

DEUXIEME CONFERENCE INTERNATIONALE SUR LES MALADIES DES PLANTES
BORDEAUX 8-10 Novembre 1988

PROTECTION TEMPORAIRE DES CULTURES MARAICHIERES CONTRE
MELOIDOGYNE INCOGNITA PAR APPLICATION EN PEPINIERE
DE MICRO-DOSES DE NEMATOCIDES ENDOTHERAPIQUES

T. MATEILLE (1) C. NETSCHER (2) P. CADET (3)

- (1) Laboratoire de Nématologie, ORSTOM, 01 BP V51, ABIDJAN 01, Côte d'Ivoire
(2) Laboratoire de Nématologie, Antenne ORSTOM, 123, boulevard F. Meilland, BP 2078 F
06600 ANTIBES CEDEX
(3) Laboratoire de Nématologie, ORSTOM, BP 81, F97201 FORT DE FRANCE
MARTINIQUE

RESUME

En serre, des aubergines ont été traitées avec des micro-doses d'aldicarbe et d'isazophos trois semaines après le semis, aux doses de 0,9, 3,5, 14 et 56 mg par plant. Deux semaines après, les plants ont été transférés en pots dans un sol inoculé avec des juvéniles de *Meloidogyne incognita*. La dose de 14 mg réduit significativement la pénétration des juvéniles, la production de masses d'œufs et le nombre d'œufs.

Appliqué en pépinière sur tomate avant le repiquage au champ, l'aldicarbe permet une réduction de l'infestation totale des racines en *M. incognita* et la protection nématocide est équivalente à l'efficacité d'un traitement du sol à l'aide de fumigants (dichloropropène 50 et 100 litres/hectare ou dibromoéthane 30 litres/hectare). Sur concombre, les produits endotherapiques réduisent l'infestation racinaire et le taux de mortalité après repiquage, et améliorent les rendements.

SUMMARY

TEMPORARY PROTECTION OF VEGETABLES FROM *MELOIDOGYNE INCOGNITA* BY MINUTE QUANTITIES OF ENDOTHERAPIC NEMATOCIDES APPLIED AT SEEDLING STAGE

Under greenhouse conditions, egg-seedlings were treated three weeks after sowing, with 0,9, 3,5, 14 and 56 mg of aldicarb or isazophos. Two weeks after, seedlings were transferred in pots and inoculated with *Meloidogyne incognita*. Dosage of 14 mg reduces larvae penetration, egg-mass production and total number of eggs.

Under field conditions, aldicarb reduces total root infestation by *M. incognita* on tomato, and protection is approximatively the same as a soil treatment with a fumigan (dichloropropene 50 and 100 liters/hectare or ethylene dibromide 30 liters/hectare). On cucumber, these endotherapeutic nematicides reduce root infestation and death rate after transplanting, and increase yields.

815

Très fréquemment, de fortes populations des nématodes phytoparasites du genre *Meloidogyne* se développent sur des cultures sensibles dans des sols apparemment peu ou pas infestés. Le développement des populations est alors favorisé par un taux de reproduction très élevé (500 à 2000 œufs par femelle) pour un cycle biologique court (environ 28 jours), et par leur mode de reproduction parthénogénétique qui permet à la quasi-totalité des œufs de se développer en juvéniles infestants.

Dans ce cas, les cultures à cycle court, comme les cultures maraîchères, ne peuvent supporter qu'un nombre limité de générations de *Meloidogyne*. L'un des moyens pour en retarder les dégâts est le traitement à l'aide de produits nématocides endotherapiques.

Bien que testés déjà avec succès en plein champ sur cultures maraîchères (DI SANZO, 1973; HOUGH et THOMASON, 1975), l'existence de résidus dans les fruits limite leur emploi sur de nombreuses cultures.

La pratique du repiquage rend possible le traitement de nombreuses cultures maraîchères au stade pépinière. Ainsi, de très faibles doses de nématocides endotherapiques, adaptées en fonction de l'âge de la plante et aux volumes des substrats, peuvent protéger les plants d'attaques précoces de *Meloidogyne* après repiquage.

Afin de vérifier cette hypothèse, une expérimentation en serre a été conduite sur aubergine afin d'étudier les mécanismes d'action des nématocides employés selon cette technique. Puis deux expérimentations ont été menées au champ, d'une part sur tomate et d'autre part sur concombre afin de vérifier l'efficacité de la technique sur le contrôle des populations de *Meloidogyne* et son impact sur les rendements.

CONDITIONS DE L'ETUDE

Première expérimentation

Dans une première étape, des graines d'aubergine (*Solanum melongena*) cv. Violette longue ont été semées dans des pots de 700 cm³ de terre pasteurisée. Trois semaines après semis, 4 doses d'isazophos et d'aldicarbe (0,9; 3,5; 14; 56 mg), dissoutes dans 20 cm³ d'eau, ont été appliquées aux plantules. Deux semaines après traitement, les plants ont été dépotés, leurs racines lavées à l'eau, et repiqués dans des pots de 700 cm³ de terre pasteurisée. Des juvéniles de *Meloidogyne incognita* ont alors été inoculés (500 par plant). Quatre semaines après inoculation, les plants ont été dépotés et, après lavage des racines à l'eau, les masses d'œufs ont été dénombrées, et le poids frais des plants mesuré.

Dans une seconde étape, l'expérience a été répétée avec la dose unique de 14 mg. Une semaine après inoculation de *M. incognita*, un lot de plants a été dépoté, les racines lavées à l'eau puis colorées au bleu coton (DE GUIRAN, 1966) afin de compter les juvéniles nouvellement pénétrés. Trois semaines après, les masses d'œufs ont été récoltées sur un deuxième lot de plants, et comptées. Puis ces masses d'œufs ont été mises à éclore dans de l'eau distillée, à l'obscurité à 28°C pendant 100 jours (DE GUIRAN, 1979). Les œufs non éclos ont alors été colorés au New Blue R (SHEPHERD, 1962) afin de distinguer les œufs morts des œufs vivants en diapause (DE GUIRAN, 1979). Par ailleurs, les juvéniles de deuxième génération issus de la ponte ont été inoculés à des plants d'aubergine non traités afin de vérifier leur pouvoir infestant.

Fonds Documentaire IRD

Cote: B*22340 Ex: Unique

Fonds Documentaire IRD



010022340

Deuxième expérimentation

Le transfert au champ de cette technique a été mené dans le nord de la Côte d'Ivoire sur tomate (*Lycopersicon esculentum*) cv. Heinz 1370. Des plants ont été traités à l'aldicarbe à la dose de 14 mg par plant puis repiqués deux semaines plus tard dans un champ très peu infesté par *M. incognita* (environ 10 juvéniles par litre de sol extraits selon les méthodes de SEINHORST [1962] et DEMEURE et NETSCHER [1973]). Parallèlement, des parcelles avaient été traitées à l'aide de produits nématicides fumigants. L'essai disposé en blocs de Fischer (parcelles élémentaires de 40,5 m² avec 150 plants) consistait donc à comparer l'effet protecteur des fumigants par leur action de contact direct sur les nématodes présents dans le sol à celui de l'aldicarbe par son action indirecte endotherapique. Les traitements étaient les suivants:

- T : sol et plants non traités (témoin).
- A : plants prétraités à l'aldicarbe (140 mg/plant de produit formulé ou Temik 10G)
- EDB : sol traité au dibromoéthane (30 l/ha de produit formulé ou EDB).
- T50, T100 et T150: sol traité au dichloropropène (50, 100 et 150 l/ha de produit formulé ou Telone IIEC).

Pour dénombrer les nématodes dans les racines, des prélèvements de plants ont été effectués durant toute la culture. L'extraction des nématodes a été réalisée en chambre à brouillard (SEINHORST, 1950) et a donc permis de recueillir les juvéniles issues des masses d'œufs de femelles sédentarisées dans les racines; le nombre de juvéniles obtenu représentait alors un indice de l'infestation racinaire.

Troisième expérimentation

Les deux premières expérimentations ont été conduites sur deux solanacées et avec des niveaux initiaux d'infestation en *M. incognita* relativement bas. Afin de tester les limites d'efficacité de cette technique, nous l'avons utilisée sur une cucurbitacée, le concombre (*Cucumis sativus*) cv. Poinsett que nous avons repiqué sur un sol très infesté (environ 7 000 juvéniles par litre de sol). L'aldicarbe et l'isazophos ont à nouveau été appliqués à la dose de 14 mg par plant. Les parcelles élémentaires de 18 m² comptaient 48 plants.

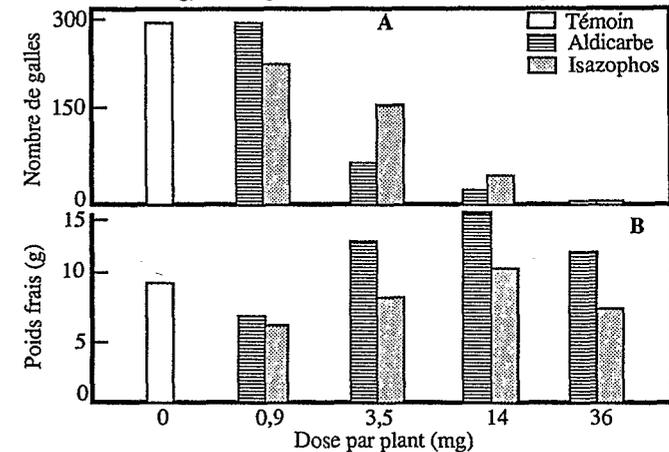
En raison de la très forte infestation du sol, nous avons dû procéder à de multiples remplacements de plants. Puis, les rendements par parcelle ont été mesurés. La récolte terminée, les plants ont été arrachés et un indice de galle entre 0 et 5 a été attribué selon l'échelle de BARKER (1985).

RESULTATS ET DISCUSSION

Première expérimentation

Le nombre de masses d'œufs récoltées diminue avec l'augmentation des doses d'isazophos ou d'aldicarbe appliquées (Fig. 1A). L'aldicarbe inhibe plus efficacement que l'isazophos le développement de la population de *M. incognita*. Quel que soit le nématicide, le poids frais des plants augmente entre les doses de 0,9 et 14 mg puis diminue (Fig. 1B), indiquant ainsi, dans les conditions de l'expérience (volume du substrat et âge des plants), une dose optimale à 14 mg.

Figure 1 : Effets de 4 doses de nématicides endotherapiques sur l'infestation en *Meloidogyne incognita* et sur la croissance des plants d'aubergine.



A : nombre de galles sur racines de plants d'aubergine inoculés avec 500 *Meloidogyne incognita*
B : poids frais des plants correspondants

Le taux de pénétration des juvéniles est significativement plus bas sur les plants traités (Tab. I) mais il apparaît que tous les juvéniles qui pénètrent se développent en femelles.

Tableau I : Effets des traitements sur la pénétration des juvéniles de *Meloidogyne incognita* sur aubergine et pouvoir infestant de la seconde génération.

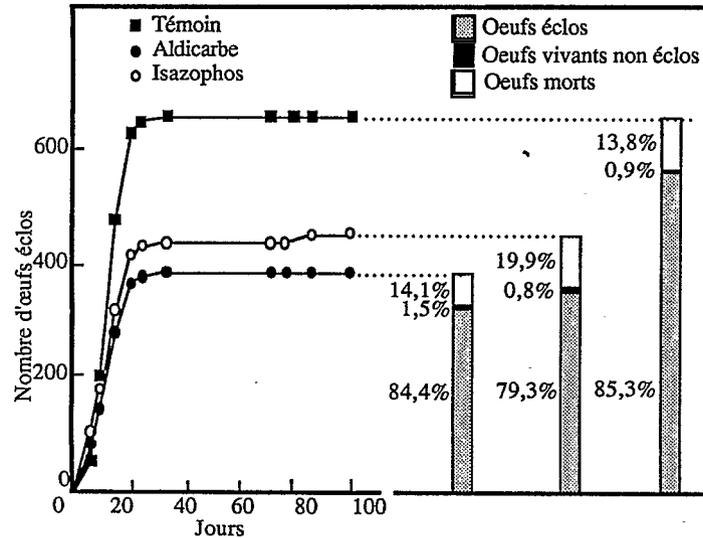
Traitement (14 mg/plant)	Pénétration des juvéniles inoculées		Pouvoir infestant des juvéniles issues des masses d'œufs (% de l'inoculum)*
	Taux moyen de pénétration (%)*	Nombre de masses d'œufs (% de l'inoculum)*	
Témoin	66,3 a	66,1 a	62,7 a
Isazophos	9,1 b	9,0 b	63,6 a
Aldicarbe	5,2 b	5,0 b	61,8 a

* Test de rang de Man Whitney, $p < 1\%$.

Les éclosions sont synchrones et la majorité des œufs éclosent en 20 jours (Fig. 2). Mais le nombre d'éclosions diminue de 35 à 42% après traitement à l'aldicarbe et l'isazophos. Cependant, il est important de noter que les proportions

d'œufs éclos, d'œufs morts et d'œufs vivants en diapause dans les masses d'œufs sont équivalentes entre les traitements.

Figure 2 : Eclosion et état physiologique des œufs par masse d'œufs



Par ailleurs, les juvéniles de seconde génération issus de ces masses d'œufs ont le même pouvoir infestant (Tab. I).

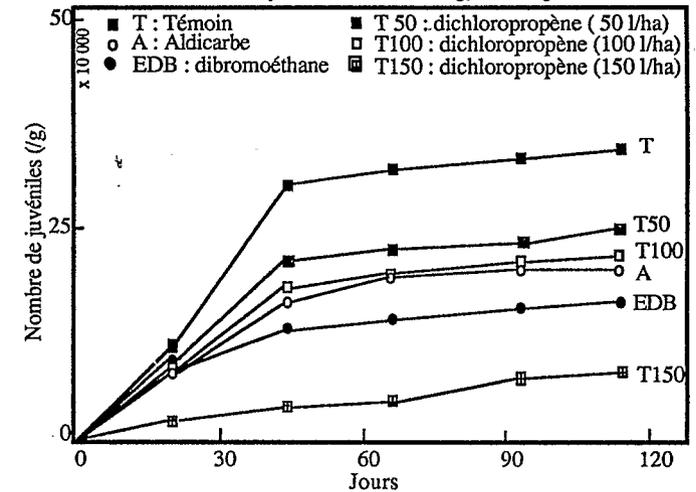
Cette expérience démontre que les effets résiduels des nématicides endothérapeutiques ne concernent pas tous les stades du cycle biologique de *M. incognita* : ils agissent sur la pénétration des juvéniles mais n'interfèrent pas avec le développement de ceux qui ont pénétré dans les racines. Ils diminuent les taux de fécondité des femelles mais ne perturbent pas le développement embryonnaire des œufs : le traitement est sans effet sur la seconde génération.

Deuxième expérimentation

Quel que soit le traitement, les niveaux d'infestation augmentent de façon continue pendant les 45 premiers jours (Fig. 3). Puis le développement des populations s'arrête à mesure que l'on s'approche de la récolte, phénomène souvent rencontré pour de nombreux nématodes sur des plantes en phase de fructification (arrêt de l'activité racinaire : émission, croissance et synthèse des exsudats attractifs). Mais les degrés d'attaque des racines par les juvéniles de *M. incognita* montrent trois niveaux différents : l'un très élevé obtenu en l'absence de traitement, un autre très bas obtenu avec la plus forte dose de dichloropropène, et enfin un niveau intermédiaire obtenu avec le dibromoéthane, les plus faibles doses de dichloropropène et l'aldicarbe.

Une tornade survenue en fin de cycle de culture a empêché toute mesure de rendement.

Figure 3 : Evolution cumulée de l'infestation racinaire de plants de tomate enjuvéniles de *Meloidogyne incognita*



Cet essai montre que, sur un sol peu infesté en *M. incognita*, l'activité résiduelle endothérapeutique de l'aldicarbe appliqué en pépinière peut être équivalente en terme d'efficacité et de protection nématicide à l'activité d'un produit fumigant appliqué en plein champ, alors que les doses appliquées sont sans commune mesure (14 mg/plant ne correspondent qu'à 280 à 490 g/ha de matière active selon la densité).

Troisième expérimentation

La forte infestation initiale du sol a eu une influence considérable sur la reprise des plants après le repiquage (Tab. II) puisqu'en l'absence de traitement plus de 50% de plants ont dû être remplacés. Mais, malgré une différence significative, l'isazophos n'a pas suffi à protéger les plants de cette attaque précoce. Par contre, l'aldicarbe a réduit cette perte au repiquage de près de 45 à 50% par rapport aux autres traitements.

Pour les rendements, seul l'aldicarbe a permis une augmentation de plus de 200% par rapport au témoin..

Enfin, l'infestation racinaire finale en *M. incognita*, représentée par un indice de galle, est significativement plus basse sur les plants traités, d'autant plus après traitement à l'aldicarbe qu'à l'isazophos.

Tableau II : Effets des traitements sur la reprise des plants de concombre, les rendements et l'infestation finale en *Meloidogyne incognita*

Traitement (14 mg/plant)	Taux de remplacements* (%)	Rendement ** (kg/m ²)	Indice de galle*
Témoin	53,78 a	4,3 a	2,2 a
Isazophos	46,97 b	6,9 a	1,7 b
Aldicarbe	24,24 c	14,3 b	1,5 c

* Test de rang de Man Whitney, $p < 1\%$.

** Test de Newman & Keuls, $p < 5\%$.

Pour chaque expérimentation (aubergine, tomate et concombre), les résidus d'aldicarbe appliqué ont été analysés par le Huntingdon Research Center (Grande Bretagne) dans les fruits des plants traités. Les analyses n'ont révélé que des taux inférieurs à 0,01 ppm, donc très en dessous de la limite EPA (USA) de 0,3 ppm.

CONCLUSION

Cette série d'expérimentations a permis de démontrer l'efficacité résiduelle des nématicides endotherapiques, appliqués en mini-doses aux cultures maraichères au stade de la pépinière, sur le nématode à galles *M. incognita*. Les nématicides agissent à différents stades du cycle biologique du nématode, ce qui résulte en une diminution du taux de multiplication. Ceci entraîne un retard de développement des populations qui permet à la plante d'assurer les fonctions essentielles de croissance végétative et de fructification avant que les niveaux d'infestation soient trop élevés.

D'un point de vue pratique, une dose de 14 mg de matière active par plant correspondrait, selon les cultures, à des doses de 100 à 500 g de matière active à l'hectare, rendant ainsi le traitement en pépinière économiquement attractif. Par ailleurs, la sensibilité des plants à de plus fortes doses empêche toute utilisation abusive et donc tout risque de résidus dans les fruits.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DI SANZO C.P., 1973. Nematode response to carbofuran. *J. Nematol.*, 5 : 22-27.
- HOUGH A., THOMASON I.J., 1975. Effects of aldicarb on the behavior of *Heterodera schachtii* and *Meloidogyne javanica*. *J. Nematol.*, 7 : 221-229.
- DE GUIRAN G., 1966. Coloration des nématodes dans les tissus végétaux par le bleu coton à froid. *Nematologica*, 12 : 646-647.
- DE GUIRAN G., 1979. A necessary diapause in root-knot nematodes. Observations on its distribution and inheritance in *Meloidogyne incognita*. *Revue Nématol.*, 2 : 223-231.
- SHEPHERD A.M., 1962. New Blue R, a stain that differentiates between living and dead nematodes. *Nematologica*, 8 : 201-208.

- SEINHORST A.M., 1962. Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica*, 8 : 117-128.
- DEMEURE Y. et NETSCHER C., 1973. Méthode d'estimation des populations de *Meloidogyne* dans le sol. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.*, 21 : 85-90.
- SEINHORST J.W., 1950. De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aantasting door het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev). *Tijdschr. PZiekt.*, 61 : 291-349.
- BARKER K.R., 1985. Nematode extraction and bioassays. In Barker K.R., Carter C.C. & Sasser J.N. (Ed.). *An advanced treatise on Meloidogyne. II. Methodology. I.M.P. Project.*