

Étude de la résistance naturelle des repousses de canne à sucre aux nématodes phytoparasites

Patrice Cadet et Patrick Quénéhervé

(*) Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération.
Université Claude-Bernard, Lyon-I,

laboratoire de Biométrie, 43, boulevard du 11-Novembre-1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France.

(**) Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération,
Laboratoire de Nématologie, B.P. V 51, Abidjan, Côte d'Ivoire

RÉSUMÉ

En Afrique de l'Ouest, l'émission des tiges de canne à sucre est fortement perturbée après la plantation par l'action des nématodes phytoparasites, alors que le même peuplement parasitaire reste sans effet sur ce processus dès que l'on se trouve en repousse. Un recépage des tiges 2 mois après la plantation est suivi par une nouvelle émission de tiges équivalente à celle de la repousse, malgré la présence des nématodes et d'un système racinaire peu développé. L'élimination totale des organismes pathogènes telluriques par le bromure de méthyle avant plantation provoque le même résultat. Les nématodes ne seraient donc pas directement responsables de la disparition des tiges pendant la levée; ce phénomène serait d'abord le résultat de la compétition pour l'espace et la lumière qui se met en place après la plantation dès que les touffes voisines sont de hauteur différente. Le recépage pourrait constituer une alternative au traitement nématicide.

MOTS CLÉS : Afrique, canne à sucre, nématodes, tallage.

ABSTRACT

In W. Africa, the emergence of shoots of sugarcane after planting is strongly hampered by the action of plant parasitic nematodes present in the soil, whereas these parasites do not perturb the emergence of ratoon cane. When shoots are pruned two months after planting, the emergence of new shoots is equivalent to that of ratoon cane, in spite of the presence of the nematodes, and a poorly developed young root system. These phenomena are interpreted in the following way: The reduction of the number of shoots is not directly caused by the action of nematodes, but by the choking of shoots by neighbouring more developed tufts, the uneven growth of the plants being caused by the action of the nematodes. Therefore pruning could constitute an alternative for nematicide treatments.

KEY WORDS: Africa, sugarcane, nematodes, tillering.

INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest, de nombreuses espèces de nématodes phytoparasites se développent aux dépens des racines de canne à sucre. L'élimination de ces parasites

au moment de la plantation à l'aide d'un nématicide, provoque une forte augmentation de rendement. En repousse, la situation est totalement différente, puisque le rendement est toujours maximal, c'est-à-dire au niveau de celui de cannes plantées, que les plantes soient infestées par les nématodes ou traitées chimiquement (CADET, 1985 a).

D'après les premiers résultats obtenus, il apparaît que la production à la première coupe est d'autant plus importante que la levée des tiges pendant les trois premiers mois a été bonne. Le rôle primordial du tallage est confirmé par le fait qu'en repousse, il y a toujours beaucoup plus de tiges émises qu'en plantation.

Ces observations nous ont amené à réaliser deux essais visant à améliorer le rendement en influençant positivement le tallage des cannes plantées : d'une part en utilisant des produits polyvalents comme le bromure de méthyle, susceptibles de détruire tous les agents pathogènes du sol; et d'autre part en plaçant les cannes en situation de repousse quelques semaines après leur plantation, en coupant les jeunes tiges.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les essais ont été réalisés sur le complexe sucrier de Banfora (sud du Burkina Faso) où les sols, très sableux, sont particulièrement infestés par les nématodes. Les champs sont irrigués par aspersion en dehors de la saison des pluies.

Les deux essais sont disposés en deux blocs de Fisher à six répétitions, avec des parcelles élémentaires de 100 m².

Le premier, planté avec le cultivar CO 449, comportait quatre traitements :

- bromure de méthyle (1 000 kg/ha);
- aldicarbe (4 kg/ha);
- carbofuran liquide (8 kg/ha);
- témoin non traité.

Le second, planté avec le cultivar NCO 376, comportait trois traitements :

- recépage : parcelles infestées de nématodes où, 2 mois après la plantation, les tiges apparues ont été coupées au niveau du sol. Par conséquent de zéro à 2 mois, ces parcelles sont identiques au témoin;

- carbofuran liquide (9,6 kg/ha).
- témoin non traité.

Le bromure de méthyle est injecté 17 jours avant la plantation sous une bâche en polyéthylène. Cette bâche est retirée 48 heures après l'injection pour permettre l'aération du sol pendant 2 semaines. Les autres nématicides non phytotoxiques sont appliqués au moment de la plantation, de la manière suivante :

- l'aldicarbe en granulé est déposé dans le sillon avant le dépôt des boutures, puis l'ensemble est recouvert de terre;

- dès que les boutures sont recouvertes de terre, le carbofuran liquide dilué dans l'eau est épandu au moyen d'un arrosoir.

Après la plantation, deux boutures sont prélevées chaque mois, pendant 3 ou 4 mois, sur deux rangs différents de chaque parcelle. Au delà de cette période, on arrache une partie d'une souche de cannes composée de plusieurs tiges. Les tiges sont séparées de la bouture ou de la souche pour permettre, d'une part la collecte de leurs propres racines, d'autre part celles de la bouture ou de la souche en repousse. Les analyses nématologiques sont faites séparément sur chacun de ces systèmes racinaires. Le

sol est prélevé aux endroits où boutures et souches sont arrachées. Les extractions des nématodes du sol et des racines sont faites par les méthodes de Seinhorst (1950, 1962). Leur nombre est ramené au décimètre cube de sol ou au gramme de racine. Les densités d'infestation ont été comparées statistiquement au moyen de l'analyse de variance de rang de Friedman, puis les traitements sont classés à l'aide du test de la médiane.

Les tiges sont dénombrées chaque mois sur les deux rangs centraux, depuis la plantation jusqu'à la récolte, afin d'évaluer le tallage moyen à l'hectare.

Les rendements ont été mesurés sur chaque parcelle élémentaire. Ils sont exprimés en tonnes de canne par hectare.

RÉSULTATS

1. PREMIER ESSAI : INCIDENCE DU BROMURE DE MÉTHYLE

1.1. Sur le tallage

En canne de plantation, l'évolution du tallage (fig. 1) se déroule conformément aux observations rapportées antérieurement (van DILLEWIJN, 1960). Sur les parcelles

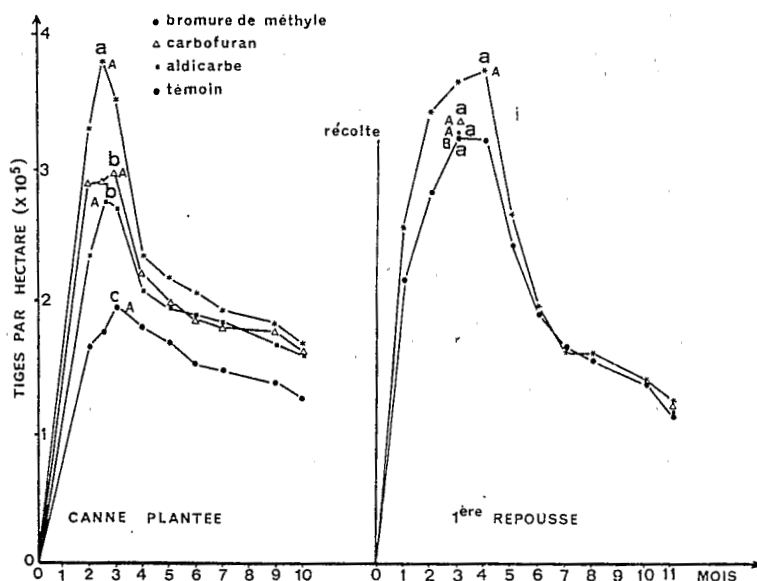


FIG. 1. — Dynamique du tallage en canne de plantation et en repousse sur les parcelles témoins non traitées et sur les parcelles qui ont reçu de l'aldicarbe, du carbofuran et du bromure de méthyle. (Chaque point représente la moyenne de six répétitions.) Pour chaque cycle séparément, les points qui portent la même lettre minuscule ne sont pas significativement différents ($p < 0,05$), test de la médiane. Entre le premier et le deuxième cycle, les deux points de la même situation qui portent la même lettre majuscule ne sont pas significativement différents ($p < 0,05$), test de la médiane.

traitées aux nématicides, le nombre de tiges émises au cours du premier trimestre est plus grand que sur les parcelles non traitées. Cette différence se conserve jusqu'à la récolte. Durant ce premier trimestre, le nombre de tiges émises sur les parcelles

TABLEAU I. — *Comparaison des pourcentages de tiges éliminées durant le premier cycle dans les quatre situations de l'essai 1.*

	Témoin	Aldicarbe	Carbofuran	Bromure
Nombre maximal de tiges apparues	207	275	309	380,5
Nombre de tiges récoltées	125	156	159	163
Pourcentage de tiges disparues	39,6%	43,3%	48,6%	57,2%
	<i>a</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>	<i>b</i>

(*a* et *b* sont significativement différent à environ 8%, test du khi 2).

traitées au bromure de méthyle est significativement plus grand que celui obtenu sur les parcelles traitées avec les autres nématicides. Mais cet avantage supplémentaire disparaît avant la récolte. Le nombre maximal de tiges obtenu au cours du premier cycle après la plantation est corrélé au rendement ($r^2 = 0,644$). Mais le pourcentage de tiges qui disparaissent avant la récolte augmente proportionnellement au volume de l'émission (tableau I).

En repousse, sur les parcelles témoins, l'émission des tiges pendant les 3 premiers mois est environ deux fois plus importante qu'en canne plantée au même endroit (fig. 1). L'écart, pendant l'intervalle de temps correspondant, entre les nombres maxima de tiges obtenus la première et la deuxième année est également apparent sur les parcelles qui ont reçu un nématicide. Il n'existe pas sur celles qui ont été traitées au bromure de méthyle.

La très bonne reprise qui a lieu sur les parcelles témoins après la coupe conduit à effacer les différences qui ont été observées en canne de plantation au premier trimestre, entre les diverses situations. Le nombre de tiges, légèrement plus grand, obtenu en repousse sur les parcelles traitées au bromure de méthyle par rapport

TABLEAU II. — *Densités maximales moyennes de nématodes observées sur l'essai 1, 6 semaines après la plantation, dans le sol et les racines de bouture. [Nématodes par grammes de racine (R) ou par décimètre cube de sol (S).]*

Espèces		Bromure	Carbo.	Aldica.	Témoin
<i>Meloidogyne sp.</i>	S	0	0	42	13
	R	0	4	0	248
<i>Paratylenchus aquaticus</i>	S	0	0	93	0
	R	0	4	250	27
<i>Pratylenchus zae</i>	S	0	0	27	13
	R	0	0	2	33
<i>Hoplolaimus pararobustus</i>	S	0	0	0	93
	R	0	0	175	67
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	S	0	121	150	240
<i>Telotylenchus ventralis</i>	S	13	67	560	1613
<i>Scutellonema clathricaudatum</i>	S	0	0	0	93
<i>Xiphinema attorodorum</i>	S	0	0	0	80
<i>Paratrichodorus minor</i>	S	0	0	27	0
Classement		<i>a</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i>

(Les colonnes qui portent la même lettre ne sont pas significativement différentes, $p < 0,05$. Carbo. : Carbofuran; Aldica. : Aldicarbe; Bromure : Bromure de méthyle.)

aux nématicides, n'est plus significatif, et cet écart disparaît avant la deuxième récolte.

1. 2. Effet des traitements sur les nématodes

En considérant l'abondance globale des différentes espèces de nématodes dans les racines de bouture (tableau II), il est possible de classer les situations étudiées selon l'importance de leur infestation. La séquence obtenue : bromure de méthyle (sans nématode), carbofuran, aldicarbe, témoin (avec le maximum de nématodes) rappelle celle que l'on pourrait établir en se basant sur le tallage à 3 mois (fig. 1). Il existe une différence très hautement significative entre les densités de nématode mesurées dans les quatre cas (Coefficient de Friedman=18,3). Les traitements se répartissent en deux groupes : d'une part le bromure et le carbofuran, d'autre part l'aldicarbe et le témoin. Le bromure est très significativement moins infesté que le témoin.

TABLEAU III. — Populations de nématodes observés sur l'essai 1, 7 mois après la coupe dans les racines de tige. [Nématodes par gramme de racine (R) ou par décimètre cube de sol (S).]

Espèces		Bromure	Carbo.	Aldica.	Témoin
<i>Meloidogyne sp.</i>	S	3 837	15 987	13 680	10 147
	R	481	2 203	2 248	2 239
<i>Paratylenchus aquaticus</i>	S	907	1 707	2 240	880
	R	267	1 043	1 055	1 521
<i>Pratylenchus zaeae</i>	S	0	0	0	253
	R	0	0	0	120
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	S	53	1 573	1 147	880
<i>Telotylenchus ventralis</i>	S	707	267	893	453
<i>Scutellonema clathricaudatum</i>	S	0	200	93	520
<i>Xiphinema attorodorum</i>	S	0	733	1 160	1 293
Classement		a	ab	b	b

(Les colonnes qui portent la même lettre ne sont pas significativement différentes, $p < 0,05$. Carbo. : Carbofuran; Aldica. : Aldicarbe; Bromure : Bromure de méthyle.)

En repousse (tableau III), 7 mois après la coupe, les peuplements sur les parcelles traitées au bromure de méthyle sont qualitativement très différents de ceux des autres situations : *Scutellonema clathricaudatum* et *Xiphinema attorodorum* n'y sont pas réapparues. Au plan quantitatif, il existe une différence significative entre les infestations observées (Coefficient de Friedman=9). Le traitement au bromure a provoqué une baisse significative des densités de nématodes par rapport au témoin. Ces différences n'ont pas d'incidence sur le tallage (fig. 1).

2. DEUXIÈME ESSAI : INCIDENCE DU RECÉPAGE

2. 1. Sur le tallage

Sur les parcelles témoins et sur les parcelles traitées au carbofuran, le tallage se déroule la première année selon un profil identique à celui de l'essai précédemment décrit (fig. 2). Le recépage qui intervient 2 mois après la plantation est suivi par une émission considérable de tiges, d'une amplitude comparable à celle qui est observée en repousse. Cet avantage disparaît progressivement. A la récolte, le

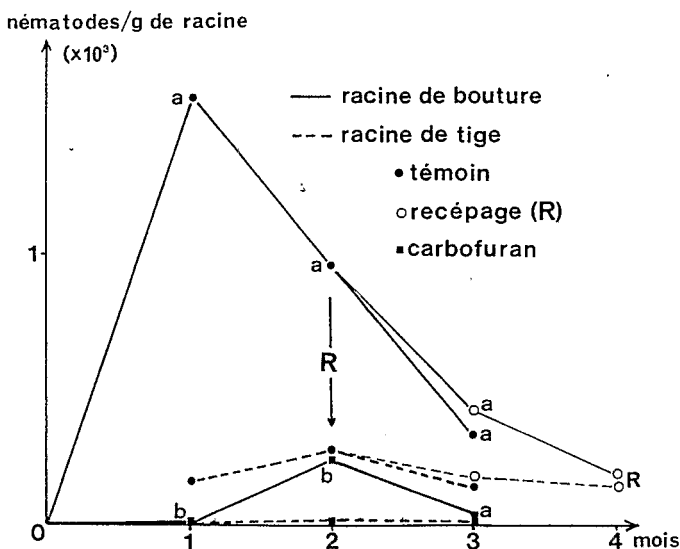


FIG. 2. — Évolution du tallage en canne plantée et en repousse sur les parcelles témoins (T), sur les parcelles recépées à 2 mois (R) et sur celles qui ont reçu du carbofuran (N). Pour chaque cycle séparément, les points qui portent la même lettre minuscule ne sont pas significativement différents ($p < 0,05$), test de la médiane. Entre le premier et le deuxième cycle, les deux points de la même situation qui portent la même lettre majuscule ne sont pas significativement différents ($p < 0,05$), test de la médiane.

nombre de tiges usinables est équivalent sur les parcelles recépées et sur les parcelles traitées au carbofuran.

En repousse, sur les parcelles témoins, l'émission des tiges au cours du premier trimestre est deux fois plus importantes qu'elle ne l'était en canne plantée (fig. 2). Les différences qui apparaissent la deuxième année entre les nombres maxima de tiges dans les trois situations étudiées disparaissent avant la seconde récolte pendant la phase d'élongation des tiges.

2. 2. Effet du recépage sur les peuplements de nématodes

Au premier et deuxième mois, les racines de bouture dans les parcelles recépées et témoins sont significativement plus infestées que celles des parcelles traitées au carbofuran (fig. 3). Le recépage ne provoque pas de diminution de l'infestation en nématodes qui soit comparable à ce qui est observé après un traitement au carbofuran. Les parasites se sont développés de la même manière dans les racines de tige des cannes recépées et dans celles des cannes témoins.

En repousse, 2 mois après la coupe (tableau IV), les densités de nématodes sont équivalentes dans les parcelles qui ont reçu du carbofuran à la plantation et dans les parcelles qui n'ont pas reçu de nématicide (Coefficient de Friedman = 2,15).

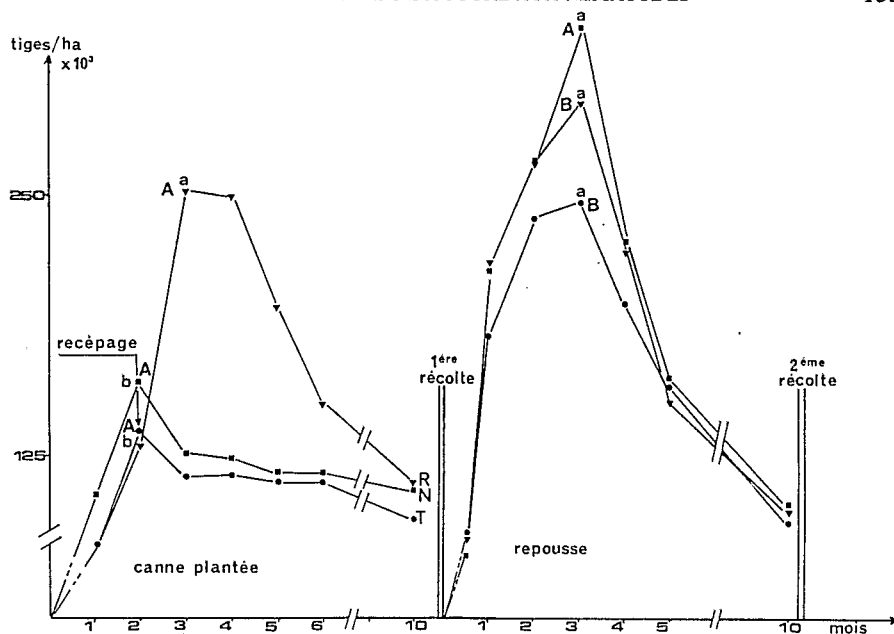


FIG. 3. — Évolution du peuplement endoparasitaire dans les racines de bouture et dans les racines de tige des cannes à sucre après recépage à 2 mois (R), traitement au carbofuran et dans les parcelles témoins (à chaque date, les points qui portent la même lettre ne sont pas significativement différents; $p < 0,05$), analyse de variance de rang de Friedman.

TABLEAU IV. — Populations de nématodes observés en repousse sur l'essai 2, 2 mois après la coupe dans les racines de tige. [Nématodes par gramme de racine (R) ou par décimètre cube de sol (S).]

Espèces		Pa. recépée	Témoin	Carbo- furan
<i>Meloidogyne sp.</i>	S	520	407	683
	R	520	499	857
<i>Pratylenchus zeae</i>	S	587	1280	507
	R	154	184	786
<i>Heterodera sacchari</i>	S	120	593	27
	R	0	59	1
<i>Paratylenchus aquaticus</i>	S	453	0	93
	R	1	0	1
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	S	1773	1730	12973
<i>Telotylenchus ventralis</i>	S	573	387	1080
Classement		a	a	a

(Les colonnes qui portent la même lettre ne sont pas significativement différentes, $p < 0,05$. Pa. recépée : Parcelle recépée.)

DISCUSSION

La dynamique du tallage après le traitement au bromure de méthyle ou après le recépage montre qu'en canne plantée, le nombre de tiges à la récolte ne varie pas toujours dans le même sens que le nombre de tiges émises vers le troisième mois. Un traitement nématicide au début de la plantation permet d'obtenir à la

récolte un nombre de cannes usinables équivalent à celui d'une repousse (CADET, 1985 a), mais à partir d'une levée de tiges inférieure de 15%. Une partie des potentialités végétatives du matériel de plantation, révélée par le bromure de méthyle est donc perdue, aussi bien que celle des repousses. Cette limitation de la quantité de tiges pourrait provenir de la technique de culture (IRVINE & BENDA, 1980). Cependant, cette réserve de bourgeons permettrait éventuellement à la plante de compenser une partie des accidents qui peuvent survenir aux tiges aux cours de leur apparition.

Bien que l'effet du bromure de méthyle se fasse encore largement sentir la deuxième année, il n'est pas suivi par une augmentation du nombre de tiges usinables par rapport aux parcelles infestées. La dynamique du tallage obtenue en repousse ou après un recépage, confirme que la plante placée dans cette situation par la coupe est capable de compenser naturellement l'action des nématodes.

Le recépage intervient le deuxième mois, alors que les racines de bouture sont encore actives. La présence de nématodes dans ces racines n'empêche pas l'émission des tiges qui suit cette opération (CADET *et al.*, 1982). Il est cependant improbable que toutes les tiges nouvelles apparues proviennent des seuls bourgeons secondaires situés sur les tiges primaires recépées, c'est-à-dire celles qui avaient réussi à se développer comme sur une parcelle témoin. Sinon, on ne comprendrait pas pourquoi un phénomène d'encombrement se serait manifesté sur le témoin non recépé? En effet, sur le témoin, malgré le faible nombre de tiges obtenus à 3 mois, une forte proportion d'entre elles sont éliminées pendant la période d'élongation. On peut donc supposer qu'une partie des tiges nouvelles sur les parcelles recépées proviendrait d'une levée de bourgeons ou de petites tiges situées au niveau de nœuds sur la bouture dont les racines étaient très fortement infestées, et qui, en absence de recépage, auraient été condamnées à disparaître. On peut donc émettre l'hypothèse selon laquelle la présence des nématodes dans les racines de bouture n'affecterait pas la survie des bourgeons de manière irréversible.

Les nématodes impriment à chaque bourgeon un délai de dormance supplémentaire plus ou moins long, fonction de l'état des racines de bouture (van DILLEWIJN, 1960), lui-même fonction des dégâts occasionnés par les parasites à ces racines. Or, les talles secondaires et tertiaires apparaissent d'abord à la base des tiges primaires les plus précoces et donc les plus grandes. Pour cette raison, on observe dans les parcelles témoins après la plantation, le développement de touffes de cannes de tailles inégales. L'espace colonisé par les plus grosses ne permettrait plus à des tiges voisines plus petites de disposer de suffisamment de lumière pour assurer leur croissance (van DILLEWIJN, 1960); elles seraient donc éliminées. On constate d'ailleurs sur la même bouture la présence de nœuds sans tige au côté de nœuds portant des tiges puis des touffes. L'espace au dessus du rang de canne après la plantation est constitué d'une succession de zones vides lorsque la tige primaire à disparue, et de zones où les tiges se sont développées, et subiront les contraintes habituelles dues à la compétition pour la place et la lumière pendant la phase d'élongation des entre-nœuds.

Toute perturbation qui affecte le fonctionnement des racines de bouture rend la levée des cannes hétérogène. Le bromure de méthyle qui élimine tous les agents pathogènes potentiels de la canne (ANON, 1979) favorise le développement de systèmes racinaires parfaitement fonctionnels à tous les nœuds de chaque bouture (CADET, 1985 b). Un tel processus permet d'induire la levée simultanée de la

dormance des bourgeons pour toutes les boutures de la parcelle traitée. Il s'agit autrement dit d'une synchronisation de la croissance des tiges équivalente à celle qui se produit en repousse ou après recépage. En effet, après la coupe, les bourgeons de toutes les souches se trouvent dans le même état compétitif et émettent leurs tiges en même temps, évitant le développement de touffes hétérogènes. De ce fait, après bromure de méthyle, comme en repousse, il n'y a pas disparition de tiges primaires pendant la phase de levée, ce qui permet d'obtenir le nombre maximal de tiges vers le troisième mois. Ce nombre diminue ensuite pendant la période d'élongation en raison de la compétition inter-tiges qui se met en place au fur et à mesure que les cannes et le feuillage prennent de l'importance (van DILLEWIJN, 1960; HUMBERT, 1968).

On peut s'interroger sur les raisons pour lesquelles les nématodes qui retardent la levée des tiges en canne de plantation n'influencent pas celle des tiges en repousse. On a constaté que dans le mois qui suit l'opération de recépage, il apparaît deux fois plus de tiges que sur les autres parcelles, c'est-à-dire autant qu'après la récolte à l'issue d'un cycle annuel habituel. Or la plante ne dispose pendant cette période que d'un système racinaire extrêmement réduit, composé de racines de bouture et de quelques racines de tige. Après la coupe, au départ d'une repousse, le même nombre de tiges pourrait utiliser l'énorme système racinaire développé par la canne pendant les 12 mois du cycle précédent (GLOVER, 1968). A partir de cette observation, on peut émettre l'hypothèse selon laquelle la levée des tiges en repousse serait peu exigeante au plan de la nutrition racinaire. Si l'activité racinaire est réduite, elle ne favorise pas la pénétration et la multiplication des nématodes (BILGRAMI *et al.*, 1985), qui, par conséquent, n'occasionneraient pas de dégâts susceptibles de désynchroniser la croissance des tiges primaires, en perturbant la fonction assimilatrice de leurs racines.

CONCLUSION

La disparition des tiges primaires après la plantation résulterait de l'interaction entre l'activité parasitaire des nématodes et la physiologie de la canne à sucre. Le parasitisme des racines entraîne la formation de touffes de tailles inégales dont les plus grosses éliminent les plus petites. Le processus disparaît dès que l'un des éléments est neutralisé. Si l'on supprime les différences de tailles entre les tiges, les nématodes n'ont plus d'effet pathogène. Le recépage pourrait constituer une alternative au traitement nématicide pour peu que le cycle de la plante soit suffisamment allongé pour permettre aux cannes d'achever leur croissance en hauteur.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1979. — *S. Afr. Sugar Ass. Exp. Stat.*, Ann. Rep. 1978-1979, 13.
BILGRAMI A. L., AHMAD I. & JAIRAJPURI M. S., 1985. — Factors influencing attraction of adult *Hirschmaniella oryzae* towards cabbage seedlings. *Revue Nématol.*, 8, 67-75.
CADET P., QUENEHERVE P. & MERNY G., 1982. — Pathogenic action of nematodes on irrigated sugarcane. *Revue Nématol.*, 5, 205-209.
CADET P., 1985a. — 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., 1985 b. — Incidence d'un traitement au bromure de méthyle sur la production de la canne à sucre au Burkina Faso. *Revue Nématol.*, **8**, 182-184.
- GLOVER J., 1968. — The behaviour of the root-system of sugarcane at and after harvest. *Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass.*, **42**, 133-135.
- HUMBERT R. P., 1968. — *The growing of sugar cane*. Elsevier publishing compagny. Amsterdam, London, New York, 712 p.
- IRVINE J. E. & BENDA G. T. A., 1980. — Sugarcane spacing II. Effect of spacing on the plant. *Proc. ISSCT*, **17**, 96-100.
- SEINHORST J. W., 1950. — De beteekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aan staving door het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev). *Tijdschr. Pl. Ziekt.*, **56**, 291-349.
- SEINHORST J. W., 1962. — Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica*, **8**, 117-128.
- VAN DILLEWIJN C., 1960. — *Botanique de la canne à sucre*. Veenman, Wageningen, Holland, 377 p.