

REUNION DU GIS-LINNE DU 12 MAI 1994

LES NEMATODES PARASITES DES CULTURES MARAICHÈRES AU SENEGAL. DISTRIBUTION DE *PASTEURIA PENETRANS*, ACTINOMYCÈTE PARASITE DES NEMATODES DU GENRE *MELOIDOGYNE*.

Mamadou Thiam DIOP
Thierry MATEILLE
Robin DUPONNOIS

Les cultures maraîchères représentent une spéculation agricole très importante au Sénégal, tant du point de vue de la consommation par la population que du rapport financier pour les agriculteurs et les intermédiaires commerciaux. La production locale (2/3 de la consommation) permet de subvenir en grande partie à la consommation.

Malgré une production assez satisfaisante, plusieurs facteurs tendent à la limiter. Parmi eux, les parasites représentent des contraintes très importantes. Les insectes et acariens d'une part, et les nématodes phytoparasites d'autre part constituent les deux groupes de parasites majeurs sur culture maraîchère au Sénégal. Bien qu'il soit très difficile d'évaluer l'impact réel des nématodes sur les rendements puisque la diminution de ceux-ci est due à la résultante de nombreux facteurs, dont les complexes parasitaires, les dégâts occasionnés par les nématodes, et plus particulièrement par ceux du genre *Meloidogyne*, sur les cultures maraîchères, sont connus par la plupart des cultivateurs.

De nombreux travaux (Netscher, 1970; Prot, 1984) ont permis de mieux connaître ce nématode (sa taxonomie, sa biologie, sa physiologie, sa pathogénie, les réactions des plantes à l'infestation, etc...) et de mettre au point un certain nombre de techniques de lutte.

Afin de développer un programme sur les relations antagonistes entre les nématodes phytoparasites et certains de leurs parasites ou prédateurs naturels, dont l'objectif pour le développement est l'élaboration de techniques de lutte biologique, le Groupement d'Intérêt Scientifique LINNE a entrepris :

- de réactualiser les connaissances sur la répartition des nématodes parasites des cultures maraîchères et principalement de *Meloidogyne* spp.
- de rechercher des micro-organismes parasites ou prédateurs naturels associés à *Meloidogyne* spp.
- d'étudier l'effet des facteurs environnementaux sur les peuplements de nématodes.

Cette étude, intitulée "Les nématodes parasites des cultures maraîchères au Sénégal. Distribution de *Pasteuria penetrans*, actinomycète parasite des nématodes du genre *Meloidogyne*" constitue un préambule à ce programme de recherche.

1. LES ESPECES PARASITES DES CULTURES MARAICHÈRES AU SENEGAL

1.1 Les diverses espèces rencontrées

Plus de vingt ans après la prospection effectuée par Netscher (1970), les espèces *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica*, *Scutellonema cavenessi*, *Rotylenchulus reniformis*, *Pratylenchus brachyurus*, *Paratrichodorus minor*, *Tylenchorhynchus sulcatus*, *Hoplolaimus pararobustus*, *Criconemella curvata* et *Aorolaimus macbethi* sont toujours présentes. A cause de la stabilité géographique des zones maraîchères pendant toutes ces années, il est certain que ces espèces sont tout à fait bien adaptées aux cultures et que l'on a à faire à des populations en équilibre stable.

1.2 Le cas particulier de *Meloidogyne* spp.

Grâce à l'utilisation de l'électrophorèse, nous avons pu signaler pour la première fois au Sénégal la présence de *M. mayaguensis*. Les trois autres espèces avaient été déjà signalées par Netscher (1970) et décrites par la caractérisation des figures périnéales.

En 1987, Fargette avait obtenu, de manière assez fréquente (12%), un profil estérasiqique à quatre bandes. Elle l'avait dénommé profil pVI et l'avait assimilé au phénotype VS1-S1 (very slow) de *M. enterolobii* trouvé en chine et d'une espèce non identifiée de *Meloidogyne* trouvée à Porto Rico (Esbenshade & Triantaphyllou, 1985).

En 1988, Rammah & Hirschman apportent des informations plus diverses mais plus confuses i) **similitudes morphologiques des femelles** avec celles de *M. enterolobii*, ii) **similitudes de la figure périnéale et de la caryogénèse** ($2n = 44-45$) avec celles de *M. arenaria*, iii) **similitudes de la**

réponse du test de la gamme d'hôte avec celle de la race 2 de *M. incognita* (Hartman & Sasser, 1985).

Pour Berthou *et al.* (1990), le profil estérasiqne correspondrait à celui d'une souche virulente de *M. incognita*. En 1990, Fargette & Braaksma confirmaient que ce profil correspond à celui de races B (populations de *Meloidogyne* capables de se reproduire sur des cultivars normalement résistants aux espèces) de *M. incognita* ou de *M. enterolobii*.

Cette espèce constitue une réelle menace pour les cultures maraichères quand on sait qu'elle est en mesure de se développer sur des plantes supposées résistantes aux autres espèces de *Meloidogyne*. Elle a été rencontrée plus fréquemment dans la région du Cap Vert (53%) et dans celle des Niayes (41%) que dans les autres régions.

2. RELATIONS AVEC LES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

2.1 Les Facteurs biotiques :

La plante

L'effet de la plante hôte s'observe surtout sur la diversité des espèces plutôt que sur leur distribution (fréquence et abondance). C'est ainsi que l'on observe le maximum de nématodes sur le gombo et à une moindre mesure sur la tomate et l'aubergine africaine. Par contre la plus faible diversité s'observe sur la pomme de terre. Cette dernière est, en effet, hôte pour très peu de nématodes (Jatala & Bridge, 1985). *Scutellonema cavenessi* serait signalé pour la première fois sur la pomme de terre.

Par ailleurs, pour toutes les autres cultures sauf le gombo et l'aubergine africaine, près de 30 à 40% des échantillons ne contiennent pas de nématodes dans le sol. Cette proportion est la même pour ce qui concerne les endoparasites seulement, excepté *Meloidogyne* spp.

Cela laisse supposer que la distribution des différentes espèces, excepté *Meloidogyne* spp., serait plutôt lié à un autre facteur que la plante hôte.

Netscher (1970) n'avait trouvé de complexes d'espèces de *Meloidogyne* que sur pomme de terre (*M. arenaria*, *M. incognita* et *M. javanica*) et sur tomate (*M. incognita* et *M. javanica*). Par contre, sur chou et gombo, il n'avait trouvé qu'une seule espèce (respectivement *M. incognita* et *M. javanica*). Contrairement à ces observations, toutes ces cultures peuvent être parasitées par des complexes d'au moins trois espèces. Cependant, le développement de chacune des espèces peut varier d'une culture à l'autre, excepté *M. javanica* qui semble se développer de manière identique.

Le chou, considéré comme une plante peu sensible (Netscher, 1970; Prot, 1984), s'est révélé être très parasité par *M. arenaria*, *M. incognita* et *M. javanica*.

M. mayaguensis n'a pas pu être quantifiée sur chou et n'a été détectée sur cette culture que dans un seul échantillon par le test de la gamme d'hôtes. Il serait donc intéressant de confirmer le degré de sensibilité du chou à cette espèce, afin d'envisager une méthode de lutte par rotation culturale, ou d'intégrer cette plante dans un test de gamme d'hôte.

Le précédent cultural

Excepté *Meloidogyne* spp., la distribution des nématodes varie selon le précédent cultural. Il apparaît que la monoculture maraichère favoriserait le maintien de la plus grande diversité d'espèces, alors que l'interculture favoriserait localement l'extinction de foyers de nématodes, plus que la diminution homogène des populations. Ceci pourrait être dû au couvert végétal qui s'installe dans les zones abandonnées et qui, selon les zones serait représenté par des plantes hôtes (maintien et développement des espèces) ou des plantes non-hôtes (extinction des foyers). Il s'avère donc que l'interculture constitue, selon les endroits, la meilleure des techniques de lutte culturale.

Le précédent vivrier représente un état intermédiaire, mais qui semble n'être efficace que sur des espèces peu pathogènes aux cultures maraichères. La sensibilité des cultures vivrières à des espèces telles que *Tylenchorhynchus* spp., *Scutellonema cavenessi*, *Helicotylenchus dihystra* et *Pratylenchus* spp., communes aux cultures maraichères, ne permet pas une diminution de leurs populations dans un système de succession culturale maraichage / vivrier.

Pour ce qui concerne *Meloidogyne* spp., ces espèces sont tellement inféodées aux cultures maraichères sur lesquelles a été faite l'enquête, qu'il n'est pas possible de distinguer un effet du précédent vivrier ou de l'interculture sur leurs populations. Cela ne peut être analysé que sur ces précédents culturaux.

2.2 Les facteurs abiotiques

Seul le facteur type de sol a pu être étudié. Le nombre plus restreint d'échantillons prélevés dans les sols halomorphes ne nous permettent pas de tirer de conclusions.

C'est dans le cas des sols Dior qu'a été trouvée la plus grande diversité des espèces. Ce fait pourrait s'expliquer par la différence de texture, de structure et autres facteurs agissant dans les sols.

Les sols Dior sont des sols sablo-argileux, alors que les sols Niayes (sols minéraux bruts et d'apports) sont essentiellement sableux et donc d'une porosité et d'une composition chimique très différentes. En conséquence, la plus faible diversité des espèces dans les sols Niayes pourrait s'expliquer par une percolation plus importante des nématodes, et surtout des ectoparasites, accentuée par les arrosages. D'autre part, dans les sols Dior, les nématodes ont plus de difficulté à se déplacer et resteraient, par conséquent, plus concentrés dans l'horizon rhyzosphérique.

Outre la porosité, les facteurs chimiques du sol peuvent intervenir dans l'évolution des peuplements. Parmi ces facteurs, la concentration en CO₂, liée à la présence de matière organique, l'acidité (pH) et la composition minérale sont des éléments importants qui peuvent influencer la composition et le développement des peuplements nématologiques (Wallace, 1971). Par ailleurs, vu la différence de porosité qui existe entre les deux types de sols, le lessivage des sols Niayes plus important que celui des sols Dior pourrait renforcer ces effets.

Dans le cas particulier de *Meloidogyne* spp., Netscher (1970) avait expliqué que, dans les Niayes, les populations telluriques étaient faibles à cause des inondations périodiques par la nappe phréatique. Dans ce cas, les nématodes, fuyant des conditions d'asphyxie, se réfugient dans les racines où ils accomplissent l'ensemble du cycle (Fisher & Winter cité par Bachelier, 1978). D'autre part, on sait que, pour de nombreux nématodes, l'étape tellurique de leur cycle biologique est plus courte dans des sols légers (mobilité intense) que dans des sols lourds. Enfin, le faible état de compaction des sols Niayes peut permettre un développement sagittal des racines plus important (parenchyme cortical plus épais) que dans un sol Dior, favorisant ainsi le déroulement endoracinaire de l'ensemble du cycle biologique.

3. PASTEURIA PENETRANS

Nous avons trouvé cet actinomycète associé à *Aphelenchus* sp., *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus reniformis* et *Tylenchorhynchus ventralis*, mais de manière extrêmement rare.

Associé à *Meloidogyne* spp., *P. penetrans* montre une fréquence relativement importante (30%) au Sénégal et a été trouvé dans les quatre zones prospectées. Par contre il est très peu abondant. Le fait que sa densité augmente avec celle des populations de *Meloidogyne* mais que la proportion de juvéniles parasités soit constante indique que les populations de *P. penetrans* sont en équilibre avec celles de *Meloidogyne* spp. Cet équilibre est un phénomène connu chez tous les parasites obligatoires qui ont besoin de l'hôte pour se développer et se reproduire. Mais, du point de vue du contrôle des populations de nématodes, il s'avère que cet équilibre est toujours favorable au développement de *Meloidogyne*. On en déduit que, au Sénégal, *P. penetrans* n'est pas dans des conditions écologiques optimales pour assurer un contrôle efficace des populations de *Meloidogyne*.

Cependant, il s'avère que la densité des juvéniles de *Meloidogyne* spp. parasités est variable selon la plante hôte des nématodes et le type de sol.

Ainsi, alors que l'aubergine africaine et la tomate présentent des sensibilités équivalentes aux *Meloidogyne*, il semble que ces deux plantes influencent différemment le développement des populations de *P. penetrans*. Deux hypothèses peuvent être émises pour expliquer cela :

- l'adhésion des sporanges de *P. penetrans* sur les juvéniles de *Meloidogyne* seraient sous la dépendance de nombreux facteurs physico-chimiques de la rhyzosphère. Les exsudats racinaires pourraient être impliqués mais favoriseraient plus ou moins bien, selon la plante, ce mécanisme d'adhésion. Par ailleurs, ces exsudats pourraient influencer le mouvement des juvéniles dans le sol en étant plus ou moins attractifs (Prot, 1975; 1976), ce qui aurait une conséquence sur la probabilité d'attachement des sporanges.

- les plantes présentent des qualités nutritionnelles différentes aux nématodes. La pénétration de l'hyphe bactérien issu des spores de *P. penetrans* dans le coelome des nématodes intervient une fois que les juvéniles aient pénétré dans les racines (effet signal). On peut donc penser que la qualité nutritionnelle puisse influencer cette étape du parasitisme par *P. penetrans* et avoir des conséquences sur le développement de la population de l'hyperparasite.

Par ailleurs, c'est encore dans les sols Dior que l'on a trouvé la plus forte proportion de juvéniles de *Meloidogyne* parasités, alors que, dans les sols Niayes, elle est quasiment nulle. Trois hypothèses peuvent être émises :

- les sporanges de *P. penetrans* sont de minuscules organismes de 4 μm de diamètre, dimension très inférieure à la majorité des particules des sols Niayes. Par conséquent, de très nombreux sporanges peuvent être perdus par percolation lors des arrosages successifs.
- nous avons vu que les populations telluriques de *Meloidogyne* spp. sont très réduites dans ces types de sols. Par conséquent, la probabilité d'attachement des sporanges est très faible. Par contre, l'encombrement des juvéniles par *P. penetrans* est important dans ces sols : un autre facteur, indépendant de la porosité, serait au contraire favorable à l'adhésion des sporanges.
- le mécanisme d'adhésion des sporanges sur les juvéniles est encore inconnu. Mais on peut penser que l'environnement minéral, plus riche dans un sol Dior que dans un sol Niaye (solution ionique, complexe absorbant) puisse avoir une influence sur ce mécanisme.

4. PERSPECTIVES DE RECHERCHE

L'objectif de ces recherches doit s'orienter vers l'écologie des relations antagonistes entre les nématodes du genre *Meloidogyne* et *P. penetrans* afin d'améliorer l'efficacité de cet organisme hyperparasite et permettre un meilleur contrôle des populations de nématodes.

Partant de ces travaux préliminaires, les nouvelles recherches à entreprendre pourraient s'orienter vers l'étude :

- du comportement de *Meloidogyne* spp. dans différents types de sols.
- des capacités d'adhésion de *P. penetrans* en fonction des types de sol (selon la porosité et la composition chimique).
- des capacités d'adhésion et de développement de *P. penetrans* en fonction des plantes hôtes de *Meloidogyne* spp.

5. REFERENCES

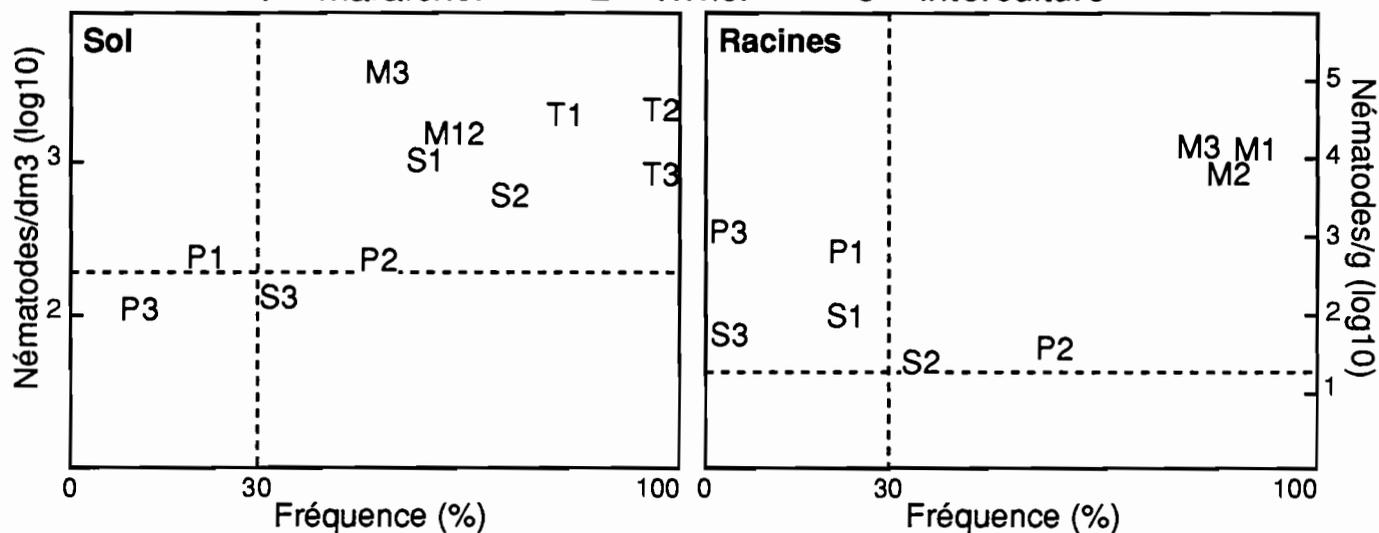
- BACHELIER, G. (1978). Publ. ORSTOM, 391p.
- BERTHOU, F., BA-DIALLO, A., MAYER, de L. & GUIRAN, de G. (1990). *Agronomie*, 9 : 877-884.
- ESBENSHADE, P.R. & TRIANTAPHYLLOU, A.C. (1985). In : Barker, K.R., Carter, C.C. & Sasser, J.N. (Eds.). *An advanced treatise on Meloidogyne. II. Methodology*. IMP, North Carolina State University Graphics, USA : 75-123.
- FARGETTE, M. (1987). *Revue Nématol.*, 10 : 45-56.
- FARGETTE, M. & BRAAKSMA, R. (1990). *Revue Nématol.*, 13 : 375-386.
- HARTMAN, K.M. & SASSER, J.N. (1985). In : Barker, K.R., Carter, C.C. & Sasser, J.N. (Eds.). *An advanced treatise on Meloidogyne. II. Methodology*. IMP, North Carolina State University Graphics, USA : 69-77.
- JATALA, P., BRIDGE, J. (1985). In : Luc, M., Sikora, R.A. & Bridge, J. (Eds.). *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. CAB International, London : 137-180.
- NETSCHER, C. (1970). *Cah. ORSTOM Sér. Biol.*, 11 : 209-229.
- PROT, J.C. (1975). *Cah. ORSTOM Sér. Biol.*, 10 : 251.
- PROT, J.C. (1976). *Cah. ORSTOM Sér. Biol.*, 11 : 157-166.
- PROT, J.C. (1984). USAID, Dakar, 28p.
- WALLACE, H.R. (1971). In : Zuckerman, B.M., Mai, W.F. & Rohde, R.A. (Eds.). *Plant parasitic nematodes. voll : Morphology, anatomy, taxonomy and ecology*. Acad. Press, London, 345 p.

1/ LES NÉMATODES PARASITES DES CULTURES MARAÎCHÈRES

Genres	% de champs infestés	Genres	% de champs infestés
<i>Meloidogyne</i>	80,9 → M	<i>Hoplolaimus</i>	16,5
<i>Tylenchorhynchus</i>	58,3 → T	<i>Aorolaimus</i>	7,7
<i>Scutellonema</i>	40,2 → S	<i>Criconemella</i>	7,7
<i>Helicotylenchus</i>	34,5	<i>Xiphinema</i>	6,7
<i>Pratylenchus</i>	30,4 → P	<i>Trichotylenchus</i>	2,6
<i>Paratrichodorus</i>	26,3	<i>Heterodera</i>	2,1
<i>Rotylenchulus</i>	26,3	<i>Gracilacus</i>	1
		<i>Longidorus</i>	1

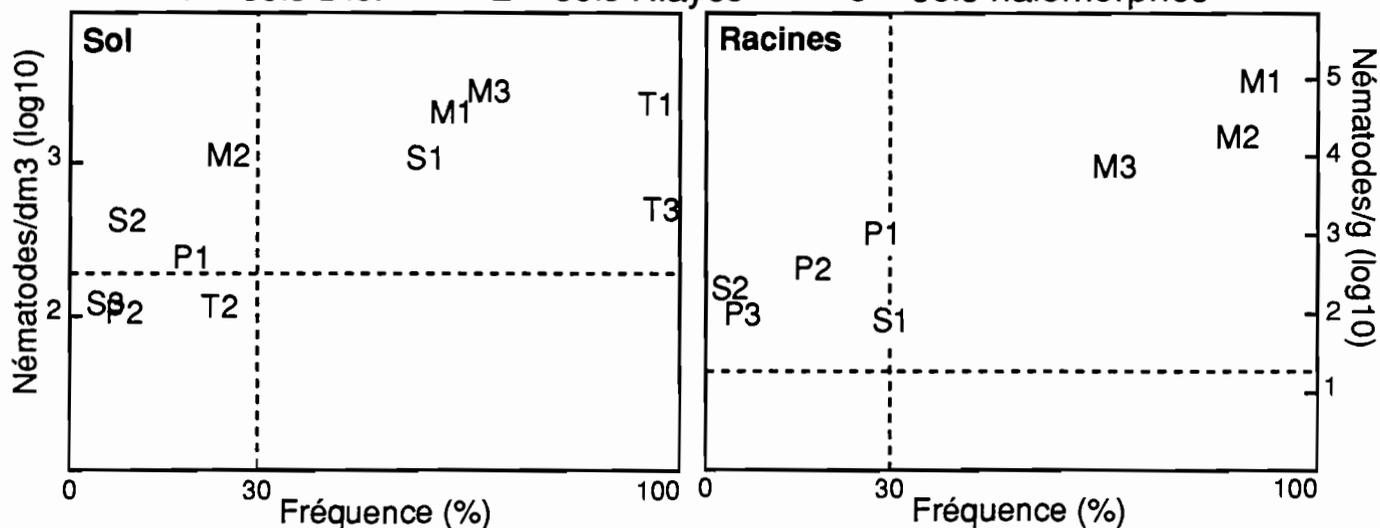
Distribution des nématodes selon le précédent cultural

1 = maraîcher 2 = vivrier 3 = interculture



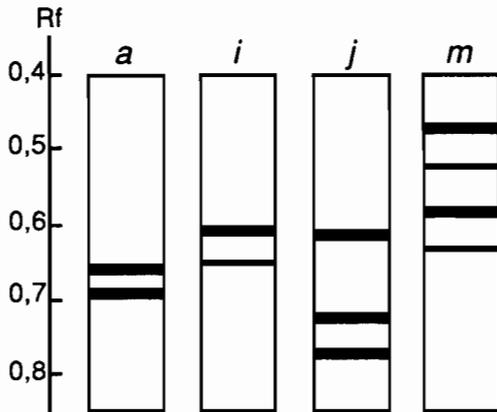
Distribution des nématodes selon le type de sol

1 = sols Dior 2 = sols Niayes 3 = sols halomorphes



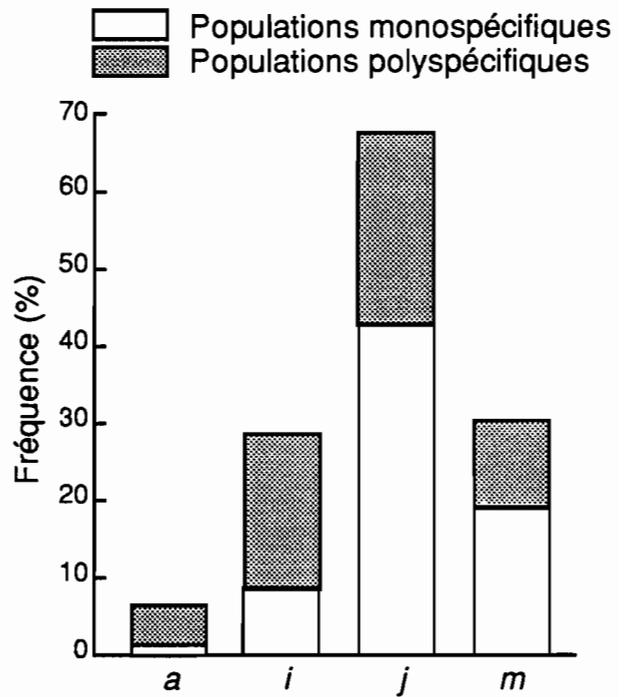
2/ LES ESPÈCES DE MELOIDOGYNE

Identification par électrophorèse

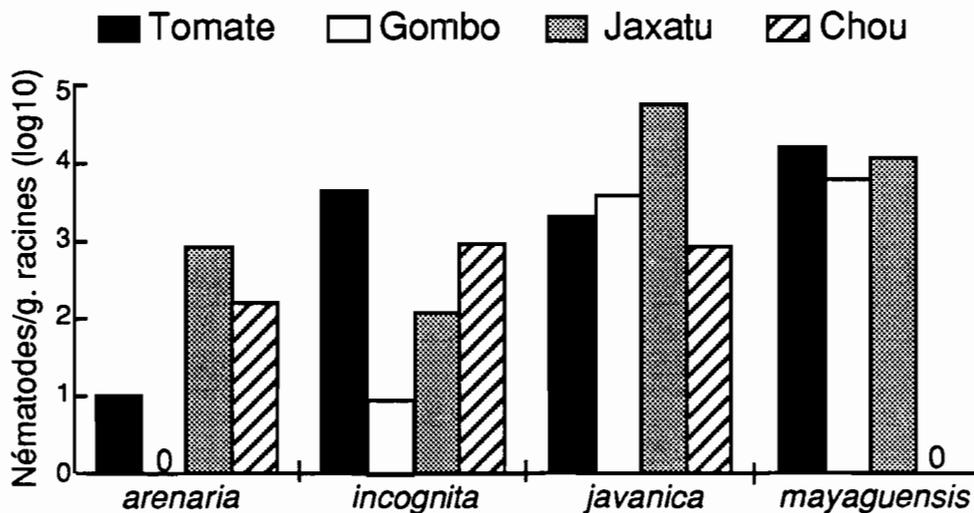


a = *M. arenaria*
i = *M. incognita*
j = *M. javanica*
m = *M. mayaguensis*

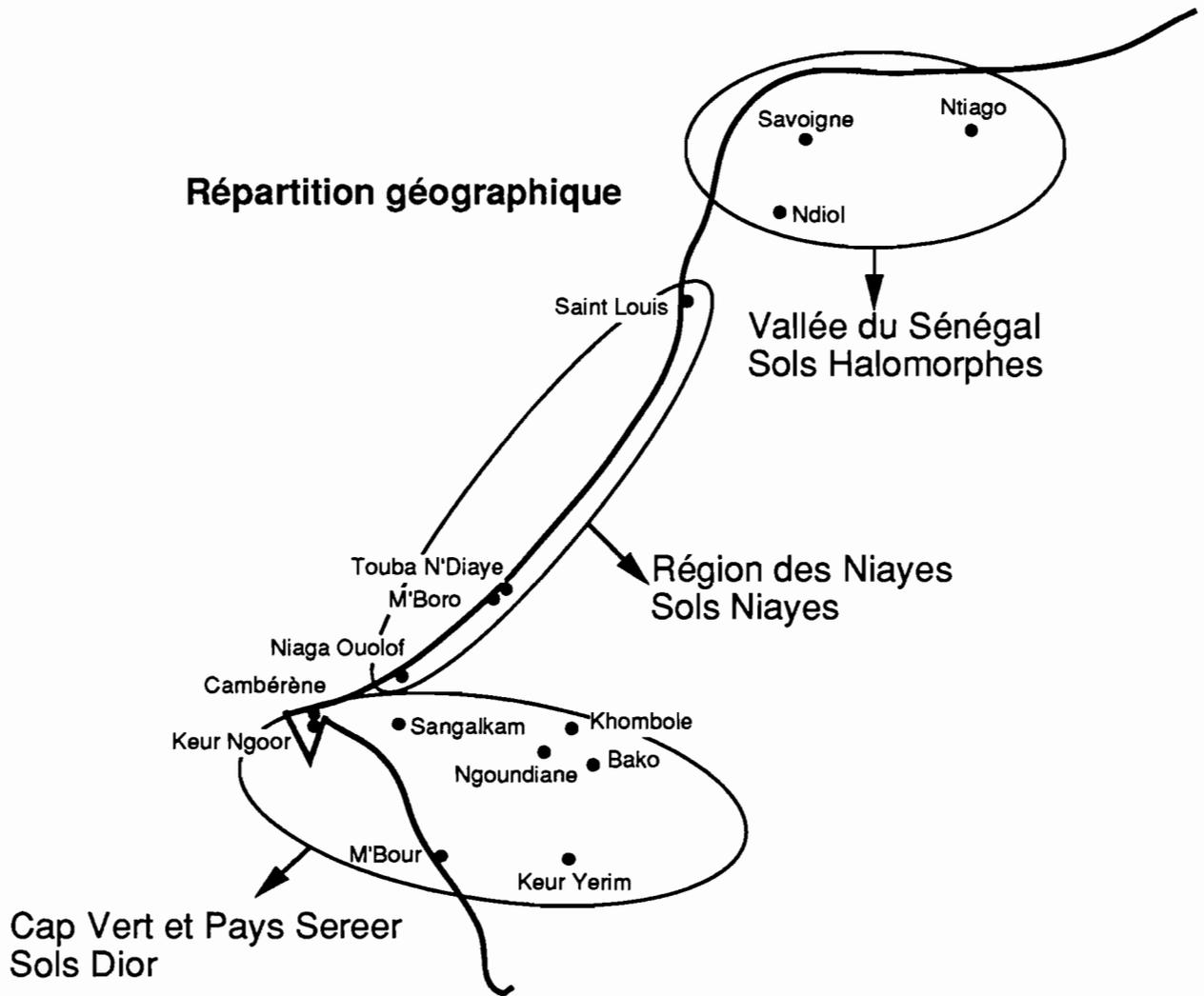
Répartition des espèces



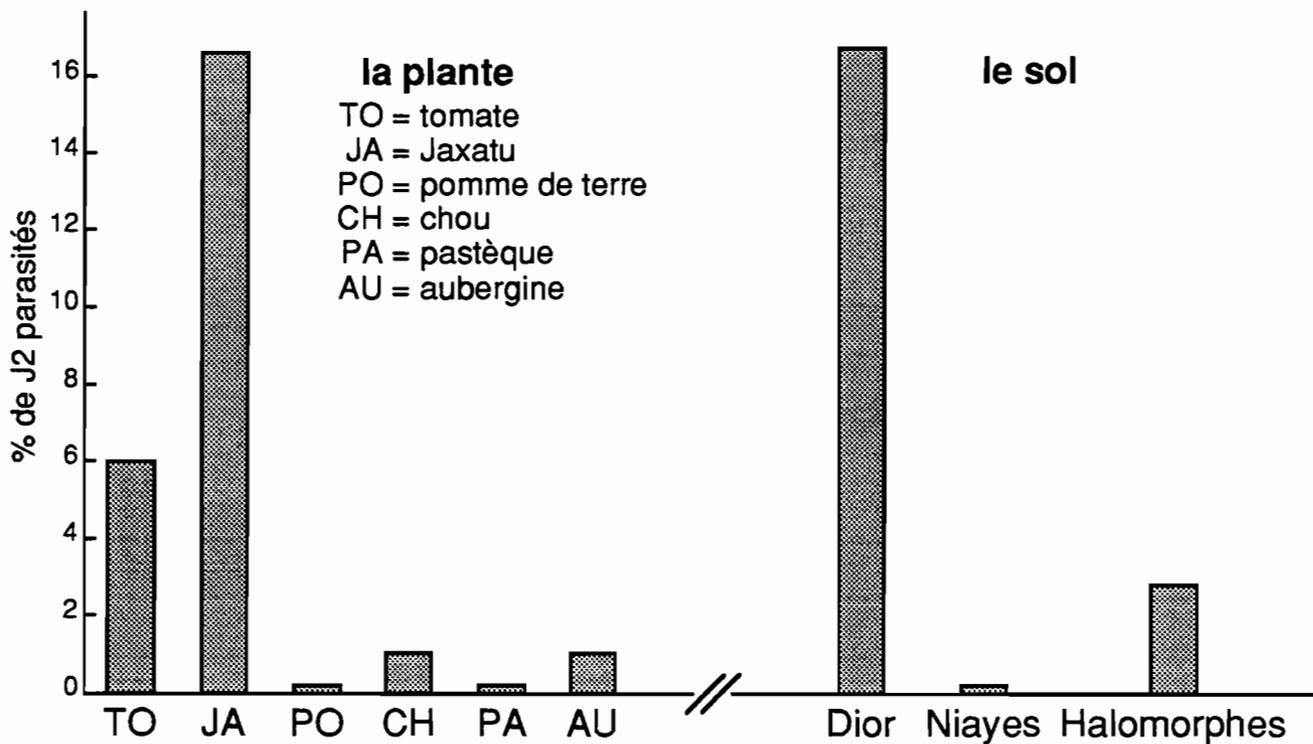
Distribution des espèces selon la culture



3/ PASTEURIA PENETRANS



Fréquence des juvéniles de *Meloidogyne* parasités par *P. penetrans* selon :



Diop M.T., Mateille Thierry, Duponnois Robin (1994)

Les nématodes parasites des cultures maraîchères au Sénégal : distribution de *Pasteuria penetrans*, actinomycète parasite des nématodes du genre *Meloidogyne*

In : Cadet Patrice (ed.). *Année 1993-1994 : résultats.*

Dakar (SEN) ; Dakar : GIS LINNE ; ORSTOM, 7 p. multigr.

Groupement d'Intérêt Scientifique "LINNE" : Réunion Annuelle Plénière, Cambérène (SEN), 1994/04/12.