

Enregistrement scientifique n° : 815

Symposium n° : 10

Présentation : poster

Effets de l'irrigation sur Pasteuria penetrans, parasite du nématode phytoparasite Meloidogyne javanica **Effects of the irrigation on Pasteuria penetrans, parasite of the plant-parasitic nematode Meloidogyne javanica**

**DABIRÉ Koumbobr Roch (1), FOULD Sabine (2), DIOP Mamadou Thiam (1),
CHOTTE Jean Luc (3), NDIAYE Saliou (4), MATEILLE Thierry (3)**

1. Université de Dakar, Département de Biologie Animale, B.P. 5005, Dakar, Sénégal.
2. Université Lyon 1, 43, Bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France.
3. ORSTOM, B.P. 1386, Dakar, Sénégal.
4. ENSA, Productions végétales, B.P. A 496, Thiès, Sénégal.

La phase infestante de Pasteuria penetrans, parasite obligatoire des nématodes du genre Meloidogyne, est sous forme de spores libres dans le sol. Son utilisation en lutte biologique contre ces nématodes conduit à des résultats agronomiques très variables expliqués essentiellement par l'hétérogénéité des propriétés physico-chimiques des sols.

Une étude menée au champ a montré que l'intensité de l'irrigation induit une distribution particulière des juvéniles de M. javanica infestés par P. penetrans consécutive à un remodelage de la structure du sol. Une étude menée dans des colonnes de sol a confirmé l'incidence de l'irrigation sur la perte des spores de P. penetrans par percolation. La fraction colloïdale, induisant une bonne capacité de rétention en eau, améliorerait la conservation des spores dans les pores. En revanche, un lessivage de cette fraction induirait une baisse du stock de P. penetrans et un faible taux de parasitisme de M. javanica par cet organisme.

La finalité de ces recherches est de pouvoir améliorer et gérer les qualités suppressives abiotiques intrinsèques des sols par des stratégies d'amélioration de la structure du sol : travaux du sol et amendements organiques, couplés à une maîtrise de l'irrigation.

Mots clés: irrigation, Meloidogyne javanica, Pasteuria penetrans, structure du sol.

Key words: irrigation, Meloidogyne javanica, Pasteuria penetrans, soil structure.

Numéro d'inscription : 815
Symposium n°: 10
Présentation : Poster

Effets de l'irrigation sur Pasteuria penetrans, parasite du nématode phytoparasite Meloidogyne javanica.

Effects of the irrigation on Pasteuria penetrans, parasite of the plant-parasitic nematode Meloidogyne javanica.

**DABIRÉ Koumbobr Roch (1), FOULD Sabine (2), DIOP Mamadou Thiam (1),
CHOTTE Jean Luc (3), NDIAYE Saliou (4), MATEILLE Thierry (3)**

1. Université de Dakar, Département de Biologie Animale, B.P. 5005, Dakar, Sénégal.
2. Université Lyon 1, 43, Bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France.
3. ORSTOM, B.P. 1386, Dakar, Sénégal.
4. ENSA, Productions végétales, B.P. A 496, Thiès, Sénégal.

Introduction

La lutte biologique contre les nématodes phytoparasites du genre Meloidogyne à l'aide de l'actinomycète Pasteuria penetrans s'est fortement développée récemment (Stirling, 1988) mais sa capacité à réguler le développement des populations de nématodes à un seuil économiquement tolérable est irrégulière selon les situations agro-climatiques (Spaull, 1984; Mateille et al., 1995). La méconnaissance des interactions de la plante et du sol, milieux naturels du développement de ces deux organismes, pourrait en être la principale cause.

En effet, la distribution et l'efficacité de P. penetrans paraissent très hétérogènes suivant les types de sols et même au niveau parcellaire (Dabiré, 1996). Sachant que la phase infestante de P. penetrans se trouve dans le sol sous forme de spores libres (Stirling, 1982), les propriétés édaphiques pourraient avoir une influence sur son action parasitaire vis à vis de son hôte Meloidogyne (Mateille et al., 1996).

C'est ainsi que nous proposons d'étudier l'effet de l'irrigation sur le stock de P. penetrans dans le sol et les conséquences sur sa capacité à réguler les populations de Meloidogyne.

Matériels et méthodes

1. Etude en conditions naturelles

Une parcelle carrée de 50 mètres de côté, caractérisée par un sol sablo-argileux (Tab. 1) et cultivée en aubergine africaine *Solanum aethiopicum* cv. Soxna (plantation 1 x 1 m), a été échantillonnée selon une grille carrée de 100 points.

Une irrigation était appliquée pendant 40mn par jour à l'aide de 2 colonnes parallèles de 3 asperseurs. Les volumes d'eau reçus en chaque point de la grille ont été mesurés dans des cuvettes de 100 ml placées au pied de chaque plant.

Cette parcelle était naturellement infestée en Meloidogyne javanica et en Pasteuria penetrans. Un prélèvement de sol rhizosphérique dans l'horizon superficiel (0-20cm) a été effectué en chaque point de la grille. Les juvéniles de M. javanica parasités ou pas par P. penetrans ont été extraits du sol par élutriation (Seinhorst, 1962) et les taux d'infestation ont été corrélés à l'irrigation reçue par les plants échantillonnés.

En chaque point de la grille, la structure du sol a été évaluée par la proportion (% de la masse pondérale) des fractions granulométriques inférieures à 20µm et supérieures à 200µm.

2. En conditions contrôlées

Des tubes de PVC de 18 cm de long et de cm diamètre ont été remplis avec du sol autoclavé (140°C, 40 mn) provenant de la parcelle décrite précédemment. Un plant de tomate cv. Roma a été repiqué dans chaque tube et inoculé avec $4,2 \cdot 10^6$ spores de *P. penetrans* dans l'horizon 0-10cm. Deux semaines après le repiquage, 360 juvéniles de *M. javanica* ont été inoculés dans chaque tube. Des arrosages de 25, 50 ou 75 ml d'eau, équivalents au trois niveaux d'irrigation observés au champ, ont été appliqués quotidiennement. Cinq répétitions ont été prévues dans chaque condition d'arrosage. Les tubes étaient placés dans des pots afin de recueillir les percolats (eau + juvéniles de *M. javanica* + spores de *P. penetrans*).

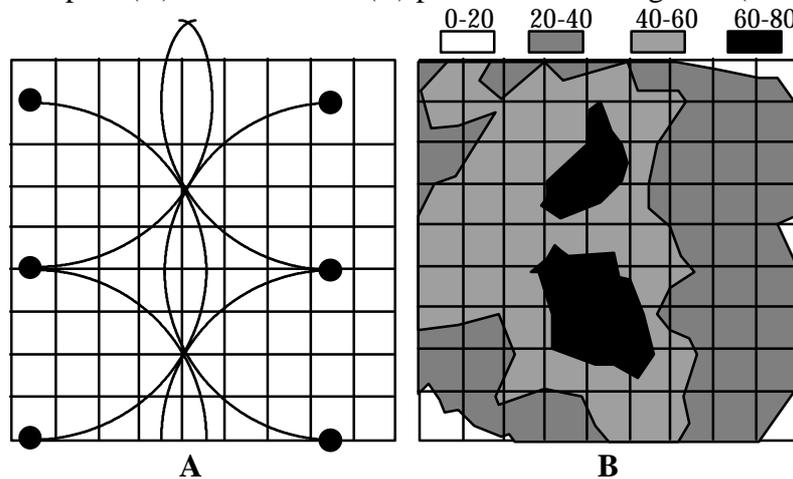
Les plants ont été prélevés un mois après l'inoculation de juvéniles. Les juvéniles de seconde génération ont été extraits d'un aliquote de sol par élutriation (Seinhorst, 1962) et des racines par aspersion (Seinhorst, 1950). Les spores non percolées de *P. penetrans* ont été extraites du sol après dispersion des particules (Chotte, 1992).

Résultats

1. Influence de l'irrigation sur la distribution géographique du complexe *M. javanica* - *P. penetrans* et la structure du sol

Du fait de la situation des arroseurs et du recouvrement des aires d'irrigation, la distribution des volumes d'eau effectivement reçus par les plants d'aubergine est hétérogène (Fig. 1) : les plants situés au centre de la parcelle ont reçu 4 fois plus d'eau que ceux situés sur les bordures. Le décentrage de la distribution vers la gauche est due principalement aux vents dominants.

Figure 1: plan (A) et distribution (B) parcellaire de l'irrigation (mm/jour).

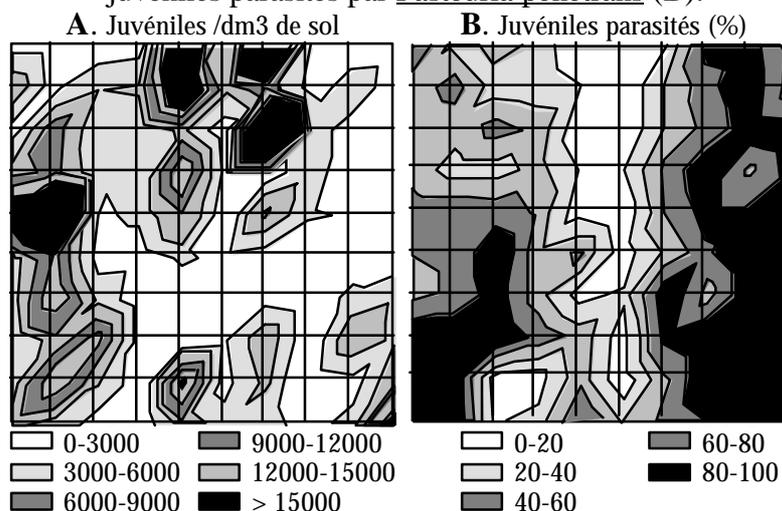


L'analyse nématologique (Fig. 2) a révélé une distribution hétérogène à la fois des juvéniles totaux de *M. javanica* et des juvéniles parasités par *P. penetrans*. Mais, les deux distributions ne se recouvraient pas. Quatre situations typiques ont été observées :

- des zones très infestées en juvéniles de *M. javanica* dont la plupart (60-80%) est parasitée par *P. penetrans*.

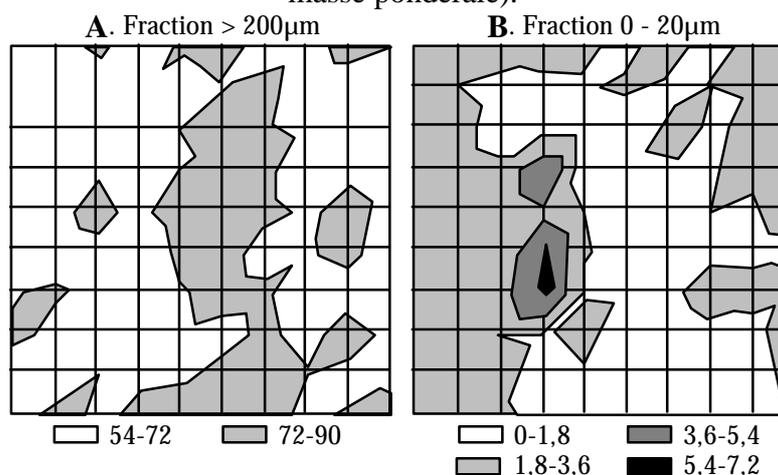
- des zones très infestées en juvéniles de M. javanica mais peu infestées en P. penetrans (0-20% des juvéniles).
- des zones peu infestées en juvéniles de M. javanica dont la plupart (80-100%) est parasitée par P. penetrans.
- des zones peu infestées à la fois en juvéniles de M. javanica et en P. penetrans (0-20% des juvéniles).

Figure 2: distribution parcellaire des juvéniles de Meloidogyne javanica totaux (A) et des juvéniles parasités par Pasteuria penetrans (B).



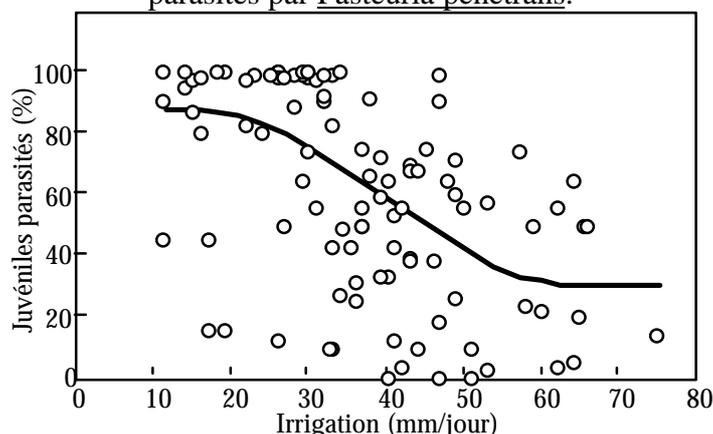
L'horizon superficiel de la zone médiane de la parcelle (Fig. 3) était caractérisé par les fractions granulométriques les plus grossières (> 200µm). Cette zone était corrélée avec l'intensité de l'irrigation (matrice de corrélation = 0,043). Inversement, les fractions granulométriques les plus fines (0-20µm), étaient situées sur les bordures et corrélées négativement avec l'intensité de l'irrigation (matrice de corrélation = - 0,5).

Figure 3 : distribution des fractions granulométriques >200µm (A) et 0-20µm (B) (% de la masse pondérale).



L'abondance en juvéniles de *M. javanica* parasités par *P. penetrans* diminue avec l'accroissement de la quantité d'eau reçue au sol (Fig. 4). Mais l'analyse statistique a montré que la classe d'abondance la plus élevée en juvéniles parasitées par *P. penetrans* (80 à 100%) était très significativement ($p < 0,001$) répartie dans les zones d'irrigation moyenne (20 à 40mm/jour).

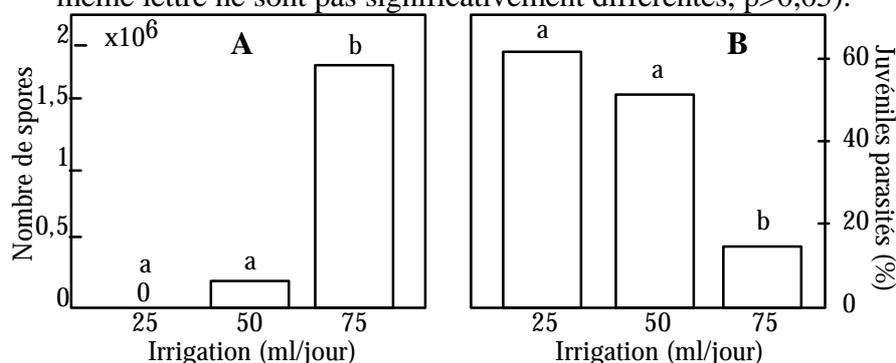
Figure 4: influence de l'irrigation sur la population de juvéniles de *Meloidogyne javanica* parasités par *Pasteuria penetrans*.



2. Influence de l'irrigation sur le transport des spores de *Pasteuria penetrans* dans le sol et sur le parasitisme des juvéniles de *Meloidogyne javanica*

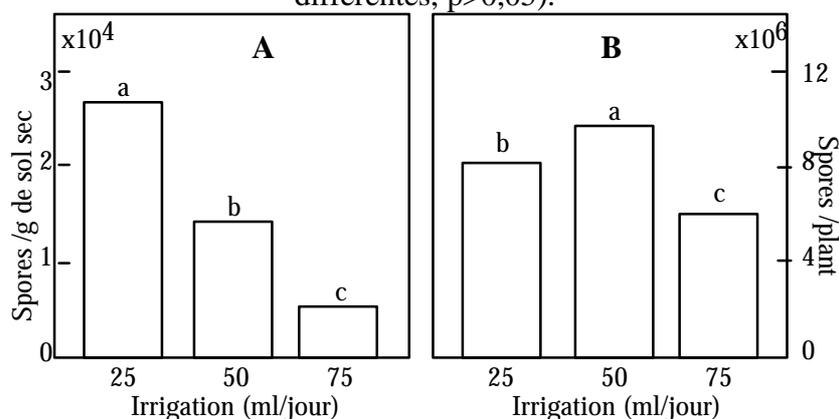
L'étude expérimentale menée en pots de végétation a montré qu'après un mois de culture, les spores de *P. penetrans* inoculées étaient entraînées dans le percolat par l'eau d'irrigation dans le cas de l'irrigation la plus intense (Fig. 5A). En même temps, les juvéniles de *M. javanica* extraits du sol et parasités par *P. penetrans* étaient d'autant moins nombreux que l'irrigation était intense (Fig. 5B), alors que le développement global (taux de multiplication) des populations de *M.javanica* était identique quelle que soit la quantité d'eau apportée quotidiennement.

Figure 5: influence de l'irrigation sur la percolation des spores et sur le taux de parasitisme des juvéniles de *Meloidogyne javanica* par *Pasteuria penetrans* (les données suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, $p > 0,05$).



Après dispersion des particules de sol, le nombre de spores de *P. penetrans* extraites du sol était d'autant plus faible que l'irrigation était élevée (Fig. 6A). En revanche, le nombre de spores extraites des racines (Fig. 6B) était significativement important dans le cas de l'irrigation moyenne (50 ml/jour) et faible dans le cas de l'irrigation la plus intense (75 ml/jour).

Figure 6: influence de l'irrigation sur le nombre de spores de *Pasteuria penetrans* extraites du sol (A) et des racines (B) (les données suivies d'une même lettre ne sont significativement différentes, $p > 0,05$).



Discussion

L'hétérogénéité de la répartition géographique de *P. penetrans* au niveau parcellaire et le non-recouvrement avec celle de son hôte *M. javanica* montre que la relation parasitaire entre les deux organismes n'est pas soumise aux seuls mécanismes de densité-dépendance (Ciancio *et al.*, 1995; Diop *et al.*, 1996). Le sol, milieu naturel du développement de ces organismes, est un facteur déterminant (Mateille *et al.*, 1995).

L'irrigation est un facteur de déséquilibre de la composition granulométrique du sol : plus l'irrigation est intense, plus la fraction 0-20 μ m diminue dans l'horizon superficiel au profit de la fraction >200 μ m. L'irrigation induit une réorganisation des particules de sol en fonction de leur taille, les particules fines étant entraînées vers les horizons profonds. La porosité globale de l'horizon rhyzosphérique devient importante et facilite la perte des spores de *P.*

penetrans par percolation (Dabiré et al., 1996) puisqu'elles peuvent être assimilées à des particules fines (**4µm**) **non motiles** (Imbriani & Mankau, 1977). Ce phénomène touche de nombreux microorganismes telluriques (Gannon et al., 1991; Hornberg et al., 1992).

En outre, l'irrigation peut modifier indirectement la structure des sols en perturbant la cohésion des agrégats par des variations de la solution du sol (Curtin et al., 1995) ou des habitats microbiens responsables de la microagrégation (Stosky, 1986; Kanazawa & Filip, 1986).

La diminution du stock de spores dans l'horizon superficiel va donc diminuer le potentiel de contrôle des populations de nématodes en réduisant la proportion de juvéniles parasités ainsi que le taux d'encombrement des juvéniles en spores.

Cependant, la plante semble intervenir dans ces phénomènes. Alors que l'attachement des spores de P. penetrans sur les juvéniles de Meloidogyne spp. se réalise dans le sol, la germination des spores n'est induite qu'après pénétration des juvéniles du nématode dans les racines de la plante et la production de la génération suivante de spores se déroule dans les femelles du nématode à l'intérieur des racines (Stirlig et al., 1980). Par conséquent, la nutrition des nématodes dans les racines peut être un facteur de régulation de la production de spores. Dans le cas présent, il semble que l'irrigation ait influencé la production de spores par les femelles puisqu'une production optimale de spores a été obtenue pour un apport moyen de 50 ml d'eau par jour. La plus forte irrigation a certainement diminué l'inoculum de spores apporté et par conséquent le taux de parasitisme des juvéniles infestants; d'où une faible production de spores à la génération suivante. Mais la plus faible irrigation, qui ne perturbe pas directement le stock de spores libres dans le sol, était probablement insuffisante pour permettre une bonne croissance des plantes et une nutrition satisfaisante des femelles de M. javanica. D'où, également, une diminution de la production de spores par les femelles influencée par le niveau hydrique de plante.

Conclusion

L'irrigation trop intense d'un périmètre maraîcher infesté par les nématodes du genre Meloidogyne spp. diminuerait le stock natif de P. penetrans et son efficacité comme agent de lutte biologique. La maîtrise de l'irrigation (quantités et modes d'application), couplée à un contrôle de l'évolution de la structure des sols, apparaît nécessaire pour améliorer le développement naturel et l'efficacité d'organismes indigènes parasites des nématodes, tels que P. penetrans. Cet exemple de gestion raisonnée des facteurs du milieu permet de concevoir des méthodes de lutte méso-biologiques conformes à une agriculture durable et respectueuse de l'environnement.

Références

- Chotte, J.L., Jocteur Monrozier, L., William, G. & Toutain, F., 1992. Effet du mode de dispersion du sol sur la localisation de sa biomasse microbienne: cas d'un vertisol. *Cah. ORSTOM, sér. Pédo.*, 27: 81-95.
- Ciancio, A. & Bourijate, M., 1995. Relationship between Pasteuria penetrans infection levels and density of Meloidogyne javanica. *Nematol. mediterr.*, 23 (1) : 43-49.
- Curtin, D., Steppuhn, H, Mermut, A. R. & Selles, F., 1995. Sodicité in irrigated soils in Saskatchewan : chemistry and structural stability. *Can. J. Soil Sci.*, 75 : 177-185

- Dabiré, K.R., Mateille, T., N'diaye, S., Diop, M.T., Duponnois, R., 1996. Influence of the soil on the availability of Pasteuria penetrans to parasitize nematodes genus Meloidogyne. *Third Inter. Nematol. Cong., Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, July 1996*.
- Diop, M.T., Mateille, T., Ndiaye, S., Dabiré, K.R. & Duponnois, R. 1996. Effects of crop rotations on populations of Meloidogyne javanica and Pasteuria penetrans. *Third Inter. Nematol. Cong., Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, July 1996*.
- Hornberg, G.M., Mills, A.L. & Herman, J.L., 1992. Bacterial transport in porous media: evaluation of a model using laboratory: *Water Res. Res.*, 28 (3): 915-938.
- Gannon, J.T., Mingelgrin, V., Alexander, M. & Wagenet, R.J., 1991. Bacterial transport through homogeneous soil. *Soil Biol. Biochem.*, 23 (12):1155-1160.
- Imbriani, J.L. & Mankau, R., 1977. Ultrastructure of the nematode pathogen, Bacillus penetrans. *J. Invert. Pathol.*, 30: 337-347.
- Kanazawa, S. & Filip, Z. 1986. Distribution of microorganisms, total biomass and enzyme activity in different particles of brown soil. *Microb. Ecol.*, 12: 205-215.
- Mateille, T., Duponnois, R., Diop, M.T., 1995. Influence des facteurs telluriques abiotiques et de la plante hôte sur l'infection des nématodes phytoparasites du genre Meloidogyne par l'actinomycète Pasteuria penetrans. *Agronomie*, 15:581-591.
- Mateille, T., Duponnois, R., Dabiré, K., Diop, M.T., & Ndiaye, S., 1996. Incidence of the soil on the transport of the spores of Pasteuria penetrans by water and their availability to parasitize nematodes genus Meloidogyne. *Eur. J. Soil Biol.*: 32(2) : 81-88.
- Seinhorst, J.W., 1962. Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica*, 8: 117-128.
- Spaull, V. W., 1984. Observations on Bacillus penetrans infecting Meloidogyne in sugarcane fields in South Africa. *Revue Nématol.*, 7 (3): 277-282.
- Stirling, G.R. & Wachtel, M.F., 1980. Mass production of Bacillus penetrans for the biological control of root-knot nematodes. *Nematologica*, 26: 308-312.
- Stirling, G.R. & White, A.M., 1982. Distribution of a parasite of root-knot nematode in South Australian Vineyards. *Pl. Dis.*, 66 (1): 52-53.
- Stirling, G.R., 1988. Biological control of plant parasitic nematodes. In : Poinar, G.O. & Jansson, H.B.(Ed.): *Diseases of nematodes*. Vol.2 CRC Press, Inc., Florida : 93-139.
- Stotsky, G., 1986. Influence of soil minerals colloids on metabolic processes, growth, adhesion and ecology of microbes and viruses. *Soil Science Society of America, 677S.Rd., Madison, WI 53711, USA. Interactions of Soils minerals with Natural Organics and Microbes, SSSA. Spec. Pub. n° 17: 305-315.*

Mots clés: irrigation, Meloidogyne javanica, Pasteuria penetrans, structure du sol.

Key words: irrigation, Meloidogyne javanica, Pasteuria penetrans, soil structure.