

Etude de trois souches d'*Arthrobotrys oligospora* : Caractérisation biologique et effets sur *Meloidogyne mayaguensis* parasite de la tomate au Sénégal

M. Gueye*1, R. Duponnois**, P. Ibra Samb* & T. Mateille**

Keywords : *Arthrobotrys oligospora* – Biocontrol – Compost – *Meloidogyne mayaguensis* – Tomato – Vermiculite, Senegal.

Résumé

Pour la première fois, trois souches du champignon nématophage *A. oligospora* (ORS 18690 S2, ORS 18691 S6 et ORS 18693 S5) ont été isolées au Sénégal dans des zones de culture maraîchère. In vitro, deux d'entre elles (ORS 18690 S2 et ORS 18693 S5) capturent 100% des juvéniles de *M. mayaguensis* endéans les 48h, alors que l'autre (ORS 18691 S5) n'en capture que 80%. La croissance des souches est optimale entre 25 et 30°C, à pH 5,6 mais elle est inhibée par la salinité. Afin d'étudier sur la tomate leur capacité à contrôler l'infestation de *M. mayaguensis* en pots, les souches ont été incorporées dans des mottes de compost et dans la vermiculite avant semis ou repiquage. En pots, toutes les souches ont inhibé le développement des nématodes et stimulé la croissance des plants. Ces effets sont plus significatifs avec les mottes de compost.

Summary

Three strains (ORS 18690 S2, ORS 18691 S6 and ORS 18693 S5) of the nematophagous fungus *Arthrobotrys oligospora* have been isolated in Senegal for the first time. In vitro, two strains (ORS 18690 S2 and ORS 18693 S5) of them trapped 100% and the other (ORS 18691 S5) 80% of 7-day-old juvenile *Meloidogyne mayaguensis* within 48h. Optimal growth occurred at 25-30°C and at a pH 5.6, but salinity inhibited development. In order to test the ability of fungi to control *M. mayaguensis* in pots on tomato, the fungus was incorporated into compost blocks or in vermiculite before sowing or subsequent transplanting. In pot experiments both strains reduced nematode populations and stimulated seedling growth. However, these effects were higher in compost blocks than in vermiculite.

Introduction

Les nématodes phytoparasites du genre *Meloidogyne* sont cosmopolites et causent d'importantes pertes de rendement sur les cultures maraîchères subtropicales (8). Les méthodes de lutte utilisées par les horticulteurs reposent essentiellement sur des traitements chimiques répétés, onéreux, fastidieux et dont l'application présente certains dangers. Pour remédier à cette situation les recherches s'orientent vers la lutte biologique qui consiste à utiliser des organismes parasites ou antagonistes de ces phytoparasites. Parmi ces parasites, les champignons nématophages sont très étudiés. Ainsi les champignons du genre *Arthrobotrys* (hyphomycètes) ont été testés sur plusieurs espèces de *Meloidogyne* (9, 17, 18). Une réduction de l'infestation de *M. incognita* sur tomate à l'aide d'*A. irregularis* a déjà été signalée (3, 12). Dans la région sahélienne et au Sénégal en particulier, les nématodes du genre *Meloidogyne* sont très répandus dans les zones maraîchères. Ils occasionnent des dégâts importants aux cultures. Les méthodes utilisées sont manifestement insuffisantes, d'où l'intérêt d'intensifier la recherche sur des organismes hyperparasites de ces nématodes. C'est dans ce cadre que le laboratoire de nématologie de l'ORSTOM, Bel Air, Sénégal a

développé un programme de recherche sur les Organismes Parasites et Antagonistes des Nématodes (OPAN). L'étude des champignons nématophages a été ainsi entreprise en vue de rechercher des souches efficaces, de déterminer l'influence de certains facteurs sur leur croissance, leur capacité prédatrice vis-à-vis de *M. mayaguensis* aussi bien *in vitro* qu'en serre.

Matériel et méthodes

Etude *in vitro*

Isolement des souches d'*Arthrobotrys* sp.

Cinquante échantillons de sol provenant des différentes zones maraîchères du Sénégal ont été prélevés. Les boîtes de Petri, remplies de moût de brasserie dilué au centième (1,8 à 2,0 g l⁻¹ de sucre après dilution, pH 5,5) et solidifié avec 20 g d'agar-agar ont été saupoudrées d'un gramme de terre, prélevé de chaque échantillon de sol (6). Le milieu et les boîtes de Petri étaient préalablement stérilisés à 120°C pendant 20 min. Les cultures ont alors été mises à incuber à température ambiante (25 à 30°C) pendant trois

*1 Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN), Université Cheikh Anta Diop, BP 206 R.P., Dakar, Sénégal.

* Département de Biologie Végétale, Université Cheikh Anta Diop, BP 5005, Dakar, Sénégal.

** ORSTOM, Laboratoire de Nématologie, BP 1386, Dakar, Sénégal.

Reçu le 19.04.96 et accepté pour publication le 15.10.96.

semaines. Après une semaine, les champignons se sont développés et ont produit des conidiophores dressés. Tous les quatre jours, des conidies ont été isolées sous un stéréomicroscope à l'aide d'une pointe lancéolée ayant un fragment d'agar à son extrémité. Les conidies ainsi isolées ont été mises en culture individuellement sur un milieu nutritif aseptique à 25°C. Parmi les champignons isolés, le genre *Arthrobotrys* a été retenu. Cinq souches d'*Arthrobotrys* ont été obtenues mais trois d'entre elles ont fait l'objet de cette étude (ORS 18690 S2, ORS 18691 S6 et ORS 18693 S5).

Caractérisation des souches d'*Arthrobotrys* sp

Les souches fongiques ont été cultivées sur un papier filtre posé à la surface du milieu nutritif. Le mycélium de chacune des souches a été prélevé et extrait dans une solution de 17% de sucrose, 1,8% d'acide ascorbique et de 1,4% de Cysteine-HCl ajusté à pH 8 par du tampon Tris-HCl (16). Après centrifugation, le surnageant a été analysé par électrophorèse selon la technique utilisée pour les nématodes (4) dans un gel à 7% de polyacrylamide (pH 8,4). Les β -estérases ont ensuite été révélées en utilisant le 1-naphtyl acétate et le réactif Fast-Blue R (2).

Influence de la température, de la salinité et du pH sur la croissance des souches

Température: Pour mesurer l'effet de la température, des implants de différentes souches prélevés à la périphérie de colonies mycéliennes de six jours, ont été déposés dans des boîtes de Petri de 90 mm de diamètre, contenant 1,8 à 2,0 g l⁻¹ de sucre (après dilution du moût de brasserie) solidifié avec 20 g d'agar-agar puis ajusté à pH 7 avec du tampon sodium-phosphate (5). Les boîtes ont été placées à l'obscurité aux températures de 25, 30, 35 et 40°C. Cinq répétitions ont été prévues pour chaque température. Le diamètre de chaque colonie a été mesuré quotidiennement (deux mesures perpendiculaires par colonie) pendant une semaine. Les résultats sont traités par l'analyse de la variance et les moyennes sont comparées par le test-t de Student ($p < 0,05$).

Salinité: Les implants provenant des mêmes cultures ont été transférés dans des boîtes de Petri contenant

le milieu décrit précédemment, ajusté à pH 7, avec le même tampon et à différentes concentrations de chlorure de sodium: 0; 0,58; 1,46 et 2,92 g/l. Les cultures ont été placées à l'obscurité et à la température optimale (25°C) de croissance obtenue à partir de l'expérience précédente. Cinq répétitions ont été prévues. Pendant cinq jours, la croissance mycélienne a été mesurée quotidiennement.

pH: Les implants fongiques ont été transférés en boîte de Petri remplies du même milieu ajusté à différents pH: 5,6; 6,8 et 7,8 avec le tampon sodium-phosphate (5). Les cultures ont été placées à la température optimale de croissance précédemment déterminée durant une semaine et leur croissance a été mesurée quotidiennement.

Test de prédation

Un élevage de *Meloidogyne mayaguensis* est entretenu en serre sur de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cv. Roma. Des racines infestées ont été découpées et placées dans une chambre à brouillard pendant une semaine, entraînant l'éclosion des œufs de *M. mayaguensis* (14) et la production d'un inoculum de juvéniles de deuxième stade.

A la périphérie des colonies mycéliennes des différentes souches cultivées à 25°C pendant deux à trois semaines dans un milieu de même composition que précédemment et ajusté à pH 7, des implants ont été prélevés et transférés dans des boîtes de Petri (90 mm de diamètre) contenant de l'eau gélosée (20 g l⁻¹). Une semaine après, 100 juvéniles de *M. mayaguensis* ont été déposés au milieu de chaque colonie. Cinq répétitions ont été prévues par traitement. Le pourcentage de juvéniles piégés (juvéniles capturés/nombre total de juvéniles) par chaque souche a été déterminé 24 et 48 h après inoculation. Les pourcentages ont été transformés en arcsin (+ %) et analysés par l'analyse de la variance. Les moyennes sont comparées par le test-t de Student ($p < 0,05$).

Etude en serre

Les différents souches d'*A. oligospora* ont été cultivées en conditions axéniques dans des flacons sérum de 500 ml contenant 300 ml du support (vermiculite ou compost) et 200 ml de milieu nutritif liquide enrichi de moût de brasserie dilué au dixième (18 à 20 g l⁻¹ de sucre) pendant cinq semaines.

Le compost (Tableau 1) est fabriqué à partir de résidus d'abattoir et de terre (Société SERAS, Thiès, Sénégal). L'inoculum fongique a été mélangé au compost au 1/10 (v/v). Des mottes parallélépipédiques (4x4x4 cm³) ont ensuite été faites à l'aide d'un appareil mécanique breveté par la FAO et fabriqué par la Société SAMA (Dakar, Sénégal). Des graines de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. Roma) ont été semées directement dans ces mottes placées en serre. Trois semaines après, les plants en mottes ont été transférés dans des pots contenant du sol désinfecté (Tableau 1) à la chaleur (120°C). S'agissant du traitement témoin, les plants sont directement repiqués en pot sans motte. Sept répétitions par traite-

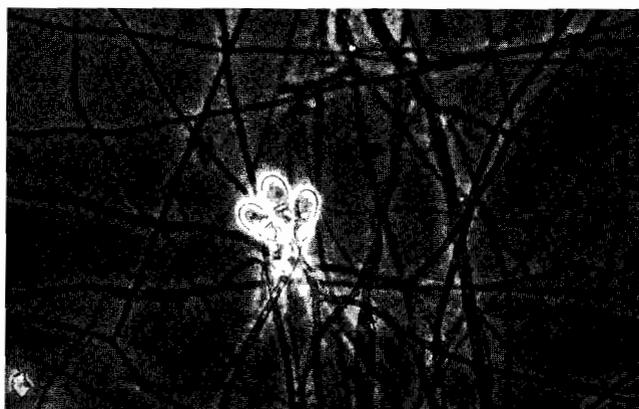


Photo 1. Conidies d'*Arthrobotrys*.

Tableau 1
Caractéristiques physico-chimiques du sol d'origine des souches d'*A. oligospora* et de leurs supports de culture.

| Caractéristiques | Sol d'origine des souches | Compost | Sol |
|---|---------------------------|---------|------|
| <i>Texture (%)</i> | | | |
| Argiles (0-2 µm) | 4,3 | | 3,9 |
| Limons (2-50 µm) | 2,7 | | 2,9 |
| Sables (50-2000 µm) | 93,0 | | 92,2 |
| <i>Matière organique</i> | | | |
| Carbone (%) | 5,7 | 369 | 3,73 |
| Nitrate (%) | 0,72 | 20 | 0,45 |
| C/N | 7,9 | 18,45 | 8,3 |
| <i>Minéraux</i> | | | |
| NaCl (mg/l) | 404 | — | — |
| Cations totaux (meq%) | 8,33 | 3,6 | 10,0 |
| Cations échangeables (meq%) | 2,37 | 0,9 | 4,66 |
| Total P ₂ O ₅ (ppm) | 518 | 24000 | 352 |
| pH | 6,30 | 7,50 | 7,75 |

ment ont été prévues et les pots ont été disposés en randomisation totale.

La vermiculite a été mélangée au sol stérilisé (Tableau 1) au 1/10 (v/v). Ce mélange a été mis en pots dans lesquels des plants de tomate ont été repiqués. Sept répétitions par traitement ont été prévues et les pots ont également été disposés en randomisation totale.

Des plants de tomate de trois semaines ont été inoculés à 5 cm de leur collet avec 100 juvéniles de *M. mayaguensis* âgés d'une semaine en suspension dans 5 ml d'eau ou du même volume en eau sans nématodes dans le cas des témoins. Un mois après l'inoculation, les plantes ont été récoltées puis le nombre de galles a été évalué (19). Comme le cycle biologique des nématodes du genre *Meloidogyne* comporte une phase tellurique et une phase racinaire, l'extraction des nématodes a donc été faite à partir du sol (15) et des racines (14). Les biomasses aérienne et racinaire (poids sec, 60°C), l'indice de galle et le taux de multiplication ont été mesurés un mois après l'infestation dans le cas de la vermiculite et, un et deux mois pour le compost. Dans le cas du compost la floraison et la fructification ont été évaluées au deuxième mois. Les résultats ont été traités par l'analyse de la

variance et les moyennes comparées par le test-t de Student ($p < 0,05$).

Résultats

Etude *in vitro*

Isolement et caractérisation des souches d'Arthrobotrys sp.

Parmi tous les champignons isolés des 50 échantillons de sol, trois souches d'*A. oligospora* ont été isolées dans trois échantillons provenant d'une même parcelle maraîchère cultivée en *Hibiscus sabdariffa*, en *Brassica oleracea* et en *Solanum aethiopicum*. Les caractéristiques du sol sont décrites dans le tableau 1. Cette parcelle est située à Hann (Dakar). Trois estérases phénotypiquement différentes ont été observées (Fig. 1) et peuvent être utilisées pour distinguer les trois souches soit par le nombre de bandes isozymiques soit par la migration relative (Rm) des bandes. Les profils estérasiques se caractérisent comme suit:

- *ORS 18690 S2*: six bandes (0,36; 0,55; 0,72; 0,81; 0,85 et 0,88),
- *ORS 18691 S6*: trois bandes (0,73; 0,79 et 0,83) et,
- *ORS 18693 S5*: trois bandes (0,38; 0,78 et 0,82).

Influence de la température, de la salinité et du pH sur la croissance des souches

La croissance radiale des souches était significativement plus importante à 25 et 30°C qu'à 35°C (Fig. 2). La croissance est nulle à 40°C pour toutes les souches et faible à 35°C pour *ORS 18691 S6* et *ORS 18693 S5*. Leur croissance radiale est meilleure à pH acide (5,6) qu'à pH basique (7,8) (Fig. 4). La croissance des souches diminue lorsque la salinité augmente (Fig. 3). Cependant, la différence n'est pas significative aux concentrations 0,58 et 1,46 g/l.

Test de prédation

24 heures après l'inoculation de juvéniles *M. mayaguensis* sur les colonies fongiques, la grande majorité (93 et 91,7%, pas de différence significative) des juv-

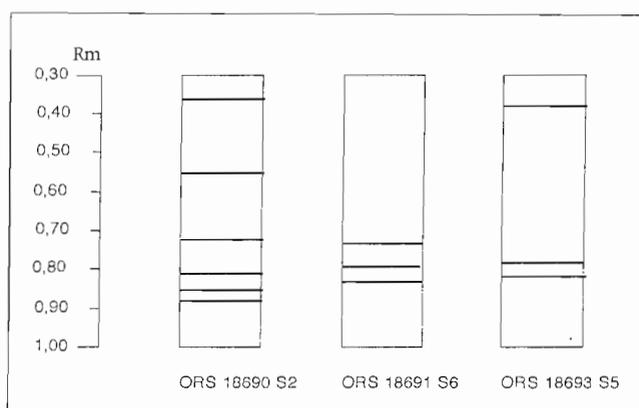


Figure 1.
 Profils estérasiques des souches d'*A. oligospora*
 (RM = migration relative).

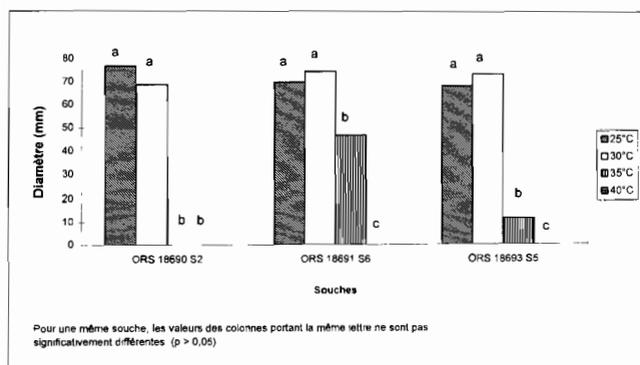


Figure 2.

Influence de la température sur la croissance en mm des souches d'*A. oligospora*.

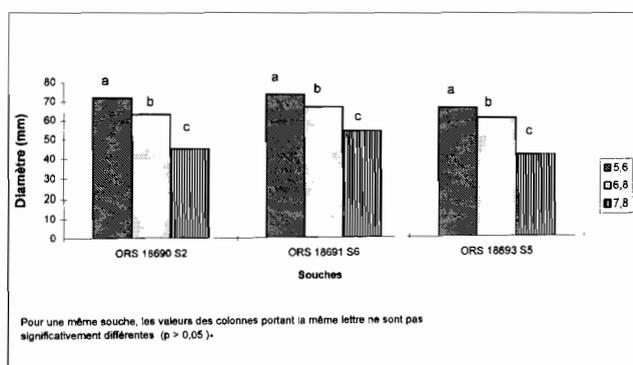


Figure 4.

Influence du pH sur la croissance en mm des souches d'*A. oligospora*.

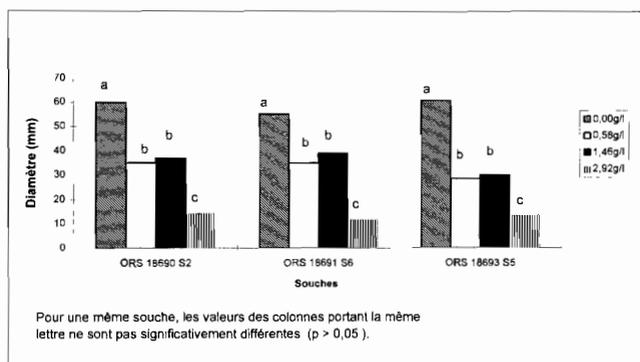


Figure 3.

Influence de la salinité sur la croissance en mm des souches d'*A. oligospora*.

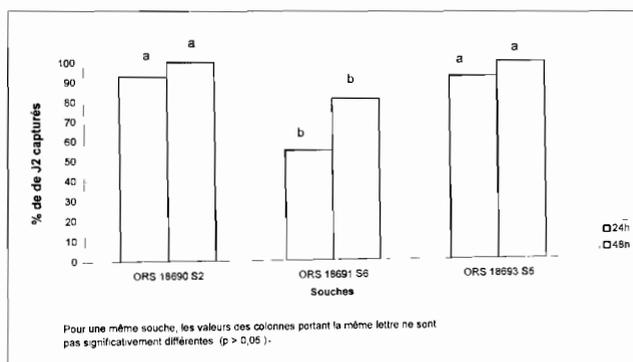


Figure 5.

Activité prédatrice des souches d'*A. oligospora* sur *M. mayaguensis*.

niles a été piégée par les souches *ORS 18690 S2* et *ORS 18693 S5*, alors que seulement un peu plus de la moitié est capturée par *ORS 18691 S6* (Fig. 5). Au bout de deux jours, le pourcentage de capture est de 100% pour les deux premières souches et de 80,8% pour *ORS 18691 S6*.

Etude en serre

Motte de compost

Un mois après l'inoculation

En l'absence du compost, la biomasse racinaire des plantes infestées par *M. mayaguensis*, était significativement inférieure à celle des plantes non infestées

(Tableau 2). Aucune différence significative n'a été observée pour leur biomasse aérienne. La présence de la motte améliore les biomasses aérienne et racinaire. L'apport fongique augmente significativement la biomasse racinaire par rapport au traitement avec motte seule mais sans distinction entre les souches. La biomasse aérienne augmente aussi de façon significative en présence des souches *ORS 18691 S6* et *ORS 18693 S5*. L'utilisation des mottes réduit l'indice de galle. Quelle que soit la souche, l'introduction du champignon dans les mottes diminue significativement l'indice de galle. Par contre les taux de multiplication des juvéniles sont identiques quel que soit le substrat et la présence des souches.

Tableau 2

Effets des souches d'*A. oligospora* sur support compost sur la population de *M. mayaguensis* et sur le développement de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cv. Roma un mois après inoculation des juvéniles.

| Souches d' <i>A. oligospora</i> | Substrat | Inoculum | Taux de multiplication* | Indice de galle | Biomasses (g) racinaire | Biomasses (g) aérienne |
|---------------------------------|---------------|----------|-------------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|
| Pas de champignon | Sol | 0 | 0a | 0a | 0,69c | 2,18a |
| Pas de champignon | Sol | 100 | 2,63b | 2,6d | 0,51a | 2,03a |
| Pas de champignon | Compost + sol | 100 | 0,25b | 1,9c | 0,65b | 2,76b |
| <i>ORS 18690 S2</i> | Compost + sol | 100 | 0,67b | 1,3b | 1,07d | 3,17b |
| <i>ORS 18691 S6</i> | Compost + sol | 100 | 0,25b | 1,3b | 0,88d | 3,72c |
| <i>ORS 18693 S5</i> | Compost + sol | 100 | 0,70b | 1,3b | 0,79d | 3,37c |

Les chiffres d'une même colonne suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents ($p > 0,05$).

* Taux de multiplication = (nombre total de J2 dans le sol + nombre total de J2 dans les racines)/inoculum.

Deux mois après inoculation

En l'absence de compost, la biomasse aérienne des plantes infestées était significativement plus faible que celle des plantes non infestées (Tableau 3). Il en est de même pour celle des plantes infestées en présence du compost mais sans champignon. La souche *ORS 18690 S2* a augmenté significativement la biomasse aérienne alors qu'en présence de *ORS 18691 S6* et *ORS 18693 S5* elle est restée identique à celle des plantes non infestées.

souches le nombre de fleurs a significativement augmenté.

Vermiculite

En l'absence de champignon les biomasses aérienne et racinaire des plantes sont équivalentes en présence et en l'absence de *M. mayaguensis* (Tableau 4). Par contre, l'apport fongique augmente significativement les biomasses aérienne et racinaire. L'indice de galle et le taux de multiplication sont significativement plus

Tableau 3
Effets des souches d'*A. oligospora* sur support compost sur la population de *M. mayaguensis* et sur le développement de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cv. Roma deux mois après inoculation des juvéniles.

| Souches d' <i>A. oligospora</i> | Substrat | Inoculum | Taux de multiplication* | Indice de galle | Biomasses (g) | | Nombre de fleurs | Nombre de fruits |
|---------------------------------|---------------|----------|-------------------------|-----------------|---------------|----------|------------------|------------------|
| | | | | | racinaire | aérienne | | |
| Pas de champignon | Sol | 0 | 0a | 0a | 1,11b | 2,03b | 2,00b | 0,90a |
| Pas de champignon | Sol | 100 | 88,5d | 3,5d | 0,62a | 1,42a | 0,37a | 0,70a |
| Pas de champignon | Compost + sol | 100 | 26,7c | 2,9c | 1,35c | 1,72a | 2,44b | 0,90a |
| <i>ORS 18690 S2</i> + | Compost + sol | 100 | 6,14b | 1,6b | 1,79d | 3,04c | 3,88c | 1,42b |
| <i>ORS 18691 S6</i> + | Compost + sol | 100 | 8,20b | 1,8b | 1,45c | 2,40b | 3,40b | 1,45b |
| <i>ORS 18693 S5</i> + | Compost + sol | 100 | 6,60b | 1,9b | 1,70d | 2,54b | 3,75c | 1,65b |

Les chiffres d'une même colonne suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents ($p > 0,05$).

* Taux de multiplication = (nombre total de J2 dans le sol + nombre total de J2 dans les racines)/inoculum.

La biomasse racinaire des plantes infestées en l'absence du compost était relativement plus faible que celle des plantes non infestées. Par contre en présence du compost celle-ci a augmentée de façon significative. Cette augmentation a été plus importante avec l'apport simultané de compost et des souches *ORS 18690 S2* et de *ORS 18693 S5*.

L'indice de galle et le taux de multiplication de *M. mayaguensis* étaient significativement plus faibles chez les plantes cultivées sur motte de compost. Ils ont été plus réduits en présence des souches fongiques mais aucune différence significative n'a été observée entre les différentes souches.

Chez les plantes infestées sans motte, le nombre de fleurs était beaucoup moins important que chez les non infestées et que chez les infestées cultivées sur compost. Ce nombre a significativement augmenté en présence des souches *ORS 18690 S2* et de *ORS 18693 S5*. Pour le nombre de fruits, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements : sans motte (en présence ou en l'absence de *M. mayaguensis*) et, motte seule. Par contre, pour toutes les

faibles en présence de *ORS 18690 S2* et de *ORS 18691 S6* alors que le taux de multiplication dans le cas de *ORS 18693 S5* n'est pas différent de ce taux en l'absence de champignon.

Discussion

Les souches d'*A. oligospora* trouvées au Sénégal inhibent la multiplication de *M. mayaguensis*. Cette espèce est un parasite redoutable (13) des cultures auxquelles elle cause d'importants dégâts occasionnant une baisse de production. Nous avons choisi de tester trois souches d'*A. oligospora* sur *M. mayaguensis*, qui a été signalée sur la plupart des plantes légumières du Sénégal et dont la fréquence atteint près de 30% des échantillons en provenance de la zone légumière des Niayes (10).

Ces trois souches sont différentes bien que provenant du même site. Le test de prédation *in vitro* montre qu'elles ont une très forte capacité prédatrice.

La croissance de toutes les souches diminue en présence de sel. Elles ont toutes été isolées à partir

Tableau 4
Effets des souches d'*A. oligospora* multipliés sur support vermiculite sur la population de *M. mayaguensis* et sur le développement de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cv. Roma un mois après inoculation des juvéniles.

| Souches d' <i>A. oligospora</i> | Substrat | Inoculum | Taux de multiplication* | Indice de galle | Biomasses (g) | |
|---------------------------------|-------------------|----------|-------------------------|-----------------|---------------|----------|
| | | | | | racinaire | aérienne |
| Pas de champignon | vermiculite + Sol | 0 | 0a | 0a | 0,17a | 0,66a |
| Pas de champignon | vermiculite + Sol | 100 | 25,5c | 2,43c | 0,19a | 0,65a |
| <i>ORS 18690 S2</i> | vermiculite + sol | 100 | 14,2b | 1,43b | 0,32b | 0,94b |
| <i>ORS 18691 S6</i> | vermiculite + sol | 100 | 15,7b | 1,43b | 0,31b | 0,91b |
| <i>ORS 18693 S5</i> | vermiculite + sol | 100 | 20,6c | 1,57b | 0,25b | 1,06b |

Les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents ($p > 0,05$).

* Taux de multiplication = (nombre total de J2 dans le sol + nombre total de J2 dans les racines)/inoculum.

d'échantillons d'un sol peu salé. Au Sénégal, la zone maraîchère des Niayes localisée sur le littoral avec des sols parfois très salés, représenterait par conséquent une zone peu adaptée à l'introduction de telles souches. Cette zone subit l'influence maritime et connaît une remontée salée, ce qui a pour conséquence une élévation du taux de salinité. Ailleurs, le taux de salinité a beaucoup augmenté ces dernières années du fait de l'accroissement de la demande en eau pour les activités maraîchères. Lorsque les nématodes sont placés dans un gradient de pH, ils s'accumulent préférentiellement autour des pH 5,8 à 8 (7). Au Sénégal, les cultures maraîchères sont souvent pratiquées sur des sols acides. Ainsi la plupart des souches devraient être bien adaptées à ces conditions car leur croissance est optimale en milieu acide (pH 5,6). Malgré la neutralité approximative du pH, aussi bien au niveau du compost (7,5) que du sol (7,7), les champignons réduisent néanmoins l'infestation des nématodes et stimulent la croissance de la plante. Par ailleurs, ils présentent un effet positif intrinsèque en considérant la biomasse aérienne en plus de l'effet sur le nématode.

La température a une influence prépondérante tant pour la croissance que pour l'activité prédatrice des souches fongiques. *In vitro*, les températures optimales de croissance se situent entre 25 et 30°C. Elles deviennent létales dès 35°C contrairement à l'optimum de température signalé pour la plupart des espèces tropicales de *Meloidogyne* (11). Au cours de l'expérience en serre où la température n'excédait jamais 28°C, la croissance des champignons était très bonne et leur activité prédatrice sur *M. mayaguensis* suffisamment efficace pour induire un meilleur développement de la plante. Dans le cadre de l'introduction de ces champignons dans les zones maraîchères, une période critique pourrait survenir en saison pluvieuse pendant laquelle, la température du sol dépasse 35°C. Il n'y aurait donc pas de contrôle des nématodes par les souches fongiques pendant cette période. Toutefois, il est connu que les champignons saprophytes produisent de grandes quantités de spores capables de résister à des conditions très défavorables.

La réussite de l'installation du champignon nématophage dans le sol dépend des facteurs environnementaux et des conditions d'introduction. Dans cette étude le compost fait de résidus d'abattoir semble présenter un avantage par rapport à la vermiculite. La matière organique est très connue comme source d'énergie pour les champignons saprophytes. Toutefois son addition peut induire des effets directs sur les nématodes (1) et sur le développement et la productivité de la plante. Il pourrait en être ainsi dans le cas du traitement avec compost sans champignon qui diminue la population de *M. mayaguensis* et accroît la floraison. L'expérience montre que l'apport simultané du compost et du champignon est nettement meilleur que l'effet du compost seul aussi bien sur la prédation des nématodes que sur le développement de la tomate. Au plan pratique, cette technique offre quatre avantages : (1) les mottes permettent une meilleure croissance des plantes; (2) elles constituent un amendement pratique, (3) elles induisent une protection suffisante contre les nématodes; (4) elles peuvent servir de moyen de dissémination des champignons nématophages dans les systèmes de culture maraîchères. La croissance du champignon dans la rhizosphère de ces plantes n'a cependant pas été étudiée. Néanmoins après une semaine de culture nous remarquons que les racines dépassent la motte et, probablement ont-elles déjà été colonisées par le champignon. La vermiculite serait responsable de l'absence de différence significative entre les plantes témoins et celles infestées de *M. mayaguensis* seul, car, elle améliorerait la croissance de la plante (18) ce qui atténuerait l'effet du parasite.

L'apport des souches a donc réduit de façon significative le développement de *M. mayaguensis*. En outre, toutes les souches ont un effet stimulateur sur le développement et la productivité de la tomate. Les champignons présenteraient ainsi une action stimulatrice sur la plante qui pourrait être intrinsèque ou indirecte du fait de l'inhibition qu'ils provoquent sur les nématodes.

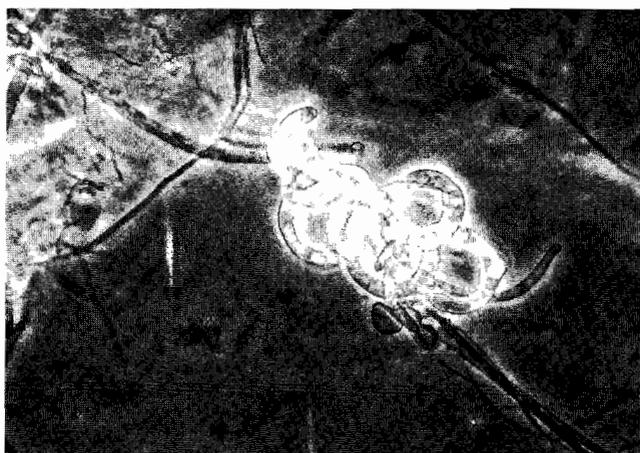


Photo 2. Piège hyphal d'*Arthrobotrys*.



Photo 3. Larve de *Meloidogyne mayaguensis* prise dans un piège hyphal.

Conclusions

Les souches de champignons, qui ont été isolées, contrôlent l'infestation de *M. mayaguensis* en conditions de serre. La lutte biologique à l'aide de champignons nématophages pourrait être une technique prometteuse qui peut être introduite dans la lutte contre les *Meloidogyne*. Cependant, d'autres expériences devront être menées pour vérifier la capacité de colonisation du sol par les souches fongiques, leur efficacité pendant la saison fraîche (novembre à mars) et

sur différents types de sols et pour déterminer la dose optimale d'inoculum. Aussi, il est nécessaire de poursuivre la recherche d'autres souches efficaces en utilisant des techniques simples et adaptées aux pratiques culturales. Cette étude montre que l'utilisation de souches indigènes d'*A. oligospora* présenterait un grand intérêt pour la lutte biologique contre *M. mayaguensis* et pour un meilleur développement des cultures maraîchères.

Références bibliographiques

1. Akhtar, M. & Alam, M.M., 1993. Utilization of waste materials in nematode control: a review. *Bioresource technology* **3**, 116-118.
2. Brewer, G.J. & Singh, C.F., 1970. An introduction to isozyme techniques. London, Academic Press.
3. Cayrol, J.C., 1983. Lutte biologique contre *Meloidogyne* au moyen d'*Arthrobotrys irregularis*. *Revue de Nématologie* **6**, 265-273.
4. Dalmaso, A. & Bergé, J.B., 1978. Molecular polymorphism and phylogenetic relationship in some *Meloidogyne* spp.: application to the taxonomy of *Meloidogyne*. *Journal of Nematology* **10**, 323-332.
5. Dawson, R.M.C.; Elliott, D.C.; Elliott, W.H. & Jones, K.M., 1969. Data for biochemical research. Clarendon press, Oxford, p. 489.
6. Dreshler, C., 1941. Predaceous fungi. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* **16**, 265-290.
7. Jairajpuri, M.S. & Azmi, M.I., 1978. Aggregation and repulsion of nematodes at pH gradients. *Nematologia Mediterranea* **6**, 107-112.
8. Johnson, A.W. & Fassuliotis, G., 1984. Nematodes parasites of vegetable crops, in plant and insect nematodes, (Nickle, W.R. Ed.) Marcel Dekker Inc., New York, NY, USA, pp. 323-372.
9. Mankau, R., 1961. The use of nematode-trapping fungi to control root-knot nematodes. *Nematologica* **6**, 326-332.
10. Mateille, T.; Diop, M.T.; Cadet, P.; Duponnois, R. & Thioulouse, J., 1994. Influence of environmental factors on the distribution of nematode populations parasitizing vegetables in Senegal. *Proceedings of the 22nd International Nematology Symposium, 7-12 August 1994, Gent, Belgium, Nematologica* **41** : 320.
11. Netscher, C. & Sikora, R.A., 1990. Nematodes parasites of vegetables, in *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* (Luc, M.; Sikora, R.A. et Bridge, J.; Eds) CAB International, Wallingford, pp. 237-283.
12. Pelagatti, O.; Nencetti, V. & Caroppo, S., 1986. Utilizzazione del formulato R350 a base di *Arthrobotrys irregularis* nel controllo di *Meloidogyne incognita*. *Redia* **89**, 276-283.
13. Rammah, A. & Hirschmann, H., 1988. *Meloidogyne mayaguensis* n.sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode from Puerto Rico. *Journal of Nematology* **20**, 58-69.
14. Seinhorst, J.W., 1950. De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aantasting door het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci* [Kuhn] Filipjev). *Tijdschrift over Plantenziekten* **56**, 292-349.
15. Seinhorst, J.W., 1962. Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica* **8**, 117-128.
16. Trudgill, D.L. & Carpenter, J.M., 1971. Disc electrophoresis of proteins from *Heterodera* species and pathotypes of *Heterodera rostochiensis*. *Annals of Applied Biology* **69**, 35-41.
17. Uladova, V.B., 1975. Comparative testing of various doses of nematophagous fungi on *Meloidogyne incognita*. *Byull. Vsesoy. Inst. Gel'mint., i.m. K.I. Skryabina* **15**, 109-112.
18. Vouyoukalou, E., 1993. Effect of *Arthrobotrys irregularis* on *Meloidogyne arenaria* on tomato plant. *Fundam. Appl. Nematol.* **16**, 321-324.
19. Zeck, W.M., 1971. A rating scheme for field evaluation of root-knot nematode infestation. *Pflanzen-Nachrichten, Bayer* **24**, 141-144.

M. Gueye, Sénégalais, Titulaire du D.E.A. Dernière année de thèse Assistant de Recherche IFAN (UCAD).

R. Duponnois, Français, Chargé de recherche ORSTOM.

P.I. Samb, Sénégalais, Maître de conférences UCAD.

T. Mateille, Français, Chargé de recherche ORSTOM.