

# Effets potentiels de champignons nématophages sahéliens contre *Meloidogyne mayaguensis* sur tabac (*Nicotiana tabacum* L. var. Paraguay x Claro)

R. DUPONNOIS<sup>1</sup>, T. MATEILLE<sup>1</sup> et A. BÂ<sup>2</sup>

1 - ORSTOM, Laboratoire de Nématologie, B.P. 1386, Dakar, Sénégal.

2 - ISRA/URA-Forêt, B.P. 2312, Dakar, Sénégal.

## Résumé

Le tabac *Nicotiana tabacum* L. var. Paraguay x Claro est sensible au nématode à galles *Meloidogyne mayaguensis*, espèce en pleine expansion au Sénégal. Le contrôle biologique de cette espèce a été étudié en utilisant de nombreux isolats sahéliens de champignons nématophages (*Arthrobotrys oligospora*, *A. conoides*, *Arthrobotrys* sp., *Dactylaria sahelensis*, *Dactylaria* sp. et *Monacrosporium bembicodes*). Cette étude a montré que la plupart des isolats d'*Arthrobotrys* et un isolat de *Dactylaria* diminuent le développement des populations de *M. mayaguensis*. La croissance des plants de tabac s'en trouve améliorée, mais certains champignons ont un effet phytostimulant indirect propre en agissant sur la structure du sol par commensalisme avec les racines.

**Mots clefs :** *Arthrobotrys* sp., *Dactylaria* sp., lutte biologique, *Meloidogyne mayaguensis*, *Monacrosporium bembicodes*, Sénégal, tabac.

## Abstract

R. DUPONNOIS, T. MATEILLE and A. BÂ. *Potential effects of sahelian nematophagous fungi against Meloidogyne mayaguensis on tobacco (Nicotiana tabacum L. var. Paraguay x Claro)*. *Ann. du Tabac, Section 2, 29, 1997, 61-70.*

*Tobacco Nicotiana tabacum L. var. Paraguay x Claro is susceptible to the root-knot nematode Meloidogyne mayaguensis, which is widespread in Senegal. Most of the strains of the nematophagous fungi (Arthrobotrys oligospora, A. conoides, Arthrobotrys sp., Dactylaria sahelensis, Dactylaria sp. and Monacrosporium bembicodes) were tested for their trapping ability against M. mayaguensis. This study showed that most of the Arthrobotrys strains and one Dactylaria strain decrease the development of the populations of M. mayaguensis. The growth of the tobacco plants was consequently improved, but certain fungi have proper phytostimulant effects by acting on the soil structure through commensalism mechanisms with the plant roots.*

**Key words :** *Arthrobotrys* sp., *Dactylaria* sp., *Meloidogyne mayaguensis*, *Monacrosporium bembicodes*, Senegal, tobacco.

## Introduction

La culture du tabac (*Nicotiana tabacum* L.), plante à haute valeur ajoutée, est pratiquée dans de nombreux pays (Chine, Etats-Unis, Indonésie, etc.). Dans toutes les zones de culture, les plantes sont assujetties à différents prédateurs, parasites et pathogènes. L'importance de leurs dégâts varie selon la variété de tabac utilisée, mais aussi selon l'environnement climatique et pédologique. La

culture du tabac est commune dans la zone inter-tropicale, où les conditions environnementales sont particulièrement favorables à la prolifération parasitaire. En particulier, les nématodes phytoparasites sont la cause principale des déprédations occasionnées aux cultures de tabac (SHEPHERD & BARKER, 1990). Les nématodes les plus fréquemment rencontrés appartiennent au genre *Meloidogyne*



représentée par les espèces *M. arenaria*, *M. incognita* et *M. javanica*. Pour atténuer leur impact sur la production du tabac, différentes méthodes ont été pratiquées, comme la rotation culturale (BARKER *et al.*, 1981), les méthodes physiques de solarisation ou d'immersion des terres (PATEL *et al.*, 1983 ; STAPELTON & De VAY, 1986), l'utilisation de variétés résistantes, et, bien sûr, les méthodes chimiques (POWELL *et al.*, 1986). L'utilisation des produits de synthèse demeure une pratique importante dans la culture du tabac. Pourtant, leur nocuité pour l'environnement, leur danger pour l'homme (utilisateur et fabricant), et leur coût prohibitif pour les paysans et groupements villageois des pays en voie de développement sont reconnus. Des alternatives à ces traitements sont donc à rechercher, avec, en particulier, le développement de méthodes de lutte biologique intégrée. Des résultats ont été obtenus avec des micro-organismes comme *Paecilomyces lilacinus*, champignon ovide, et *Pasteuria penetrans*, actinomycète, parasite des juvéniles (DUBE & SMART, 1987). Bien que de nombreux travaux aient porté sur le rôle des champignons nématophages dans le contrôle des nématodes du genre *Meloidogyne* (MANKAU, 1961 ; CAYROL, 1983 ; PELAGATTI *et al.*, 1986 ; VOYOUKALOU, 1993), aucune étude n'a été à ce jour menée en culture de tabac. Par conséquent, des travaux ont été initiés au Sénégal afin de tester l'efficacité de différents isolats fongiques à pièges appartenant aux genres *Arthrobotrys*, *Monacrosporium* (parasites de juvéniles) et *Dactylaria* (parasites de juvéniles et d'oeufs) indigènes au Sénégal et au Burkina Faso contre *M. mayaguensis*, espèce très fréquente au Sénégal (MATEILLE *et al.*, 1994) et extrêmement virulente.

## Matériels et méthodes

### Production des nématodes

Une population de *Meloidogyne mayaguensis* du Sénégal est maintenue sur des plants de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Roma cultivés en pots de 1 litre remplis avec du sol sableux (pH H<sub>2</sub>O 7,1; argile 5,2%; limon fin 0,6%; limon grossier 1,4%; sable fin 61,6%; sable grossier 31,2%; carbone total 0,196%; azote total 0,027%) préalablement stérilisé à la chaleur (140°C, 40 min.), et placés sous une ombrière à température ambiante (27°C jour, 20°C nuit, photopériode 12h). Après 2 mois de culture, les racines sont prélevées, coupées en fragments de 1 à 2 cm placés dans une chambre à brouillard pour extraire les juvéniles (SEINHORST, 1950).

### Production des isolats fongiques

Les isolats testés se composaient (tabl. I) :

- de champignons à anneaux adhésifs et constricteurs :

. 4 souches d'*Arthrobotrys oligospora* et d'une espèce non identifiée d'*Arthrobotrys* (*Arthrobotrys* sp.), dont 2 originaires du Burkina Faso et 2 originaires du Sénégal ;

. 1 souche d'*Arthrobotrys conoides* du Burkina Faso ;

. 1 souche de *Monacrosporium bembicodes* du Burkina Faso ;

- de champignons ovicides :

. 1 souche de *Dactylaria sahelensis* et 3 souches de *Dactylaria* sp. du Burkina Faso.

Tous les isolats fongiques étaient cultivés sur un milieu nutritif gélosé (Nutrient Broth Difco 8g.l<sup>-1</sup>, agar-agar 20 g.l<sup>-1</sup>) à 25°C et à l'obscurité.

### Mesure de la capacité prédatrice des isolats fongiques

Des implants fongiques de 6 mm de diamètre ont été prélevés à la périphérie des cultures mères et déposés au centre de boîtes de Pétri remplies d'eau gélosée (agar 20 g.l<sup>-1</sup>), placées dans une étuve à 25°C et à l'obscurité. Après 1 semaine d'incubation, 100 juvéniles de *M. mayaguensis* en suspension dans 100 µl d'eau distillée stérile ont été déposés sur le mycélium de chaque souche fongique. Les juvéniles piégés ont été dénombrés après 48h d'incubation dans les mêmes conditions de cultures que celles décrites précédemment. Cinq répétitions ont été prévues pour chaque souche fongique. Les taux de prédation (nombre de juvéniles piégés / nombre total de juvéniles) ont été transformés par la fonction arcsin x et traités par l'analyse de variance à un facteur contrôlé. Les moyennes ont été comparées par le test "t" de Student (P<0,05).

### Étude de la sensibilité du tabac var. Paraguay x Claro à *Meloidogyne mayaguensis*

Des graines de tabac (*Nicotiana tabacum* L.) var. Paraguay x Claro (origine Tchad) ont été semées dans des terrines (40 x 50 cm) de sol sableux (pH H<sub>2</sub>O 7,2; argile 3,5 %; limon fin 1,6 %, limon grossier 1,3 %; sable fin 61,8 %; sable grossier 32,9 %; carbone total 0,54 %; azote total 0,15 %; phosphore assimilable 30,7 ppm) préalablement autoclavé (140°C, 40 min). Un mois après le semis, les plantules ont été transplantées dans des plaques de semis - bouturage alvéolées remplies par le même sol (60 cm<sup>3</sup> par alvéole). Les plaques ont été placées sous une ombrière à

TABLEAU I

*Identification des souches fongiques.*

Isolat fongique	Genre et espèce	Origine	Organisme détenteur
S 30	<i>Arthrobotrys oligospora</i>	Burkina Faso	INERA*
S 31	<i>Arthrobotrys oligospora</i>	Burkina Faso	INERA
S 34	<i>Monascrosporium bembicodes</i>	Burkina Faso	INERA
S 38	<i>Dactylaria sahelensis</i>	Burkina Faso	INERA
S 42	<i>Arthrobotrys conoides</i>	Burkina Faso	INERA
BF 51	<i>Dactylaria sp.</i>	Burkina Faso	INERA
BF 52	<i>Dactylaria sp.</i>	Burkina Faso	INERA
BF 66	<i>Dactylaria sp.</i>	Burkina Faso	INERA
BF 74	<i>Arthrobotrys sp.</i>	Burkina Faso	INERA
BF 80	<i>Arthrobotrys sp.</i>	Burkina Faso	INERA
T 8	<i>Arthrobotrys sp.</i>	Sénégal	ORSTOM**
T 41	<i>Arthrobotrys sp.</i>	Sénégal	ORSTOM
18692 S5	<i>Arthrobotrys oligospora</i>	Sénégal	ORSTOM

\* Institut National d'Etudes et de Recherches Agricoles.

\*\* Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération.

température ambiante (27°C jour, 20°C nuit, photopériode 12h) et les plants ont été arrosés quotidiennement.

Deux semaines après le repiquage, les plants ont été inoculés avec des suspensions de 0, 100, 200 ou 300 juvéniles de second stade (stade infestant) de *Meloidogyne mayaguensis* dans 5 ml d'eau, issus d'un élevage sur tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Roma. Les inoculations ont été réalisées à environ 2 cm de chaque plant. Après 6 semaines de culture, cinq plants par inoculum ont été déposés. Le poids sec des parties aériennes a été déterminé après déshydratation pendant 1 semaine à 65°C. Pour l'extraction des nématodes des racines, chaque système racinaire a été découpé en fragments de 1 à 2 cm placés dans une chambre à brouillard pendant 3 semaines (SEINHORST, 1950). Les juvéniles ont été dénombrés chaque semaine. Ensuite, le poids sec des parties racinaires a été déterminé après déshydratation pendant 1 semaine à 65°C.

### Étude du contrôle biologique de *Meloidogyne mayaguensis* sur tabac

#### Production de l'inoculum fongique

Des boîtes de Roux ont été remplies avec 250 cm<sup>3</sup> de milieu liquide Nutrient Broth (8 g.l<sup>-1</sup>) préalablement autoclavé (120°C, 20 min.). Huit implants fongiques de 12 mm de diamètre prélevés à la péri-

phérie des cultures mères ont été introduits dans chaque boîte de Roux. Les boîtes, bouchées avec du coton cardé stérile, ont été placées en position horizontale dans une étuve à 25°C à l'obscurité. Après 2 semaines d'incubation, les suspensions fongiques ont été filtrées à travers un papier filtre Whatman n° 8 afin de récupérer le mycélium. Celui-ci a été lavé à l'eau distillée stérile afin d'éliminer toute trace du milieu de culture, puis broyé dans de l'eau distillée stérile à l'aide d'un Waring Blender. Des aliquotes de 1 ml ont été prélevées afin de déterminer le poids sec (60°C, 1 semaine) du mycélium.

#### Protocole expérimental

Des plants de tabac var. Paraguay x Claro âgés de 2 semaines ont été préparés selon la technique décrite précédemment. Après 1 semaine de culture, 16 plants ont été inoculés avec une des suspensions fongiques (1 mg.ml<sup>-1</sup> de biomasse mycélienne sèche) dont 8 avec une suspension de 100 juvéniles de *M. mayaguensis* dans 5 ml d'eau. Cinq plants, inoculés ou pas avec *M. mayaguensis*, ont été déposés 5 semaines après l'inoculation et leur biomasse aérienne sèche a été déterminée (65°C, 1 semaine). Leurs racines ont été lavées à l'eau et découpées en fragments de 1 à 2 cm placés dans une chambre à brouillard (SEINHORST, 1950). Les juvéniles de la génération suivante ont été dénombrés chaque semaine pen-

TABLEAU II

*Multiplication de la population de Meloidogyne mayaguensis et développement des plants de tabac en fonction de l'inoculum (les valeurs d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, au seuil de 0,05).*

Inoculum	Nombre de juvéniles par plant	taux de multiplication*	Biomasse aérienne (mg poids sec)	Biomasse racinaire (mg poids sec)
0			580 a	280 a
100	5438 a	54,4 a	460 b	70 b
200	4216 a	21,1 b	340 c	60 b
300	2904 a	9,7 b	360 c	70 b

\* Taux de multiplication = population finale/population initiale.

dant 3 semaines, puis le poids sec des racines a été mesuré (65°C, 1 semaine). Trois autres plants, inoculés ou pas avec *M. mayaguensis*, ont aussi été dépotés 5 semaines après l'inoculation, et 1 gramme de sol sec non rhizosphérique, 10 fragments de racines non infestées (1cm de long) et 10 galls racinaires (seulement sur les plants inoculés avec *M. mayaguensis*) ont été déposés séparément dans des boîtes de Pétri sur le milieu nutritif gélosé, identique à celui des cultures mères (Nutrient Broth Difco 0,8 g.l<sup>-1</sup>; agar-agar 20 g.l<sup>-1</sup>) et placées dans une étuve à 25°C à l'obscurité. Les fructifications des champignons nématophages ont été dénombrées après 1 semaine d'incubation. Parallèlement, environ 1 g sec (1 semaine à 120°C) de racine avec le sol rhizosphérique adhérent a été prélevé sur chaque système racinaire. Les racines ont été lavées, le sol rhizosphérique récupéré dans les eaux de rinçage et le poids sec de sol par gramme de racine a été déterminé. Toutes les données ont été traitées par l'analyse de la variance à un facteur contrôlé. Les données nématologiques ont été préalablement transformées en log (x + 1).

## Résultats

### Sensibilité du tabac var. Paraguay x Claro (Origine Tchad) à *Meloidogyne mayaguensis*

Six semaines après l'inoculation des juvéniles infestants de *M. mayaguensis* sur les plants de tabac, les populations de nématodes se sont multipliées quelle que soit la taille de l'inoculum (tabl. II). Cependant, bien que les populations finales n'étaient pas différentes, le taux de multiplication des inoculums les plus élevés (200 et 300 individus) étaient significativement plus faibles, et sans différence entre eux, que celui de l'inoculum le plus petit (100 individus).

La croissance des plants était significativement altérée puisque la biomasse aérienne était diminuée d'environ 21% avec l'inoculum de 100 individus et de 38 à 41% avec un inoculum de 200 ou 300 individus. De la même manière, la biomasse racinaire était réduite d'environ 75 à 78%, mais sans effet de la taille de l'inoculum.

### Capacité des isolats fongiques à piéger les juvéniles de *Meloidogyne mayaguensis*

Les taux de prédation les plus élevés (supérieurs à 50%) ont été obtenus pour les isolats S42 (*A. conoides*), et S30, S31 et 18692 S7 (*A. oligospora*) (tabl. III). La capacité prédatrice des souches T8, T41 (*Arthrobotrys* sp.) et 18692 S5 (*A. oligospora*) était plus faible (entre 25 et 50%). Enfin, les capacités de piégeage de tous les autres isolats étaient très inférieures (S34 : *M. bembicodes*; BF52 et BF66 : *Dactylaria* sp.; BF74 et BF80 : *Arthrobotrys* sp.), voire nulles dans le cas des souches S38 (*D. sahelensis*) et BF51 (*Dactylaria* sp.).

### Effets des isolats fongiques sur le développement de *Meloidogyne mayaguensis*

Comparée à l'infestation des plants de tabac inoculés uniquement avec *Meloidogyne mayaguensis* (témoin), l'infestation pondérale (/g de poids sec) des racines était significativement moins élevée quand les plants étaient co-inoculés avec les souches S30, S31, BF80, T8 et T41 (*A. oligospora* et *Arthrobotrys* sp.) et BF52 (*Dactylaria* sp.) (tabl. IV). Après intégration des poids racinaires, les infestations par plant, et, par conséquent, les taux de multiplication, n'étaient pas différents, selon que les plants avaient reçu ou pas un isolat fongique, excepté dans le cas de la souche BF66 (*Dactylaria* sp.) pour laquelle le développement des nématodes était très élevé.

TABLEAU III

*Activité prédatrice in vitro (pourcentage de juvéniles de Meloidogyne mayaguensis piégés) des isolats fongiques (les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, au seuil de 0,05).*

Isolat fongique	Genre et espèce	<i>M. mayaguensis</i> (%)
S 30	<i>Arthrobotrys oligospora</i>	77 a
S 31	<i>Arthrobotrys oligospora</i>	82 a
S 34	<i>Monascrosporium bembicodes</i>	10 c
S 38	<i>Dactylaria sahelensis</i>	0
S 42	<i>Arthrobotrys conoides</i>	82 a
BF 51	<i>Dactylaria sp.</i>	0
BF 52	<i>Dactylaria sp.</i>	8 c
BF 66	<i>Dactylaria sp.</i>	3 c
BF 74	<i>Arthrobotrys sp.</i>	9 c
BF 80	<i>Arthrobotrys sp.</i>	14 c
T 8	<i>Arthrobotrys sp.</i>	45 ab
T 41	<i>Arthrobotrys sp.</i>	48 ab
18692 S5	<i>Arthrobotrys oligospora</i>	26 b
18692 S7	<i>Arthrobotrys oligospora</i>	65 a

TABLEAU IV

*Effet des isolats fongiques sur le développement de la population de Meloidogyne mayaguensis (les valeurs d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, au seuil de 0,05 ; les valeurs significativement différentes du témoin sont mentionnées en gras).*

Isolat fongique	Nombre de juvéniles par g de racine	Nombre de juvéniles par plant	taux de multiplication*
Témoin**	95767 b	5438 a	54,4 a
S 30	<b>25071 a</b>	2575 a	25,8 a
S 31	<b>22725 a</b>	3810 a	38,1 a
S 34	55228 b	6143 a	61,4 a
S 38	55664 b	6405 a	64,1 a
S 42	53894 b	3062 a	30,6 a
BF 51	53273 b	7695 ab	76,9 a
BF 52	<b>37689 a</b>	6720 a	67,2 a
BF 66	80151 b	<b>18430 b</b>	<b>184,3 b</b>
BF 74	63408 b	7026 ab	70,3 a
BF 80	<b>10107 a</b>	1565 a	15,7 a
T 8	<b>18515 a</b>	3000 a	30,0 a
T 41	<b>23221 a</b>	5110 a	51,1 a
18692 S5	47649 b	9675 ab	96,8 ab
18692 S7	49945 b	5910 a	59,1 a

\* Taux de multiplication = population finale/population initiale.

\*\* Témoin = pas d'isolat fongique inoculé.

TABLEAU V

Effet des isolats fongiques sur le développement des plants de tabac inoculés ou non par *Meloidogyne mayaguensis* (les valeurs d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, au seuil de 0,05 ; les valeurs significativement différentes du témoin sont mentionnées en gras).

Isolat fongique	Biomasse aérienne (mg poids sec)		Biomasse racinaire (mg poids sec)	
	- <i>M. mayaguensis</i>	+ <i>M. mayaguensis</i>	- <i>M. mayaguensis</i>	+ <i>M. mayaguensis</i>
Témoin*	580 b	460 b	280 b	70 b
S 30	720 ab	460 b	420 ab	110 ab
S 31	<b>940 a</b>	<b>640 a</b>	420 ab	<b>230 a</b>
S 34	<b>800 a</b>	600 ab	220 b	120 b
S 38	<b>780 a</b>	560 b	380 b	120 b
S 42	740 ab	500 ab	260 b	90 b
BF 51	<b>960 a</b>	<b>720 a</b>	<b>480 a</b>	<b>250 a</b>
BF 52	660 b	<b>620 a</b>	160 b	<b>230 a</b>
BF 66	760 ab	<b>920 a</b>	340 ab	<b>230 a</b>
BF 74	<b>920 a</b>	600 ab	380 ab	150 b
BF 80	740 ab	460 b	220 b	150 b
T 8	<b>900 a</b>	<b>660 a</b>	360 b	180 ab
T 41	<b>1020 a</b>	<b>660 a</b>	400 b	<b>270 a</b>
18692 S5	<b>820 a</b>	580 ab	<b>540 a</b>	180 ab
18692 S7	<b>840 a</b>	<b>640 a</b>	260 b	<b>210 a</b>

\* Témoin = pas d'isolat fongique inoculé.

### Effets des isolats fongiques sur le développement des plants

En l'absence de nématodes, les plants inoculés avec les souches S31, S34, S38, BF51, BF74, T8, T41, 18692 S5 et 18692 S7 étaient significativement plus développés que les autres (tabl. V). Seules 2 souches (BF51 et 18692 S5) ont eu le même effet sur le développement racinaire.

En présence de *M. mayaguensis*, il n'y avait plus de différences au niveau du développement foliaire, sauf avec les souches S31, BF51, T8, T41 et 18692 S7. A l'inverse, elles sont apparues avec les souches BF52 et BF66. L'effet sur le développement du système racinaire était très proche du développement foliaire.

### Effets des isolats fongiques sur l'élaboration de sol rhizosphérique

En l'absence de nématodes, la quantité de sol rhizosphérique isolé était plus importante sur les plants inoculés avec les isolats S30, S34, S38, BF52 et T41 (tabl. VI). Par contre, en présence

de *M. mayaguensis*, la quantité de sol rhizosphérique n'était significativement plus élevée qu'avec la souche T41.

### Fructification des isolats fongiques

En l'absence de nématodes, il n'a pas été trouvé de fructifications de la plupart des isolats dans le sol et sur les racines (tabl. VII). Quelques fructifications des isolats S34, S42, BF51 et 18692 S5 ont été décelées dans le sol, mais pas de manière significative. Par contre, les fructifications de l'isolat BF52 étaient plus nombreuses, à la fois dans le sol et sur les racines. Alors qu'elles n'ont pas été détectées dans le sol, des fructifications des souches S38 et T41 ont été dénombrées sur les racines.

En présence de *M. mayaguensis*, de nombreuses fructifications de la majorité des isolats ont été dénombrées dans le sol, à la surface des racines et des galles racinaires. Comme précédemment, quelques fructifications absentes dans le sol ont été décelées sur les racines (S34, BF74). Enfin, les fructifications de la plupart des

TABLEAU VI

*Effet des isolats fongiques sur le poids sec de sol rhizosphérique (mg par mg de racine sèche) des plants de tabac infectés ou non par Meloidogyne mayaguensis (les valeurs d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, au seuil de 0,05 ; les valeurs significativement différentes du témoin sont mentionnées en gras).*

Isolat fongique	- <i>M. mayaguensis</i>	+ <i>M. mayaguensis</i>
Témoin*	3,3 b	3,45 b
S 30	<b>19,9 a</b>	5,0 a
S 31	12,1 b	3,6 b
S 34	<b>23,6 a</b>	14,4 b
S 38	<b>32,7 a</b>	9,7 b
S 42	9,5 b	nd
BF 51	16,0 ab	3,9 b
BF 52	<b>26,5 a</b>	7,5 b
BF 66	10,1 b	3,6 b
BF 74	12,7 b	4,8 b
BF 80	10,1 b	4,7 b
T 8	10,6 b	9,0 b
T 41	<b>29,7 a</b>	<b>25,9 a</b>
18692 S5	6,8 b	4,3 b
18692 S7	12,1 b	11,7 b

\* Témoin = pas d'isolat fongique inoculé.  
nd = non déterminé

TABLEAU VII

*Nombre de fructifications par g de sol, par cm de racine ou par galle de plants de tabac inoculés ou non par Meloidogyne mayaguensis (les valeurs d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, au seuil de 0,05).*

Isolat fongique	- <i>M. mayaguensis</i>		+ <i>M. mayaguensis</i>		
	sol	racine	sol	racine	galle
S 30	0 b	0 a	28,70 a	2,80 b	0,87 b
S 31	0 b	0 a	5,00 ab	2,00 b	44,38 b
S 34	0,33 b	0 a	0 b	22,90 a	247,57 a
S 38	0 b	0,30 a	2,00 b	1,17 b	13,00 b
S 42	1,33 b	0,13 a	nd	nd	nd
BF 51	0,33 b	0,1 a	5,67 ab	3,90 b	21,77 b
BF 52	4,33 a	0,43 a	18,67 ab	3,89 b	14,07 b
BF 66	0 b	0 a	11,70 ab	3,87 b	43,40 b
BF 74	0 b	0 a	0 b	8,00 ab	18,80 b
BF 80	0 b	0 a	18,67 ab	5,57 b	12,80 b
T 8	0 b	0 a	4,00 ab	2,37 b	35,78 b
T 41	0 b	0,5 a	5,00 ab	7,79 ab	64,02 b
18692 S5	1,67 b	0,2 a	2,33 b	4,07 b	17,87 b
18692 S7	0 b	0 a	12,33 ab	7,87 ab	59,51 b

isolats étaient beaucoup plus denses à la surface des galles racinaires qu'à la surface des portions racinaires non infestées par les nématodes.

## Discussion

### Sensibilité du tabac (*Nicotiana tabacum* L.) var. Paraguay x Claro (Origine Tchad) à *Meloidogyne mayaguensis*

Le tabac (*Nicotiana tabacum* L.) var. Paraguay x Claro (Origine Tchad) est sensible au nématode phytoparasite galligène *Meloidogyne mayaguensis*, puisqu'en 6 semaines, les inoculum appliqués se sont multipliés. Ceci n'est pas étonnant dans la mesure où *M. mayaguensis*, considérée comme une race virulente de *Meloidogyne* avant l'avènement des techniques de caractérisation électrophorétique, est une espèce très agressive connue pour ses capacités à se multiplier sur des plantes résistantes aux autres espèces de *Meloidogyne* (Rammah & Hirschmann, 1988; Berthou *et al.*, 1990; Fargette & Braaksma, 1990; Fargette *et al.*, 1996). Cette sensibilité est confirmée par la diminution du taux de multiplication des inoculum les plus élevés qui peut s'expliquer par une inaptitude physiologique (croissance végétative affaiblie) des plants à supporter des pressions parasitaires plus fortes. Ajoutons que, compte tenu du volume de sol inoculé (60 cm<sup>3</sup>), les inoculum utilisés étaient très importants.

### Effets des champignons nématophages sur *Meloidogyne mayaguensis*

Les tests de piégeage menés *in vitro* montrent que la majorité des champignons du genre *Arthrobotrys* capturent les juvéniles de *M. mayaguensis* de manière très efficace, exceptés les isolats BF74, BF80. L'efficacité de l'isolat 18692 S5 n'est pas à sous estimer, car il s'est avéré très performant au cours d'autres expérimentations (DUPONNOIS *et al.*, 1995). En revanche, la capacité de piégeage de l'isolat S34 (*M. bembicodes*) est faible sur *M. mayaguensis* malgré l'efficacité de ce champignon sur d'autres espèces de *Meloidogyne* (CAYROL & SAWADOGO, 1991). Pareillement, les isolats de *Dactylaria sahelensis* et *Dactylaria* sp. n'ont pas été efficaces, ou très peu. Le genre *Dactylaria* est connu comme un parasite ovide, ce qui expliquerait son inactivité sur les juvéniles. Par contre, *D. sahelensis* possède des caractères propres aux champignons parasites des juvéniles (SAWADOGO & CAYROL, 1989). Par conséquent, la variabilité intraspécifique des isolats fongiques sur *M. mayaguensis* ne peut

s'expliquer que par une compatibilité dans la reconnaissance cuticulaire lectine - sucres caractéristique de chaque isolat.

Les résultats obtenus sur l'activité des isolats fongiques dans le sol ne sont pas identiques. En terme d'infestation pondérale en nématodes (/g de racine), les isolats d'*A. oligospora* (S30 et S31) et d'*Arthrobotrys* sp. (T8 et T41) ont agi efficacement, alors que les autres isolats efficaces *in vitro* (*A. conoides* et *A. oligospora* 18692 S5 et S7) ne l'ont pas été dans le sol. Ces résultats montrent la variabilité d'une expérience à l'autre, la souche 18692 S7 s'étant avérée aussi efficace *in vitro* qu'en pot et même au champ (DUPONNOIS *et al.*, 1995). Inversement, l'isolat BF52 (*Dactylaria* sp.) s'est révélé efficace au cours de cette expérience ce qui pourrait indiquer que cet isolat, voire tous les isolats de *Dactylaria*, n'étaient pas dans les meilleures conditions de milieu lors des tests *in vitro*.

Toutes les différences disparaissent en terme d'infestation par plant et, par conséquent, de taux de multiplication. Ceci s'explique par les variations de volume racinaire observées entre les divers traitements et par l'effet propre des champignons sur la croissance des plants de tabac.

### Effets des champignons nématophages sur la croissance végétative du tabac

La sensibilité du tabac à *M. mayaguensis* (multiplication des nématodes) se traduit par un affaiblissement considérable de la croissance végétative. Or cette espèce est en pleine expansion au Sénégal et représente, pour l'horticulture maraîchère, un problème agronomique grave. En effet, FARGETTE (1987) avait décelé son profil estérasiqne dans 12% des populations provenant essentiellement de la région côtière des Niayes et Berthou *et al.* (1990) dans 23% des populations isolées, considérant l'espèce concentrée dans les Niayes et non détectable dans la région sud-ouest du Pays Sereer. Aujourd'hui, les prospections montrent l'expansion rapide de *M. mayaguensis* à toutes les zones maraîchères septentrionales du Sénégal (Cap Vert 35,6%; Vallée du Sénégal 32,5%; Niayes 7,6%; Pays Sereer 31,5%). Connue comme pouvant parasiter les variétés résistantes aux autres espèces de *Meloidogyne*, elle est y devenue plus fréquente que l'ensemble des races virulentes de *M. arenaria*, *M. incognita* et *M. javanica* (25,6% d'après Berthou *et al.*, 1990).

L'inoculation conjointe de champignons nématophages améliore la croissance végétative du tabac dans de nombreux cas concernés par des *Arthrobotrys* et par des *Dactylaria*. Par conséquent, l'activité prédatrice de ces isolats fon-

giques diminue la quantité de juvéniles de *M. mayaguensis* inoculés avant leur pénétration dans les racines, diminuant ainsi le développement de la population de nématodes et permettant une meilleure croissance du tabac. Cependant, en absence de nématodes, de nombreux isolats fongiques ont un effet propre sur la croissance des plants, et en particulier sur le développement foliaire. Cette incidence sur la physiologie de la plante peut s'expliquer par l'amélioration des caractéristiques des sols par certains isolats fongiques (*A. oligospora* S30, *Arthrobotrys* sp. T41, *M. bembicodes*, *D. sahelensis*, *Dactylaria* sp. BF52) autour des racines (augmentation du poids de sol rhizosphérique) sans doute due à une amélioration de l'agrégation du sol par les hyphes mycéliens beaucoup plus denses (abondance des fructifications) autour des racines. Enfin, la densité du réseau mycélien accrue au niveau des galles racinaires causées par les nématodes pourrait s'expliquer par l'hyperactivité nucléaire, protéique (BLEVE-ZACHEO *et al.*, 1982) et hormonale (YU & VIGLIERCHIO, 1964; BIRD & LOVEYS, 1980; GLAZER *et al.*, 1985) qui règne dans ces tissus parasités. L'hypothèse d'un commensalisme entre les racines et les champignons nématophages est donc à considérer. L'accroissement de l'activité reproductrice de la plupart des isolats fongiques en présence de *M. mayaguensis* confirme que le développement des organes de capture des champignons nématophages ne serait induit, dans la plupart des cas, qu'en présence des nématodes (NORDBRINGHERTZ, 1977). On parle alors de prédation adaptative qui serait, par conséquent, particulièrement développée au voisinage des racines et surtout des galles racinaires.

## Conclusion

Les champignons nématophages du genre *Arthrobotrys* se révèlent d'excellents agents pour la lutte biologique contre les nématodes du genre *Meloidogyne* et particulièrement de l'espèce *M. mayaguensis*. L'efficacité de ces champignons établie en culture de tomate (DUPONNOIS *et al.*, 1995) se confirme en culture de tabac. Des recherches approfondies pourraient être envisagées sur les *Dactylaria*. Même si leur développement adapté à une agriculture de rente coopérative ou industrielle durable dans les pays tropicaux et subtropicaux (telle que la culture du tabac) reste à mettre en oeuvre, l'isolement et l'utilisation d'espèces fongiques indigènes aux régions où se développent les cultures de tabac en font des outils potentiels performants de lutte biologique contre les nématodes parasites du genre *Meloidogyne*.

## Remerciements

Les auteurs remercient la MTOA culture des Tabacs (Avenue E. Badiane. BP 811. Ziguinchor. Sénégal) et la MTOA Dakar (km 2,5. Boulevard du centenaire de la commune de Dakar. BP 76. Dakar. Sénégal) pour la fourniture des graines de tabac et pour son appui technique. (MTOA : Filiale du groupe Coralma International (Groupe Bolloré) Tour Delmas. 31 Quai de Dion-Bouton ; 92811 Puteaux Cedex. France).

## Bibliographie

- (1) BARKER K.R., TODD F.A., SHANE W.W. et NELSON L.A. -1981- Interrelationships of *Meloidogyne* species with flue-cured tobacco. *Journal of Nematology*, **13**, 67-79.
- (2) BERTHOU F., BA-DIALLO A., MAYER DE L. et GUIRAN, de G. -1990- Caractérisation chez les nématodes *Meloidogyne* Goeldi (Tylenchida) de types virulents vis à vis du gène Mi de la tomate dans deux zones maraîchères au Sénégal. *Agronomie*, **9**, 877-884.
- (3) BIRD A.F. et LOVEYS B.R. -1980- The involvement of cytokinins in a host-parasite relationship between the tomato (*Lycopersicon esculentum*) and a nematode (*Meloidogyne javanica*). *Parasitology*, **80**, 497-505.
- (4) BLEVE-ZACHEO T., ZACHEO G., MELILLO M.T. & LAMBERTI F. -1982- Crystal-like structures in plastids of tomato roots, infested by *Meloidogyne incognita*. *Nematologia mediterranea*, **10**, 91-99.
- (5) CAYROL J.C. & SAWADOGO A. -1991- A new african isolate of *Monacrosporium bembicodes* acting simultaneously as predator and hatching inhibitor of nematodes. *Revue de Nématologie*, **14**, 322-325.
- (6) CAYROL J.C. -1983- Lutte biologique contre les *Meloidogyne* au moyen d'*Arthrobotrys irregularis*. *Revue de Nématologie*, **6**, 265-273.
- (7) DUBE B. et SMART G.C. -1987- Biological control of *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* and *Pasteuria penetrans*. *Journal of Nematology*, **9**, 222-227.
- (8) DUPONNOIS R., MATELLE T. et GUEYE M. -1995- Biological characteristics and effects of two strains of *Arthrobotrys oligospora* from Senegal on *Meloidogyne* species parasitizing tomato plants. *Biocontrol Science & Technology*, **5**, 517-525.

- (9) FARGETTE, M. -1987- Use of the esterase phenotypes in the taxonomy of the genus *Meloidogyne*. 2. Esterase phenotypes observed West African populations and their characterisation. *Revue de Nématologie*, **10**, 45-56.
- (10) FARGETTE M. & BRAAKSMA R. -1990- Use of esterase phenotype in the taxonomy of the genus *Meloidogyne*. 3. A study of some "B" race lines and their taxonomic position. *Revue de Nématologie*, **13**, 375-386.
- (11) FARGETTE M., DUPONNOIS R., MATEILLE T. & BOLCK V.C. -1996- Characterization of *Meloidogyne mayaguensis* and its relationship to other tropical root-knot nematodes. *Third International Nematology Congress, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe*, 7-12 Juillet 1996.
- (12) GLAZER I., APELBAUM A. et ORION D. -1985- Effect of inhibitors and stimulators of ethylene production on gall development in *Meloidogyne javanica*-infected tomato roots. *Journal of Nematology*, **17**, 145-149.
- (13) MANKAU R. et WU X. -1985- Effects of the nematode-trapping fungus, *Monacrosporium ellipsosporum* on *Meloidogyne incognita* populations in field soil. *Revue de Nématologie*, **8**, 147-153.
- (14) MANKAU R. -1961- The use of nematode-trapping fungi to control root-knot nematodes. *Nematologica*, **6**, 326-332.
- (15) MATEILLE T., DUPONNOIS R., CADET P., DIOP M.T. & THIOULOZE J. -1994- Influence of soil factors on the occurrence of *Pasteuria penetrans* infecting *Meloidogyne* sp. on vegetables in Senegal. *22nd International Nematology Symposium, Gend, Belgium*, 7-12 August 1994.
- (16) NORDBRING-HERTZ B. -1977- Nematode-induced morphogenesis in the predacious fungus *Arthrobotrys oligospora*. *Nematologica*, **23**, 443-451.
- (17) PATEL G.J., SHAH H.M., PATEL D.J. et VOLAND G.B. -1983- Effect of removal of knotted root portion on the establishment and yield of bidi tobacco. *Tobacco research*, **9**, 99-100.
- (18) PELAGATTI O., NENCETTI V. et CAROPPO S. -1986- Utilizzazione del formulato R350 a based i *Arthrobotrys irregularis* nel controllo di *Meloidogyne incognita*. *Redia*, **89**, 276-283.
- (19) POWELL N.T., PORTER D. et WOOD K. -1986- Disease control practices. In : *Tobacco information 1986*, North Carolina Agricultural Extension service : 59-92.
- (20) RAMMAH A. et HIRSCHMANN H. -1988- *Meloidogyne mayaguensis* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode from Puerto Rico. *Journal of Nematology*, **20**, 58-69.
- (21) SAWADOGO A. et CAYROL J.C. -1989- *Dactylaria sahelensis* : une nouvelle espèce de champignon prédateur et parasite. *Riviera Scientia*, **89**, 27-34.
- (22) SEINHORST J.W. -1950- De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aanstasting door het stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci* Kühn Filipjev. *Tijdschrift over Plantenziekten*, **56**, 292-349.
- (23) SHEPERD J.A. et BARKER K.R. -1990- Nematodes parasites of tobacco. In : *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* (Luc M., Sikora R.A. et Bridges J. Eds) CAB International Wallingford, pp. 493-517.
- (24) STAPELTON J.J. et DE VAY J.E. -1986- Soil solarization : a non-chemical approach for management of plant pathogens and pests. *Crop Protection*, **5**, 190-198.
- (25) VOUYOUKALOU E. -1993- Effect of *Arthrobotrys irregularis* on *Meloidogyne arenaria* on tomato plants. *Fundamental Applied Nematology*, **16**, 321-324.
- (26) YU P.K. & VIGLIERCHIO D.R. (1964). Plant growth substances and plant parasitic nematodes. I. Root-knot nematodes and tomato. *Experimental Parasitology*, **15**, 242-248.