

# La lutte contre les nématodes des bananiers au Cameroun : bilan de 10 ans d'étude de l'efficacité de composés nématicides

R FOGAIN  
Ira / CRBP  
BP 832  
Douala  
Cameroun

R ACHARD  
Cirad-FIhor / CRBP  
BP 832  
Douala  
Cameroun

M KWA  
Ira / CRBP  
BP 832  
Douala  
Cameroun

P FERRIER  
Cirad-FIhor / CRBP  
BP 832  
Douala  
Cameroun

JL SARAH  
Cirad-FIhor  
BP 5035  
34032 Montpellier, cedex 1  
France

Reçu le 25 juillet 1995  
Accepté le 15 juin 1996

## La lutte contre les nématodes des bananiers au Cameroun : bilan de 10 ans d'étude de l'efficacité de composés nématicides.

### RÉSUMÉ

Les nématodes, *Radopholus similis* en particulier, sont l'une des principales causes de la baisse de rendement du bananier. Un bon contrôle de ces ravageurs nécessite une combinaison de diverses méthodes de lutte, incluant à la fois les techniques culturales, biologique et chimique. De 1985 à 1994, de nouvelles molécules et formulations de nématicides ont été expérimentées au Cameroun, pour évaluer leur efficacité pour le contrôle des nématodes en bananeraie industrielle. Certains de ces produits se sont avérés très efficaces. Dans des conditions particulières, l'utilisation de ces nématicides peut permettre d'accroître le rendement de plus de 50 %.

### MOTS CLÉS

*Musa*, Cameroun, lutte antinématode, *Radopholus similis*, lutte chimique, produit agrochimique.

## Nematode control on banana plantations in Cameroon: summary of 10 years of research on the efficacy of nematicide compounds.

### ABSTRACT

Nematodes, particularly *Radopholus similis*, are one of the main causes of the decline of banana yields. A good control of these pests requires a combination of cultural, biological and chemical methods. Between 1985 and 1994, new molecules and formulations were tested in Cameroon to evaluate their efficacy in the control of nematodes in the cropping system of export bananas. Some compounds were very efficient on nematode populations. In specific conditions, the use of these compounds may lead to an increase in yield exceeding 50 %.

### KEYWORDS

*Musa*, Cameroon, nematode control, *Radopholus similis*, chemical control, agricultural chemicals products.

## La lucha contra los nemátodos de los bananos en el Camerún : balance de 10 años de estudio de eficacia de productos químicos agrícolas.

### RESUMEN

Los nemátodos, *Radopholus similis* particularmente, son una de las principales causas de la baja de rendimiento del banano. Un buen control de estas plagas necesita una combinación de diversos métodos de lucha incluyendo a las vez técnicas culturales, biológicas y química. De 1985 a 1994, se experimentaron nuevas moléculas y formulaciones de productos químicos en el Camerún para evaluar su eficacia para el control de los nemátodos en plantanera industrial. Algunos de estos productos se revelaron muy eficaces. En condiciones particulares, la utilización de estos productos químicos puede permitir aumentar el rendimiento de más de 50 %.

### PALABRAS CLAVES

*Musa*, Camerún, control de nemátodos, *Radopholus similis*, control químico, productos químicos agrícolas.

## ● introduction

La production de la banane d'exportation est l'une des principales sources de devises pour le Cameroun. Il existe deux zones principales de production, situées dans le sud du pays : la plaine du Fako dans le sud-ouest et la région du Moungo le long du littoral. La superficie totale occupée par ces plantations est d'environ 5 000 ha. De 1987 à 1991, la quantité de bananes exportée est passée de 43 000 t à 112 000 t ; l'objectif est d'atteindre 200 000 t en 1995.

Cette nette augmentation de la production est liée à plusieurs facteurs, parmi lesquels le contrôle des maladies et ravageurs (cercosporioses, nématodes et charançons) joue un rôle primordial.

Les nématodes occasionnent des dégâts importants sur bananiers. Parmi les espèces rencontrées, la plus importante est *Radopholus similis* Cobb (FOGAIN, 1994 ; BRIDGE et al, 1995). L'importance des dégâts causés par les nématodes varie en fonction du cycle de production et du type de sol. Des gains de rendement de plus de 100 %, dus à l'utilisation de nématicides, elle-même liée aux zones de production et aux types de sol, ont été rapportés par SARAH (1989), ainsi que par GOWEN et QUÉNÉHERVÉ (1990).

Les méthodes de contrôle utilisées en plantations industrielles incluent les techniques culturales, la lutte chimique et l'utilisation de matériel végétal assaini (rejets désinfectés) ou sain (vitroplants). Dans ce contexte, certains travaux effectués au cours des 10 dernières années (1985-1994) dans les parcelles expérimentales de la station Ira<sup>1</sup> / CRBP<sup>2</sup> de Njombé (Cameroun) avaient pour objectif d'évaluer l'intérêt de l'utilisation de nouvelles molécules et formulations nématicides développées par les firmes de produits phytosanitaires. La synthèse de ces recherches fait l'objet du document présenté.

## ● matériels et méthodes

### site

Tous les essais ont été conduits à Njombé (Cameroun) sur sols volcaniques (andosols) à texture argileuse fine (sols bruns lessivés), avec un pH variant entre 5,1 et 6,1 (DELVAUX, 1989). Njombé est situé à 80 m d'altitude et la température

moyenne est de 27 °C. La pluviométrie annuelle varie entre 2 000 et 2 700 mm.

### matériel végétal

Le matériel végétal testé au cours de ces expérimentations appartenait à des cultivars du bananier *Musa acuminata*, du sous-groupe Cavendish (AAA). Les rejets ou souches utilisés pour la mise en place des essais ont été prélevés dans des parcelles en fin de production. Après parage pour éliminer les vieilles racines et les parties les plus nécrosées, ce matériel végétal de plantation a été calibré pour obtenir une meilleure homogénéité dans les essais.

### molécules et formulations expérimentées

Les produits nématicides qui ont été plus particulièrement étudiés, présentés dans le tableau I, appartiennent au groupe des organophosphorés ou des carbamates.

### traitements nématicides

Les traitements nématicides ont été appliqués quelques semaines après la plantation, puis trois fois par an (avril, juillet et octobre). Ce calendrier tient compte à la fois de la rémanence des produits (3 à 4 mois) et de la pluviosité locale (MELIN et VILARDEBO, 1973).

Les produits conditionnés en granulés ont été appliqués en couronne, à 30 cm autour du pied ; les produits liquides, à systémie descendante, ont été pulvérisés sur le pseudotrone.

### conduite des essais

Les bananiers ont été plantés en lignes simples à la densité de 2 016 plants par ha (1,55 m x 3,2 m). Les travaux d'entretien en cours de culture ont été faits en suivant l'itinéraire technique classique de la conduite d'une bananeraie.

Afin de mettre en évidence l'impact des seuls nématicides sur le rendement, les autres maladies et ravageurs ont été contrôlés, de façon systématique, en utilisant des produits n'ayant pas d'activité nématicide significative :

- des applications de chlordécone (Curlone 5G) à la dose de 1 g/plant/an ont permis de lutter contre les charançons ;
- la cercosporiose a été contrôlée par application

<sup>1</sup> IRA : Institut de la recherche agronomique du Cameroun.

<sup>2</sup> CRBP : Centre régional bananiers plantains du Cameroun.

Tableau I

Liste des molécules et des formulations utilisées pour le contrôle des nématodes, étudiées de 1985 à 1994 sur le site de l'Ira/CRPB au Cameroun.

<i>Matière active</i>	<i>Nom commercial</i>	<i>Formulation</i>	<i>Mode d'action</i>	<i>Groupe chimique</i>
Cadusaphos	Rugby 10 G	Granulé	Contact	Organophosphoré
Oxamyl	Vydate 240 EC	Concentré émulsionnable	Systémique	Carbamate
Terbufos	Counter 10 G Control 10 G MBG 10 G	Granulé Granulé Granulé	Systémique	Organophosphoré
Isazophos	Miral 500 CS	Suspension de microcapsules	Systémique	Organophosphoré
Phénomiphos	Némacur 125 AL	Liquide à utiliser sans dilution	Systémique	Organophosphoré

de fongicides systémiques sur avertissement biologique (FOURÉ, 1988).

Les observations ont porté sur certains paramètres évaluant le développement végétatif du plant (hauteur du plant, circonférence du pseudotrunc mesuré à 10 cm du sol) et ses performances de production (rendement).

Pour le dénombrement des nématodes, les prélèvements de racines ont été effectués tous les mois. Sur chacune des parcelles expérimentales, cet échantillonnage a été réalisé sur 20 % des plants, puis décalé d'un plant chaque mois. Les racines prélevées sur une même parcelle ont été regroupées en un seul lot à partir duquel l'extraction des nématodes proprement dite a été effectuée (VILARDEBO et al, 1988). Après lavage, les racines ont été découpées en tronçons d'environ 1 cm et une partie aliquote de 25 g a été broyée au mixer dans 150 à 200 ml d'eau. Ensuite, le broyat a été filtré sur une colonne constituée d'une série de quatre tamis dont les mailles étaient de plus en plus fines : 250, 80, 50 et 40 µm. Les particules récupérées sur la grille des deux derniers tamis ont été mises en suspension dans un tube à essai pour le dénombrement des nématodes.

## dispositif expérimental et analyses statistiques

Tous les essais ont été implantés selon un dispositif en blocs aléatoires complets avec quatre à cinq répétitions (selon les études) de 40 bananiers

significatifs par parcelle. Des lignes de bordure constituées par des plants non observés ont été disposées autour de ces essais et entre les parcelles élémentaires d'un même essai.

Une analyse de variance a été appliquée aux résultats en utilisant le logiciel STATITCF<sup>3</sup> et le test de Newman et Keuls a permis de comparer les moyennes.

## ● résultats

### étude de nouvelles molécules

Cette étude a permis de comparer trois nouvelles molécules, le cadusaphos, l'oxamyl et le terbufos, par rapport à des traitements témoins sans apport de nématicides, et à des traitements avec une molécule déjà connue, prise comme référence.

### efficacité du cadusaphos

L'efficacité du cadusaphos a été testée par rapport à un traitement de référence effectué avec de l'isazophos en granulés (Miral 10 G).

#### traitements

Cinq traitements ont été appliqués pour évaluer l'efficacité de différentes doses de cadusaphos (Rugby 10 G) sur l'évolution des populations de *R similis* :

– T1 : traitement témoin sans apport de nématicide ;

<sup>3</sup> STATITCF : application permettant le traitement statistique des données, développée par l'Institut technique des céréales et des fourrages (ITCF), France.

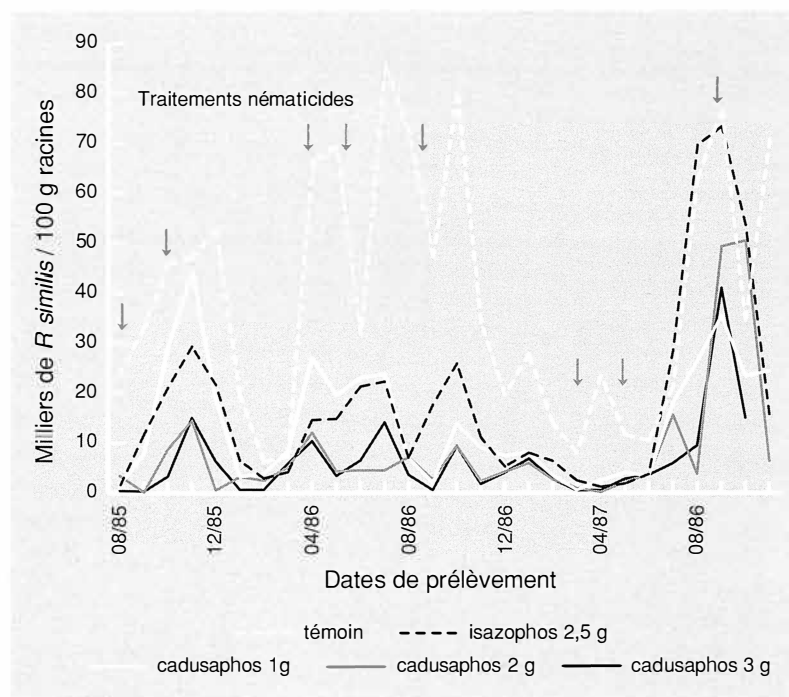


Figure 1  
Effet de différentes doses de cadusaphos en granulés (Rugby 10 G), comparé à celui de l'isazophos (Miral 10 G), sur les infestations de *Radopholus similis* en bananeraie.

- T2 : traitement de référence à 2,5 g isazophos par plant, trois fois par an ;
- T3 : 1 g cadusaphos par plant, trois fois par an ;
- T4 : 2 g cadusaphos par plant, trois fois par an ;
- T5 : 3 g cadusaphos par plant, trois fois par an.

L'essai a été mis en place en mai 1985. Il comportait cinq répétitions.

effet sur les populations de *R similis*

L'évolution des populations de nématodes au cours des 2 années pendant lesquelles l'essai a été suivi montre que le cadusaphos a une action manifeste sur les populations de *R similis* (fig 1). Toutes les doses étudiées ont été efficaces par rapport au traitement témoin sans apport de nématocide. L'effet assainissant le plus intéressant a été obtenu avec les doses de 2 et 3 g de cadusaphos par plant. À 1 g par plant, cette nouvelle molécule a présenté une efficacité comparable à celle de l'isazophos choisi comme matière active de référence. À partir de la troisième année de traitement, on a noté, en général, un accroissement des populations de *R similis*, aussi bien dans les parcelles traitées que dans celles n'ayant reçu aucun apport de nématocide.

effet sur la végétation et la production

Les paramètres hauteur et circonférence du pseudotrunc, mesurés sur les plants de la parcelle témoin et sur ceux des plants traités, ont présenté des écarts importants, surtout pour le caractère hauteur des plants (tableau II).

Les valeurs les plus élevées ont été obtenues, en général, pour les bananiers des parcelles traitées au cadusaphos à 2 et 3 g de matière active par pied, mais les différences entre traitements à l'isazophos ou au cadusaphos n'ont, cependant, pas été significatives.

Tableau II

Incidence du cadusaphos (formulation en granulés : Rugby 10 G) sur la croissance et la production des bananiers, par rapport à un traitement de référence effectué avec de l'isazophos (formulation en granulés : Miral 10 G).

	Cycles	Témoin	Isazophos 2,5 g/pl	Cadusaphos 1 g/pl	Cadusaphos 2 g/pl	Cadusaphos 3 g/pl	Test Newman et Keuls
Hauteur du plant (cm)	1	247	254	258	259	252	ns
	2	257 a	275 b	277 b	283 b	281 b	*
	3	244 a	263 b	274 b	278 b	265 b	*
Circonférence du pseudotrunc à 10 cm du sol (cm)	1	79,4	82,3	81,2	81,2	80,5	ns
	2	75,4	79,2	78,9	80,7	80,9	ns
	3	69,5	73,8	74,7	75,0	75,6	ns
Production (t/ha)	1	43,5	48,1	49,3	49,9	51,7	ns
	2	40,7	47,2	48,8	51,7	52,1	ns
	3	13,1 a	17,0 a	25,6 b	27,3 b	29,2 b	*

a, b : groupes définis par le test de Newman et Keuls, significativement différents au seuil de 5 % ;

ns : différences non significatives ;

\* valeurs significatives au seuil de 5 %.

En second cycle, les plants traités ont eu un meilleur rendement que ceux des bananiers de la parcelle témoin. En troisième cycle, les parcelles traitées au cadusaphos ont eu une production significativement supérieure à celle des parcelles traitées à l'isazophos. Cependant, le rendement a alors fortement diminué par rapport au second cycle du fait d'un taux important de chute accidentelle des plants (cyclones).

### efficacité de l'oxamyl

Le cadusaphos ayant donné des résultats particulièrement intéressants aux doses de 2 et 3 g de matière active par plant, c'est le traitement qui a été choisi comme référence lors de l'essai mis en place pour tester l'efficacité de l'oxamyl.

### traitements

Quatre traitements ont été appliqués, qui ont permis de comparer deux doses d'oxamyl (Vydate 240 EC), vis-à-vis de leur effet sur les populations de *R similis* :

- T1 : traitement témoin sans apport de nématicide ;
- T2 : traitement de référence à 2 g cadusaphos par plant, trois fois par an ;
- T3 : 1,8 g oxamyl par plant, trois fois par an ;
- T4 : 2,4 g oxamyl par plant, trois fois par an.

L'essai a été mis en place en mai 1988. Il comportait cinq répétitions.

### effet sur les populations de *R similis*

L'évolution des populations de *R similis* a été suivie pendant 32 mois après la mise en place de l'essai (fig 2). De fortes infestations ont été notées au cours du premier cycle, suivies d'une diminution, quelle que soit la parcelle, au cours des deux cycles suivants. Les niveaux de population les plus bas ont été obtenus dans les lots de bananiers traités aux nématicides. Cette diminution a été la plus marquée dans les parcelles traitées au cadusaphos. Les deux doses d'oxamyl appliquées ont eu un effet équivalent sur l'assainissement des parcelles.

### effet sur la végétation et la production

Les observations faites sur le cycle végétatif ont mis en évidence des différences significatives de hauteur des plants entre parcelles traitées avec un nématicide et parcelles témoins sans traitement, au cours des deuxième et troisième cycles (tableau III).

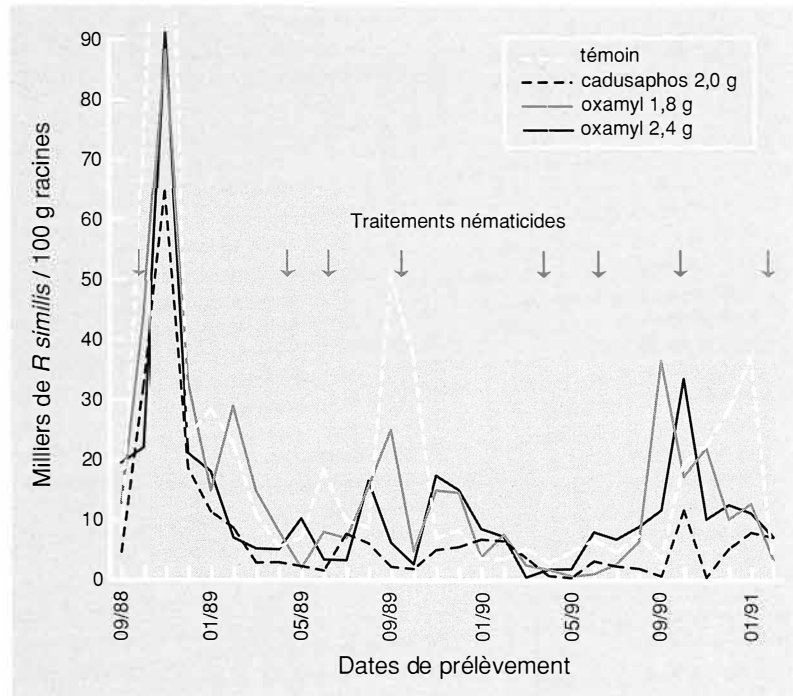


Figure 2  
Effet de deux doses d'oxamyl en concentré émulsionnable (Vydate EC) comparé à celui du cadusaphos en granulés (Rugby 10 G), sur les infestations de *Radopholus similis* en bananeraie.

La production a été plus élevée dans les parcelles traitées. Une augmentation de rendement de 4 à 9 t/ha par cycle a été obtenue avec les traitements à l'oxamyl. Ce gain s'est élevé à 16 t/ha par cycle pour le traitement au cadusaphos.

### efficacité du terbufos

Le terbufos est une molécule utilisée depuis longtemps en Amérique centrale sur la culture du bananier. Au Cameroun, elle n'est étudiée que depuis 1990, d'abord avec le Counter 10 G, puis avec des formulations ayant d'autres origines. Sous cette formulation en Counter 10 G, le terbufos a été évalué d'abord en station, puis en milieu réel.

### traitements

Comme pour le cadusaphos, le terbufos a été testé par rapport à un traitement de référence effectué avec de l'isazophos en granulés (Miral 10 G).

Les quatre traitements appliqués ont permis de comparer les effets de deux doses de terbufos (Counter 10 G) sur l'évolution des populations de *R similis* :

- T1 : traitement témoin sans apport de nématicide ;
- T2 : traitement de référence à 2,5 g isazophos par plant, trois fois par an ;

Tableau III

Incidence de l'oxamyl (formulation de concentré émulsionnable : Vydate 240 EC) sur la croissance et la production des bananiers, par rapport à un traitement de référence effectué avec du cadusaphos (formulation en granulés : Rugby 10 G).

	Cycles	Témoin	Cadusaphos 2 g/pl	Oxamyl 1,8 g/pl	Oxamyl 2,4 g/pl	Test Newman et Keuls
Hauteur du plant (cm)	1	225	227	223	229	ns
	2	250 a	268 b	261 b	262 b	*
	3	250 a	276 b	270 b	272 b	*
Circonférence du pseudotrunc à 10 cm du sol (cm)	1	64,2	61,4	63,4	64,6	ns
	2	70,7	73,5	71,9	72,6	ns
	3	68,4	71	70	70,7	ns
Production (t/ha)	1	—	—	—	—	—
	2	31	38	35	35	ns
	3	24 a	40 b	31 c	31 c	*

a, b, c : groupes définis par le test de Newman et Keuls, significativement différents au seuil de 5 % ;

ns : différences non significatives ;

\* valeurs significatives au seuil de 5 %.

- T3 : 2 g terbufos par plant, trois fois par an ;
- T4 : 3 g terbufos par plant, trois fois par an.

Cette expérimentation comportant quatre répétitions a été conduite de juin 1990 à mars 1992.

#### effet sur les populations de *R similis*

Les parcelles témoins, sans nématicide, ont eu de fortes infestations en *R similis* dès le quatrième mois après plantation (fig 3). Pour ces plants, le niveau des populations de nématodes est toujours resté très élevé, sauf en fin de saison sèche. L'isazophos (référence) a induit un assainissement modéré. En revanche, sur les par-

celles traitées avec 2 et 3 g de terbufos par pied, les populations ont eu un accroissement nettement inférieur à celui observé sur les autres parcelles (témoin ou référence). La dose de 3 g de terbufos par pied a donné les meilleurs résultats avec, en second cycle, un maintien des populations au-dessous du seuil de 10 000 individus de *R similis*/100 g de racines.

#### effet sur la croissance et la production des bananiers

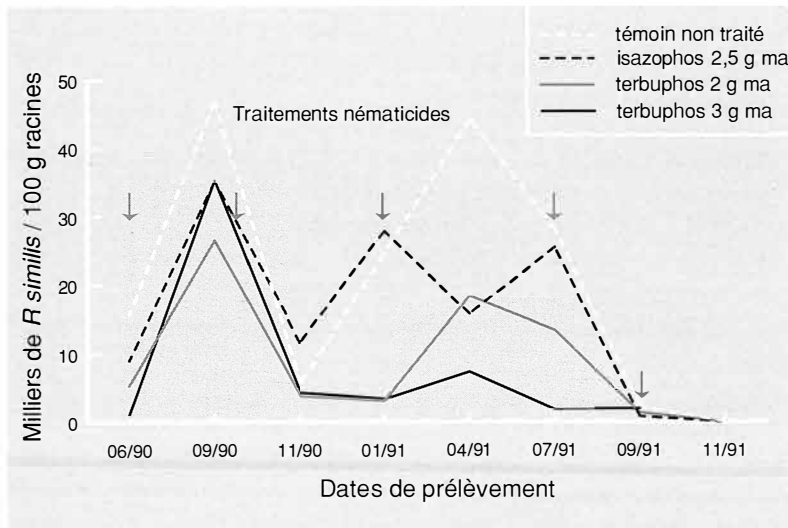
Dès le premier cycle, les bananiers des parcelles traitées ont montré une meilleure croissance que celle des plants témoins (tableau IV). En second cycle, les différences de croissance ont été moins sensibles.

Les rendements bruts de second cycle ont été significativement plus faibles sur les bananiers témoins et sur ceux du traitement de référence. Les rendements des parcelles traitées au terbufos ont produit entre 33 et 39 t/ha. En cumul sur les deux cycles, l'application du terbufos a permis un gain de rendement d'environ 25 % par rapport à la référence isazophos et de 60 % par rapport aux plants témoins non traités.

#### autres expérimentations réalisées sur cette molécule

À la suite de l'évaluation de l'efficacité du produit Counter 10 G, deux autres formulations du terbufos ont été évaluées : le Control 10 G et le

Figure 3  
Effet de deux doses de terbufos en granulés (Counter 10 G) comparé à celui de l'isazophos en granulés (Miral 10 G), sur les infestations de *Radopholus similis* en bananeraie.



MBG 10 G. Les résultats obtenus avec ces produits génériques ont été comparables à ceux obtenus avec le Counter 10 G (fig 4).

## efficacité de nouvelles formulations

Les tests permettant d'évaluer l'efficacité de nouvelles formulations ont porté sur l'étude du phénamiphos en formulation liquide (Némacur 125 AL) et de l'isazophos en suspension de microcapsules (Miral 500 CS).

## efficacité du Némacur 125 AL

L'efficacité du Némacur 125 AL en formulation liquide (matière active : phénamiphos) a été testée par rapport à deux traitements de référence : l'un a utilisé la même matière active (phénamiphos), mais sous une formulation classique en granulés (Némacur 10 G), l'autre a consisté en une application d'oxamyl (Vydate 240 EC), déjà étudié précédemment.

### traitements

Les quatre traitements appliqués ont permis de comparer l'effet de deux doses de phénamiphos en formulation liquide, sur l'évolution des populations de *R similis* :

- T1 : traitement de référence à 3 g phénamiphos (Némacur 10 G) par pied, trois fois par an ;
- T2 : traitement de référence à 2,5 g oxamyl (Vydate 240 EC) par plant, trois fois par an ;
- T3 : 2 g phénamiphos (Némacur 125 AL) par plant, trois fois par an ;
- T4 : 3 g phénamiphos (Némacur 125 AL) par plant, trois fois par an.

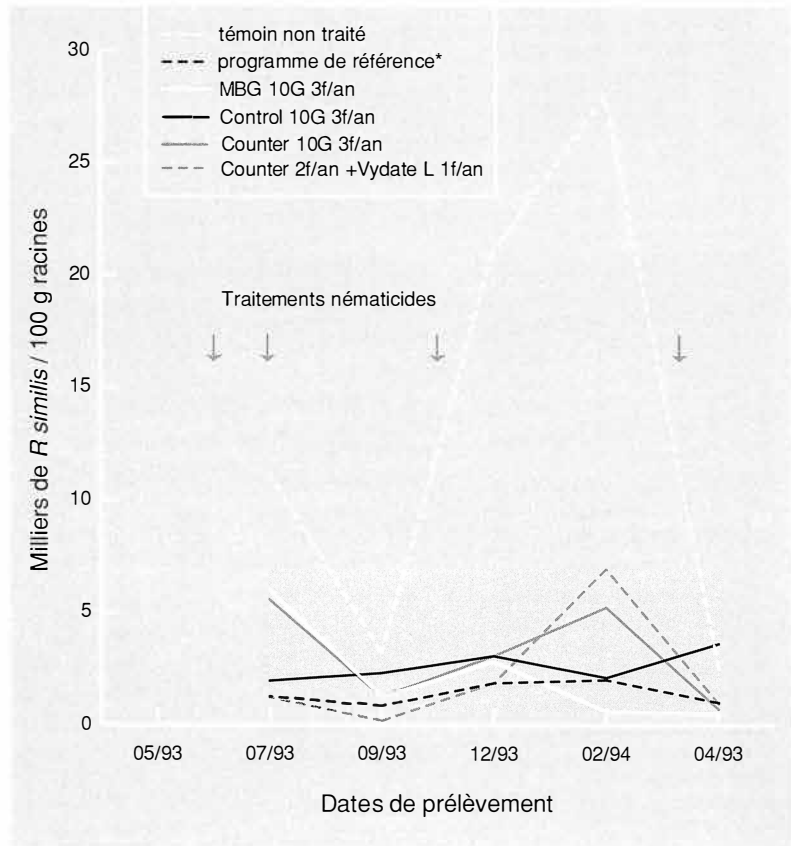


Figure 4

Comparaison des effets de plusieurs formulations en granulés de terbufos sur les infestations de *Radopholus similis* en bananeraie (\* alternance Vydate, Némacur, Rugby).

L'essai a été conduit sur deux cycles, de fin 1992 à début 1994, sur une parcelle de production en plantation industrielle ; il comportait quatre répétitions.

Tableau IV

Incidence du terbufos (formulation en granulés : Counter 10 G) sur la croissance et la production des bananiers, par rapport à un traitement de référence effectué avec de l'isazophos (formulation en granulés : Miral 10 G).

	Cycles	Témoin	Isazophos 2,5 g/pl	Terbufos 2,0 g/pl	Terbufos 3,0 g/pl	Test Newman et Keuls
Hauteur du plant (cm)	1	250 b	261 a	268 a	269 a	*
	2	256	274	273	277	ns
Production (t/ha)	1	21,3 b	29 ab	39,2 a	33,1 a	*
	2	18,4 b	21 b	28,6 a	31,5 a	*

a, b : groupes définis par le test de Newman et Keuls, significativement différents au seuil de 5 % ;

ns : différences non significatives ;

\* valeurs significatives au seuil de 5 %.

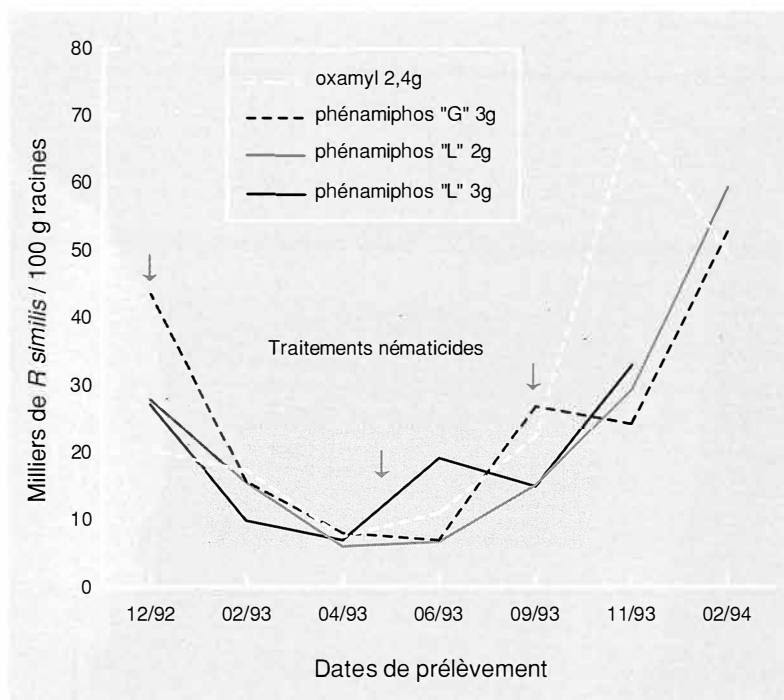


Figure 5  
Comparaison des effets de deux formulations du phénamiphos, celle en granulés (Némacur 10 G) utilisée habituellement et une nouvelle formulation liquide (Némacur 125 AL), par rapport à l'utilisation de l'oxamyl en concentré émulsionnable (Vydate 240 EC), sur les infestations de *Radopholus similis* en bananeraie.

effet sur les populations de *R. similis*

L'évolution des populations de nématodes au cours de l'essai a montré qu'aux doses testées, le phénamiphos en formulation liquide a présenté une efficacité comparable à celle de la formulation en granulés et à celle de l'oxamyl (formulation liquide) (fig 5).

effet sur la végétation et la production

Aucune différence significative n'a été notée quant aux caractéristiques végétales et de production

des bananiers traités (tableau V) ; cela confirme que les divers traitements qui ont été appliqués ont eu un effet équivalent.

### efficacité du Miral 500 CS

L'utilisation du Miral 500 CS a permis de tester cette nouvelle formulation de l'isazophos sous forme d'une suspension de microcapsules.

Deux expérimentations ont été mises en place, l'une en parcelle expérimentale, l'autre en plantation industrielle.

traitements

- Essai en parcelle expérimentale

L'effet de deux doses d'isazophos conditionné en microcapsules (Miral 500 CS) appliquées deux fois par an a été comparé à celui de la formulation en granulés (Miral 10 G) appliquée trois fois par an, utilisée comme traitement de référence. Quatre traitements ont donc été appliqués :

- T1 : traitement témoin sans apport de nématocide ;
- T2 : traitement de référence à 2,5 g isazophos en granulés par plant, trois fois par an ;
- T3 : 2 g isazophos en microcapsules par plant, deux fois par an ;
- T4 : 3 g isazophos en microcapsules par plant, deux fois par an.

Chaque traitement a été répété quatre fois dans un dispositif en blocs aléatoires complets. L'essai a été mis en place en juin 1990.

- Essai en plantation (prévilgarisation)

L'effet de la nouvelle formulation en microcapsules de l'isazophos (Miral CS) a été comparé à

Tableau V

Incidence d'une nouvelle formulation du phénamiphos (Némacur liquide 125 AL) par rapport à celle en granulés (Némacur 10 G), sur la croissance et la production des bananiers ; traitement de référence effectué avec de l'oxamyl (formulation en concentré émulsionnable : Vydate 240 EC) (ma : matière active).

	Témoin	Référence	Nouvelle formulation		Test de Newman et Keuls
	Némacur 10 G	Vydate 240 EC	Némacur 125 AL		
	3 g ma/pl	2 g ma/pl	3 g ma/pl	2 g ma/pl	
Hauteur du plant (cm)	248,5	255,0	246,6	259,4	ns
Circonférence du pseudotrunc à 10 cm du sol (cm)	70,4	71,8	69,8	73,1	ns
Poids du régime par plant (t / ha)	21,9	22,1	21,7	22,3	ns

ns : différences non significatives.



celui d'un traitement de référence utilisant du cadusaphos en granulés (Rugby 10 G) :

- T1 : traitement de référence à 2 g cadusaphos (Rugby 10 G) par pied, trois fois par an ;
- T2 : en formulation micro-encapsulée (Miral 500 CS) à 2,5 g isazophos en microcapsules par pied, deux fois par an.

effet sur les populations de *R similis*

Les résultats obtenus lors des essais en parcelle expérimentale, puis en plantation, ont mis en évidence l'effet nématicide de l'isazophos en formulation micro-encapsulée du Miral 500 CS (figs 6a et 6b).

L'isazophos en formulation micro-encapsulée, appliqué à la dose de 2 ou 3 g par pied, deux fois par an, permet de limiter le développement des populations de nématodes de façon plus efficace que le Miral en granulé (fig 6a).

Au cours de l'essai de pré-vulgarisation en plantation, les applications de l'isazophos en formulation micro-encapsulée à la dose de 2,5 g par pied, deux fois par an, ont permis de diminuer l'infestation en *R similis* des racines, à un niveau comparable à celui observé lors du traitement de référence effectué avec du cadusaphos à 2 g par pied, trois fois par an (fig 6b).

effet sur la végétation et la production

La production des bananiers traités par application d'isazophos a été significativement plus élevée que celle des plants témoins n'ayant reçu aucun nématicide (tableau VI) ; le rendement a alors été amélioré de 30 à 40 %. Cependant, il n'y a pas eu de différences de production entre les bananiers selon qu'ils ont été traités avec l'une ou l'autre des formulations d'isazophos.

Malgré les gains de production observés, les caractéristiques végétales de hauteur du plant et de circonférence du pseudotrunc ont été équivalentes pour tous les bananiers, traités ou pas.

## ● discussion

Au cours des expérimentations poursuivies de 1985 à 1994 dans les parcelles expérimentales de l'Ira/CRBP au Cameroun, l'efficacité de nouvelles molécules nématicides, ainsi que leurs effets sur le rendement des bananiers dans des conditions expérimentales favorables au développement de *R similis*, ont pu être précisés.

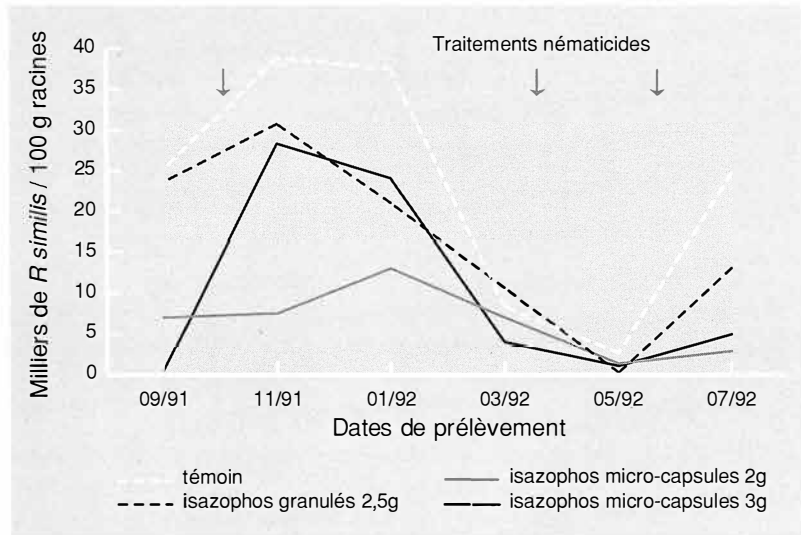


Figure 6a

Comparaison des effets de deux formulations d'isazophos, celle en granulés (Miral 10 G) utilisée habituellement et une nouvelle formulation en suspension de microcapsules (Miral 500 CS), sur les infestations de *Radopholus similis* en bananeraie expérimentale.

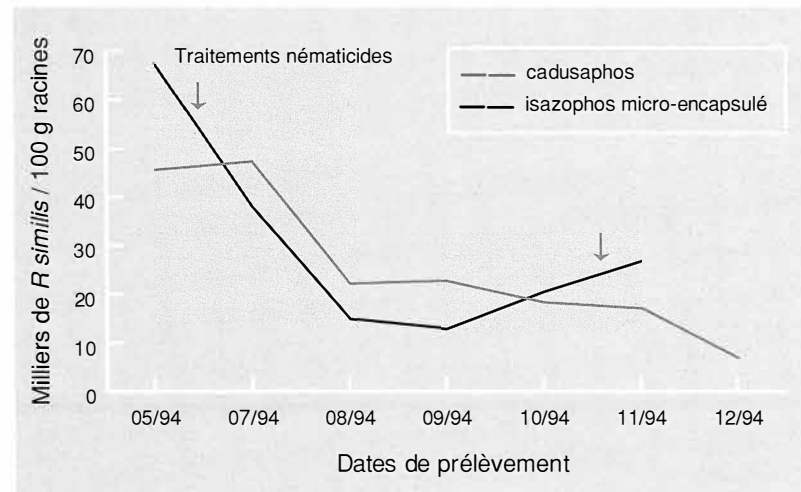


Figure 6b

Comparaison des effets d'une nouvelle formulation d'isazophos en suspension de microcapsules (Miral 500 CS) et d'une formulation en granulés de cadusaphos (Rugby 10 G), sur les infestations de *Radopholus similis* en bananeraie industrielle.

En culture industrielle de bananiers, la lutte contre les nématodes, et plus particulièrement contre *R similis*, est une nécessité ; son intérêt est mis en évidence par les gains de production significatifs observables dès le deuxième cycle, en cas de contrôles efficaces. Même si de très importants progrès ont été obtenus par la vulgarisation de techniques culturales adaptées à la lutte contre les

nématodes (amélioration et généralisation de la pratique de la jachère, utilisation de matériel sain), dès 6 mois à 2 ans après plantation d'une bananeraie sur un précédent « jachère », les populations du parasite atteignent de nouveau un niveau élevé (FOGAIN, 1987 ; SARAH et al, 1983 ; SARAH, 1989 ; MATEILLE et al, 1992).

En l'absence d'une lutte chimique efficace, la baisse de rendement occasionnée par les dégâts dus à l'attaque des nématodes varie de 20 à 50 %, selon la zone de production (MELIN et VILARDEBO, 1973 ; DAVIDE et MARASIGAN, 1985 ; PEREZ et al, 1987 ; SARAH, 1989).

Les nouvelles molécules dont l'efficacité a été montrée ici, cadusaphos et terbufos notamment, complètent une large gamme de nématicides déjà expérimentés au Cameroun. Celle-ci permet d'adopter des stratégies d'alternance efficaces pour :

- prévenir une éventuelle sélection de populations de nématodes qui s'avèreraient résistantes aux molécules chimiques utilisées ;
- limiter les risques de biodégradation rapide dans le sol des produits utilisés (ANDERSON, 1988 ; SARAH, 1989).

Les molécules les plus employées actuellement font partie du groupe chimique des organophosphorés (cadusaphos, isazophos, terbufos, phénamiphos). Les molécules du groupe des carbamates sont moins utilisées (carbofuran, aldicarbe, oxamyl).

Selon la zone pédoclimatique où a été implantée la bananeraie, l'efficacité de chacune de ces molécules peut varier. En particulier, les résultats obtenus sur le site de Njombé ne sont pas systé-

matiquement applicables aux autres régions du Cameroun. Les travaux rapportés par GUÉROUT et al (1976) et SARAH et VILARDEBO (1979) indiquent que l'efficacité des nématicides est fortement liée à la nature du sol.

En général, la lutte chimique contre les nématodes nécessite l'utilisation répétée de nématicides (deux à trois fois par an), à des doses de matières actives par hectares relativement importantes (12 à 27 kg de matière active par ha et par an). Les nouvelles formulations, qui ont été testées lors des travaux présentés, permettent de réduire les doses d'application ou d'améliorer l'efficacité du traitement à partir de l'utilisation d'une même matière active :

- la formulation micro-encapsulée de l'isazophos a permis de contrôler les populations de nématodes avec des traitements utilisant une même dose de matière active par plant que la formulation en granulés, mais à partir de deux seules applications par an ; cela revient à diminuer d'un tiers la quantité de matière active appliquée par an ; de plus, le conditionnement adopté est moins dangereux pour l'utilisateur ;
- dans le cas de la formulation liquide testée pour le phénamiphos, appliquée directement sur le pseudotrunc du bananier, l'efficacité du traitement est équivalente à celle d'un conditionnement en granulés, mais la dose de matière active est alors moindre d'un tiers. Par ailleurs, le mode d'application de cette formulation limite les risques de biodégradation rapide de cette matière active par le sol, puisque le traitement se fait par pulvérisation directe sur la plante.

Tableau VI

Incidence d'une nouvelle formulation d'isazophos en suspension de microcapsules (Miral 500 CS) par rapport à un conditionnement en granulés (Miral 10 G), sur la croissance et la production des bananiers (ma : matière active).

	<i>Témoin sans nématicide</i>	<i>Référence Miral 10 G 2,5 g ma/pl</i>	<i>Nouvelle formulation Miral 500 CS</i>		<i>Test de Newman et Keuls</i>
			<i>2 g ma/pl</i>	<i>3 g ma/pl</i>	
Hauteur du plant (cm)	251	262	264	260	ns
Circonférence du pseudotrunc à 10 cm du sol (cm)	74	79	78	77	ns
Poids du régime par plant (t / ha)	31,3 a	44 b	40,9 b	40,5 b	*

a, b : groupes définis par le test de Newman et Keuls, significativement différents au seuil de 5 % ;

ns : différences non significatives ;

\* valeurs significatives au seuil de 5 %.

Les évolutions récentes des diverses formulations proposées vont donc dans le sens d'une efficacité accrue des matières actives utilisées ; cela se traduit aussi par un coût moindre des traitements. Par ailleurs, ces nouveaux produits associés à la mise au point de nouveaux modes d'application (appareils d'application de granulés pour le Témik et le Counter, applicateurs de formulations liquides pour le Vydate et le Némacur) ont aussi pour objectif de réduire les risques d'utilisation. En combinant des traitements chimiques, plus efficaces et moins toxiques, avec les techniques culturales maintenant vulgarisées (jachères et plantations de vitroplants), les agriculteurs camerounais disposent, maintenant, d'un certain nombre des composantes d'une lutte intégrée permettant de définir une stratégie adaptée à un contrôle plus durable des populations de nématodes, dans un meilleur respect des facteurs de l'environnement.

## ● références

- Anonyme (1994) *Index phytosanitaire*. Paris, France, Acta, 561 p
- Bridge J, Price NS, Kofi P (1995) Plant parasitic nematodes of plantains and other crops in Cameroon, West Africa. *Fund Appl Nematol* 18 (3), 251-260
- Davide RG, Marasigan LQ (1985) Yield loss assessment and evaluation of resistance of banana cultivars to the nematodes *Radopholus similis* Thorne and *Meloidogyne incognita* Chitwood. *Philippines Agric* 68, 335-349
- Delvaux B (1989) Rôle des constituants de sols volcaniques et de leurs propriétés de charge dans le fonctionnement de l'agrosystème bananier au Cameroun. *Fruits* 44 (6), 309-319
- Fogain R (1987) Étude du développement des infestations des racines des vitroplants de bananier par les nématodes (*Radopholus similis* Cobb). Douala, Cameroun, ENSA, université de Dschang, Cameroun, mémoire de fin d'étude, 70 p
- Fogain R (1994) Les ravageurs des bananiers et plantains au Cameroun. *Infomusa* 3 (1), 19-20
- Fouré E (1988) Stratégies de lutte contre la cercosporiose noire des bananiers et des plantains provoquée par *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. L'avertissement biologique au Cameroun. Évaluation des possibilités d'amélioration. *Fruits* 43 (5), 269-273
- Gowen S, Quénéhervé P (1990) Nematodes parasites of banana, plantains and abaca. In : *Plant parasitic nematodes subtropical and tropical agriculture*. Wallingford, Oxon, UK, CAB International, M Luc, RA Sikora, J Bridge, eds, 431-459
- Guérout R, Lassoudière A, Vilardebo A (1976) Efficacité des nématicides sur deux types de sols à caractéristiques particulières en Côte d'Ivoire. *Fruits* 31 (7-8), 427-436
- Mateille T, Quénéhervé P, Topart P (1988) Nematicidal treatment of banana AAA cv Poyo planting material by corm coating. *Revue Nematol* 11 (1), 89-92
- Mateille T, Adjovi T, Hugon R (1992) Techniques culturales pour la lutte contre les nématodes du bananier en Côte d'Ivoire : assainissement des sols et de matériel sain. *Fruits* 47 (2), 281-290
- Melin P, Vilardebo A (1973) Efficacité de quelques nématicides en bananeraies dans les sols volcaniques de la région du Moungo (Cameroun). *Fruits* 29 (1), 3-17
- Perez J, Garcia E, Fernandez E, Duarte E, Jimenez E (1987) Efficacy of isazophos 10 % G and carbofuran 5 % G against *Radopholus similis* in bananas and plantain (*Musa sp.*). *Agrotecnia de Cuba* 19 (2), 10-108
- Sarah JL (1989) Banana nematodes and their control in Africa. *Nematropica* 19 (3), 199-216
- Sarah JL, Vilardebo A (1979) L'utilisation du Miral en Afrique de l'Ouest pour la lutte contre les nématodes du bananier. *Fruits* 34 (12), 729-741
- Vilardebo A, Boisseau M, Lassoudière A, Melin P, Ternisien E (1988) Expérimentation avec l'aldicarbe pour lutter contre *Radopholus similis* Cobb (*Nematoda, Pratylenchidae*) et *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coléoptère, *Curculionidae*) en bananeraie. Première partie : expérimentation réalisée en Martinique et au Cameroun. *Fruits* 43 (7-8), 417-431