

ETUDE DES RELATIONS ENTRE LES PRINCIPALES ESPÈCES DE *MELOIDOGYNE* DU SÉNÉGAL ET 3 ESPÈCES D'*ACACIA* (AFRICAINS OU AUSTRALIENS)

Teyi Kalula TABULA*, Robin DUPONNOIS** & Patrice CADIE†**

* CARFOP, Université de Dschang, Cameroun/Nématologie ORSTOM Dakar

** Nématologie ORSTOM Dakar

I. Introduction

Comme les acacias sont souvent utilisés pour le reboisement des zones dégradées, il est apparu important d'étudier les relations entre les nématodes et ces plantes, notamment si les terres doivent être rendues un jour à l'agriculture. Dans ce but, nous avons observé le comportement de *Meloidogyne* sur trois espèces d'*Acacia*, parmi les plus communes : *A. albida*, *A. seyal* et *A. holosericea* (ce dernier d'origine australienne), ainsi que la réponse de la plante à l'attaque des parasites.

II. Matériels & Méthodes

II.1. Pénétration et développement de *M. mayaguensis* sur *Acacia*.

Des plants des 3 espèces d'*Acacia* sont cultivés en serre sur un sol stérilisé. Lorsque les plants atteignent le stade phénologique adéquat (semis, cotylédons, jeunes feuilles et phyllodes pour *A. holosericea* uniquement), 150 juvéniles de *Meloidogyne mayaguensis* leur sont inoculés. Les plants sont dépotés 9 jours plus tard et leurs systèmes racinaires sont soigneusement lavés. Pour la moitié des plants de chaque traitement, les racines sont colorées au bleu coton afin de dénombrer les juvéniles qui y ont pénétré. Pour l'autre moitié, les plants ont été placés dans une chambre à brouillard, dans des conditions qui permettent leur survie pendant quelque temps et donc le développement des nématodes, de manière à recueillir et dénombrer les mâles qui sortent activement des racines. Lorsque les mâles cessent d'apparaître, les racines sont colorées à la fuchsine acide, afin de dénombrer les femelles qui se sont développées à l'intérieur des tissus racinaires.

II.2. Cycle de développement de *Meloidogyne* sp. sur *A. holosericea*

Des plants de *A. holosericea* au stade phyllodes sont inoculés avec les 4 espèces de *Meloidogyne*, à raison de 5000 juvéniles par plant. Après 12 jours, les plants sont dépotés et placés dans une chambre à brouillard. Tous les 4 jours, les juvéniles issus des oeufs pondus par les femelles fixées dans les racines sont dénombrés.

II.3. Taux de multiplication des différentes espèces de *Meloidogyne*

Les trois espèces d'*Acacia* : *A. albida*, *A. seyal* et *A. holosericea* ont été inoculées avec 150 juvéniles de *M. mayaguensis* à différents stades phénologiques. 105 jours plus tard, temps correspondant à environ 3 générations, les nématodes sont extraits des racines par la méthode de Seinhorst et dénombrés sous le microscope stéréoscopique.

II.4. Effet de *M. mayaguensis* sur la croissance des 3 espèces d'*Acacia*

Les plants d'*Acacia* à différents stades phénologiques ont été inoculés avec 150 juvéniles de *M. mayaguensis* par plant. La hauteur des plants a été mesurée toutes les 3 semaines pendant 105 jours.

II.5. Etude histopathologique

Des galls ont été prélevées sur les racines des 3 espèces d'*Acacia* infestées par *M. mayaguensis* et les échantillons ont été fixés dans le mélange FAA (formol, acide acétique, alcool) pendant 48 heures (Hooper, 1970), déshydratés dans l'éthanol et enrobés de paraffine. Des sections transversales et longitudinales de 7 μm d'épaisseur ont été colorées à la safranine et au fast-green, puis montées sur des lames afin d'être examinées au microscope. Cette opération a été répétée sur des racines indemnes de nématodes.

III. Résultats

III.1. COMPORTEMENT DU NÉMATODE

III.1.1. Pénétration, développement et multiplication de *M. mayaguensis*

Les juvéniles de *Meloidogyne* sont capables de pénétrer les racines des trois espèces d'*Acacia* (Tab.1). Ceux qui se fixent dans les tissus se développent la plupart du temps en femelles. Il peut arriver que le taux de développement soit faible, alors que la pénétration est importante, comme sur *A. seyal* et sur *A. holosericea* inoculés au stade semis, mais dans ce cas, la disparition des nématodes résulte de la mortalité des plants suite à la pression de l'infestation. Ce phénomène a naturellement une certaine influence sur les taux de multiplication. Par exemple, pour les stades jeunes d'*A. seyal* et d'*A. holosericea*, la forte pénétration de juvéniles dans les racines ne se traduit pas par une forte multiplication. Lorsque le plant est plus âgé, le phénomène s'atténue, mais persiste, en particulier pour *A. holosericea*. En revanche, dans le cas d'*A. albida*, le faible développement de *M. mayaguensis* au stade jeune correspond bien à une faible pénétration des juvéniles; il n'y a pas de mortalité des plantules. Les résultats que nous avons obtenus dans ce cas sont apparemment en contradiction avec ceux de Prot (1986) qui observe une forte multiplication de *M. javanica* sur *A. albida*, alors que nous n'avons jamais obtenu de développement important des espèces de *Meloidogyne*, même *M. mayaguensis* sur cette essence.

III.1.2. Cycle de développement de *Meloidogyne* sp. sur *A. holosericea*

A 25-30 °C, sur *A. holosericea*, la durée moyenne de développement de J2 à J2 pour *M. arenaria* est de 34 jours. Elle est de 36 jours pour *M. incognita* et *M. javanica* et de 37 jours pour *M. mayaguensis* (Tab.2). D'après ces résultats, *A. holosericea* devrait favoriser l'émergence d'un peuplement dominé par *M. arenaria*.

III.2. Réaction et comportement de la plante

III.2.1. Réaction des tissus racinaires

Une racine de dicotylédone est composée, de l'extérieur vers l'intérieur, de plusieurs tissus.

- * L'écorce :
 - l'assise pilifère
 - l'assise subéreuse
 - le parenchyme cortical
 - l'endoderme

* Le cylindre central

les racines d'*Acacia* ont une structure analogue avec cependant quelques variations selon les espèces. Une jeune racine d'*A. holosericea* présente deux zones dans le parenchyme cortical (Fig.1) : (1) un parenchyme cortical externe très épais avec des cellules géométriques de grande taille colorées par le fast-green, (2) un parenchyme cortical interne très mince coloré par la safranine (parois cellulaires ligneuses). La racine primaire d'*A. seyal* présente la même structure que celle d'*A. holosericea* mais le parenchyme cortical interne lignifié est beaucoup plus épais. Dans le cas d'*A. albida*, les racines montrent : (1) une assise subéreuse très contrastée et épaisse, qui n'apparaît pas chez les 2 autres espèces, (2) un parenchyme cortical interne avec de nombreuses vacuoles de couleur brune, (3) un cylindre central avec des cellules à vacuoles brunes

Les nématodes envahissent préférentiellement le parenchyme cortical et plus rarement le cylindre central. Tous les stades de développement, et même des masses d'œufs, sont observés dans le cortex. Les nématodes présents dans les tissus végétaux provoquent la formation des cellules géantes à parois épaisses. Ces cellules géantes ont des cytoplasmes granuleux, contenant plusieurs noyaux hypertrophiés. Pour *A. albida*, certaines étaient invaginées dans le cylindre central.

III.2.2. Effet de *M. mayaguensis* sur la croissance des 3 espèces d'*Acacia*

Dans le cas d'*A. albida*, les plants inoculés par *Meloidogyne* ont une croissance sensiblement identique à celle des plants témoins (Fig.2), qu'ils soient infestés au stade jeune ou aux stades plus âgés. Pour *A. seyal*, l'évolution de la taille des plants inoculés est très différente de celle des plants témoins. Le ralentissement de la croissance, suite à l'inoculation des nématodes, se manifeste surtout au stade semis et au stade cotylédons. En revanche, ce phénomène est

nettement moins accentué lorsque l'inoculation intervient au stade "jeunes feuilles". Après 105 jours, les plants infestés tardivement sont environ 16 % moins haut que les arbres témoins. Dans le cas de *A. holosericea*, les arbres inoculés au moment du semis ou au stade cotylédons cessent très rapidement de pousser et finissent par mourir. Lorsque les plants sont plus âgés au moment de l'inoculation, stade jeunes feuilles et stade phyllodes, la différence de taille est de 19 %, en faveur des plants témoins mais n'augmente pas notablement avec le vieillissement de la plante.

III.2.2. Effet de *M. mayaguensis* sur la mortalité des *Acacia*

M. mayaguensis ne provoque jamais la mort des plants d'*A. albida*, quel que soit leur âge au moment de l'inoculation (Tab. 3). En revanche, de 30 à 100 % des plants d'*A. seyal* et d'*A. holosericea* périssent lorsqu'ils sont attaqués très précocement après le semis. Cette mortalité disparaît lorsque l'infestation se produit plus tardivement. Avec ce critère, les trois essences s'ordonnent selon un gradient croissant de résistance de *A. holosericea* à *A. albida*. *A. seyal* occupe une position intermédiaire.

IV. Discussion

Il ressort de ces résultats que les nématodes à galles, notamment l'espèce la plus virulente *M. mayaguensis*, sont capables de pénétrer dans les racines des trois espèces d'*Acacia* étudiées, malgré leurs origines diverses. Il ne s'agit pas seulement d'un processus mécanique, sur les racines, des galles se forment et les juvéniles qui se fixent dans les tissus végétaux y induisent le phénomène classique de formation des cellules géantes qui permet aux nématodes de se nourrir et de se développer normalement. Sur cette base qualitative, il est possible de conclure que les trois espèces d'*Acacia* sont sensibles aux nématodes à galles.

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

- soit les juvéniles ne sont pas attirés par les racines d'*A. albida*, alors qu'ils le sont fortement par celles des autres essences,
- soit les juvéniles sont attirés, mais sont physiquement incapables de pénétrer dans les tissus.

L'examen des coupes histologiques permet d'apporter des éléments de réponse. En effet, les racines d'*A. 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 physique à la pénétration des nématodes qui est un phénomène purement mécanique. D'autre part, les tissus renferment également de nombreuses cellules contenant des phénols qui sont toxiques pour les nématodes et qui résultent de la mise en place d'un processus de résistance physiologique par une plante agressée par un agent pathogène. Même si cette hypothèse est la plus probable, nos expériences ne nous permettent pas d'exclure qu'il n'y a pas également un déficit au niveau de l'attraction des juvéniles par les racines d'*A. albida*.

Dans la mesure où les juvéniles qui se fixent dans les tissus végétaux sont capables de créer un environnement potentiellement favorable à leur alimentation, la proportion de juvéniles qui se développe en femelle, pour une espèce parthénogénétique mutotique comme *M. mayaguensis*, devrait être très important, notamment sur *A. seyal* ou *A. holosericea*. Or, quand les plantes sont attaquées aux stades les plus jeunes, le nombre de femelles observées semble moins élevé que ce qui est attendu compte tenu du taux de pénétration. Ce résultat pourrait cependant s'expliquer par exemple en cas de surpopulation. Par suite de castration alimentaire, les juvéniles se développent essentiellement en mâles au lieu de se développer en femelles. Mais ce n'est pas le cas ici. Les mâles sont rares, ce qui confirme que les conditions de développement sont bonnes. En fait, pour comprendre ce phénomène, il faut introduire la notion de mortalité. Lorsque les arbustes sont attaqués très jeunes, la plupart meurent, ce qui ne permet plus aux nématodes d'achever leur développement dans les racines. Dans le cas d'*A. albida*, le taux de développement est difficile à estimer tant la pénétration est elle-même très réduite. Il apparaît un déficit au niveau du développement en femelles, mais comme ce déficit n'est pas compensé par

l'apparition de mâles, il est possible de penser que ce déficit relève par exemple d'un problème de résistance mécanique des tissus qui s'opposerait au grossissement de la femelle en diamètre, à moins que, malgré la formation des cellules géantes, l'alimentation ne soit pas parfaitement adaptée au développement physiologique normale de la femelle de *Meloidogyne*. Enfin, il peut s'agir simplement d'un problème de détection lié à l'imprécision de la méthode.

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 nématodes. Dans ce cas, la situation devient très favorable aux nématodes qui peuvent alors se développer en abondance, sans faire mourir l'hôte dont ils se nourrissent. Pour *A. 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 : *A. albida* peut être considéré comme résistant aux nématodes, mais pas au sens où ce mot est compris dans le cas des variétés de tomate par exemple, car il s'agit d'une résistance mécanique et pas d'une résistance génétique. *A. holosericea* est le plus sensible et *A. seyal* occupe une position intermédiaire. La résistance n'est donc pas liée à l'origine géographique de l'espèce d'*Acacia* puisque *A. albida* et *A. seyal* qui occupent dans ce domaine des positions diamétralement opposées sont tous deux originaires du continent Africain. Cependant, *A. albida* est une espèce très particulière qui ne se comporte pas comme les deux autres au plan végétatif.

Transposer dans la nature, cette situation peut se révéler extrêmement grave, puisque les arbres destinés 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 au Sénégal ont prouvé que des arbres âgés pouvaient être infestés de nématodes.

Tableau 1. Comportement de *M. mayaguensis* sur 3 espèces d'*Acacia*

	<i>A. albida</i>		<i>A. seyal</i>		<i>A. holosericea</i>	
	jeune	âgé	jeune	âgé	jeune	âgé
Pénétration	+	-	+++	++	+++	++
Développement	+	-	+	++	++	+++
Multiplication	+	-	+	+	++	++

- néant; + : faible; ++ : moyen; +++ : forte

Tableau 2. Durée du cycle de développement de 4 espèces de *Meloidogyne* sur *A. holosericea* en culture hors sol

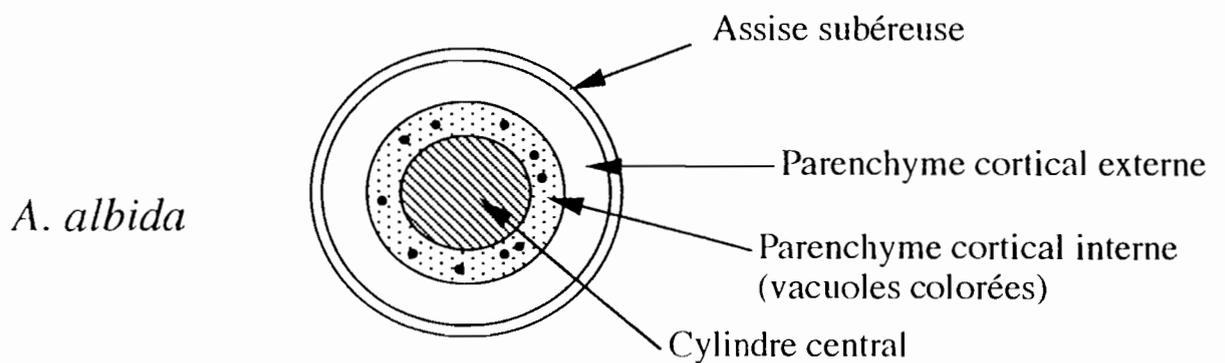
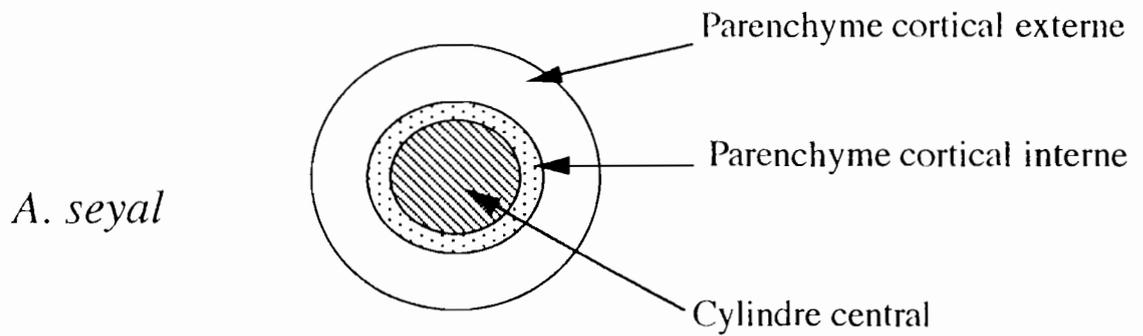
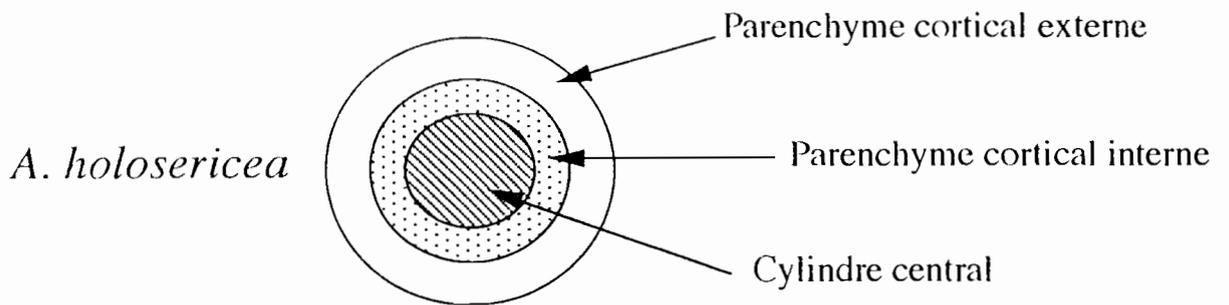
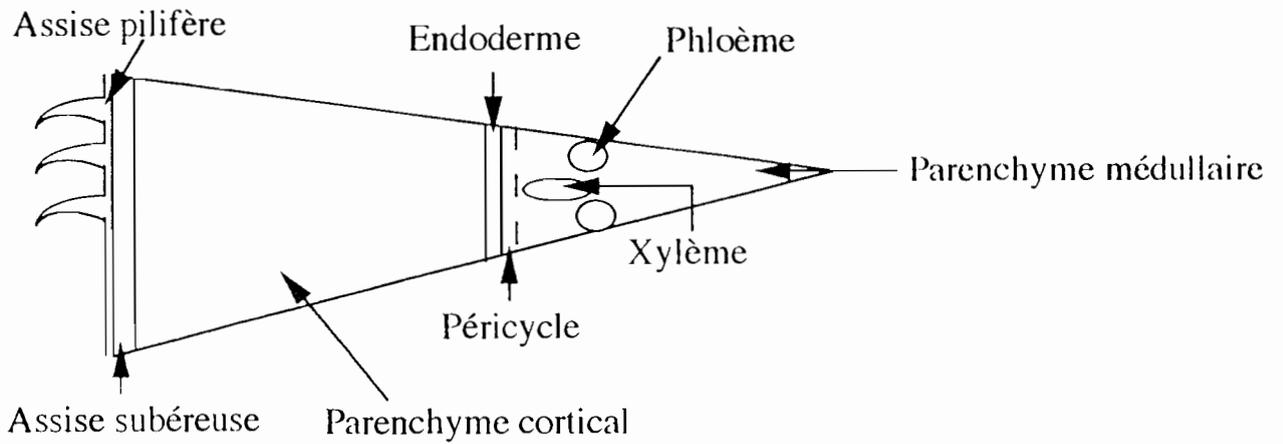
Nématodes	Durée du cycle biologique (T° moyenne 25-30°C)
<i>Meloidogyne arenaria</i>	34 jours
<i>Meloidogyne incognita</i>	36 jours
<i>Meloidogyne javanica</i>	36 jours
<i>Meloidogyne mayaguensis</i>	37 jours

Tableau 3. Mortalité des plants de 3 espèces d'*Acacia* infestées par *M. mayaguensis*

	SS	CS	F	P
<i>A. albida</i>	0	0	0	
<i>A. seyal</i>	30	6	0	
<i>A. holosericea</i>	100	100	5	0

SS : Semis; CS : Cotylédons; F : Feuilles; P : Phyllodes

Figure 1 . Structure primaire d'une racine de dicotylédone et schémas des coupes transversales de racines de *A. holosericea* , *A. seyal* et *A. albida*



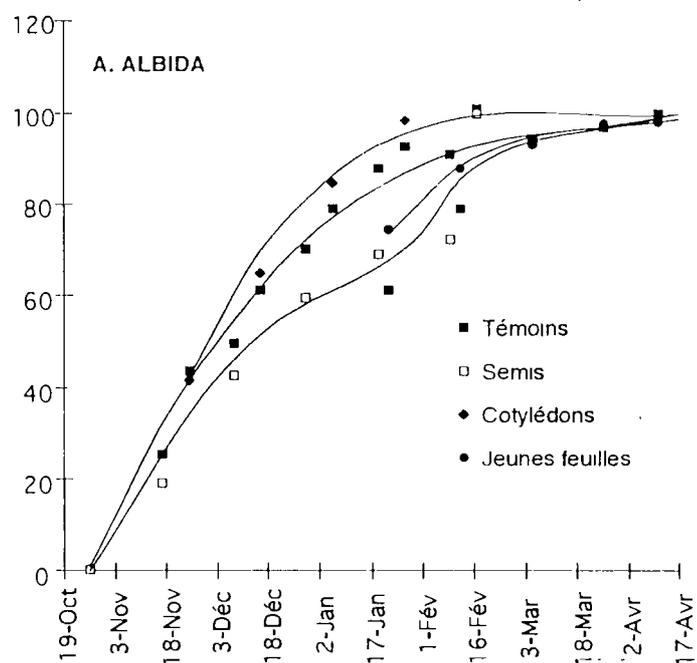
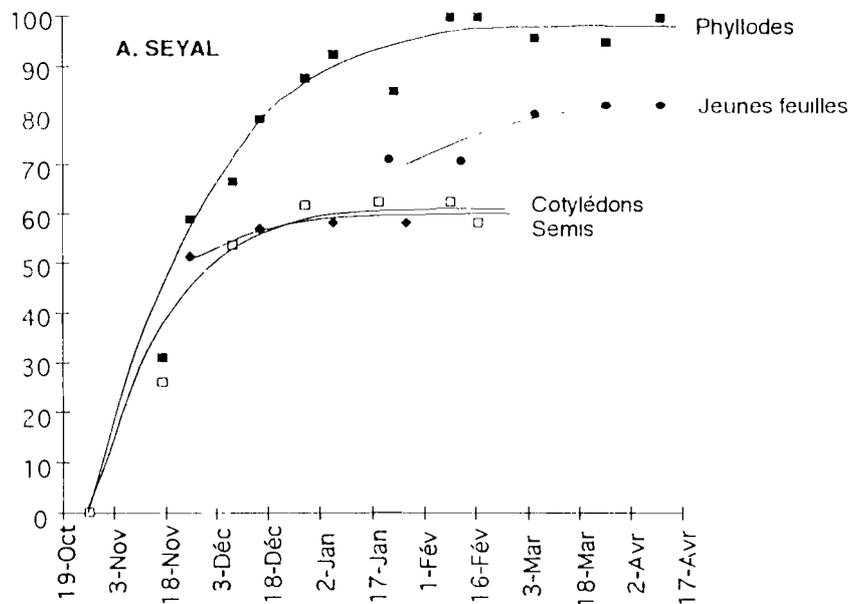
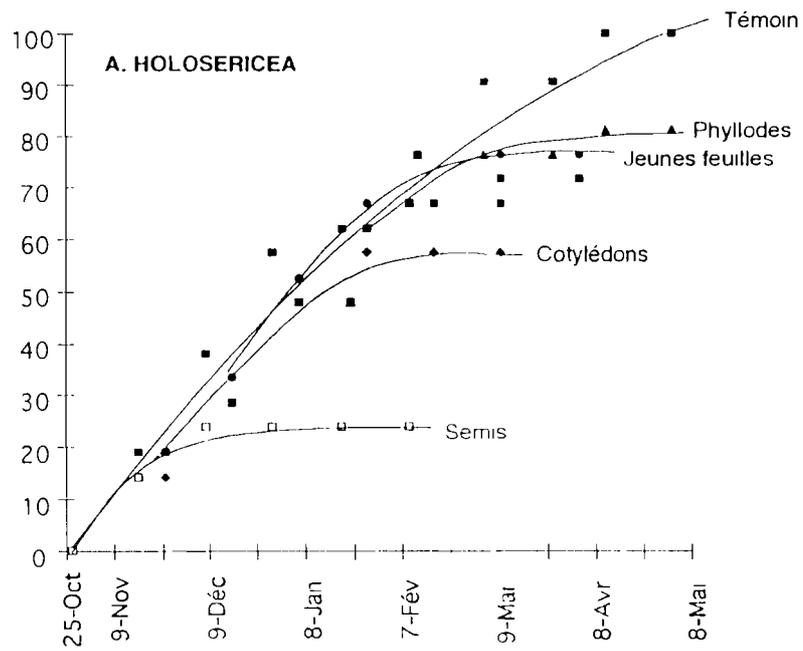


Figure 2 : Croissance relative des plants d'*Acacia* infestés par *M. mayaguensis* aux différents stades phénologiques exprimée en pourcentage par rapport à la hauteur du témoin.

Tabula T.K., Duponnois Robin, Cadet Patrice.
(1995).

Etudes des relations entre les principales
espèces de Méloïdogyns du Sénégal et de 3
espèces d'Acacia (africains ou australiens).

In : Cadet Parice (ed.). Compte rendu de
l'atelier du GIS LINNE.

Dakar : GIS LINNE, 7 p. multigr.

Atelier du GIS LINNE, Thies (SEN), 1995/05/04.