

# Limites des traitements nématicides contre les *Meloidogyne* associés au melon cultivé sous abri plastique en Tunisie<sup>(1)</sup>

Mohamed M. B'CHIR

INAT, 43, Avenue Charles-Nicolle, 1002 Tunis-Belvédère, Tunisie.

## RÉSUMÉ

Des essais ont été entrepris dans le but de déterminer les nématicides les plus efficaces, et les conditions de leur application, dans la lutte contre les *Meloidogyne* associés au melon. Les fumigants sont, en général, plus efficaces que les systémiques. Un traitement double, associant le DD et le phénamiphos, donne les meilleurs résultats dans le cas du melon, une culture très sensible. Ces traitements chimiques doivent se faire à une dose optimale au-dessous, ou au-dessus, de laquelle le produit peut perdre de son efficacité.

## SUMMARY

*The limits of nematicidal treatments against Meloidogyne spp. on melon in plastic shelters, in Tunisia*

Trials were carried out with the aim to determine the most efficient nematicides and the best conditions for use application to control *Meloidogyne* infecting cantaloupe. In general, fumigants were more efficient than systemics. A treatment with DD and phenamiphos gave the best results. These chemical treatments should be used at the optimal rate, to avoid loss of efficiency which occur at lower or higher rates.

Les cucurbitacées et spécialement les melons, occupent plus de 10 % des surfaces cultivées sous abris-serres en Tunisie. On assiste chaque année à une augmentation des surfaces cultivées sous ces abris, alors qu'on ne dispose d'aucune donnée permettant le contrôle de certains facteurs limitants qui portent un grave préjudice à ce système de production. Les nématodes du genre *Meloidogyne* posent l'un des plus importants problèmes phytosanitaires dans ces conditions. L'application de méthodes de lutte classiques sans expérimentation préalable s'est soldée par de nombreux échecs, les traitements chimiques anarchiques des serres contribuant à aggraver la situation (B'chir, 1981a).

Des essais ont été effectués dans le but de mettre au point une méthode de lutte rationnelle pour protéger cette culture contre les *Meloidogyne*.

## Matériels et méthodes

L'installation de ces essais a été réalisée dans les régions de Monastir et de Chott Meriam entre 1980 et

1984 dans des serres appartenant à la coopérative de Nabhana.

Les dispositifs expérimentaux sont du type blocs complets randomisés. Dans les serres de 80 m de long, les parcelles élémentaires mesurent  $7 \times 1,25$  m soit une superficie de  $8,7 \text{ m}^2$  et comportent quinze plants de melon, sur une seule ligne, espacés de 0,5 m. Dans les serres de 50 m de long les parcelles élémentaires ne mesurent que  $4 \times 1,25$  m soit  $4,9 \text{ m}^2$  et ne comportent que 10 plants. Dans les deux cas on a le même dispositif avec  $4 \times 8$  parcelles élémentaires (B'chir & Horrigue, 1982). Les 32 parcelles de chaque essai sont isolées, latéralement par un film de plastique enfoncé dans le sol à une profondeur de 50 cm, et dans le sens de la longueur par des espaces interparcellaires, évitant les contaminations et les effets des traitements d'une parcelle élémentaire à l'autre.

Les six protocoles expérimentaux de cette étude sont résumés au tableau 1. Dans les serres A et B nous avons comparé l'activité nématicide de trois fumigants : (dichloropropane - dichloropropène (DD), dazomet et dichloropropène + isothiocyanate de méthyle). Dans les

(1) Travail mis à l'étude par le Groupement Interprofessionnel des Légumes (GIL) et réalisé avec la collaboration technique de l'Ing. Principal S. Limaiem (GIL, Délégation de Sousse).

Tableau 1  
 Protocoles expérimentaux  
*Experimental designs*

Serres	Traitements		Répétitions	Noms commerciaux des produits
	Désignations	Doses		
A, B	Témoin	0	8	
	Dichloropropane-Dichloropropène (DD)	300 l/ha (1)	8	DD Shell
	Dazomet (BA)	600 kg/ha (1)	8	Basamid
	Dichloropropène-Méthylisothiocyanate (Di)	300 l/ha (1)	8	Ditrapex
	Témoin	0	4	
C, D	Dichloropropane-Dichloropropène (DD)	300 l/ha (1)	4	DD Shell
	Carbofuran (Fu)	100 kg/ha (2)	4	Furadan
	Phenamiphos (Ne)	100 kg/ha (2)	4	Nemacur
	Ethoprophos (Mo)	100 kg/ha (2)	4	Mocap
	DD + Fu	300 l + 100 kg/ha (1, 2)	4	
	DD + Ne	300 l + 100 kg/ha (1, 2)	4	
	DD + Mo	300 l + 100 kg/ha (1, 2)	4	
E	Témoin	0	8	
	DD <sub>1</sub>	200 l/ha (1)	8	
	DD <sub>2</sub>	400 l/ha (1)	8	
	DD <sub>3</sub>	600 l/ha (1)	8	
F	Témoin	0	8	
	Ne <sub>1</sub>	100 kg/ha (1)	8	
	Ne <sub>2</sub>	200 kg/ha (1)	8	
	Ne <sub>3</sub>	50 + 50 kg/ha (3)	8	

Moments d'application des produits nématicides :

- (1) 45 jours avant plantation.
- (2) 10 jours avant plantation.
- (3) Double application : 10 jours avant et 10 jours après plantation.

*Timing of nematicide treatments :*

- (1) 45 days before treatment.
- (2) 10 days before treatment.
- (3) Sequential application : 10 days before and 10 days after planting.

serres C et D nous avons testé, d'une part l'action de trois produits non phytotoxiques (carbofuran, éthoprophos et phenamiphos) par rapport au témoin de référence, le DD; et d'autre part la complémentarité de ce dernier produit avec les trois nématicides précédemment cités.

Les essais réalisés dans les serres E et F sont destinés à évaluer l'effet des doses du nématicide fumigant : le DD à 200, 400, 600 l/ha; et de celles du Phenamiphos à 100 et 200 kg/ha en une seule application; et à 50 kg/ha en deux applications (10 jours avant et après la plantation).

Les paramètres expérimentaux retenus pour étudier

l'efficacité de ces produits portent sur la culture et sur la nématofaune. L'indice de vigueur et l'indice de galles sont appréciés sur la plantation en fin de culture. Les récoltes partielles et totales sont évaluées à plusieurs reprises en tenant compte de la qualité des fruits (poids moyen) (B'chir & Horrigue, 1982).

La nématofaune des parcelles élémentaires est déterminée à deux reprises : en cours de culture (à quatre mois de la plantation) au niveau des racines, et en fin de culture dans le sol et dans les racines (B'chir & Horrigue, 1982).

Les données de chaque essai sont analysées statistiquement par le test F classique et le test non paramétri-

que de Friedman. Les corrélations sont étudiées par les tests de Bravais - Pearson et de Spearman. (B'chir & Horrigue, 1982.)

## Résultats et discussions

### CHOIX DES PRODUITS NÉMATIQUES FUMIGANTS (Tab. 2)

Les traitements nématicides ont eu différents effets, sur l'évolution des populations de *Meloidogyne*. Seuls les traitements DD et Di ont pu ralentir le développement des *Meloidogyne*, par rapport au témoin, en cours de culture (serre B), et même en fin de culture (serre A). Le traitement Ba, par contre, n'a pas eu d'effet sur les *Meloidogyne* (serre A); il a même tendance à favoriser leur multiplication ce qui confirme son inefficacité en tant que nématicide dans ces conditions particulières de cultures sous abris-serres.

Nous avons démontré que l'indice de galles, qui permet d'apprécier le taux d'infestation réel d'une parcelle, ne peut pas être retenu comme critère évaluant l'efficacité d'un traitement nématicide (B'chir & Horrigue, 1982). Dans le cas de la serre A, qui est fortement infestée par les *Meloidogyne*, l'indice de galles n'est pas différent selon les traitements. Dans la serre B, qui est faiblement infestée par les *Meloidogyne*, seuls les traitements DD et Di ont pu maintenir le degré de l'infestation à un niveau bas, alors que dans les parcelles témoins et traitées au Ba on assiste à une augmentation du taux de l'infestation.

L'indice de vigueur, apprécié en fin de culture, traduit beaucoup plus le synergisme entre les *Meloidogyne* et

certain agents phytopathogènes (*Fusarium*) que l'action directe de ces nématodes. Dans la serre A, tous les traitements diffèrent du témoin. Les plants des parcelles traitées au DD et au Di sont, par ailleurs, nettement plus vigoureux que ceux traités au Ba. Mais dans la serre B, qui est faiblement infestée par les *Meloidogyne*, les indices de vigueur des plantes dans les différentes parcelles élémentaires, ne présentent entre eux aucune différence significative.

Dans la serre A, le DD et le Di ont eu un effet comparable sur la production, qui est significativement supérieure au témoin à la première récolte; le Ba est, à ce moment, comparable au témoin. Au niveau de la récolte totale, on n'observe aucun effet des traitements sauf pour le produit (Ba) qui a entraîné une diminution significative par rapport au témoin.

Dans la serre A, le poids moyen des fruits varie entre 686 et 1 070 g, le minimum (686 g) est obtenu après un traitement au Ba et le maximum (1 070 g) est atteint dans les parcelles traitées au Di.

Dans la serre B, les différents traitements n'ont eu aucune influence significative sur la récolte et sur le poids moyen des fruits.

Les *Meloidogyne* ne semblent pas constituer dans cette serre (B) le principal problème phytosanitaire.

### EFFETS DES PRODUITS NÉMATIQUES NON FUMIGANTS (Tab. 3)

L'effet des produits nématicides non phytotoxiques homologués en Tunisie, ainsi que leur complémentarité avec le DD (nématicide fumigant), ont été étudiés par rapport à un témoin non traité (Tm), et un témoin de référence (DD).

Tableau 2

Effets des traitements fumigants sur cultures de melon infestées par les *Meloidogyne*  
Effects of fumigants on Cantaloupe infested with *Meloidogyne*

Critères étudiés	Serre A				Serre B			
	Témoin	DD	Di	Ba	Témoin	DD	Di	Ba
<i>Meloidogyne</i> (100 g de racines)								
— En cours de culture	1 030	720	4 340	7 940*	6 030	560**	490**	8 890
— En fin de culture	6 280	2 430*	5 190	14 680		550	900	1 260
<i>Meloidogyne</i> (kg de sol), en fin de culture	480	50**	450	1 400	730	220	180	420
Indice de vigueur, en fin de culture	0,7	3,6**	3,7**	1,8*	2,3	1,6	1,8	2,3
Indice de galles, en fin de culture	4,0	3,9	4,2	3,8	4,2	0,9**	0,3**	3,2
1 <sup>re</sup> récolte (kg/m <sup>2</sup> )	0,34	0,94*	0,77*	0,34	0,76	1,41	1,43	1,49
Récolte totale (kg/m <sup>2</sup> )	1,5	1,86	1,67	0,95	1,69	2,05	2,18	2,43
Poids moyen des fruits (g)	841	929	1 070	686*	838	747	756	782

\* et \*\* : résultats significatifs ( $p = 5\%$  et  $1\%$ , respectivement).

\* and \*\* : significant results ( $p = 5$  and  $1\%$ , respectively).

Tableau 3

Effet de différents traitements nématicides non phytotoxiques sur une culture de melon infestée par les *Meloidogyne* et étude de leur complémentarité avec le DD (serre C)  
*Effects of various non phytotoxic nematicides and DD (greenhouse C) on Cantaloupe infested with Meloidogyne*

Critères étudiés	Traitements							
	Tm	DD	Fu	Mo	Ne	DD + Fu	DD + Ne	DD + Mo
<i>Meloidogyne</i> (par 100 gr racines)								
— en cours de culture	1 520	50	5 200*	5 950*	1 200	130	10	30
— en fin de culture	26 480	1 980*	18 200	23 700	5 640*	2 850**	2 900**	2 050**
<i>Meloidogyne</i> (par kg de sol), en fin de culture	610	50	260	460	170	140	140	25
Indice de vigueur, en fin de culture	0,70*	3,97	3,50	3,65	3,62	3,30	3,82	3,77
Indice de galles, en fin de culture	4,25	4,07	3,75	4,17	4,47	4,05	4,00	3,95
1 <sup>re</sup> récolte (kg/m <sup>2</sup> )	0,18	0,42	0,24	0,18	0,13	0,24		0,93**
Récolte totale (kg/m <sup>2</sup> )	0,82	1,59*	1,18	1,16	1,09	1,36	1,85**	1,48
Poids moyen des fruits (g)	804	1 145*	1 020	880	864	1 072*	1 052*	999

\* et \*\* : résultats significatifs ( $p = 5\%$  et  $1\%$ , respectivement).

\* and \*\* : significant results ( $p = 5$  and  $1\%$ , respectively).

Dans le cas d'une faible infestation initiale (serre D) les différents traitements n'ont eu aucune incidence sur la vigueur et la productivité de la plante qui restent comparables à celles du témoin non traité. Cette action est cependant évidente dans le cas d'une forte infestation comme c'est le cas dans la serre C.

Les échantillons prélevés en cours de culture montrent un effet stimulant sur la multiplication des *Meloidogyne* dans les parcelles traitées au Fu et au Mo. L'importance de la variabilité entre les répétitions et le faible nombre de ces dernières (quatre) n'ont pas permis, par contre, de mettre en évidence l'effet significatif des autres traitements sur la nématofaune (Tab. 3). En fin de culture, le traitement au Ne montre un effet significatif sur l'évolution du taux de multiplication des *Meloidogyne* sur les racines, alors que les traitements au Fu et au Mo donnent des résultats, statistiquement comparables à ceux obtenus dans le témoin non traité (Tab. 3). L'effet sur les *Meloidogyne*, du DD seul, ou associé à un autre produit, est cependant encore plus net.

Dans la serre C, l'indice de galles moyen évalué en fin de culture est de 4,08 ce qui montre que cette serre est fortement infestée par les *Meloidogyne* (B'chir & Horrigue, 1982).

L'incidence des traitements nématicides sur la vigueur des plants est comparable à celle déjà observée dans les serres A et B (Tab. 2). Cette incidence dépend de l'état d'infestation de la serre. Dans le cas d'une forte infestation (serre C) tous les traitements diffèrent du témoin (Tab. 3). Ce phénomène pourrait s'expliquer par une action protectrice des nématicides contre d'éventuelles

infestations précoces qui favoriseraient l'installation des champignons phytopathogènes tels que les *Fusarium* et les *Verticillium* (Dropkin, 1980). Mais cette action ne semble pas avoir une incidence directe sur la récolte. En effet, mis à part les traitements DD, et DD + Ne qui ont eu une incidence sur la récolte totale et le poids moyen des fruits dans la serre fortement infestée, aucun des autres traitements n'a amélioré significativement la production par rapport au témoin non traité (Fig. 1).

La complémentarité du DD avec le Ne s'expliquerait par l'action de ce dernier produit sur les infestations précoces. C'est également pour cela que le traitement double a, en plus, amélioré la première récolte (Fig. 1).

#### CHOIX DES DOSES D'APPLICATION DES PRODUITS NÉMATOCIDES (Tab. 4)

##### Choix de la dose optimale d'application du phénamiphos (Ne)

Les traitements Ne<sub>1</sub> (100 kg/ha), Ne<sub>2</sub> (200 kg/ha) et Ne<sub>3</sub> (50 + 50 kg/ha) ne montrent pas une action significative sur les *Meloidogyne*, probablement à cause de la grande variabilité de l'échantillonnage.

Les traitements au Némacur Ne<sub>1</sub> et Ne<sub>2</sub> correspondent au plus important indice de vigueur, estimé en cours de culture (ce qui s'expliquerait par une certaine action précoce sur les *Meloidogyne* évitant, ainsi, une prédisposition de la culture aux infestations fongiques (Powell, 1971).

La dose d'application du Némacur a aussi une incidence directe sur l'évolution du taux d'infestation estimé

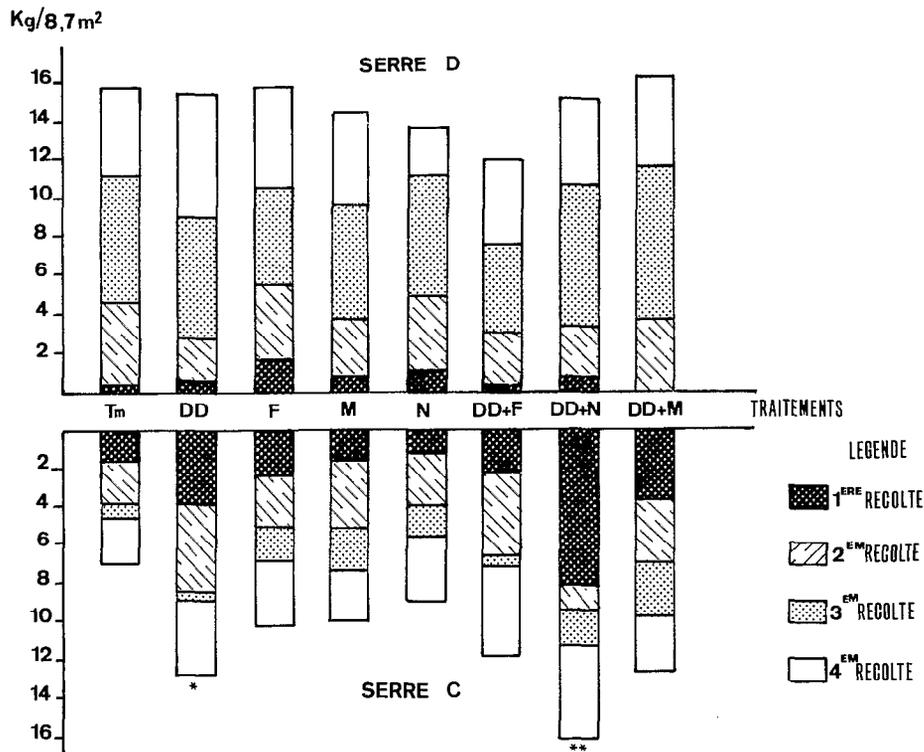


Fig. 1. Influence des traitements nématicides sur la production de melons cultivés sous serre-abri en fonction de leur degré d'infestation par *Meloidogyne*.

*Effects of the severity of Meloidogyne infestation and nematicide treatments on the yield of greenhouse grown Cantaloupe.*

en fin de culture par l'indice de galles (Tab. 4). Les traitements  $N_1$  (100 kg/ha) et  $N_3$  (50 + 50 kg/ha) contribuent à l'aggravation du taux d'infestation du sol, contrairement à une double dose ( $N_2$ ). Mais à forte concentration, ce produit peut affecter la germination des graines de melon (Horrigue, 1983).

Cet essai confirme l'inefficacité des produits non phytotoxiques, appliqués seuls, dans la lutte contre les *Meloidogyne* sur melon. En effet, quelle que soit la dose d'application, le Ne n'a eu aucune incidence sur la production de cette culture.

#### Choix de la dose optimale d'application du DD

Cette étude a été réalisée selon le protocole expérimental décrit au tableau 1 (serre E).

Le DD appliqué aux doses 200 ( $DD_1$ ), 400 ( $DD_2$ ), 600 ( $DD_3$ ) litres par hectare a eu un effet significatif sur le taux de multiplication des *Meloidogyne*. Mais cet effet n'apparaît qu'en fin de culture.

À la dose de 600 l/ha ( $DD_3$ ), le DD cause une légère phytotoxicité, mise en évidence par l'indice de vigueur estimé en cours de culture. En fin de culture la vigueur des plants et leur degré d'infestation (indice de vigueur et de galles) sont les mêmes dans le témoin et les différents traitements.

Tous les traitements au DD ont eu une incidence directe sur la récolte de melon (Tab. 4), mais la dose d'application de ce produit qui donne la plus forte production et peut être considérée comme optimale est celle de 400 l/ha ( $DD_2$ ).

Le traitement au DD ne présente aucun arrière-effet sur la culture suivante quelle que soit la dose d'application de ce produit. Les parcelles traitées l'année précédente sont comparables au témoin non traité du point de vue taux d'infestation et récolte. D'où l'avantage de ce produit qui touche moins à l'équilibre biologique du sol.

#### Conclusions

L'analyse globale des résultats nous permet de confirmer l'inefficacité des traitements nématicides dans les serres de melon faiblement infestées par les *Meloidogyne* (B'chir & Horrigue, 1982). Mais dans le cas d'une forte infestation l'incidence de ces traitements est évidente à la fois sur la production et sur la nématofaune. On a pu démontrer l'efficacité du dichloropropane-dichloropropène (DD) et du dichloropropène + méthyl isothiocyanate (Di) qui augmentent la production pré-

Tableau 4  
Effet de la dose d'application de deux nématicides, Phenamiphos (Ne)  
et DD sur une culture de melon infestée par *Meloidogyne*  
*Effects of dosage of Phenamiphos and DD on Cantaloupe infested with Meloidogyne*

Critères étudiés	Traitements							
	DD				Ne			
	Tm (DD)	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	Tm (Ne)	Ne <sub>1</sub>	Ne <sub>2</sub>	Ne <sub>3</sub>
<i>Meloidogyne</i> (100 g racines) :								
— en cours de culture	380	25	140	20	290	2 400	450	890
— en fin de culture	4 600*	850	720	1 500	22 300	5 200	4 500	9 400
<i>Meloidogyne</i> (kg de sol), en fin de culture	1 390*	52	16	3	290	130	200	90
Indice de vigueur, en cours de culture	3,4	3,3	3,1	1,9**	1,2	3,1	3,4	1,3*
Indice de vigueur, en fin de culture	1,3	1,5	1,4	1,4	1,2	0,9	1,0	0,7
Indice de galles	3,9	3,9	3,9	3,9	2,6	4,1*	2,7	3,7*
1 <sup>re</sup> récolte (kg/m <sup>2</sup> )	0,6*	1,2	1,4		0,2	0,3	0,5	0,2
Récolte totale (kg/m <sup>2</sup> )	1,1	1,7*	2,1**	1,6	0,5	0,4	0,7	0,6

\* et \*\* : résultats significatifs ( $p = 5\%$  et  $1\%$ , respectivement).

\* and \*\* : significant results ( $p = 5$  and  $1\%$ , respectively).

coce du melon. Dans les conditions des cultures sous abris-serres en Tunisie, le Dazomet (Ba) a eu, par contre, un effet inverse en diminuant la production et le poids moyen des fruits à la première récolte. Cet effet négatif du Dazomet (Ba) pourrait être lié à son action polyvalente, notamment sur les champignons antagonistes du sol, qui limitent le développement des *Meloidogyne* en entourant le système racinaire de la plante (Powell, 1971). L'action de ce produit sur les nématodes est, par contre, négligeable dans ce cas, l'inoculum le plus actif (larves infestantes) se trouvant essentiellement concentré en profondeur dans le sol (B'chir, non publié). Ces résultats ont été confirmés en 1985 avec la collaboration des experts de la BASF.

Bien que tous les essais aient permis de confirmer l'efficacité du DD dans la lutte contre les *Meloidogyne*, le traitement double associant le phenamiphos (Ne) et le DD est supérieur. L'action du phenamiphos (Ne) se situerait au niveau des infestations précoces prédisposant les plantes aux infestations fongiques. (*Fusarium*, *Verticillium*.)

Les produits non fumigants appliqués seuls ne sont pas efficaces dans la lutte contre les *Meloidogyne* associés au melon. Le carbofuran (Fu) et l'éthoprophos (Mo) peuvent même augmenter le taux d'infestation du sol par les nématodes, probablement en stimulant le développement du système racinaire de la plante, qui serait alors une source nutritive plus abondante pour les nématodes.

L'utilisation du phenamiphos (Ne) ne peut se justifier dans ce cas qu'en association avec le DD. Pour des considérations économiques, la dose d'application de ce produit est de 100 kg/ha à incorporer dans le sol quel-

ques jours avant la plantation. Pour le DD, la dose de 400 l/ha est la plus recommandée dans la lutte contre les *Meloidogyne* sous abris-serres.

Les produits non phytotoxiques testés (phenamiphos, ethoprophos, et carbofuran) ne laissent pas de résidus décelables dans les fruits, d'après l'analyse réalisée au Laboratoire de Phytopharmacie de la Faculté d'Agronomie de Gand.

#### RÉFÉRENCES

- B'CHIR, M. M. (1981a). Les principaux facteurs qui déterminent le développement des *Meloidogyne* sous abris plastiques (serres) en Tunisie. *C. r. 6<sup>es</sup> Journ. Phytiatr. Phytopharm. circum-médit., Perpignan, 25-28 mai 1981* : 75-83.
- B'CHIR, M. M. (1981b). Compte rendu d'essais. III - Essai comparatif de l'activité nématicide de trois fumigants appliqués avant une culture de melon conduite sous serre en Tunisie. Doc. Group. Interprof. Légumes, 8 p. (ronéot.).
- B'CHIR, M. M. & HARRIGUE, N. (1983). Établissement d'un modèle expérimental pour tester l'efficacité des nématicides sur les *Meloidogyne* spp. associés à la culture de melon (*Cucumis melo*) sous abris-serres *Annls INRAT*, 57 : 23-48.
- DROPKIN, V. H. (1980). *Introduction to Plant Nematology*. New York & Toronto, John Wiley & Sons, 294 p.
- HARRIGUE, N. (1943). *Mise au point de méthodes de lutte contre les Meloidogyne sous-abris serres en Tunisie*. Mém. 3<sup>e</sup> cycle INAT, 80 p.
- POWELL, N. T. (1971). Interaction of plant parasitic nematodes with other disease - causing agents. In : Zuckerman, B. M., Mai, W. F. & Rohde, R. A. (Eds). *Plant Parasitic Nematodes Vol. 2*. New York & London, Academic Press : 119-136.

Accepté pour publication le 30 septembre 1986.