

Étude des interactions entre trois espèces d'*Acacia* (*Faidherbia albida* Del., *A. seyal* Del., *A. holosericea* A Cunn. ex G. Don) et *Meloidogyne mayaguensis* au Sénégal

R. Duponnois¹, T. K. Tabula², et P. Cadet¹

¹ORSTOM, Laboratoire de Nématologie, B.P. 1386, Dakar, Sénégal; et ²CARFOP, Centre de Recherches et de Formation Phytosanitaire, B.P. 409 Dschang, Cameroun. Reçu le 28 octobre 1996, acceptée le 19 mars 1997.

Duponnois, R., Tabula, T. K. et Cadet, P. 1997. Étude des interactions entre trois espèces d'*Acacia* (*Faidherbia albida* Del., *A. seyal* Del., *A. holosericea* A Cunn. ex G. Don) et *Meloidogyne mayaguensis* au Sénégal. *Can. J. Soil Sci.* 77: 359–365. La sensibilité de trois espèces d'*Acacia* fréquemment utilisées au Sénégal (*F. albida* Del., *A. seyal* De. et *A. holosericea* A Cunn. ex G. Don) au nématode à galles *Meloidogyne mayaguensis* est étudiée en inoculant le nématode à différents stades phénologiques de la plantule (stade semis, cotylédons et jeunes feuilles). Les trois espèces d'*Acacia* sont sensibles à ce nématode d'après les observations histologiques montrant les cellules géantes caractéristiques de l'infection par *Meloidogyne*. En revanche, le gradient de sensibilité décroît de *A. holosericea*, *A. seyal* à *F. albida* tant au niveau de l'impact du nématode sur la croissance de la plante hôte que sur la pénétration et le développement en adulte du nématode. De plus, cette sensibilité est réduite lorsque la plantule a atteint un stade phénologique plus avancé. Ces résultats indiquent que certaines espèces d'*Acacia* destinées à la restauration de la fertilité du sol vont multiplier les parasites susceptibles d'attaquer les cultures subséquentes.

Mots clés: *Acacia* spp., *Meloidogyne mayaguensis*, *Rhizobium*, pathogénie, histopathologie

Duponnois, R., Tabula, T. K. and Cadet, P. 1997. Studies on the interactions between three species of *Acacia* (*Faidherbia albida* Del., *A. seyal* Del., *A. holosericea* A Cunn. ex G. Don) and *Meloidogyne mayaguensis* in Senegal. *Can. J. Soil Sci.* 77: 359–365. The susceptibility of three *Acacia* species used in Senegal (*F. albida* Del., *A. seyal* Del. and *A. holosericea* A Cunn. ex G. Don) to *M. mayaguensis* is studied after inoculation of the nematode at different stages of seedling development (seedling stage, cotyledon and young leaves). The observation of giant cells induced by *M. mayaguensis* on all three *Acacia* species testifies to their susceptibility to the nematode. However the pathogenic effect of *M. mayaguensis* on the growth of *A. holosericea* and *A. seyal* is more important than on *F. albida*. Moreover, the penetration and the development of the nematode is greater with these two *Acacia* species. The susceptibility of *Acacia* decreased when nematodes are inoculated on older seedlings. These results indicate that some *Acacia* sp. used to restore soil fertility will multiply parasites susceptible to infest subsequent crops.

Key words: *Acacia* spp., *Meloidogyne mayaguensis*, *Rhizobium*, pathogenesis, histopathology

Depuis de nombreuses années, le couvert végétal de la zone sahélienne s'est dégradé progressivement. Ce phénomène se traduit par la régression de certaines espèces végétales comme les *Acacia* (Montagne 1988). L'exploitation excessive du bois par les charbonniers, le surpâturage qui empêche la régénération naturelle des forêts et les modifications climatiques, en particulier la baisse de la pluviosité, sont à l'origine de ce processus (Bailly et Doat 1985). Des pays comme la Somalie et le Kenya en Afrique de l'Est, le Zimbabwe en Afrique australe ou le Sénégal en Afrique de l'Ouest ont entrepris de vastes programmes de reboisement (Giffard 1974). Ces pays utilisent plusieurs essences forestières, notamment des *Acacia* d'origine africaine et australienne (Giffard 1974; Cossalter 1987; Gwaze 1989). Ces plantes supportent des conditions climatiques très difficiles grâce à leur aptitude à fixer l'azote atmosphérique, propriété qui leur permet de coloniser des sols pauvres et impropres à la croissance de la plupart des autres végétaux. En outre, leur système racinaire profond permet leur survie en saison sèche et, en saison des pluies, restaure la circulation de l'eau dans des sols très dégradés (Luc et al. 1990).

Compte tenu de ces propriétés, les *Acacia* sont souvent utilisés, non seulement pour lutter contre la désertification, mais pour réhabiliter des terres destinées à l'agriculture. Dans cette optique, il est important de s'assurer que les arbres ne sont pas eux-mêmes attaqués par des parasites telluriques, comme les nématodes. Outre l'impact de ces agents pathogènes sur le développement de l'arbre lui-même, il est important d'éviter la création de foyers permanents d'infestation susceptibles de nuire aux cultures associées, par exemple si les arbres sont utilisés comme brise-vents ou ombrières (Netscher 1981). L'objectif de ce travail est de caractériser le développement de *Meloidogyne mayaguensis* sur trois espèces d'*Acacia* (*Faidherbia albida*, *A. seyal* et *A. holosericea*), fréquemment utilisées au Sénégal et de déterminer les conséquences du parasitisme sur la croissance des arbres et sur leurs aptitudes à fixer l'azote atmosphérique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Production des plantes et de l'inoculum

Les graines des trois espèces d'*Acacia* ont été fournies par



la Direction des Recherches sur la Production Forestière (DRPF) de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Afin de lever la dormance et homogénéiser leur germination, elles ont été trempées dans de l'acide sulfurique concentré (96%): 60 minutes pour *A. holosericea*, 30 minutes pour *Faidherbia albida* et *A. seyal*. Les graines ont ensuite été rincées afin d'éliminer l'acide, puis immergées pendant 24 heures dans de l'eau distillée. Deux graines par pot ont été semées dans de la terre stérilisée (140°C, 3 h). Les caractéristiques physico-chimiques de ce sol étaient les suivantes: pH (H₂O) 7,2; argile: 3,5%; limon fin 1,6%; limon grossier 1,3%; sable fin 61,8%; sable grossier 32,9%; carbone total 0,05%; azote total 0,015%. Pour chacune des trois expériences, les pots étaient soit des tubes de chlorure de polyvinyle (PVC) de 17 cm de hauteur sur 4,5 cm de diamètre intérieur, obturés à la base par une toile métallique à mailles de 100 µm, soit des gaines en plastique transparent (dimension à plat 35 cm × 9 cm). Ils ont été disposés en randomisation totale, dans une serre à température ambiante (20°C à 35°C) et étaient exposés à environ 13 heures de lumière par jour. Après émergence, les plantules ont été démarquées de façon à ne conserver qu'un seul plant par pot et ont été arrosées tous les deux jours.

Les nématodes ont été multipliés sur des plants de tomate (*Lycopersicon esculentum* 'Roma') dans du sol stérilisé. Après deux mois de culture, les plants ont été dépotés et les racines ont été soigneusement lavées, coupées en fragments de 1 à 2 cm et placées dans une chambre à brouillard pendant une semaine pour permettre aux juvéniles d'éclore (Seinhorst 1950). Le nombre de nématodes a été estimé en effectuant 20 comptages dans des aliquotes de 2 mL et les dilutions nécessaires ont été réalisées pour avoir 30 nématodes par mL. L'inoculation des nématodes a été réalisée en injectant 5 mL de la suspension dans un trou (5 mm par 10 cm) fait à environ 2 cm de chaque plant puis bouché par du sol stérile.

Étude de la pénétration et du développement de *M. mayaguensis* dans les racines d'*Acacia*

Lorsque les plants des trois espèces d'*Acacia* ont atteint le stade phénologique recherché: stade semis, cotylédons et jeunes feuilles, ils ont été inoculés avec 150 juvéniles. Neuf jours après l'inoculation, 20 systèmes racinaires ont été soigneusement lavés puis divisés en deux lots égaux: un lot destiné à la mesure de la pénétration et l'autre à l'étude du développement des juvéniles en adultes.

Pour la mesure de la pénétration, les racines lavées et séchées en surface, ont été plongées dans des tubes en verre (25 × 250 mm) contenant 20 mL de lactophénol (Franklin et Goodey 1949), puis chauffées jusqu'à ébullition pendant 2 minutes. Après refroidissement, 1 mL d'une solution de bleu coton dans du lactophénol à 0,05% est ajouté dans chaque tube (De Guiran 1960). Après deux semaines, les racines ont été étalées et écrasées entre deux plaques de verre et les nématodes, à divers stade de développement, ont été dénombrés sous loupe binoculaire (Cadet et al. 1975). Le taux de pénétration est calculé en rapportant le nombre de nématodes observés dans les racines au nombre de juvéniles inoculés (150).

Pour l'étude du développement, les plants ont été disposés dans une chambre à brouillard (Seinhorst 1950), dans des conditions d'humidité permettant la survie des tissus végétaux pendant environ un mois. Tous les quatre jours, les mâles et les juvéniles provenant des racines sont dénombrés. Lorsque les mâles n'apparaissent plus, les racines sont séchées en surface puis colorées à la fuchsine acide (Bridge et al. 1982). Les racines sont ensuite étalées entre deux plaques de verre et les nématodes sont dénombrés comme précédemment. Le taux de développement est calculé à partir du nombre total de femelles et de mâles rapporté au nombre de juvéniles observés dans les racines, lors de l'estimation du taux de pénétration.

Étude histopathologique des racines d'*Acacia* infestées par *M. mayaguensis*

Des semis d'*Acacia*, à raison de 5 plants par espèce, ont été inoculés avec 150 juvéniles de *M. mayaguensis*. Après un mois de culture, des galles ont été prélevées sur les racines et ont été fixées dans le mélange FAA (formol, acide acétique, alcool 96%) (v:v:v, 1:1:1) pendant 48 heures (Hooper 1970) puis déshydratées par une série de solution d'éthanol à différentes concentrations et enrobées dans de la paraffine. Des sections transversales et longitudinales de 7 µm d'épaisseur ont été colorées à la safranine et au *fast-green* (Hagquist 1974), montées entre lame et lamelle et examinées au microscope. Le *fast-green* teint les parois celluliques en vert et lorsqu'elles sont lignifiées, la safranine les colore en rouge. Cette opération a été répétée sur des racines de plants témoins sans nématode.

Influence de *M. mayaguensis* sur la croissance des plants d'*Acacia* et développement du nématode sur les trois espèces d'*Acacia*

Lorsque les plants des trois espèces d'*Acacia* ont atteint le stade phénologique recherché: stade semis, cotylédons et jeunes feuilles, ils ont été inoculés avec 150 juvéniles, à raison de 20 répétitions par espèce et par stade. La hauteur des plants a été mesurée toutes les trois semaines pendant 112 jours. Durant cette période, les plants morts ont été dénombrés dans chaque traitement. Pour comparer les différentes essences entre elles, compte tenu du fait qu'elles ont une croissance différente, la hauteur, pour chaque espèce, été exprimée en pourcentage par rapport à la hauteur moyenne finale du lot de plants témoins non inoculés. Au cours de l'essai, les plants ont été contaminés naturellement par des rhizobia, une situation inévitable dans les expériences en serre au Sénégal. A la fin de l'expérience, le poids sec des parties aériennes (60°C, 1 semaine) le nombre de nodules par plant et leur poids sec (60°C, 1 semaine) ont été déterminés. Un indice de galles a été attribué aux plants en suivant l'échelle de Zeck (1971). Le nombre de juvéniles dans le sol et dans les racines a été déterminé par les méthodes de Seinhorst (1950, 1962), puis le poids sec des racines (60°C, 1 semaine) a été mesuré. Chaque traitement était représenté par un bloc de 15 plants. Les données ont été traitées par l'analyse de variance au seuil de 5%.

RÉSULTATS

Étude de la pénétration et du développement de *M. mayaguensis* dans les racines d'*Acacia*

Lorsque l'inoculation intervient au stade semis, des différences significatives apparaissent entre les taux de pénétration des nématodes dans les racines de trois espèces d'*Acacia* (Tableau 1). Très peu de juvéniles ont pénétré les racines de *F. albida* (3 %) alors que 43 % et 71 % des juvéniles inoculés ont pénétré respectivement les racines d'*A. holosericea* et d'*A. seyal*. Le taux de développement était de 26 % pour *A. seyal* et de 7,5 % et 23,5 % pour respectivement *A. holosericea* et *F. Albida*.

La pénétration des juvéniles dans *F. albida* au stade cotylédons était encore plus faible: 2 %. Le développement en adultes était très faible. Contrairement au cas précédent, la pénétration des juvéniles dans *A. seyal* était également relativement faible (11 %). En revanche, tous les individus se sont développés en femelles. La valeur obtenue pour le développement est supérieure à 100 %, car la mesure de la pénétration et du développement des juvéniles a été réalisée sur des plants différents. Pour *A. holosericea*, la totalité des juvéniles inoculés au stade cotylédons s'est retrouvée dans les racines et pratiquement tous se sont développés en adultes (88 %).

Il n'y a eu ni pénétration, ni développement dans *F. albida* au stade jeunes feuilles. Environ 5 % des juvéniles ont pénétré les racines d'*A. seyal*, mais seulement 35 % d'entre eux se sont développés en adultes. Dans le cas d'*A. holosericea*, le nombre de juvéniles observés dans les tissus racinaires était relativement faible (15 %) mais tous se sont développés en femelles.

Étude histopathologique des racines d'*Acacia* infestées par *M. mayaguensis*

Pour *A. holosericea*, les nématodes ont envahi le parenchyme cortical et rarement le cylindre central (Planche 1). Tous les stades de développement, et même des masses d'oeufs, étaient présents dans le cortex. Les nématodes situés dans le parenchyme n'avaient pas d'orientation particulière. Des cellules géantes à parois épaisses ont été observées au niveau des sites de nutrition des nématodes. Ces cellules géantes ont un cytoplasme granuleux, contenant plusieurs noyaux hypertrophiés.

En ce qui concerne *A. seyal*, les nématodes se trouvaient également dans le parenchyme cortical. Tous les stades de développement ont été observés dans le cortex. Les femelles avaient leur partie antérieure tournée vers le cylindre central. Des masses d'oeufs ont été également observées. Des cellules géantes apparaissaient avec des cytoplasmes denses, granuleux, contenant de nombreux noyaux hypertrophiés. Le cylindre central n'était pas atteint, mais parfois les cellules géantes s'y invaginent.

Pour *F. albida*, les nématodes ont été localisés dans le cortex contenant des cellules à vacuoles brunes et leur tête était orientée vers le cylindre central. Ils ont induit la formation de cellules géantes à parois épaisses possédant plusieurs noyaux hypertrophiés et dont certaines étaient invaginées dans le cylindre central.

Tableau 1. Taux de pénétration et de développement en adultes des juvéniles de *Meloidogyne mayaguensis* sur 3 espèces d'*Acacia* (*F. albida*, *A. seyal*, *A. holosericea*) à différents stades phénologiques (stade semis, cotylédons, jeunes feuilles)

Espèce	Stade semis	Stade cotylédons	Stade jeunes feuilles
<i>Taux de pénétration (%)</i>			
<i>F. albida</i>	3,0cA	2,0cA	0cB
<i>A. seyal</i>	71,0aA	11,0bB	5,0bB
<i>A. holosericea</i>	43,0bB	99,0aA	15,0aC
<i>Taux de développement (%)</i>			
<i>F. albida</i>	23,5aA	8,8bA	0cB
<i>A. seyal</i>	26,2aB	126,3aA	35,1bB
<i>A. holosericea</i>	7,5aC	88,3aB	169,3aA

a-cLes valeurs d'une même colonne suivies par la même lettre en minuscule ne sont pas significativement différentes d'après le test "t" de Student ($P < 0,05$).

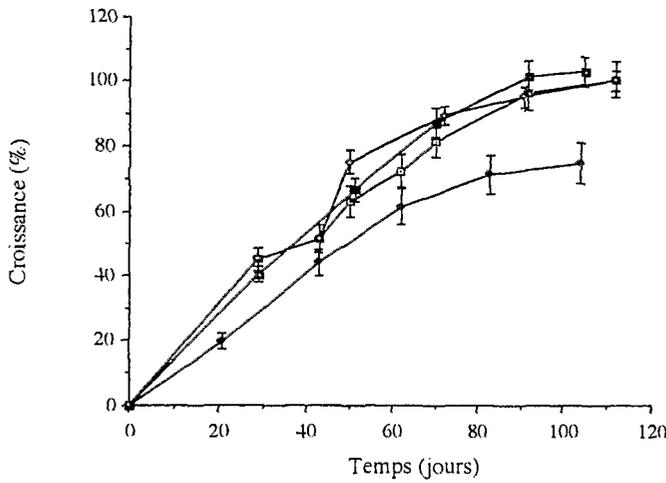
A-CLes valeurs d'une même ligne suivies par la même lettre en majuscule ne sont pas significativement différentes d'après le test "t" de Student ($P < 0,05$).

Influence de *M. mayaguensis* sur la croissance des plants d'*Acacia*

Pendant toute la durée de l'expérience, les plants de *F. albida* ont eu une croissance pratiquement identique à celle des plants témoins, sauf pour les plants inoculés au stade semis où une inhibition de la croissance a été observée (Fig. 1). Pour *A. seyal*, l'évolution de la taille des plants inoculés était très différente de celle des plants témoins. Le ralentissement de la croissance s'est manifesté suite à l'inoculation des nématodes au stade semis et au stade cotylédons. Cette différence avait tendance à s'accroître notamment au cours des 6 premières semaines. En revanche, ce phénomène était nettement moins important lorsque l'inoculation intervenait au stade jeunes feuilles (16 % de différence de hauteur à la fin de l'expérience). Dans le cas de *A. holosericea*, les arbres inoculés au moment du semis étaient considérablement plus petits que les arbres non inoculés. Cette inhibition s'est accentuée jusqu'à la mort des arbres infestés. Au stade cotylédons, la croissance des plants infestés s'est ralentie à partir du 50ème jour de culture pour ensuite aboutir à la mort de tous les plants. Lorsque les plants étaient plus âgés (stade jeunes feuilles), l'inoculation n'a pas modifié leur croissance en hauteur.

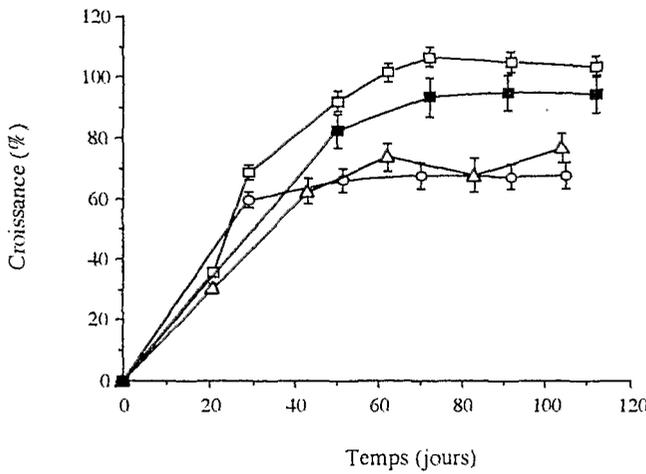
Aucun des plants de *F. albida* inoculés avec *M. mayaguensis* n'est mort au cours de l'expérience. Dans le cas d'*A. seyal* (Tableau 2), le taux de mortalité diminuait avec l'âge de la plante au moment de l'inoculation. Il était de 30 % au stade semis et seulement 6 % au stade cotylédons. Aucun plant n'a été détruit lorsque l'inoculation est intervenue au stade jeunes feuilles. Aucun plant d'*A. holosericea* n'a survécu lorsque l'inoculation des juvéniles a eu lieu aux stades semis et cotylédons. Au stade jeunes feuilles, seulement 5 % des arbres ont péri au cours de l'expérience.

Après 112 jours, les biomasses aérienne et racinaire de *F. albida*, au stade semis, étaient significativement inférieures à celles des autres traitements (Tableau 2). Les biomasses aériennes de *A. seyal* et *A. holosericea* inoculés, étaient significativement inférieures à celles des traitements témoins. Toutefois, cet effet négatif était d'autant plus atténué que l'inoculation était effectuée sur des plants âgés. Pour *A. seyal*,

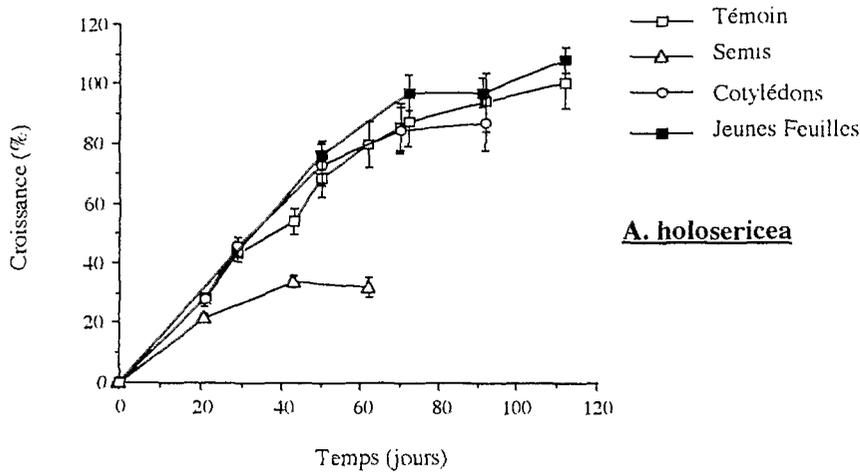


F. albida

Figure 1. Croissance en hauteur relative (exprimée en % de la hauteur finale du témoin pour chaque espèce d'*Acacia*) des plants des 3 espèces d'*Acacia* (*F. albida*, *A. seyal*, *A. holosericea*) inoculés par *Meloidogyne mayaguensis* à différents stades phénologiques (stade semis, cotylédons, jeunes feuilles). Les barres représentent l'erreur standard.

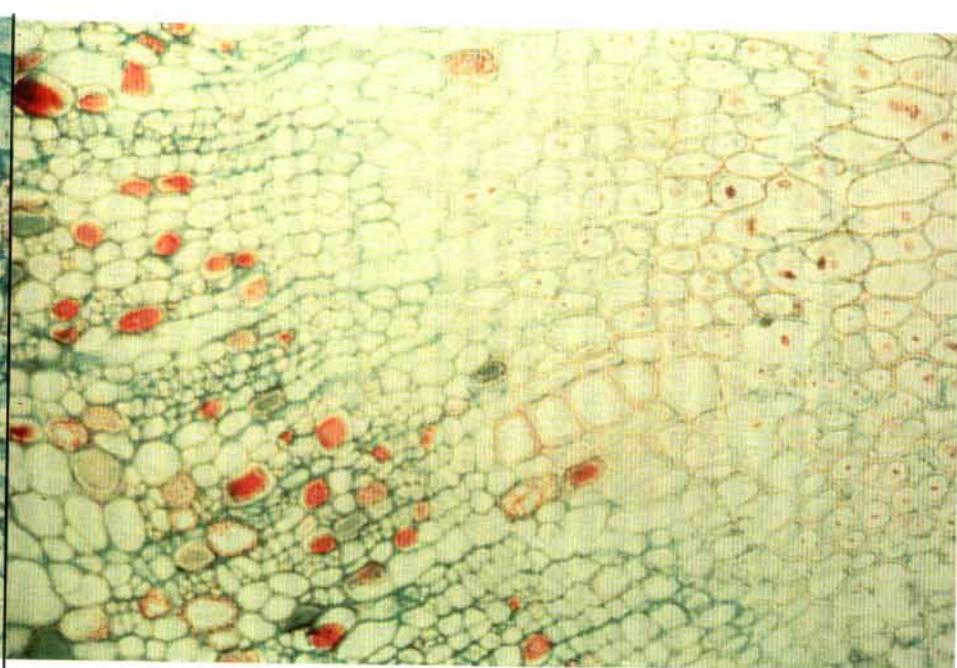
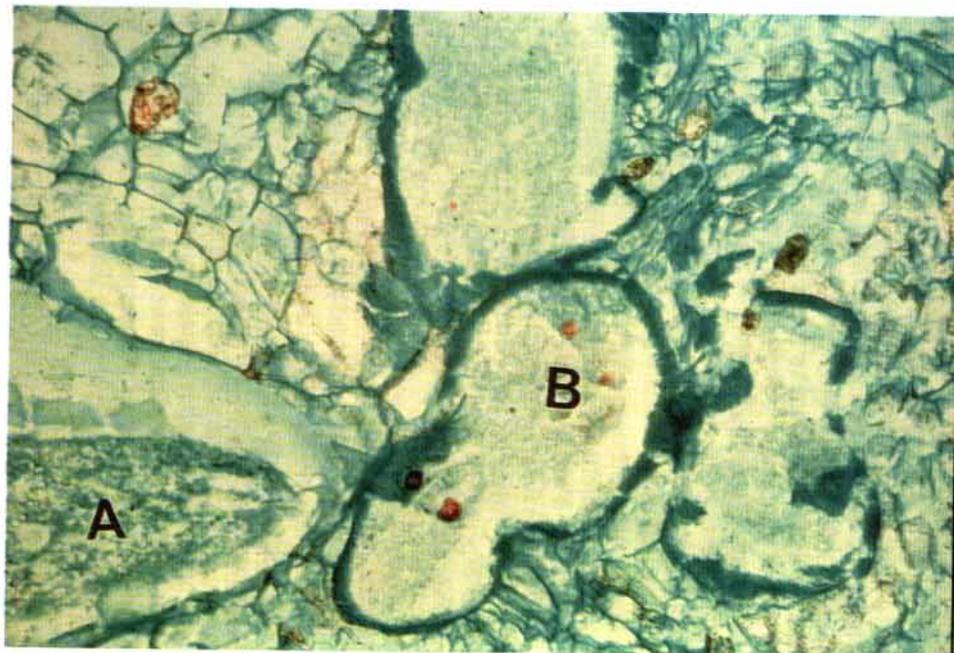


A. seyal



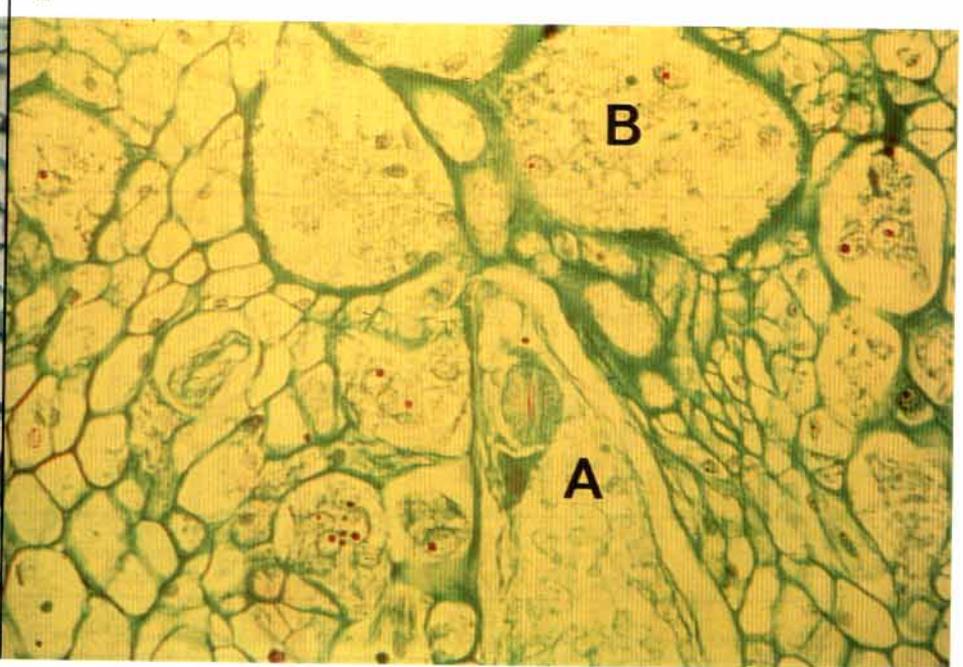
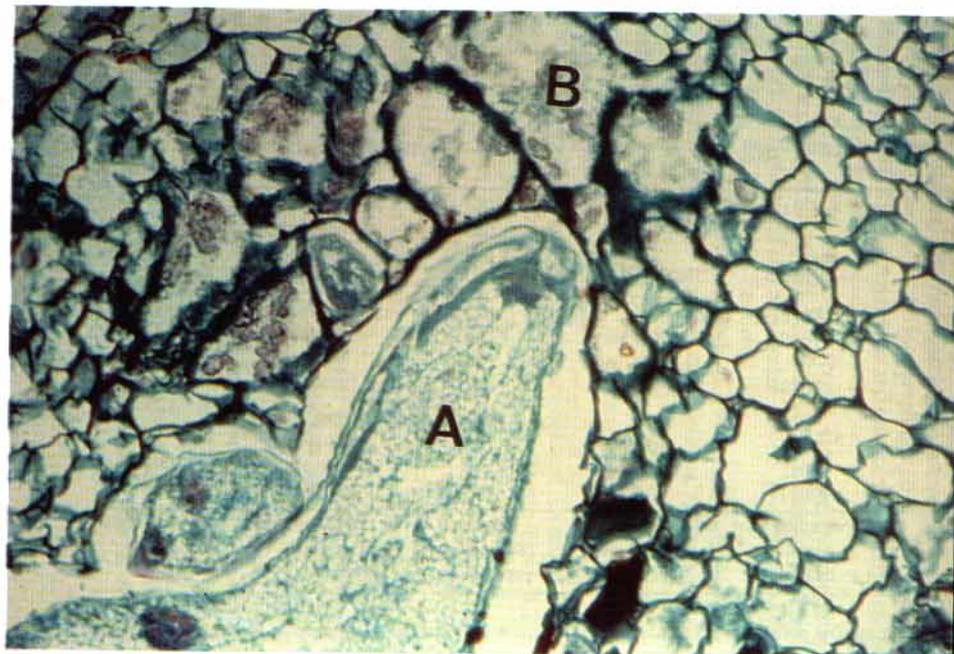
A. holosericea

Planche 1. (1) Portion d'une coupe transversale d'une racine de *F. albida* infestée de nématodes (Grossissement: $\times 250$). A. Partie antérieure du nématode, B. Cellule géante. (2) Portion d'une coupe transversale d'une racine de *F. albida* montrant les vacuoles brunes dans certaines cellules (Grossissement: $\times 250$). (3) Portion d'une coupe transversale d'une racine de *A. seyal* infestée de nématodes (Grossissement: $\times 250$). A. Partie antérieure du nématode, B. Cellule géante. (4) Portion d'une coupe transversale d'une racine de *A. holosericea* infestée de nématodes (Grossissement: $\times 250$). A. Partie antérieure du nématode, B. Cellule géante.



1

2



3

4

Tableau 2. Effet de *Meloidogyne mayaguensis* sur la croissance des 3 espèces d'*Acacia* (*F. albida*, *A. seyal*, *A. holosericea*), sur la symbiose fixatrice d'azote et le développement du nématode sur ces 3 espèces d'*Acacia*

Espèces	Stade phénologique	Nombre de J2 inoculés par plant	Biomasse aérienne (mg poids sec)	Biomasse racinaire (mg poids sec)	Mortalité (%)	Nombre de nodules par plant	Poids sec des nodules (mg)	Indice de galle	Nombre de J2 par plant	Taux de multiplication
<i>F. albida</i>	(Témoin)	0	840a	1120ab	0	22,4a	16,9a	0	0,5b	0,03b
	Semis	150	500b	780b	0	8,5b	6,9b	0	347,7a	2,31a
	Cotylédons	150	910a	1300a	0	17,1a	13,9a	0	18,7b	0,12b
<i>A. seyal</i>	Jeunes Feuilles	150	780a	1420a	0	8,2b	8,2a	0	0b	7,95ab
	(Témoin)	0	1180a	1620a	0	22,9a	21,7a	9,5a	1193,1ab	12,3a
	Semis	150	60c	80c	30	0	0	7,9b	1842,0a	—
<i>A. holosericea</i>	Cotylédons	150	30d	570b	6	0	0	4,1c	—	—
	Jeunes Feuilles	150	94b	1750a	0	4,3b	6,55b	—	—	—
	(Témoin)	0	386,7a	303,3a	0	4,1a	9,1a	—	—	—
	Semis	150	—	—	100	—	—	—	—	—
	Cotylédons	150	—	—	100	—	—	—	—	—
	Jeunes Feuilles	150	276,7b	116,7a	5	3,1a	14,3b	5,1	719	4,8

^aPlants détruits par les nématodes.

^{a-d}Pour une espèce d'*Acacia*, les valeurs d'une même colonne suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes d'après l'analyse de variance à un facteur contrôlé ($P < 0,05$).

cette tendance se retrouve pour la biomasse racinaire, bien qu'au stade le plus âgé, les nématodes n'aient pas d'effets significatifs sur le développement des parties racinaires. Les plants d'*A. holosericea* ont tous été détruits par les nématodes lorsqu'ils ont été inoculés aux stades semis et cotylédons. L'inoculation au stade jeunes feuilles a réduit la biomasse aérienne sans influencer significativement la biomasse racinaire.

Au cours de l'essai, les plants ont été contaminés naturellement par des rhizobia indigènes. Le nombre de nodules par plant d'*A. seyal* infecté par *M. mayaguensis* était significativement inférieur à celui du traitement témoin quel qu'ait été le stade phénologique à l'inoculation. La nodulation de *F. albida* a été significativement plus faible lorsque que le nématode a été inoculé aux stades semis et jeunes feuilles. Aucune différence significative n'a été observée pour *A. holosericea*.

Développement de *M. mayaguensis* sur les trois espèces d'*Acacia*

Pour les trois espèces d'*Acacia*, le développement du nématode apprécié par le nombre de J2 par plant et le taux de multiplication, était pratiquement nul lorsque l'inoculation a été réalisée au stade semis (Tableau 2). Pour *F. albida*, ce taux était significativement plus élevé au stade cotylédons par rapport aux deux autres traitements. Pour *A. seyal*, le taux était d'autant plus élevé que l'inoculation était réalisée sur des plants âgés et pour *A. holosericea*, la multiplication du nématode n'a été observée que lorsque les plants étaient inoculés au stade jeunes feuilles.

DISCUSSION

Il ressort de ces résultats que *M. mayaguensis* est capable de pénétrer dans les racines des trois espèces d'*Acacia* étudiées, malgré leurs origines diverses. Des galle se forment et les juvéniles qui se fixent dans les tissus végétaux racinaires y induisent le phénomène classique de formation des cellules géantes qui permet aux nématodes de se nourrir et de se développer normalement (Bird 1962). Sur cette base qualitative, il est possible de conclure que les trois espèces d'*Acacia* sont sensibles aux nématodes à galle.

Cependant, cette notion de sensibilité doit être nuancée si les aspects quantitatifs sont pris en compte. Sous cet angle, il est facile d'observer que le nombre de juvéniles qui pénètrent les racines de *F. albida* est très faible, alors que le nombre de juvéniles qui pénètrent les racines des deux autres espèces est relativement élevé. Un mécanisme de résistance se met donc en place au niveau de la pénétration:

- soit les juvéniles ne sont pas attirés par les racines de *F. albida*, alors qu'ils le sont fortement par celles des autres espèces. Nos expériences ne nous permettent pas d'exclure cette hypothèse.
- Soit les juvéniles sont attirés, mais sont physiquement incapables de pénétrer dans les tissus.

L'examen des coupes histologiques permet d'apporter des informations complémentaires. En effet, les racines de *F. albida* sont entourées par une assise subéreuse épaisse, inexistante chez *A. seyal* ou *A. holosericea* (aux stades

étudiés), et qui pourrait vraisemblablement faire office de barrière mécanique à la pénétration des nématodes. D'autre part, les tissus renferment également de nombreuses cellules à vacuoles brunes contenant probablement des phénols qui sont toxiques pour les nématodes (Mateille 1994). Dans ce cas, il s'agirait plutôt d'une résistance physiologique.

Dans la mesure où les juvéniles qui se fixent dans les tissus végétaux de *A. seyal* ou *A. holosericea* sont capables de créer un environnement potentiellement favorable à leur alimentation (cellules géantes), tous les juvéniles devraient se développer en femelles (Triantaphyllou 1985). Or, ce n'est pas le cas, quand les plantes sont attaquées aux stades les plus jeunes, le nombre de femelles observées ne dépasse pas 30 % des juvéniles dénombrés dans les racines et il n'y a pas non plus de développement en mâles. Ce déficit est, en fait, artificiellement provoqué par la mort précoce des jeunes plantules infestées, ce qui ne permet plus aux nématodes d'achever leur développement dans les racines. Dans le cas de *F. albida*, le taux du développement est difficile à estimer tant la pénétration est elle-même très réduite. Le déficit qui apparaît au niveau de développement en femelles, qui n'est pas compensé par l'apparition de mâles, pourrait provenir d'un problème de résistance mécanique des tissus qui s'opposerait à la croissance en taille de la femelle, ou d'une alimentation inadaptée, malgré la formation des cellules géantes.

Cette mortalité des jeunes plants a également des répercussions sur la multiplication des nématodes. Elle est très faible pour *A. seyal* et *A. holosericea*, dont les racines hébergent un nombre de nématodes supérieur à ce que la jeune plantule ne peut supporter. Cette situation s'inverse lorsque les plants sont attaqués plus tardivement, car ils sont alors capables de résister aux attaques des parasites. Dans ce cas, la situation devient très favorable aux nématodes qui peuvent alors se développer en abondance, sans faire mourir la plante hôte. Pour *F. albida*, le vieillissement de la plante lui permet de devenir complètement résistant aux nématodes.

En intégrant les facteurs nématologiques et les facteurs du comportement végétal, il est possible de classer les trois espèces d'*Acacia* selon un gradient de résistance aux nématodes: *F. albida* peut être considéré comme résistant aux nématodes, *A. holosericea* est le plus sensible et *A. seyal* occupe une position intermédiaire. Cette résistance n'est pas génétique, comme pour la tomate (Berthout et al. 1989), mais mécanique et/ou physiologique. Elle n'est pas liée à l'origine géographique de l'espèce d'*Acacia* puisque *F. albida* et *A. seyal*, qui occupent dans ce domaine des positions diamétralement opposées, sont tous deux originaires du continent africain. Cependant, *F. albida* est une espèce très particulière qui ne se comporte pas non plus comme les deux autres au plan végétatif: elle conserve ses feuilles en saison sèche et les perd en saison humide.

Transposer dans la nature, cette situation peut se révéler extrêmement grave, puisque certaines espèces d'arbre destinées à restaurer la fertilité du sol vont multiplier les parasites susceptibles d'attaquer les cultures pratiquées entre ou à leur place. Certes, il ressort que plus l'arbre est âgé, plus sa résistance aux nématodes est importante, en raison probablement de la lignification des cellules corticales racinaires. Mais des enquêtes faunistiques réalisées récemment

au Sénégal, ont prouvé que des arbres âgés, qui émettent constamment de nouvelles racines, pouvaient être infestés de nématodes (Senghor, comm. pers.).

Bailly, C. and Doat, J. 1985. Utilisation pour l'énergie domestique des produits des tourbières des Niayes au Sénégal. *Tourbes et bois fossiles*. Bois For. Trop. 207: 51–62.

Berthou, F., Ba-Diallo, A., Mayer, L. D. and Guiran, de G. 1989. 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: 877–885.

Bird, A. F. 1962. The induction of giant cells by *Meloidogyne javanica*. *Nematologica*. 8: 1–10.

Bridge, A. F., Page, S. and Jordan, S. 1982. An improved method for staining nematodes in roots. Report of Rothamsted experimental Station for 1981, Part 1: p. 171.

Cadet, P., Merny, G. and Reversat, G. 1975. Facteurs affectant le déterminisme du sexe chez *Heterodera oryzae* (Nematoda: Tylenchoidea). *Cah. ORSTOM, ser. Biol.*, vol. X 3: 207–214.

Cossalter, C. 1987. Introduction. Australian acacias in dry tropical Africa. Pages 118–122 in J. W. Turnbull, eds. *Australian acacias in Developing Countries*.

De Guiran, G. 1960. Coloration des nématodes dans les tissus végétaux par le bleu coton à froid. *Nematologica* 12: 646.

Franklin, M. T. and Goodey, J. B. 1949. A cotton blue-lactophenol technique for moulting plant-parasitic nematodes. *J. Helminthol.* 23: 175–178.

Giffard, P. L. 1974. L'arbre dans le paysage sénégalais. *Sylviculture en zone tropicale sèche*. Centre Technique Forestier Tropical, Dakar, 431 p.

Gwaze, D. P. 1989. Growth and survival of Australian tree species in field trial in Zimbabwe. Pages 129–138 in D. J. Boland, ed. *Trees for the tropics: growing multipurpose trees and shrubs in developing countries*, ACIER Monograph no. 10.

Hagquist, C. W. 1974. Preparation and care of microscope slides. *Am. Biol. Teacher*. 36: 414–417.

Hooper, D. J. 1970. Handling, fixing, staining and mounting nematodes. Pages 59–80 in J. F. Southey, ed. *Laboratory methods for work with plant and soil nematodes*. 5th ed. *Tech. Bull. Minist. Agric. Fish. Fd 2*, HMSO, London, UK.

Luc, M., Sikora, R. A. and Bridge, J. 1990. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CAB International Institute of Parasitology, Wallingford, UK. 629 p.

Mateille, T. 1994. Biologie de la relation Plantes — Nématodes: perturbations physiologiques et mécanismes de défense des plantes. *Nematologica* 40: 276–311.

Montagne, P. 1988. Foresterie rurale au Sénégal. Le projet d'aménagement et de reboisement des forêts du Centre-Est-P.A.R.E. *Bois For. Trop.* 215: 5–26.

Netscher, C. 1981. Arbres résistants au *Meloidogyne* spp.: utilisation comme brise vent au Sénégal. *Agron. Trop.* 36: 175–177.

Seinhorst, J. W. 1950. De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aantasting door het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev). *Tijdschr. Plantenziekten* 56: 289–349.

Seinhorst, J. W. 1962. Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica* 8: 117–128.

Triantaphyllou, A. C. 1985. Cytogenetics, cytotaxonomy and phylogeny of root-knot nematodes. Pages 113–126 in J. N. Sasser and C. C. Carter, eds. *An advanced treatise on Meloidogyne*. Vol. 1. *Biology and control*. North Carolina State University Graphics, Raleigh, NC.

Zeck, W. M. 1971. A rating scheme for field evaluation of root-knot nematode infestations. *Pflanzenschutz-Nachr. Bayer Ag.* 24: 141–144.