

# Nouvelles études au champ sur les effets de deux nématicides fumigants bromés (DBCP et EDB) sur les rendements des cultures dans le bassin arachidier du Sénégal

Pierre BAUJARD, Yankhoba BODIAN\*, Larry W. DUNCAN\*\*, Bernard MARTINY, Antoine PARISELLE et Étienne SARR\*\*\*

Laboratoire de Nématologie, Centre ORSTOM, B.P. 1386, Dakar, Sénégal.

## RÉSUMÉ

Des expérimentations au champ sur l'utilisation de deux nématicides fumigants bromés, le dibromochloropropane (DBCP) et l'éthylène dibromide (EDB), sur les cultures de l'arachide, du mil et du sorgho montrent que *i)* ces produits possèdent une activité nématicide forte, indépendante de la date d'injection pendant le premier mois de la culture; *ii)* le DBCP provoque des augmentations de rendements l'année du traitement pour l'arachide et le sorgho et non pour le mil; *iii)* le DBCP provoque des augmentations de rendement pour le sorgho un an après son injection dans le sol (effet résiduel); *iv)* le DBCP est phytotoxique pour le mil au moment de la germination; *v)* l'EDB provoque des augmentations de rendements pour le mil. Il apparaît que les augmentations de rendements pour l'arachide, le mil et le sorgho ne sont pas liées uniquement à l'abaissement des taux des populations de nématodes phytoparasites. L'hypothèse d'une action stimulante de ces produits soit directe, sur la plante, soit indirecte, sur ses symbiotes telluriques, est émise.

## SUMMARY

*New field studies on the effects of two bromid fumigant nematocides (DBCP and EDB) on crop yields in the Sahelian Zone of Senegal*

Field trials with bromid fumigant nematocides, dibromochloropropane (DBCP) and ethylene dibromid (EDB), on peanut (*Arachis hypogea*), millet (*Pennisetum typhoides*) and sorghum (*Sorghum vulgare*), show that; *i)* these chemicals have a strong nematocidal activity which is independant of the treatment date along the first month of the crops; *ii)* DBCP gives crop yield increase for peanut and sorghum and not for millet in the year of the treatment, and also for sorghum one year after the treatment (residual effect); *iii)* DBCP is phytotoxic for millet when the treatment is done at the germination; *iv)* EDB gives crop yield increases for millet. It appears that the yield increase for peanut, millet and sorghum cannot be explained only by phytoparasitic nematodes destruction; the possibility of plant stimulation by these chemical directly on the plant or indirectly on the soil symbiotes is evoked.

De nombreuses études entreprises ces dernières années dans la zone sahélienne du Sénégal ont montré que les traitements nématicides au dibromochloropropane (DBCP) ou à l'éthylène dibromide (EDB) provoquaient, parallèlement à la forte diminution des peuplements de nématodes phytoparasites, de fortes augmentations de rendements avec l'arachide, *Arachis hypogea* L. (Germani, Baujard & Luc, 1985) et le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Sarr, Baujard & Martiny, 1989).

Plus récemment, des recherches nouvelles sur l'utilisation du DBCP et de l'EDB ont remis en question

l'explication des effets des nématicides fumigants bromés sur les rendements des légumineuses, à savoir la diminution des taux de populations du nématode *Scutellonema cavenessi* Sher, 1964 (Duncan & Baujard, 1986; Baujard *et al.*, 1987; Sarr, Baujard & Martiny, 1989; Sarr, Baujard & Colonna, 1989).

Il apparaît alors intéressant d'étudier : *i)* l'effet du traitement au DBCP sur l'arachide dans des sols dénématés soit avec ce nématicide, soit par des techniques culturales telle que la jachère nue (Duncan, 1986); *ii)* les effets du DBCP et de l'EDB sur les deux céréales

Adresses actuelles : \* Ministère du Développement Rural, Direction de la Protection des Végétaux, Km 15, route de Rufisque, Dakar, Sénégal; \*\* Citrus Research and Education Center, 700 Experiment Station Road, Lake Alfred, FL 33850, USA; \*\*\* CILSS, Centre AGRHYMET, DFPV, B.P. 12625, Niamey, Niger.

vivrières les plus cultivées dans la zone, à savoir le mil (*Pennisetum typhoides* Rich.) et le sorgho (*Sorghum vulgare* L.).

### Matériel et méthode

L'ensemble des essais est situé à Nebe, km 5, route Diourbel-Gossas.

#### EFFETS DU DBCP SUR L'ARACHIDE

*Effets d'une nouvelle injection de DBCP dans des sols déjà traités l'année précédente avec le même produit (essai 1)*

Cet essai reprend, après modifications, le dispositif expérimental mis en place en 1984 pour étudier l'effet de la date d'injection sur les populations de nématodes (Duncan & Baujard, 1986). Le dispositif expérimental modifié se présente maintenant comme un essai bloc à huit traitements et six répétitions; traitements : injection de DBCP en 1984 respectivement aux doses de 11,25 - 22,50 - 45 - 90 kg/ha m.a. et injection de DBCP en 1984 et à nouveau en 1985 respectivement aux doses de 11,25 - 22,50 - 45 - 90 kg/ha m.a. Précédent cultural : arachide. Injection de DBCP en dilution à 100 l/ha à 10 cm de profondeur. Fertilisation : 6N-20P-10K à la dose de 150 kg/ha. Semis : arachide cv 55 437, semée à 45 / 15 cm, à deux graines par poquets. Démariage à un pied par poquet. Calendrier des interventions et pluviométrie (Tabl. 1 : essai 1).

*Effets d'une injection de DBCP sur des surfaces dénématées au moyen de techniques culturales (essai 2)*

Cet essai reprend le dispositif expérimental mis en place en 1984 pour étudier l'effet de la jachère nue sur les populations de nématodes phytoparasites (Duncan, 1986). Essai à quatre traitements et six répétitions, totalement randomisé. Traitements : A : sol laissé en jachère complète en 1984 (« témoin »); B = sol desherbé tous les jours en 1984; C = sol desherbé chaque semaine en 1984, avec injection de DBCP en 1985; D = sol desherbé chaque deux semaines en 1984, avec injection de DBCP en 1985 et réinoculé en nématodes une semaine après le traitement nématicide en 1985. Injection de DBCP à la dose de 22,50 kg/ha m.a. en dilution à 100 l/ha à 10 cm de profondeur. Réinoculation des nématodes par injection à 10 cm de profondeur d'une suspension de nématodes extraits, par la méthode des seaux (Dalmasso, 1966), d'un sol en jachère proche de l'essai, suspension comptant 3 100 *Scutellonema cavenessi*/l injectée à la dose de 100 l/ha. Fertilisation : 6N-20P-10K à la dose de 150 kg/ha. Semis : arachide cv 55 437 semée au semoir SUPERECO (R). Calendrier des interventions et pluviométrie (Tab. 1 : essai 2).

#### EFFETS DIRECTS ET RÉSIDUELS DU DBCP SUR LES RENDEMENTS DU MIL ET DU SORGHO (ESSAI 3)

Cet essai reprend le dispositif expérimental précédent avec pour le traitement « D » une nouvelle injection de DBCP en 1986 à la dose de 22,50 kg/ha m.a. en dilution à 100 l/ha par injection à 15 cm de profondeur. Les parcelles sont semées pour moitié en mil cv Souna III à 100 × 100 cm et pour moitié en sorgho cv 151-252 à 50 × 100 cm. Fertilisation 14N-7P-7K à la dose de 150 kg/ha. Calendrier des opérations et pluviométrie (Tab. 1 : essai 3).

Tableau 1

Calendrier des opérations effectuées sur les essais et pluviométrie  
*Schedule of operations and rainfall*

	Essai 1 1985	Essai 2 1985	Essai 3 1986	Essai 4 1986
Traitement nématicide	01/07	01/07	05/08	3-10-17-24/08
Semis	09/07	09/07	11/06	02/07
Resemis	—	—	—	29/07
Demarrage	30/07	—	—	—
Fertilisation	13/08	13/08	01/09	01/09
Récolte	07/10	07/10	03/11	27/10
Analyses nématologiques				
Populations initiales	06/05	06/05	13/05	02/07
Populations endocinaires	02/09	02/09	—	—
Populations finales	04/11	18/11	15/12	22/12
Pluviométrie :				
montant total (mm)	472,5	472,5	325	325
nombre de jours de pluie	30	30	36	36

#### EFFETS DIRECTS DU DBCP ET DE L'EDB SUR LES RENDEMENTS DU MIL ET LES POPULATIONS DE NÉMATODES PHYTOPARASITES (ESSAI 4)

Essai bloc à neuf traitements et cinq répétitions. Traitements : témoin non traité, DBCP à 22,50 kg/ha m.a. injecté au moment du semis, 7, 14 et 21 jours plus tard, EDB à 18 kg/ha m.a. injecté au moment du semis, 7, 14 et 21 jours plus tard. Précédent cultural : jachère. Fertilisation : 14N-7P-7K à la dose de 150 kg/ha. Semis : mil cv SOUNA III semé à 100 × 100 cm; premier semis au début de la saison des pluies; resemis effectué à la suite de la sécheresse survenue en début de cycle. Injection des nématicides à la dilution à 100 l/ha, à 15 cm de profondeur. Calendrier des opérations et pluviométrie (Tab. 1 : essai 4).

## Résultats

### ESSAI 1

Les traitements nématicides effectués l'année précédente ont permis un excellent contrôle du nématode *Scutellonema cavenessi*. On n'enregistre une multiplication de ce nématode que dans les parcelles traitées au DBCP en 1984 à la dose de 11,25 kg/ha m.a. (Tab. 2), à partir d'un taux de population initiale extrêmement faible.

Malgré l'absence de nématodes dans le sol ou dans les racines, le retraitement au nématicide induit à nouveau des augmentations considérables des rendements pour les fanes et pour les gousses. On enregistre à nouveau une corrélation entre la dose de nématicide injectée et les rendements en gousses et en fanes de l'arachide, l'année même du traitement. En revanche, cette corrélation n'apparaît pas pour le traitement nématicide effectué l'année précédente.

### ESSAI 2

La pratique de la jachère nue l'année précédente a permis un bon contrôle du nématode *Scutellonema cavenessi* dont les taux de population ne représentent plus que moins de 1 % de ceux des parcelles témoin (Tab. 3). La réinoculation du nématode n'a pas provoqué d'augmentation des taux de populations probablement à cause de l'injection de DBCP huit jours auparavant.

Les rendements en gousses et en fanes d'arachide sur les parcelles témoin sont importants (Tab. 3); le désherbage journalier en 1984 provoque une diminution importante des rendements : — 31 % pour les gousses, — 28 % pour les fanes. Le traitement nématicide au DBCP, avec ou sans inoculation de nématodes, permet de rétablir les rendements en gousses et d'augmenter significativement (+ 35 % par rapport au témoin) les rendements en fanes.

### ESSAI 3

On enregistre un bon développement du nématode *Tylenchorhynchus sulcatus* aux dépens du mil et du sorgho (Tab. 4); la nocuité de cette espèce vis-à-vis de ces cultures est actuellement inconnue. Les taux de population initiale sont analogues pour les parcelles témoin et celles en jachère nue deux ans auparavant; le traitement nématicide au DBCP a provoqué une forte baisse des taux de population. *Scutellonema cavenessi* se développe aux dépens du mil; les résultats concernant le sorgho sont difficilement interprétables en raison du mauvais développement de la plante, les études en cours au laboratoire montrant que le sorgho est un bon hôte pour ce nématode.

L'analyse des niveaux des rendements pour le mil montre que la pratique de la jachère nue deux ans auparavant provoque une péjoration des rendements, que ce soit en poids de grains (— 68 %) ou en poids de parties aériennes (— 33 %). Le traitement nématicide au DBCP l'année précédente ne provoque pas d'effet sur

Tableau 2

Effets d'un retraitement au DBCP sur les rendements de l'arachide et les populations du nématode *Scutellonema cavenessi* (les résultats suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 %)

Effects of a second treatment with DBCP on peanut crop yield and nematode population of *Scutellonema cavenessi* (data with the same letter are not significantly different at  $p = 5\%$ )

Traitements	Rendements			Scutellonema cavenessi		
	Nombre de pieds/ha	Fanes (kg/ha)	Gousses (kg/ha)	Par système racinaire	Par dm <sup>3</sup> de sol	
					Population initiale	Population finale
NON RETRAITÉ EN 1985						
DBCP 11,25 kg/ha m.a.	191 705 bc	1 349 c	1 242 c	2 a	47 a	155 a
DBCP 22,50 kg/ha m.a.	183 920 c	1 167 c	1 182 c	1 a	0 a	41 b
DBCP 45,00 kg/ha m.a.	196 156 bc	1 192 c	1 125 c	2 a	0 a	7 b
DBCP 90,00 kg/ha m.a.	203 374 bc	1 115 c	1 000 c	1 a	0 a	0 b
RETRAITÉ EN 1985						
DBCP 11,25 kg/ha m.a.	235 047 a	1 752 b	1 724 b	0 a	14 a	34 b
DBCP 22,50 kg/ha m.a.	213 926 ab	1 730 b	1 771 b	1 a	7 a	4 b
DBCP 45,00 kg/ha m.a.	213 659 ab	1 950 b	2 172 a	2 a	0 a	7 b
DBCP 90,00 kg/ha m.a.	211 426 abc	2 389 a	2 463 a	0 a	20 a	0 b

Tableau 3

Comparaison des effets de la jachère, de la jachère nue et d'un traitement nématicide sur les rendements de l'arachide et les populations du nématode *Scutellonema cavinessi* (les résultats suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 %). [A = sol laissé en jachère complète en 1984; B = sol désherbé tous les jours en 1984; C = sol désherbé chaque semaine en 1984, avec injection de DBCP en 1985; D = sol désherbé chaque deux semaines, en 1984 avec injection de DBCP et inoculation de nématodes en 1985]

*Comparison of the effects of fallow, bare fallow and nematicidal treatment on peanut yield and nematode populations of Scutellonema cavinessi (data with the same letter are not significantly different at p = 5 %). [A = soil under fallow in 1984; B = daily weeded soil in 1984; C = weekly weeded soil in 1984 with DBCP injection in 1985; D = biweekly weeded in 1984 with DBCP injection and nematode inoculation in 1985]*

Traitements	Rendements			Scutellonema cavinessi		
	Nombre de pieds/ha	Fanes (kg/ha)	Gousses (kg/ha)	par système racinaire	Par dm <sup>3</sup> de sol	
					Population initiale	Population finale
A	163 194 a	1 937 a	2 202 a	59 a	4 907 a	478 a
B	161 111 a	1 404 b	1 515 b	1 b	44 b	216 b
C	156 944 a	2 573 c	2 113 b	0 a	48 b	33 b
D	168 750 a	2 653 c	2 074 a	0 b	231 b	29 b

Tableau 4

Comparaison des effets directs d'un traitement nématicide et des effets résiduels de la jachère, de la jachère nue et d'un traitement nématicide sur les rendements du mil et du sorgho et sur les populations de nématodes phytoparasites (les résultats suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 %). [A = sol laissé en jachère complète en 1984; B = sol désherbé tous les jours en 1984; C = sol désherbé chaque semaine en 1984, avec injection de DBCP en 1985; D = sol désherbé chaque deux semaines en 1984, avec injection de DBCP et inoculation de nématodes en 1985 et avec une deuxième injection de DBCP en 1986]

*Comparison of direct effects of nematicidal treatment and residual effects of fallow, bare fallow and nematicidal treatment on millet and sorghum yield and on phytoparasitic nematodes (data with the same letter are not significantly different at p = 5 %). [A = soil under fallow in 1984; B = weeded soil in 1984; C = weekly weeded soil in 1984 with DBCP injection in 1985; D = biweekly weeded soil in 1984 with DBCP injection and nematodes inoculation in 1985 and with second DBCP injection in 1986]*

	Rendements parcelaires			Nombre de nématodes par dm <sup>3</sup> de sol			
	Nombre d'épis	Poids des grains (g)	Poids des parties aériennes (g)	Tylenchorhynchus sulcatus		Scutellonema cavinessi	
				Population initiale	Population finale	Population initiale	Population finale
<b>MIL</b>							
A	124,5 a	792 a	3 426 a	70 a	637 a	4 997 a	6 716 a
B	92,5 a	256 b	2 278 b	155 a	236 b	162 b	188 a
C	142,5 a	587 a	3 814 a	0 b	267 b	15 b	70 b
D	5 b	8 b	193 c	0 b	20 b	115 b	16 b
<b>SORGHO</b>							
A	1,3 b	6,5 b	350 b	70 a	343 a	4 997 a	6 716 a
B	1,3 b	22 b	128 b	155 a	179 a	162 b	81 b
C	15,5 ab	102 ab	1 043 ab	0 b	76 a	15 b	34 b
D	35 a	196 a	1 576 a	0 b	0 a	115 b	40 b

les rendements l'année suivante (effet résiduel). Le retraitement nématicide au DBCP provoque une très forte diminution des rendements, probablement liée à un phénomène de phytotoxicité de cette molécule sur le mil. Pour le sorgho, on n'enregistre pas de différence entre les parcelles témoin et celles en jachère nue deux ans auparavant. On note par contre un effet considérable du traitement nématicide, tant en effet direct (Traitement D) qu'en effet résiduel (Traitement C). Le DBCP n'apparaît donc pas être phytotoxique pour le sorgho. L'analyse de ces résultats sur les rendements confrontés à ceux concernant les taux de population initiale montre que : *i*) le nématode *T. sulcatus* peut être suspecté de nocuité vis-à-vis du sorgho; *ii*) il est peu probable que le nématode *S. cavenessi* soit pathogène vis-à-vis de cette plante.

## ESSAI 4

La comparaison de l'action nématicide du DBCP et de l'EDB aux doses testées (Tab. 5) montre que : *i*) ces deux produits ont une action analogue avec une efficacité plus marquée pour le DBCP; *ii*) cette action est indépendante de la date à laquelle est effectué l'injection du produit.

L'analyse des rendements de la culture (Tab. 5) montre que le DBCP n'entraîne aucun effet alors que l'EDB provoque un doublement du poids de grains et

des parties aériennes accompagné d'une forte augmentation du tallage. La date de l'injection du nématicide influe sur le poids des parties aériennes de manière différente suivant le nématicide injecté : on observe une augmentation régulière en fonction de la date de traitement avec le DBCP alors que ce phénomène est inversé pour l'EDB.

## Discussion

Les effets du DBCP sur les rendements de l'arachide confirment les résultats antérieurs (Germani, Baujard & Luc, 1985; Baujard *et al.*, 1987). Ce produit nématicide est phytotoxique pour le mil au moment de la germination; sa phytotoxicité disparaît lorsqu'il est injecté en cours de végétation. A ce moment, malgré la quasi-éradication des nématodes phytoparasites, il ne provoque aucun effet sur les rendements du mil. Le DBCP provoque par contre, malgré l'absence de nématodes phytoparasites, un effet positif sur les rendements du sorgho; cet effet positif persiste un an après le traitement nématicide (effet résiduel).

L'EDB, à la différence du DBCP, présente une action nette sur les rendements de la culture, malgré une efficacité nématicide légèrement inférieure; cette action apparaît maximale lorsque le traitement est effectué au moment du semis.

Tableau 5

Comparaison des effets du DBCP et de l'EDB suivant la date d'injection sur les rendements du mil et les populations de nématodes phytoparasites (les résultats suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 %)

[0, 7, 14, 21 : nombre de jours entre le semis et l'injection des nématicides]

Comparison of the effects of DBCP and EDB and time of application on millet yield and phytoparasitic nematodes (data with the same letter are not significantly different at  $p = 5\%$ )

[0, 7, 14, 21 : day numbers between sowing and nematocide injection]

Traitements	Rendements			Scutellonema cavenessi (nombre de nématodes par $dm^3$ de sol)	
	Poids des parties aériennes (kg/ha)	Nombre d'épis /ha	Poids de grains (kg/ha)	Population initiale	Population finale
Témoin	1 015 d	24 667 d	245 b	4 626 a	4 067 a
DBCP	0	884 d	24 667 d	209 b	7 598 a
	7	1 168 d	35 333 d	220 b	5 681 a
	14	1 353 cd	29 167 d	279 bc	4 299 a
	21	1 341 cd	43 500 cd	214 b	7 594 a
EDB	0	2 481 a	103 666 a	467 ac	3 633 a
	7	2 306 ab	90 333 ab	496 a	5 491 a
	14	2 186 ab	92 500 ab	512 a	3 383 a
	21	1 864 bc	71 166 bc	461 ac	5 330 a

Les expérimentations du champ (Duncan & Baujard, 1986; Baujard *et al.*, 1987; Sarr, Baujard & Martiny, 1989) et au laboratoire (Sarr, Baujard & Colonna, 1989), suggèrent que les augmentations des rendements enregistrées avec les nématicides fumigants bromés (DBCP et EDB) sur les légumineuses (arachide, niébé) et les céréales (mil, sorgho) cultivées dans la zone sahélienne ne peuvent s'expliquer uniquement par la destruction des peuplements de nématodes phytoparasites identifiés dans cette zone. Plusieurs hypothèses sont actuellement émises à partir des phénomènes enregistrés au champ : les nématicides fumigants bromés seraient susceptibles, outre la destruction des nématodes phytoparasites; *i*) de détruire un autre agent pathogène (Dhéry, Germani & Giard, 1975); *ii*) de présenter une action stimulante, soit directement sur le végétal (Touchton & Rodriguez Kabana, 1985), soit indirectement sur les symbiotes telluriques du végétal (Germani, Diem & Dommergues, 1980).

#### RÉFÉRENCES

- BAUJARD, P., DUNCAN, L. W., PARISELLE, A. & SARR, E. (1987). Étude des effets de quatre nématicides fumigants sur les nématodes et l'arachide au Sénégal. *Revue Nématol.*, 10 : 355-360.
- DALMASSO, A. (1966). Méthode simple d'extraction des nématodes du sol. *Revue Écol. Biol. Sol.*, 3 : 473-478.
- DHÉRY, M., GERMANI, G. & GIARD, A. (1975). Résultats de traitements contre la chlorose et le rabougrissement de l'arachide en Haute-Volta. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 10 : 161-167.
- DUNCAN, L. W. (1986). Effects of bare fallow on plant parasitic nematodes in the Sahelian Zone of Senegal. *Revue Nématol.*, 9 : 75-81.
- DUNCAN, L. W. & BAUJARD, P. (1986). Influence of nematicide placement depth and time of application on treatment efficacy in the Sahelian Zone of Senegal. *Revue Nématol.*, 9 : 135-139.
- GERMANI, G., BAUJARD, P. & LUC, M. (1985). *La lutte contre les nématodes dans le bassin arachidier sénégalais*. Dakar, ORSTOM, 16 p.
- GERMANI, G., DIEM, M. G. & DOMMERGUES, Y. (1980). Influence of 1, 2 dibromo-3-chloropropane fumigation on nematode population, mycorrhizal infection, N<sub>2</sub> fixation and yield of field-grown groundnut. *Revue Nématol.*, 3 : 75-79.
- SARR, E., BAUJARD, P. & COLONNA, J. P. (1989). Études sur les nématodes, les nématicides et le niébé (*Vigna unguiculata*) dans la zone sahélienne du Sénégal. 2. Résultats des expérimentations de laboratoire. *Revue Nématol.*, 12 (in press).
- SARR, E., BAUJARD, P. & MARTINY, B. (1989). Études sur les nématodes, les nématicides et le niébé (*Vigna unguiculata*) dans la zone sahélienne du Sénégal. 1. Résultats des expérimentations au champ. *Revue Nématol.*, 12 (in press).
- SHER, S. A. (1964). Revision of the Hoplolaiminae (Nematoda). III. *Scutellonema* Andrassy, 1985. *Nematologica*, 9 : 421-443.
- TOUCHTON, J. T. & RODRIGUEZ KABANA, R. (1985). Corn growth and yield response to ethylene dibromide and nitrogen. *Agron. J.*, 77 : 389-392.

Accepté pour publication le 19 avril 1988.