefficaces. Certains nématicides semblent avoir une action sélective : *Heterodera sacchari* prolifère après application d'oxamyl, *Hoplolaimus pararobustus* est abondant après celle de carbofuran liquide. *Pratylenchus zae* paraît être l'espèce la plus sensible aux nématicides. L'analyse du tableau contenant l'effet date et l'effet traitement restitue la dynamique bien connue du peuplement nématologique sur les deux systèmes racinaires des cannes de plantation. Il existe une bonne correspondance entre la réputation agronomique du nématicide pour le traitement industriel des cannes à sucre et son aptitude à contrôler réellement le développement de tous les nématodes endoparasites.

## SUMMARY

### *Nematicides and populations of nematodes parasitic on sugarcane in Burkina Faso. 2. Planted cane*

The influence of different nematicides on the composition of a plant parasitic nematode community on sugarcane in Burkina Faso was analysed, using a centred principal components analysis (PCA). Carbofuran (granular and liquid) and a foliar spray of oxamyl prevented the multiplication of the species most destructive to sett roots. Granular oxamyl and a treatment of calcium cyanamid applied with aldicarb were ineffective. Certain nematicides seem to be selective : *Heterodera sacchari* proliferates after oxamyl and *Hoplolaimus pararobustus* is abundant after liquid carbofuran. *Pratylenchus zae* seems to be the species most sensitive to nematicides. The analysis of the data including time and treatment effects provides additional information on the well known dynamics of the nematode community on the two root systems of sugarcane. The excellent agronomical results obtained after nematicide applications can be explained by their capacity to control the development of the endoparasitic nematodes.

On rencontre dans la rhizosphère de la canne à sucre la plupart des nématodes phytoparasites tropicaux les plus nuisibles (Williams, 1969). Ils sont toujours présents en peuplements composés parfois par plus d'une quinzaine d'espèces (Brathwaite, 1980; Siswojo, 1981; Razak, 1982; Birchfield, 1984; Cadet & Spaull, 1985). Le maintien de fortes populations de parasites pendant de nombreuses années de monoculture sucrière est une preuve de leur aptitude à se reproduire sur les racines de cette plante dont la vigueur favorise l'élimination de toutes les espèces végétales concurrentes. L'incidence directe de certains nématodes sur le développement et la morphologie racinaire a été mise en évidence, parfois en relation avec un ralentissement de la croissance des parties aériennes (Harris, 1974; Onapitan & Amosu, 1982; Salawu, 1986). Ces faits contribuent à prouver l'action pathogène des nématodes sur la canne à sucre.

Mais ces conditions expérimentales restent éloignées de la réalité. Comme il n'existe pas de champ de canne naturellement dépourvu de nématodes, cette situation est artificiellement créée en employant des nématicides. On admet classiquement que la différence entre la production végétale obtenue sur des parcelles non traitées, infestées de nématodes, et des parcelles traitées avec un nématicide donne une indication de l'incidence économique de ces parasites sur la culture. Pourtant les traitements ont parfois d'autres effets : les fumigants agissent sur la flore et la faune du sol (champignons, insectes), alors que les produits systémiques agissent parfois sur la plante elle-même (Hu, Tsai & Chu, 1968; Winchester, 1968; Sandhu & Behar, 1974; Cadet & Quénéhervé, 1982).

L'incidence des nématicides systémiques sur le développement des nématodes n'est pas toujours facile à

\* Adresse actuelle : Service de la Protection des Végétaux, B.P. 241, 97262 Fort-de-France Cedex, Martinique.

saisir, notamment lorsque leur action n'entraîne pas uniquement la réduction du nombre global de parasites. Dans un peuplement, les différents genres peuvent être plus ou moins sensibles aux diverses matières actives. Ces facteurs compliquent l'interprétation d'une collection de courbes représentant l'évolution du nombre de nématodes en fonction du temps, du nématicide, et du système racinaire de la canne. Pour pallier cet inconvénient, nous avons utilisé une méthode statistique multivariée capable de révéler les modifications quantitatives et qualitatives des peuplements induites par les traitements nématicides, indépendamment de l'interférence introduite par la date de prélèvement (variations saisonnières).

### Matériel et méthodes

Les résultats agronomiques et nématologiques proviennent d'un essai considéré comme représentatif parmi une douzaine de cas suivis sur le complexe sucrier de Banfora, au sud du Burkina-Faso, en zone climatique soudano-sahélienne. Pendant la saison sèche, les cannes sont irriguées par aspersion. L'essai, planté avec le cv. NCO 376, est disposé en blocs de Fisher à six répétitions; chaque parcelle élémentaire occupe une surface de 100 m<sup>2</sup>. Les situations suivantes y ont été comparées :

- 1 - Témoin non traité;
- 2 - 6 kg/ha de carbofuran granulé, appliqué au moment de la mise en place des boutures;
- 3 - 18 kg/ha de carbofuran granulé, appliqué au même moment;
- 4 - 6 kg/ha de carbofuran liquide épandu immédiatement après la plantation, avec 3 kg d'oxamyl en pulvérisation foliaire un mois plus tard;
- 5 - 6 kg/ha d'oxamyl granulé appliqué de la même façon que le carbofuran granulé;
- 6 - 5 kg/ha d'oxamyl liquide en pulvérisation foliaire à un mois;
- 7 - 2 kg/ha d'aldicarbe en association avec la cyanamide calcique, appliqués au moment de la mise en place des boutures.

Sur toutes les parcelles, les peuplements de nématodes ont été observés à quatre dates différentes :

- Un, deux ou trois mois après la plantation, car l'effet des nématicides excède rarement ce laps de temps; de plus, il s'agit de la période d'émission des tiges qui est déterminante pour la production finale. Pour chaque prélèvement et chaque parcelle élémentaire, deux boutures complètes sont extraites du sol afin de collecter séparément les racines des tiges et celles des boutures (Cadet, Quénéhervé & Merny, 1982).
- Le quatrième prélèvement a lieu au cours du cinquième mois. Il consiste à recueillir 20 à 30 g de racines entre 5 et 20 cm de profondeur sous la souche. Ce ne sont que des racines de tige, car les racines de bouture ont disparu.

Le sol est échantillonné aux mêmes endroits que les racines.

Les nématodes sont extraits du sol et des racines par les méthodes de Seinhorst (1950, 1962) et leur nombre ramené respectivement au dm<sup>3</sup> ou au gramme de racine.

Six espèces ont été prises en considération : *Helicotylenchus dihystera*, *Telotylenchus ventralis*, *Pratylenchus zaeae*, *Hoplolaimus pararobustus*, *Meloidogyne* spp. et *Heterodera sacchari*.

Les densités moyennes sont rassemblées dans un tableau qui contient en colonne les différentes espèces dans le sol pour les ectoparasites, ou dans le sol et les systèmes racinaires pour les endoparasites; et en ligne, les six traitements et le témoin, successivement pour les quatre dates (un, deux, trois et cinq mois). Avant les interprétations mathématiques, les données sont transformées en logarithmes [ $\log(\text{densité} + 1)$ ], afin d'en limiter l'hétérogénéité naturelle. L'analyse proposée rejoint dans son principe les analyses de variance multivariées mais l'objectif restant descriptif, aucune hypothèse ne doit être formulée sur la normalité des variables (qui semble d'ailleurs peu vérifiée même après la transformation logarithmique).

A un moment donné, la densité d'une espèce quelconque dépend de deux paramètres : la date de prélèvement et le traitement, auxquels il convient d'ajouter un effet résiduel qui intègre l'interaction entre les deux composantes et la variabilité induite par le milieu entre deux traitements identiques :

$$\text{densité} = \text{effet date} + \text{effet traitement} + \text{résidus}$$

La description multivariée d'un tel plan d'observation par la méthode des projections de variables (Takeuchi, Kanai & Mukherjee, 1982; Doledec & Chessel, 1987), s'effectue en retranchant à chaque mesure, soit la moyenne pour la date, soit la moyenne pour le traitement, soit la somme des deux, et conduit à créer six tableaux. C'est-à-dire dans chaque cas, celui qui contient l'effet ou les effets sélectionnés et celui qui contient le reste, soit l'autre effet plus les résidus, ou les résidus seuls. Conformément aux données de Doledec et Chessel (1987), l'incidence des traitements a été étudiée à partir des tableaux qui contiennent le paramètre sélectionné plus les résidus. Ces tableaux permettent de tenir compte de la variabilité entre les mesures (issue par exemple de l'interaction), contrairement aux tableaux centrés uniquement sur l'un ou l'autre des paramètres. De plus, l'analyse du tableau contenant la somme des deux effets est importante, car elle offre une vue simplifiée des relations entre les traitements en fonction du temps d'observation.

Les structures contenues dans les tableaux sont extraites au moyen d'une analyse en composantes principales (ACP) centrée réalisée séparément sur chacun d'eux. Les résultats sont interprétés graphiquement en projetant les codes numériques correspondant aux traitements pour chaque date de prélèvement ou ceux correspondant aux espèces dans les principaux plans factoriels

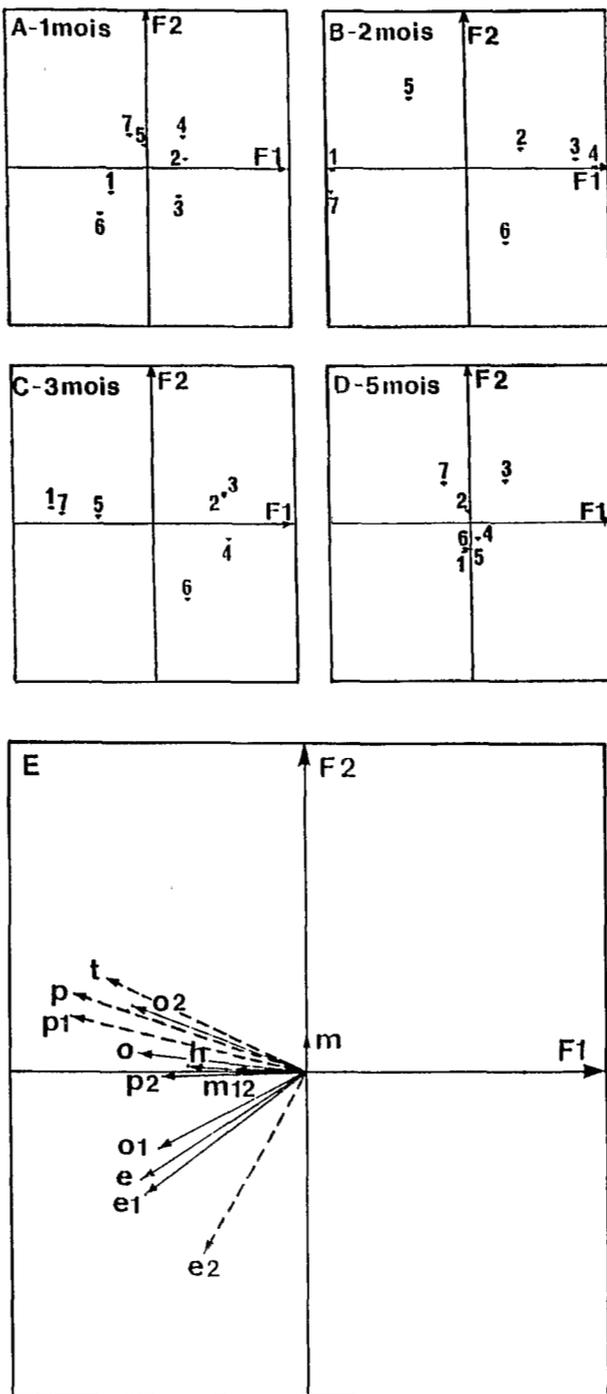


Fig. 1. Analyse du tableau contenant l'effet « traitement + résidus ». A à D : décomposition du plan factoriel  $F_1 \times F_2$  selon la date. E : carte factorielle des variables. (Les variables les plus importantes se distinguent par un trait vectoriel pointillé.)

1 : témoin; 2 : carbofuran granulé (-); 3 : carbofuran

( $F_1 \times F_2$ , et dans certains cas  $F_3 \times F_4$ ). Les positions respectives des points correspondant aux traitements dans un plan s'expliquent par celles des variables (espèces) dans la carte définie par les mêmes axes factoriels. Il a été également tenu compte de l'importance relative des variables au sein de chaque facteur pour déterminer les espèces les plus impliquées dans la structure décrite.

Parmi les six tableaux analysables décrits ci-dessus, nous ne discuterons que ceux qui concernent l'étude de l'incidence des traitements.

## Résultats

### INCIDENCE DES TRAITEMENTS SUR LES NÉMATODES

Sur la carte factorielle  $F_1 \times F_2$  (Fig. 1 E) issue de l'ACP du tableau « effet traitement + résidus » (64 % de l'inertie totale), les variables se projettent toutes dans le même demi-plan de  $F_1$ , matérialisant un « effet taille » classique en ACP. Tous les traitements qui, à une date quelconque, ont une abscisse négative sur  $F_1$ , ont des densités d'infestations plus fortes pour toutes les espèces de nématodes que ceux ayant une abscisse positive. Sur le facteur 2 les traitements se disposent en fonction de la présence des populations de *Telotylenchus* (valeurs positives) ou d'*Heterodera*, notamment dans les racines de bouture (valeurs négatives).

Au premier mois (Fig. 1 A), les points 1 et 6 (parcelles non traitées), sont bien séparés des points correspondant aux parcelles qui ont reçu un traitement chimique. Les peuplements les plus faibles correspondent aux traitements 2, 3 et 4 (Fig. 1 B); à savoir ceux à base de carbofuran, auxquels s'ajoute le deuxième mois celui à l'oxamyl liquide (6). Mais, contrairement aux trois autres, le point correspondant à ce traitement a une ordonnée négative selon  $F_2$  (population d'*Heterodera* proportionnellement plus importante). Des peuplements semblables au deuxième et troisième mois entraînent le regroupement des points 1, 5 et 7 dans le demi-plan contenant les valeurs négatives de  $F_1$ .

granulé (+); 4 : carbofuran liquide; 5 : oxamyl granulé; 6 : oxamyl liquide; 7 : aldicarbe + cyanamide; h : *Helicotylenchus*; t : *Telotylenchus*; m : *Meloidogyne* soil; p : *Pratylenchus* soil; o : *Hoplolaimus* soil; e : *Heterodera* soil; - 1 : - shoot roots; - 2 : - sett roots.

Analysis of data representing "treatment effect + residual effect". A to D : Decomposition of the factorial plan  $F_1 \times F_2$  according to date. E : Factorial map of the variables. (The important variables are characterised by dotted strokes.)

1 : control; 2 : carbofuran (granule) (-); 3 : carbofuran (granule) (+); 4 : carbofuran liquide; 5 : oxamyl (granule); 6 : oxamyl liquide; 7 : aldicarb + cyanamid; h : *Helicotylenchus*; t : *Telotylenchus*; m : *Meloidogyne* soil; p : *Pratylenchus* soil; o : *Hoplolaimus* soil; e : *Heterodera* soil; - 1 : - shoot roots; - 2 : - sett roots.

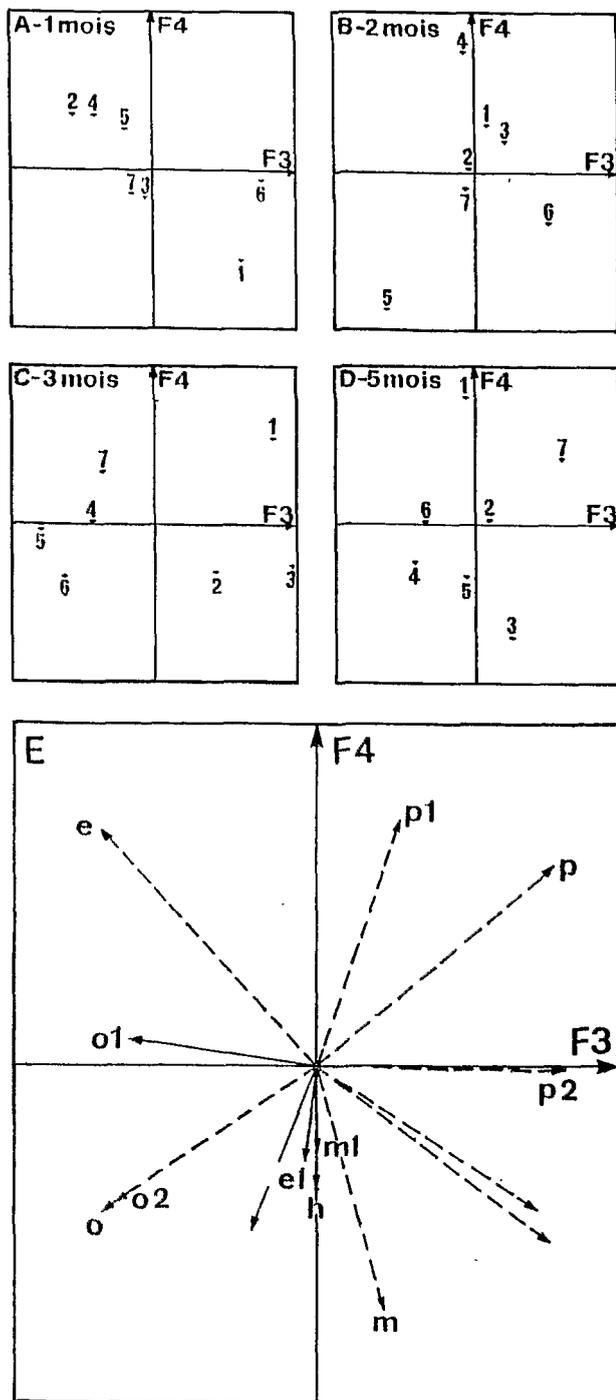


Fig. 2. Analyses du tableau contenant l'effet « traitement + résidus ». A à D : décomposition du plan factoriel  $F3 \times F4$  selon la date. E : carte factorielle des variables. (Les variables les plus importantes se distinguent par un trait vectoriel pointillé.)

1 : témoin; 2 : carbofuran granulé (-); 3 : carbofuran

Au cinquième mois (Fig. 1 D), tous les traitements, y compris le témoin ont tendance à se regrouper au centre du plan factoriel. Sur la carte factorielle (Fig. 1 E), cette position est occupée par les variables « *Meloidogyne* ».

Des informations complémentaires, qui s'inscrivent dans les structures majeures précédemment décrites apparaissent dans le plan factoriel  $F3 \times F4$  (17 % de l'inertie totale). Dans la carte factorielle (Fig. 2 E), *Pratylenchus*, *Meloidogyne* et *Hoplolaimus* occupent respectivement le deuxième, troisième et quatrième quadrant.

Au premier mois, l'ACP isole dans ce plan factoriel (Fig. 2 A) les deux séries de parcelles témoins par rapport à toutes celles qui ont reçu des traitements nématicides. Les traitements à faible et forte dose de carbofuran se différencient en se plaçant dans les quadrants 1 et 4. Dans le premier cas, il y a proportionnellement plus de *Pratylenchus* dans les jeunes racines de tige; alors que dans le second cas, ce sont les racines de bouture qui sont plus infestées.

Au second mois, les traitements 5 et 6 (oxamyl granulé et liquide) ont des abscisses de signe opposé. Ils agissent différemment sur *Hoplolaimus* dans le sol et *Meloidogyne* dans le sol et les racines de boutures (Fig. 2 B et 2 E). Selon l'axe des ordonnées (F 4), les traitements au carbofuran se positionnent selon leur formulation : ceux à base de granulé sont à proximité de l'origine, alors que le liquide (associé maintenant à l'oxamyl) a une valeur factorielle plus élevée. Les variables « *Meloidogyne* dans le sol » et « *Pratylenchus* dans les racines de tige » sont à l'origine de ces divergences.

Au troisième mois (Fig. 2 C), alors que les nématodes sont peu abondants comme nous l'avons souligné précédemment, les traitements nématicides ont modifié l'équilibre spécifique. Les points correspondant aux différents traitements se répartissent dans les quatre quadrants du plan factoriel. La superposition du plan et de la carte factorielle permet de déterminer l'espèce de nématode qui domine le peuplement après le traite-

granulé (+); 4 : carbofuran liquide; 5 : oxamyl granulé; 6 : oxamyl liquide; 7 : aldicarbe + cyanamide; h : *Helicotylenchus*; t : *Telotylenchus*; m : *Meloidogyne* soil; p : *Pratylenchus* soil; o : *Hoplolaimus* soil; e : *Heterodera* soil; - 1 : - racine de tige; - 2 : - racine de bouture.

Analysis of data representing "treatment effect + residual effect". A to D : Decomposition of the factorial  $F3 \times F4$  according to date. E : Factorial map of the variables. (The important variables are characterised by dotted strokes.)

1 : control; 2 : carbofuran (granule) (-); 3 : carbofuran (granule) (+); 4 : carbofuran liquide; 5 : oxamyl (granule); 6 : oxamyl liquide; 7 : aldicarb + cyanamid; h : *Helicotylenchus*; t : *Telotylenchus*; m : *Meloidogyne* soil; p : *Pratylenchus* soil; o : *Hoplolaimus* soil; e : *Heterodera* soil; - 1 : - shoot roots; - 2 : - sett roots.

ment qui apparaît dans le même quadrant, ou le même demi-plan. La variable « *Meloidogyne* dans les racines de bouture » ( $m^2$ ) explique la répartition selon F 3 des points correspondants aux traitements au carbofuran granulé (2 et 3) et au carbofuran liquide (4) (Fig. 2 C). Au cinquième mois (Fig. 2 D et 2 E), le même procédé d'interprétation fait notamment correspondre le traitement 6 (oxamyl), avec la variable « *Heterodera* ».

#### INCIDENCE DES TRAITEMENTS ET DES DATES DE PRÉLÈVEMENT

La figure 3 représente les résultats de l'ACP sur le tableau contenant « l'effet date + effet traitement ». L'étude simultanée du plan factoriel F 1  $\times$  F 2 (Fig. 3 A) qui exprime 83 % de l'inertie totale, et la carte factorielle des variables établie selon ces deux axes (Fig. 3 B), montre que les points correspondant au premier et au deuxième mois se projettent pratiquement tous dans le demi-plan contenant les valeurs positives du facteur 1, près des quatre espèces endoparasites dans les racines de bouture. Les deux autres dates de prélèvement (troisième et cinquième mois) se projettent négativement sur F 1, près des variables représentant les endoparasites dans les racines de tige, et celles représentant toutes les espèces, y compris les ectoparasites, dans le sol. La valeur absolue de F 1 pour les prélèvements au premier mois est inversement proportionnelle à la densité globale des endoparasites dans les racines de bouture.

Sur le facteur 2 (Fig. 3 A), on observe pour tous les traitements, un décalage entre les deux premiers prélèvements qui résulte de la présence de peuplements plus importants dans les racines de bouture au soixantième jour qu'au trentième jour. Le même décalage apparaît entre le troisième et le cinquième mois. Il provient de l'augmentation entre ces deux dates des densités d'infestation en *Meloidogyne* (2, 3 et 4) auquel s'ajoute *Heterodera* (1, 5, 6, 7). On peut ainsi répartir les traitements en deux groupes : ceux dont les points correspondant aux trois premiers prélèvements sont dans le demi-plan contenant les valeurs positives de F 2 (traitements à base de carbofuran) et ceux qui se trouvent dans l'autre demi-plan avec le témoin. Sur la carte factorielle des variables, ce demi-plan (valeurs négatives de F 2) contient la plupart des variables, à l'exception de celles correspondant à *Meloidogyne* dans le sol et les racines de tige.

Le plan factoriel F 3  $\times$  F 4 qui exprime 11 % de la variabilité totale, présente une typologie des traitements (Fig. 3 C), en relation avec leur action sur les différentes espèces de nématodes (Fig. 3 D). Les traitements 6 et 3 se distinguent des autres situations par des abscisses positives à toutes les dates. Suivant l'axe des ordonnées, seuls l'oxamyl liquide (6) et le témoin (1) sont dans les valeurs positives de F 4. Ces positions particulières proviennent respectivement de l'importance des variables « *Meloidogyne* dans le sol et les racines de bouture »,

« *Heterodera* », enfin « *Pratylenchus* » et « *Hoplolaimus* dans les racines de tige ».

#### Discussion

Pour effectuer ce genre d'étude, il est traditionnellement fait appel aux collections de courbe. Dans le cas présent, la difficulté réside dans l'intervention d'un peuplement parasitaire multispécifique qui obligerait à comparer une vingtaine de graphes où l'on aurait représenté les fluctuations du nombre de nématodes en fonction du temps de deux manières différentes : soit l'incidence de tous les traitements sur une espèce de nématode, soit l'incidence d'un traitement sur toutes les espèces de nématodes. La méthode mathématique décrite permet de saisir simultanément toutes les informations recherchées, en les restituant par ordre d'importance dans les différents plans factoriels.

#### ACTIVITÉ NÉMATOCIDE DES MATIÈRES ACTIVES

Le carbofuran empêche la multiplication de toutes les espèces de nématodes sur les racines de bouture. La présence de fortes densités de *Meloidogyne* dans le sol pourrait constituer une preuve de l'effet systémique de cette molécule. A l'inverse, les deux autres traitements auraient une action plus sélective. Par exemple, l'application d'oxamyl granulé s'accompagne d'une prolifération de *Telotylenchus* et d'*Hoplolaimus*, proportionnellement à ce qui existe dans les autres situations. L'oxamyl apparaît nettement plus actif en pulvérisation foliaire puisqu'il contient la multiplication des endo- et des ectoparasites, à l'exception des *Heterodera*. Il est également possible de mettre en évidence une différence dans l'activité du carbofuran selon sa formulation. Si elle est extrêmement discrète au plan mathématique, elle revêt une importance capitale au plan agronomique, puisqu'elle montre que la formulation liquide protège les racines de bouture des attaques de *Meloidogyne*.

Dans les racines de tige, le peuplement évolue globalement de la même manière après les traitements nématicides et sur le témoin, ce qui démontre que l'effet des matières actives ne s'y fait plus directement sentir. *Meloidogyne* est l'espèce la plus représentée. Mais pour la plupart des traitements, à l'exception du carbofuran granulé où il est seul, *Meloidogyne* est généralement accompagné par un autre endoparasite dont la multiplication reste très modérée : soit *Heterodera* après application d'oxamyl, soit *Hoplolaimus* après le carbofuran liquide. Il s'agit vraisemblablement de l'espèce qui, dans les conditions de cet essai, a été la moins sensible à la matière active employée. Par contre, en absence de contrainte, sur le témoin, ou après le traitement associant cyanamide et aldicarbe dont l'activité a été très fugace, c'est *Pratylenchus* qui colonise les racines de tige au côté de *Meloidogyne*. Le carbofuran et l'oxamyl

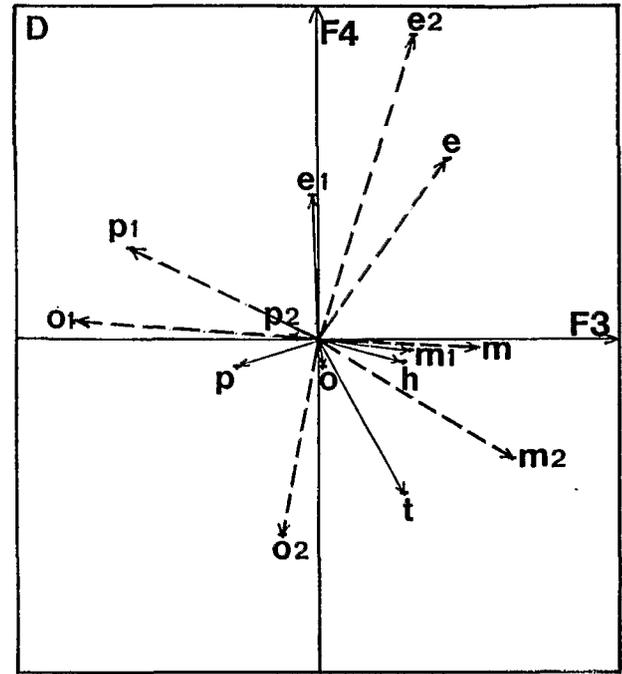
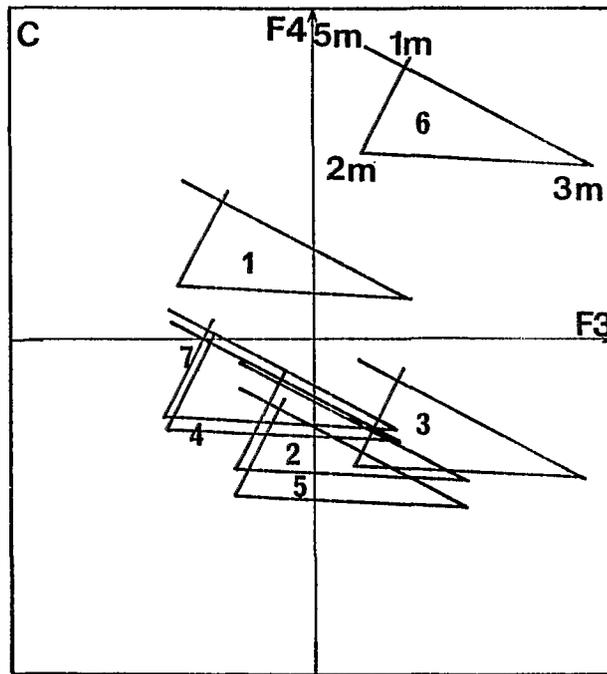
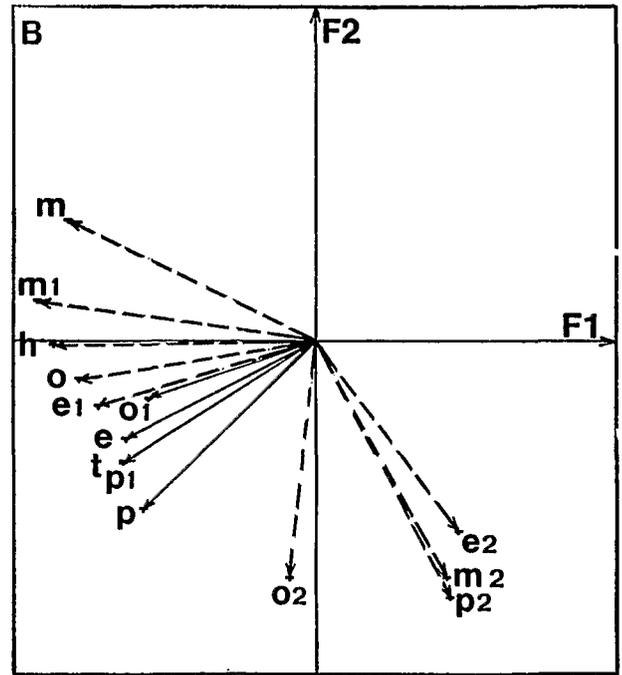
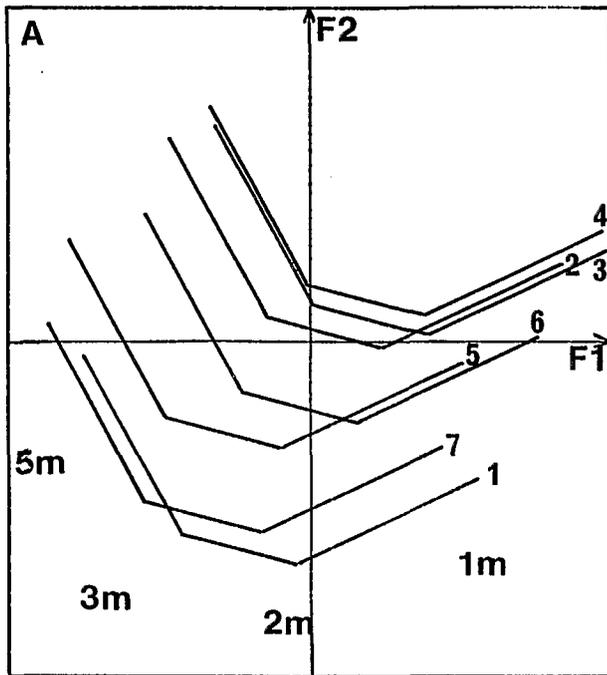


Fig. 3. Analyse du tableau contenant l'effet « date + traitement ». A : plan factoriel F 1 x F 2. B : carte factorielle F 1 x F 2 des variables. C : plan factoriel F 3 x F 4. D : carte factorielle F 3 x F 4 des variables. (Les variables les plus importantes se distinguent par un trait vectoriel pointillé.)

1 : témoin; 2 : carbofuran granulé (-); 3 : carbofuran granulé (+); 4 : carbofuran liquide; 5 : oxamyl granulé; 6 : oxamyl liquide; 7 : aldicarbe + cyanamide; h : *Helicotylenchus*; t : *Telotylenchus*; m : *Meloidogyne* sol; p : *Pratylenchus* sol; o : *Hoplolaimus* sol; e : *Heterodera* sol; - 1 : - racine de tige; - 2 : - racine de bouture.

Analysis of data representing effect "data + treatment". A : factorial plan F 1 x F 2 : factorial map F 1 x F 2 of the variables. C : factorial plan F 3 x F 4. D : factorial map F 3 x F 4 of the variables. (The important variables are characterised by dotted strokes.)

1 : control; 2 : carbofuran (granule (-)); 3 : carbofuran (granule) (+); 4 : carbofuran liquid; 5 : oxamyl (granule); 6 : oxamyl liquid; 7 : aldicarb + cyanamid; h : *Helicotylenchus*; t : *Telotylenchus*; m : *Meloidogyne* soil; p : *Pratylenchus* soil; o : *Hoplolaimus* soil; e : *Heterodera* soil; - 1 : - shoot roots; - 2 : - sett roots.

seraient donc deux nématicides capables de contrôler efficacement le développement de *Pratylenchus*.

#### RELATIONS TRAITEMENTS-TEMPS

Le tableau centré sur les deux effets simultanément offre une vue simplifiée des structures traitements-temps : l'action retardée de l'oxamyl liquide apparaît nettement sur le plan factoriel. Les « trajectoires » de chaque traitement « s'empilent » proportionnellement au contrôle exercé par les nématicides sur le développement du peuplement de nématodes. Le décalage « est-ouest » résume l'aptitude des traitements à protéger l'invasion des racines de bouture par les endoparasites, et indique qu'une bonne protection retarde le déplacement du foyer d'infestation vers les racines de tige (Cadet & Spaull, 1986). Bien que l'activité nématicide ne s'exerce plus au niveau des racines de tige, les caractéristiques de leur peuplement parasitaire ne peuvent provenir que de l'action antérieure des produits. *Meloidogyne* est la première espèce à se multiplier après application de carbofuran. Pour les autres traitements, dont le témoin, le peuplement parasite des racines de tige est immédiatement plurispécifique. A part l'oxamyl liquide, aucun traitement n'est véritablement actif contre les ectoparasites dont la multiplication coïncide d'ailleurs avec l'apparition des racines de tige.

#### RELATION ENTRE ACTIVITÉ NÉMATICIDE ET UTILISATION AGRONOMIQUE

Il est possible de tenter de rapprocher nos observations nématologiques des performances agronomiques bien connues des nématicides sur la production des cannes à sucre. L'aldicarbe, le carbofuran granulé à forte dose et le carbofuran liquide, appliqués à la plantation, sont connus pour provoquer des augmentations de rendement très importantes par rapport à des parcelles non traitées, tout en diminuant les taux d'infestation nématologiques (Serra, Gargantiel & Barredo, 1982; Spaull & Donaldson, 1983; Cadet, Quénéhervé & Saunier, 1987). D'après les observations exposées précédemment, on constate une bonne correspondance entre l'aptitude du carbofuran à empêcher la multiplication des nématodes dans les racines de bouture et ses résultats agronomiques. Cette relation semble d'ailleurs liée à un contrôle de toutes les espèces endoparasites, et pas seulement de celles qui sont connues pour être dangereuses : *Meloidogyne* et *Pratylenchus*. Par contre, si l'aldicarbe est souvent employé pour lutter contre les nématodes de la canne à sucre (Anon., 1985; Cadet, Quénéhervé & Hugot, 1987), son association avec la cyanamide calcique a très certainement contrarié sa activité « nématicide », qui n'a pas été remplacée par celle que l'on attribue à cet engrais.

A l'inverse, l'oxamyl sous toutes ses formes s'est révélé inopérant dans les conditions de cette région d'Afrique

de l'Ouest, même lorsque *Heterodera* n'était pas présent; mais il a donné des résultats prometteurs en Afrique du Sud (Harris, 1973). En ce qui concerne l'oxamyl en pulvérisation foliaire à trente jours, dont on a pu déterminer la grande efficacité au plan nématologique, l'absence de réponse agronomique pourrait être liée au processus de parasitisme. En Afrique de l'Ouest, les dégâts sont dus à la multiplication des endoparasites dans les racines de bouture (Cadet & Spaull, 1985). Par conséquent, le contrôle exercé par l'oxamyl interviendrait trop tardivement, pour empêcher que les détériorations occasionnées pendant les quatre premières semaines de croissance, n'aient des conséquences irrémédiables sur le développement de la plante.

#### Conclusion

Il ressort de cette étude que l'utilisation des nématicides entraîne des modifications dans l'évolution du peuplement de nématodes. Le carbofuran en conditionnement liquide ou solide, et l'oxamyl pulvérisé sur les feuilles, préviennent la multiplication de toutes les espèces de nématodes, notamment celle des endoparasites dans les racines de bouture. Cependant, l'élimination des nématodes n'est pas suffisante pour obtenir une réponse agronomique satisfaisante; il est en plus obligatoire, en Afrique de l'Ouest, de protéger la levée des boutures dès les premiers jours après leur mise en terre. L'efficacité de l'oxamyl en pulvérisation foliaire constitue une possibilité de traitement intéressante si, pour une raison quelconque, une modification de l'équilibre parasitaire entraînait la nécessité de traiter des plantes en place en cours de cycle.

#### REMERCIEMENTS

L'auteur remercie MM. D. Chessel, D. Debouzie, L. Duncan, G. de Guiran et M. Luc pour leurs conseils lors de la préparation de cet article. Les calculs ont été effectués grâce au matériel informatique du laboratoire de l'Université Claude Bernard de Lyon.

#### RÉFÉRENCES

- ANONYME (1985). Effect of aldicarb on nematodes and cane growth. *S. Afr. Sug. Assoc. Exp. Stn. Ann. Rep. 1984-1985* : 61.
- BIRCHFIELD, W. (1984). Nematode parasites of sugarcane. In Nickle, W. R. (Ed.). *Plant and Insect Nematodes*. New York, Marcel Dekker : 571-588.
- BRATHWAITE, C. D. W. (1980). Plant parasitic nematodes associated with sugarcane in Trinidad. *FAO P. Protect. Bull.*, 28 : 133-136.
- CADET, P. & QUÉNÉHERVÉ, P. (1982). Action des nématicides en rizière inondée contre *Hirschmanniella spinicaudata*. *Revue Nématol.*, 5 : 93-102.

- CADET, P., QUÉNÉHERVÉ, P. & HUGOT, R. (1987). Incidence agronomique des traitements nématicides sur le rendement des cannes à sucre au Burkina-Faso. *Phytoma*, 390 : 47-49.
- CADET, P., QUÉNÉHERVÉ, P. & MERNY, G. (1982). Pathogenic action of nematodes on irrigated sugarcane. *Revue Nématol.*, 5 : 205-209.
- CADET, P., QUÉNÉHERVÉ, P. & SAUNIER, P. (1987). Incidence des formulations liquides de nématicides en Afrique de l'Ouest. *Phytoma*, 392 : 56-59.
- CADET, P. & SPAULL, V. W. (1985). Studies on the relationship between nematodes and sugarcane in South and West Africa : Plant cane. *Revue Nématol.*, 8 : 131-142.
- DOLEDEC & CHESSEL, D. (1987). Rythmes saisonniers et composantes stationnelles en milieu aquatique. 1-Description d'un plan d'observation complet par projection de variables. *Acta oecol., Oecol. gener.*, 8 : 403-406.
- HARRIS, R. H. G. (1973). Nematicide experiments in the South African sugar industry. *Proc. S. Afr. Sug. Technol. Assoc.*, 47 : 185-190.
- HARRIS, R. H. G. (1974). The effects on sugarcane of plant-parasitic nematodes in non-sterile monospecific cultures. *Proc. intern. Soc. Sugar Cane Technol.*, 15 : 327-337.
- HU, C. H., TSAI, T. K. & CHU, H. T. (1968). The nematode investigation in sugarcane fields of Taiwan and effect of soil fumigation. *Proc. intern. Soc. Sugar Cane Technol.*, 13 : 1262-1268.
- ONAPITAN, J. A. & AMOSU, J. O. (1982). Pathogenicity and histopathology of *Pratylenchus brachyurus* and *Helicotylenchus pseudorobustus* on sugarcane. *Nematropica*, 12 : 51-60.
- RAZAK, A. R. (1982). Nematodes associated with sugarcane in Malaysia. *Proc. intern. Conf. Pl. Prot. Tropics* : 165-171.
- SALAWU, E. O. (1986). Reaction of sugarcane varieties to a root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Pakistan J. Nematol.*, 4 : 19-26.
- SANDHU, S. S. & BEHAR, D. S. (1974). Chemical control of nematodes on sugarcane in the Punjab. *Proc. intern. Soc. Sugar Cane Technol.*, 15 : 338-342.
- 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.
- SERRA, R. J., GARGANTIEL, F. T. & BARREDO, F. C. (1982). Carbofuran improves sugarcane ratooning. *Sugarcane Pathologist's Newsl.*, 28 : 47-50.
- SISWOJO (1981). Survey of nematodes on eight sugar factories in Java. *Sugarcane Pathologists' Newsl.*, 26 : 53.
- SPAULL, V. W. & DONALDSON, R. A. (1983). Relationship between time of nematicide application, numbers of nematodes and response to treatment in ratoon sugarcane *Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass.*, 57 : 123-127.
- TAKEUCHI, K., KANAI, H. & MUKHERJEE, B. N. (1984). *The foundations of multivariate analysis. A unified approach by means of projection into linear subspaces*, 2nd ed., New York, J. Wiley & Sons, 458 p.
- WILLIAMS, J. R. (1969). Nematodes as pests of sugarcane. In William, J. R., Metcalfe, J. R., Mungomery, R. W. & Mathes, R. (Eds) : *Pests of sugarcane*, Amsterdam, Elsevier : 523-530.
- WINCHESTER, J. A. (1968). Sugarcane nematode control in Florida. *Proc. intern. Soc. Sugar Cane Technol.*, 13 : 1276-1283.

Accepté pour publication le 25 octobre 1988.