

Action des nématicides en rizière inondée contre *Hirschmanniella spinicaudata*

Patrice CADET et Patrick QUÉNÉHERVÉ

Laboratoire de Nématologie, ORSTOM, B.P. 551, Abidjan, Côte d'Ivoire.

RÉSUMÉ

Deux essais de traitements ont été effectués dans des rizières inondées de Côte d'Ivoire, contre *Hirschmanniella spinicaudata*. Seuls le DBCP et le carbofuran se sont montrés efficaces, l'oxamyl et l'aldicarbe n'ont eu aucune influence sur les populations du parasite et l'izasophos, aux fortes doses, n'a fait que retarder l'invasion des racines. Le carbofuran est efficace à des doses aussi faibles que 1 kg de matière active à l'hectare, les populations, tant dans les racines que dans le sol, étant pratiquement nulles à la dose de 8 kg à l'hectare. Dans l'essai comparatif de nématicides une corrélation négative a été observée entre les populations de nématodes dans les racines et le rendement en grains, et le carbofuran à 3,9 kg/ha a donné une augmentation de rendement de 24%. Au premier cycle, les augmentations de rendement, dans l'essai de doses de carbofuran, ont varié de 20 à 53%. Au deuxième cycle elles ont atteint 208% bien que les populations de nématodes soient devenues pratiquement nulles dans les témoins. Aucune corrélation significative n'a été observée entre les populations de nématodes et les rendements. Il n'est donc pas douteux qu'au deuxième cycle les augmentations de rendement ne sont pas dues à l'efficacité des traitements contre les nématodes. Les auteurs avancent l'hypothèse de l'existence dans le sol, d'un facteur, probablement bactérien, le « facteur limitant » qui aurait un effet dépressif à la fois sur les nématodes et sur le riz et contre lequel le traitement au carbofuran serait efficace.

SUMMARY

Action of nematicides against Hirschmanniella spinicaudata in flooded rice fields

Two trials have been carried out in Ivory Coast to control *H. spinicaudata* which is the main parasite in paddy fields. In the first trial, five nematicides have been checked. Only DBCP and carbofuran proved to be efficient. Izasophos at the highest doses delayed the invasion of roots by nematodes but did not reduce it. Oxamyl and aldicarb were inefficient. The second trial concerned doses of carbofuran and was applied to two subsequent crops. Doses as low as 1 kg of active material per hectare were efficient and, with 8 kg/ha, populations in soil and roots were practically equal to zero. In the first trial there was a negative correlation between nematode populations in roots and rice yield; carbofuran, at 3.9 kg/ha gave a yield increase of 24%. In the second trial, at the first crop, yield increase varied between 20 and 53%. At the second crop, they reached 208% although nematode populations, in control plots, had decreased steadily to a very low level. There was no significant correlation between yield and nematode populations. It is obvious that, at the second crop yield increase is not due to the efficiency of treatments against nematodes. The authors raise the hypothesis that this trial has been disturbed by the interference of an external edaphic factor, which they call "limiting factor" that reduces, simultaneously, rice yield and nematode populations. Carbofuran would be efficient against this factor, apparently biotic. This explanation would account for the fact that it had no decreasing action in treated plot. It seems likely that this factor is bacteriological.

Fortuner et Merny (1973) ont, dans une mise au point bibliographique, souligné aussi bien la large répartition mondiale des nématodes parasites du riz irrigué que le danger économique réel que représente généralement leur association avec les racines du riz.

En Côte d'Ivoire, des études faunistiques (Merny, 1970 et Fortuner, comm. pers.) ont permis de mettre en évidence que *Hirschman-*

niella spinicaudata était présent dans pratiquement toutes les rizières inondées du nord du pays.

Les études sur la biologie du nématode et sa pathogénie menées au Nigéria (Babatola & Bridge, 1979, 1980) et en Côte d'Ivoire (Fortuner, comm. pers.) ne laissent aucun doute quant à l'incidence négative de cet endoparasite migrant tant sur le tallage que sur l'épiaison et, par voie de conséquence, sur le rendement.

Il existe souvent une très forte disproportion entre l'évaluation d'une perte de rendement dans une expérience fine, menée au laboratoire, et les résultats des essais de dénématation chimique conduits dans les conditions naturelles en plein champ. Dans le second cas, on aboutit souvent à des résultats moins spectaculaires que dans le premier. On explique alors cette différence par une moindre efficacité du produit en conditions naturelles, par l'existence de « facteurs agronomiques ou climatiques » défavorables et par une évaluation de la récolte forcément moins précise. Mais il arrive qu'à l'inverse l'essai de lutte chimique au champ donne des résultats supérieurs à ceux auxquels on pouvait s'attendre. On en vient alors à se demander si les nématodes ont vraiment de l'importance et si les heureuses conséquences des traitements ne sont pas dues à un effet secondaire sur un mystérieux « facteur agronomique ».

Les résultats d'essais exposés ci-dessous vont soulever un semblable problème et mettre en lumière, une fois de plus, la complexité des événements provoqués par une intervention dans le sol.

Matériel et méthodes

EMPLACEMENTS DES ESSAIS (tab. 1)

Les essais ont été conduits dans des rizières situées au nord de la Côte d'Ivoire, à proximité de Korhogo (point d'appui de Natio-Kobadara) et de Ferkéssédougou (point d'appui de Dekokaha).

A Natio-Kobadara la culture du riz est conduite à la manière paysanne : le riz est semé en pépinière et repiqué en poquets à l'âge de trois semaines. Il y a deux cycles de culture par an. Le cultivar CS 5 a été utilisé.

A Dekokaha, le riz est destiné à la production de semences ; la culture est mécanisée. Le riz est semé en ligne à raison de 60 kg/ha de graines. La mise en eau intervient environ trois semaines après le semis. Il n'y a qu'un seul cycle par an. Les cultivars CS 6 et IR 5 ont été utilisés.

TRAITEMENTS

Deux sortes d'essais ont été mis en train. Chaque essai était disposé en blocs de Fisher avec six ou huit répétitions. Les parcelles élémentaires avaient une superficie de 24 à 45 m² suivant l'emplacement de l'essai.

Essais comparatifs de nématicides

Plusieurs molécules ont été testées : DBCP, izasophos, oxamyl, carbofuran et aldicarbe. Leurs différentes formulations ainsi que leurs doses et leurs méthodes d'application sont données au tableau 2. Cet essai a été conduit en culture mécanisée.

Essais doses de carbofuran

Deux méthodes d'application ont été testées : incorporation au sol avant repiquage, avec ou sans épandage ultérieur sur la rizière inondée. Les doses et modes d'application, ainsi que le conditionnement du produit (10% ou 3%) sont donnés au tableau 3. Cet essai a été répété dans les deux conditions de culture.

OBSERVATIONS

Une évaluation des populations de nématodes dans le sol et les racines a été faite tout le long du cycle du riz, dans chaque parcelle. Les extractions des parasites ont été effectuées suivant les méthodes décrites par Seinhorst (1950, 1962).

Un contrôle des attaques par les insectes a été fait au moins une fois dans chacun des deux emplacements où les essais étaient implantés. Les attaques observées ont toujours été faibles.

Le rendement en grains a été observé dans toutes les parcelles. En culture paysanne, à Natio-Kobadara, le tallage et l'épiaison ont été également évalués.

Résultats

EVOLUTION DES POPULATIONS DE NÉMATODES

Dans les parcelles témoins (Fig. 1 et 2)

Au moment où débute le premier cycle, ou le cycle unique, on observe dans le sol une popula-

Tableau 1
Calendrier des opérations dans les essais
Schedule of the operations in trials

Période	Natio-Kobadara (culture paysanne)	Dekokaha (culture mécanisée)
Début février	Semis des pépinières	
Début mars	Repiquage en poquets Mise en eau	
Fin mai		Semis en ligne
Mi juin		Mise en eau
Début juillet	Récolte 1 ^{er} cycle	
Mi juillet	Semis pépinières	
Début août	Repiquage 2 ^e cycle	
Début octobre		Récolte
Début novembre	Récolte 2 ^e cycle	

Tableau 2
Traitements dans l'essai comparatif de nématicides
Comparative trial on nematocide treatments

N°	Nématicides	Dose à l'hectare (M.A)	Méthode d'application
1	D.B.C.P. 75 %	45 l	Appliqué au pal injecteur 15 jours avant le semis
2	Izasophos 10 %	2 kg	Incorporé avant semis
3	Izasophos 10 %	4 kg	Incorporé avant semis
4	500 EC	4 kg	Pulvérisation avant mise en eau
5	500 EC	2 kg	Pulvérisation avant mise en eau
6	Oxamyl 10 %	4 kg	Incorporé avant semis
7	Oxamyl 10 G Oxamyl 250 EC	4 kg	Incorporé avant semis
		+ 3 kg	Pulvérisé à la mise en eau
8	Oxamyl 250 EC	4 kg	Pulvérisé à la mise en eau
9	Carbofuran 10 %	4 kg	Incorporé avant semis
10	Carbofuran 3 F	3,9 kg	Répandu sur le riz à la mise en eau
11	Aldicarbe 10 %	6 kg	Incorporé avant semis
12	Témoin		

Tableau 3
Traitements dans l'essai doses de carbofuran
Trial on carbofuran doses. Treatments

N°	Conditionnement	Dose	Mode d'application
1 *	10 %	1 kg	Incorporé au sol avant repiquage
1	10 %	2 kg	Incorporé au sol avant repiquage
3	10 %	4 kg	Incorporé au sol avant repiquage
4	10 %	8 kg	Incorporé au sol avant repiquage
5	3 %	2 × 0,390 kg	Première application incorporée au sol avant repiquage, deuxième application répandue sur rizière inondée.
6 *	3 %	2 × 0,900 kg	Première application incorporée au sol avant repiquage, deuxième application répandue sur rizière inondée.
7	Témoin		

* Traitement refait au début du deuxième cycle.
Treatment repeated at the beginning of the second cycle.

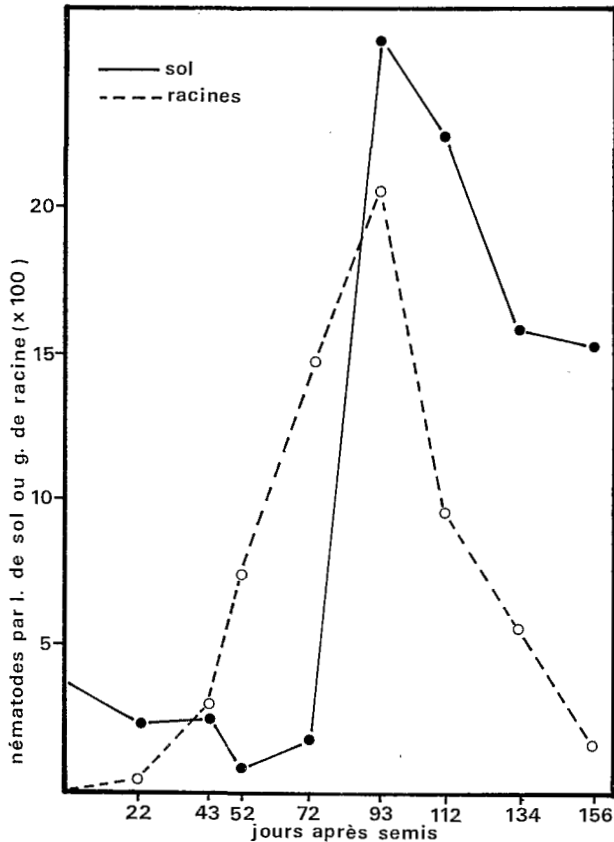


Fig. 1. Evolution des populations de nématodes dans les parcelles témoins de l'essai de comparaison de produits.

Evolution of nematode populations in control plots of the comparative trial on products.

tion modérée. Dans un premier temps elle décroît jusqu'à devenir, au bout de 36 jours, voisine de zéro. En même temps, la population à l'intérieur des racines commence à se former. Cette phase correspond à l'entrée des parasites dans les racines. La phase suivante correspond à une croissance des populations tant dans le sol que dans les racines et, dans la phase finale, une décroissance des populations s'amorce dans les racines qui peut être, comme c'est le cas à Natio-Kobadara en culture paysanne, accompagnée d'une décroissance des populations du sol. Au cours de cette deuxième phase, il semble que les racines, par suite de la surpopulation et de leur propre vieillissement, puissent héberger un nombre de plus en plus faible de nématodes,

ce qui provoquerait une sortie massive des parasites suivie d'une mortalité plus ou moins grande de ceux-ci. En culture paysanne cette chute des populations s'accroît fortement pendant le temps, pourtant assez court, que dure l'inter-campagne (30 jours).

Il est à noter que, dans les trois essais, si à l'épiaison les populations dans le sol sont pratiquement les mêmes (1 500 à 2 000 au litre) celles hébergées par les racines varient de 40/g en culture paysanne à environ 200/g dans l'essai de comparaison des nématicides en culture mécanisée.

Au cours du second cycle, on observe une évolution très différente des populations. Si la phase d'infestation est comparable il n'y a pas de phase de multiplication, la population diminuant au contraire de façon spectaculaire aussi bien dans le sol que dans les racines. On peut constater d'autre part que le chevelu racinaire est très court, les racines présentant une teinte orangée.

Sous l'influence des nématicides (Fig. 3-6)

L'oxamyl (Fig. 4) et l'aldicarbe (Fig. 5) n'ont eu aucune influence sur l'évolution des populations de nématodes.

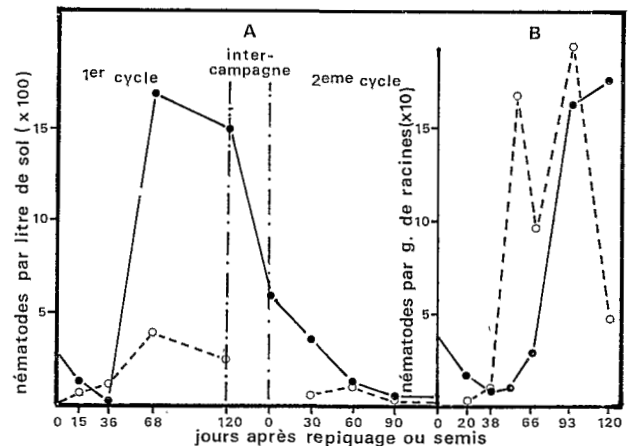


Fig. 2. Evolution des populations de nématodes dans les parcelles témoins de l'essai doses de carbofuran. Trait plein : sol, trait pointillé : racines. A : culture paysanne, B : culture mécanisée.

Evolution of nematode populations in control plots of the trial on doses of carbofuran. Continuous line : soil, dotted line : roots, A : traditional farming, B : mechanized farming.

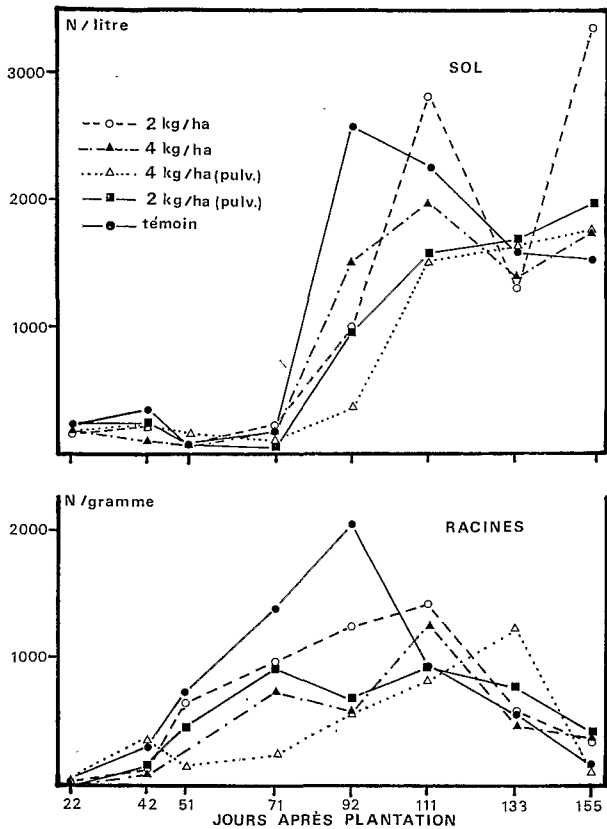


Fig. 3. Evolution des populations de nématodes dans les parcelles traitées à l'izasophos.

Evolution of nematode populations in plots treated with izasophos.

Les traitements à l'izasophos (Fig. 3), spécialement aux fortes doses, ont retardé l'envahissement des racines par les parasites.

Une réduction considérable des populations a été obtenue avec les traitements au DBCP et au carbofuran (Fig. 5). L'essai portant sur les doses de carbofuran a confirmé l'efficacité du produit (Fig. 6). Sauf aux deux doses les plus faibles les populations de nématodes sont pratiquement nulles dans les parcelles traitées.

INFLUENCE DES TRAITEMENTS SUR LE RENDEMENT

Rendement en grains

Comparaison des produits (Fig. 7). Seul le traitement au carbofuran liquide à la dose de

3,9 kg/ha a donné un rendement significativement différent du témoin ($\alpha = 0,05$) avec un accroissement de récolte de 24%. Le traitement au DBCP, à 45 l/ha, a donné une augmentation de rendement de 12% par rapport au témoin mais cette différence n'est pas significative. Les rendements obtenus avec les autres traitements se groupent autour de celui du témoin sans que des différences importantes soient observées.

Il peut paraître surprenant que certains produits, comme par exemple le carbofuran sous forme de granulés, qui ont très bien contrôlé le développement des nématodes, n'aient pas provoqué d'augmentation notable de rendement.

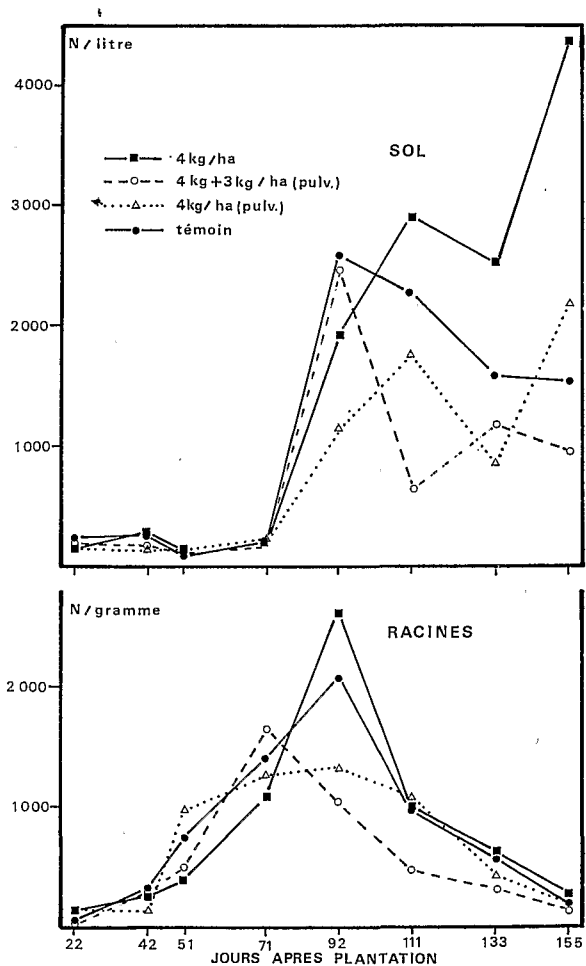


Fig. 4. Evolution des populations de nématodes dans les parcelles traitées à l'oxamyl.

Evolution of nematode populations in plots treated with oxamyl.

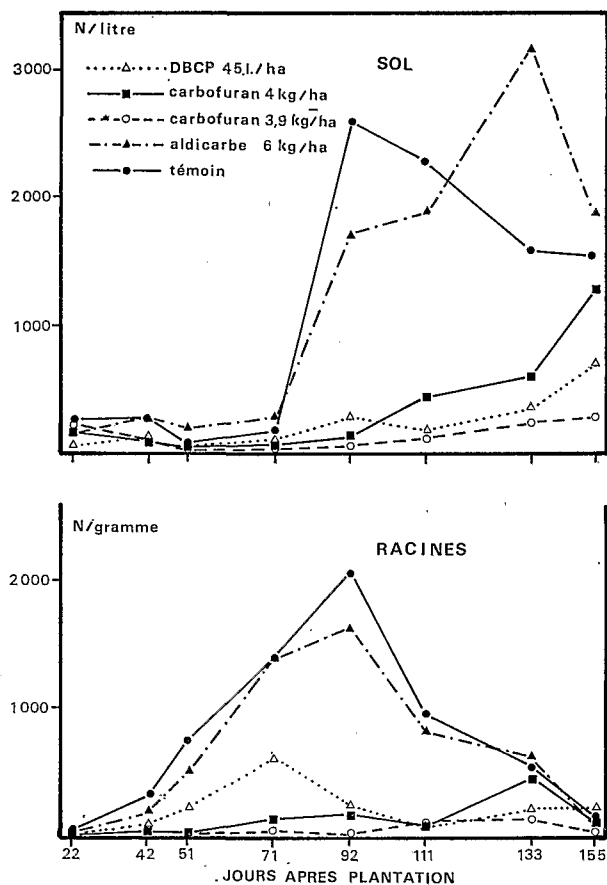


Fig. 5. Evolution des populations de nématodes dans les parcelles traitées au DBCP, au carbofuran et à l'aldicarbe.

Evolution of nematode populations in plots treated with DBCP, carbofuran and aldicarb.

Ceci est dû à un fort coup de vent (tornade) qui a occasionné des dégâts plus importants dans les parcelles dont la maturité était la plus avancée et où l'épiaison avait déjà eu lieu. Il s'agissait des parcelles où les traitements avaient été les plus efficaces contre les nématodes.

Doses de carbofuran (Fig. 8). Tant en culture paysanne qu'en culture mécanisée, au premier cycle ou au cycle unique, les divers traitements ont donné des rendements significativement plus élevés que ceux des parcelles témoins, une relation directe étant observée entre ces rendements et les doses de carbofuran utilisées. Les augmentations de rendement vont de 20 à 53% en culture paysanne et de 20 à 38% en culture

mécanisée. Les différences entre les rendements obtenus avec les divers traitements ne peuvent s'expliquer par l'effet direct de ceux-ci sur les populations de nématodes dans les racines. En effet on n'observe pas de semblables différences entre ces populations ; celles-ci sont uniformément anéanties. Au deuxième cycle, en culture paysanne, les différences se sont accentuées, essentiellement par suite d'un effondrement des rendements dans les parcelles témoins. L'augmentation de rendement obtenue avec le meilleur traitement atteint 208% bien qu'en valeur absolue les rendements soient inférieurs à ceux obtenus au premier cycle. Il est à noter que les meilleurs rendements ont été obtenus dans des parcelles recevant des doses faibles mais où le traitement avait été répété au deuxième cycle. Là encore, ces différences de rendements ne peuvent s'expliquer par les différences entre les populations de nématodes qui sont toutes très faibles ou nulles.

Influence des traitements sur le tallage et l'épiaison (tab. 4)

Ces observations ont été faites en culture paysanne dans l'essai de doses de carbofuran.

Tant au premier qu'au deuxième cycle, le tallage a été significativement amélioré par certains traitements. Le nombre de panicules ramené au nombre de tiges n'est pas modifié par les traitements ; il est toujours pratiquement égal à 1, chaque tige donnant une panicule. Par contre, au second cycle, une légère différence significative est observée et la proportion de panicules par tige est plus faible.

Les rendements, rapportés au nombre de panicules, sont statistiquement différents entre les témoins et certains traitements, dans les deux cycles. Comme le poids moyen du grain est invariable, on peut en conclure que le nombre de grain par panicule a augmenté.

Discussion

Au cours du cycle unique, en culture mécanisée, dans l'essai de comparaison des nématicides, il est évident qu'une corrélation négative existe entre les populations d'*Hirschmanniella spinicaudata* et le rendement en riz (Fig. 9). Ces

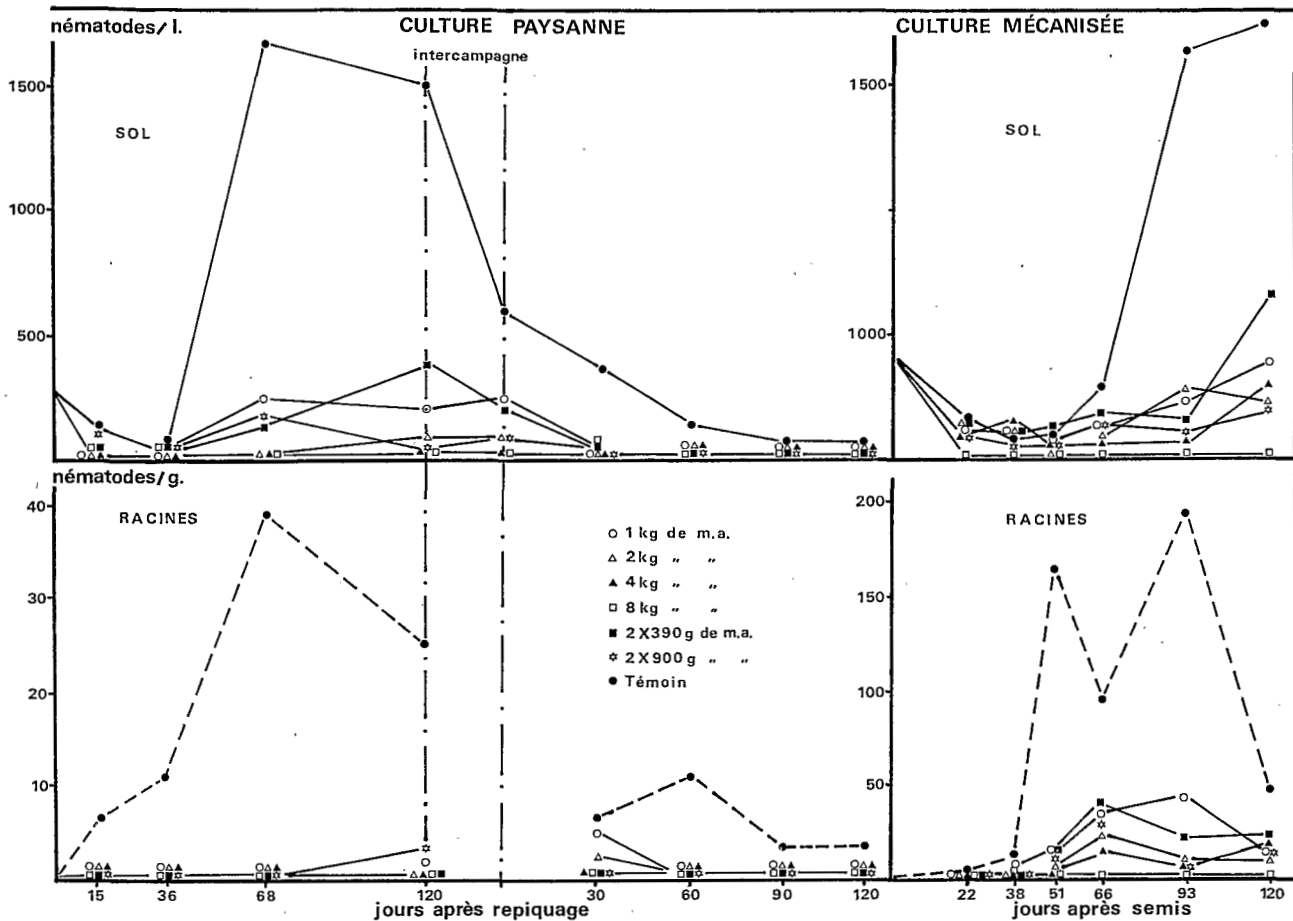


Fig. 6. Evolution des populations de nématodes dans les deux localisations de l'essai « doses de carbofuran ». Evolution of nematode populations in the two localizations of the trial on doses of carbofuran.

Tableau 4
Incidence des traitements sur le tallage et l'épiaison dans l'essai « doses de carbofuran »
Effects of treatments on tillering and earing in the trial on carbofuran doses

Trait.	Dose/ha	Tiges/m ²	Panicules/m ²	$\frac{\text{nb. de panicules}}{\text{nb. de tiges}}$	Rendement (T/ha)	Poids d'une panicule (g.)
PREMIER CYCLE						
1	1 000 g	358 *	385	1,08	7,88	2,05
2	2 000 g	355	392	1,10	8,20	2,09
3	4 000 g	355	393	1,11	8,73	2,23
4	8 000 g	378	395	1,04	9,07	2,29
5	780 g	347	368	1,06	7,12	1,95
6	1 800 g	349	386	1,11	8,00	2,07
7	0	318	328	1,03	5,92	1,80
DEUXIEME CYCLE						
1	1 000 g	434 **	288	0,66	6,45	2,25
2	non traité	328	212	0,65	3,89	1,85
3	non traité	400	229	0,57	5,71	2,52
4	non traité	392	262	0,67	6,30	2,42
5	780 g	323	227	0,70	3,87	1,50
6	1 800 g	430	295	0,69	6,96	2,36
7	0	337	173	0,51	2,26	1,39

* à 90 jours
90 days after plantation

** à 70 jours
70 days after plantation

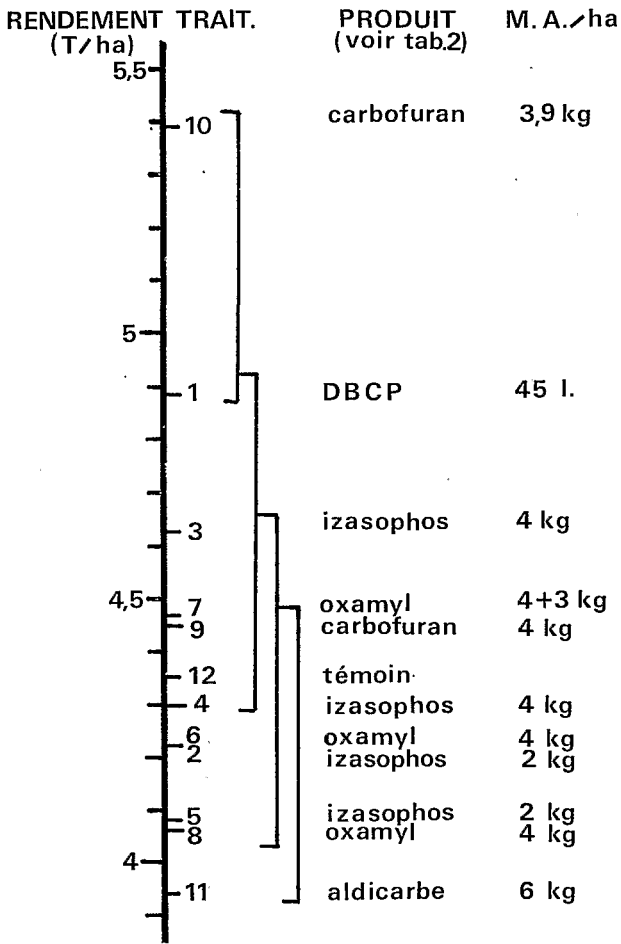


Fig. 7. Influence des traitements sur les rendements dans l'essai de comparaison des produits. Les traitements reliés par une accolade ne sont pas significativement différents.

Influence of treatments on rice yields in the comparative trial on products. The treatments which are grouped with a bracket are not significantly different.

Tableau 5

Populations de nématodes dans le sol et les racines observées dans les parcelles témoins à l'épiaison
Nematode populations observed in soil and roots in control plots at earing

	Essai produits	Essai doses culture mécanisée	Essai doses culture paysanne 1 ^{er} cycle
Sol (au l.)	2 592	1 638	1 686
Racines (au g.)	2 070	195	39
Sol/racines	1,25	8,4	43

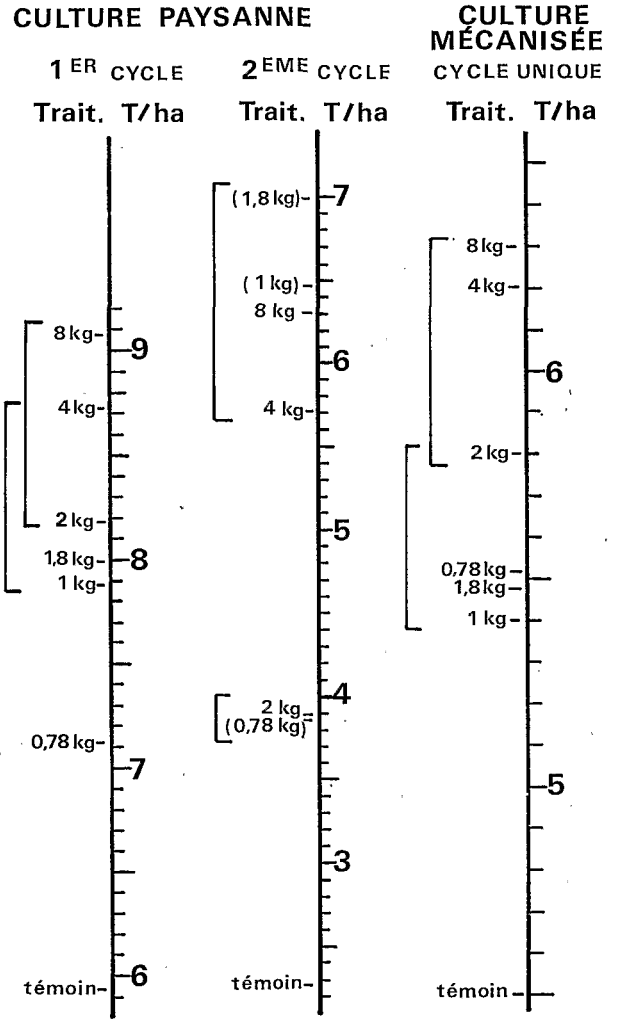


Fig. 8. Influence des traitements sur les rendements dans l'essai « dose de carbofuran ». Les traitements reliés par une accolade ne sont pas significativement différents. Les traitements mis entre parenthèse ont été répétés au début du second cycle.

Influence of treatments on rice yields in the trial on carbofuran doses. The treatments which are grouped with a bracket are not significantly different. The treatments which are put in brackets were repeated at the beginning of the second cycle.

résultats confirment ceux obtenus au Sénégal par Fortuner (1974) avec *Hirschmanniella oryzae*. Il semble clair que, si on est loin de connaître tous les effets secondaires des traitements sur la faune et la flore du sol et leurs éventuels effets directs sur la plante elle-même, c'est principale-

ment en réduisant les populations de nématodes parasites que les traitements ont augmenté le rendement.

En revanche, dans les deux autres essais, tout s'est passé de manière entièrement différente. Il n'y a pas, bien que les différences entre les rendements soient les plus fortes, de corrélations entre les populations de nématodes et les rendements. Il est remarquable qu'au second cycle les rendements ont beaucoup diminué par rapport au premier cycle alors même que les nématodes ont pratiquement disparu.

Il est hors de doute que, dans ce cas, ce n'est pas par leurs effets sur les nématodes que les traitements ont augmenté les rendements. Ils doivent avoir agi sur un facteur édaphique défavorable à la plante que, faute d'un meilleur vocable, nous désignerons sous le nom de « facteur limitant ». Ce facteur semble agir à la fois sur la plante et sur les nématodes ; cette double action expliquerait ce qui se passe au second cycle : chute des rendements en même temps que des populations de nématodes alors qu'habituellement ces deux variables sont corrélées négativement. Ce ne peut être qu'un facteur biotique puisque le carbofuran en diminue considérablement les effets. Il pourrait s'agir d'une bactérie du sol favorisée par la submersion ce qui expliquerait qu'il se manifeste d'autant plus fortement que la submersion a été prolongée. Nématodes et facteur limitant ont tous deux une action négative sur le tallage et le nombre de grains par panicule mais il semble que, de plus, dans sa forme la plus grave, le facteur limitant soit capable de perturber la sortie des panicules.

Il paraît évident qu'au premier cycle seules les populations de nématodes dans les racines soient diminuées par le facteur limitant, alors que celles du sol ne soient sensibles qu'au deuxième cycle, quand l'action de ce facteur est devenue très forte. Ceci doit traduire le fait que la plante serait plus sensible au facteur limitant que les nématodes. On a observé qu'au premier cycle, dans les trois essais, les populations dans le sol étaient les mêmes alors que celles des racines variaient beaucoup d'un essai à l'autre. L'indice populations du sol / populations des racines a été calculé (tab. 5). On remarque qu'il est d'autant plus élevé que l'action du facteur limitant a été plus forte.

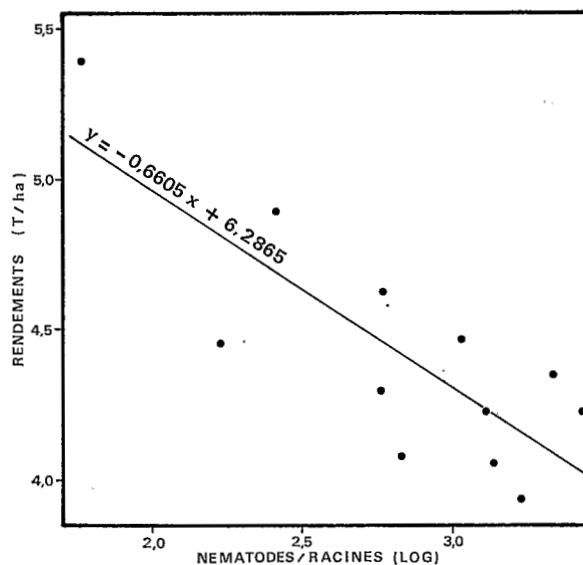


Fig. 9. Corrélation entre le logarithme de la population de nématodes dans les racines et les rendements dans l'essai « comparaison des produits ».

Correlation between the logarithm of nematode population in roots and rice yields in the comparative trial on products.

Conclusion

Ces trois essais confirment que le nématode *H. spinicaudata* est un parasite important du riz irrigué exerçant sur la plante un effet dépressif certain, sauf dans le cas où intervient un autre facteur, dont la nature est encore inconnue et qui exerce un fort effet dépressif à la fois sur les nématodes et sur la plante.

On a constaté qu'un nématicide au moins, le carbofuran, luttait efficacement à la fois contre les parasites et contre le « facteur limitant », ce qui amènerait, après deux cycles de culture du riz, une augmentation considérable des rendements. Il est possible que d'autres produits aient la même action mais l'absence de « facteur limitant » dans l'essai comparatif n'a pas permis de le déceler. Ces résultats montrent, une fois de plus, avec quelle prudence il faut aborder l'évaluation de l'incidence économique d'un parasite par des traitements chimiques au champ.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient G. Merny qui les a très utilement conseillés dans la rédaction de cet article.

REFERENCES

- BABATOLA, J. O. & BRIDGE, J. (1979). Pathogenicity of *Hirschmanniella oryzae* and *H. imamuri* on rice. *J. Nematol.*, 11 : 128-132.
- BABATOLA, J. O. & BRIDGE, J. (1980). Feeding behaviour and histopathology of *Hirschmanniella oryzae*, *H. spinicaudata* and *H. imamuri* on rice. *J. Nematol.*, 12 : 48-52.
- FORTUNER, R. (1974). Evaluation des dégâts causés par *Hirschmanniella oryzae* (Van Breda de Haan, 1902) Luc & Goodey, 1963, nématode endoparasite des racines du riz irrigué. *Agron. trop.*, Nogent, 29 : 708-714.
- FORTUNER, R. & MERNY, G. (1973). Les nématodes parasites des racines associés au riz en Basse Casamance (Sénégal) et en Gambie. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.*, n° 21 : 3-20.
- MERNY, G. (1970). Les nématodes phytoparasites des rizières inondées de Côte d'Ivoire. I. Les espèces observées. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.*, n° 11 : 3-43.
- SEINHORST, J. W. (1962). Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica*, 8 : 117-128.
- SEINHORST, J. W. (1950). De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aanstasting door het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev) : *Tijdschr. PlZiekt*, 56 : 291-349.

Accepté pour publication le 4 septembre 1981.