

Amplitude et cinétique des migrations du nématode *Meloidogyne javanica* sous l'influence d'un plant de tomate

Jean-Claude PROT

Laboratoire de Nématologie,
ORSTOM, B.P. 1386, Dakar, Sénégal.

RÉSUMÉ

L'auteur étudie les migrations horizontales et verticales des juvéniles de *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 en présence ou en absence de plant de tomate, *Lycopersicon esculentum* (var. Roma, sensible). Cette étude est réalisée en plaçant les parasites à différentes distances des racines, celles-ci étant isolées par une grille de 35 µm d'ouverture qui permet le passage des nématodes. Les résultats obtenus montrent que les juvéniles de *M. javanica* placés verticalement jusqu'à 75 cm et horizontalement jusqu'à 50 cm des racines sont capables de les infester en grand nombre et que les migrations sont plus importantes en présence de la plante.

Une étude réalisée en fonction du temps montre que les juvéniles de *Meloidogyne javanica* ont une très grande capacité de mouvement, 20 % d'entre eux étant capables de parcourir, verticalement, 50 cm en trois jours.

Par ailleurs le déplacement en direction des racines n'apparaît pas plus important dans la terre de rhizosphère que dans la terre stérile.

D'autre part, un plant de tomate de variété sensible (Roma) semble exercer une attraction supérieure à celle d'un plant de variété résistante (Rossol). De même, un plant préinfesté attire plus fortement les juvéniles qu'un plant sain de même variété.

ABSTRACT

Horizontal and vertical movement (migrations?) of *Meloidogyne javanica* juveniles was studied in the presence or absence of a susceptible variety of tomato (Roma). Nematodes were placed at different distances from the roots which were isolated by a screen with openings of 35 µm that permitted passage of nematodes. Results showed that *M. javanica* juveniles placed 75 cm vertically and 50 cm horizontally from the roots were capable of penetration in large numbers and that migration was greater in the presence of plants.

Juveniles of *M. javanica* were shown to have a great capacity of movement, with 20 % capable of moving vertically 50 cm in three days.

In addition, movement towards roots did not appear to be greater in rhizosphere soil than in sterile soil.

A susceptible variety of tomato (Roma) exerted a greater attraction than a resistant variety (Rossol).

In addition, juveniles were more strongly attracted to a preinfested susceptible tomato (var. Roma) than to a healthy plant of the same variety.

INTRODUCTION

La gravité de l'attaque de plants de tomate par les juvéniles de *Meloidogyne* dépend non seulement de la sensibilité plus ou moins grande de la plante mais aussi de la précocité de cette attaque et du niveau d'infestation du sol. Si les techniques d'estimation de la nématofaune deviennent de plus en plus précises (De meure & Netscher, 1973), elles ne portent que sur de faibles quantités de sol, celui-ci étant, de plus, prélevé la plupart du temps dans l'horizon 0-20 cm. Or, Johnson et McKeen (1973) indiquent qu'une population de 4 400 juvéniles de *Meloidogyne incognita* par kilo de terre, située à 120-125 cm de profondeur réduit les rendements de 11 % à la première récolte de tomate et de 50 % à la seconde. D'autre part, dès la première récolte, ces auteurs observent des galles dans les 15 centimètres supérieurs du système racinaire; ils avancent donc l'hypothèse d'une migration verticale des juvéniles de *Meloidogyne* sur d'assez grandes distances. Par ailleurs, Rode (1962) démontre que des juvéniles d'*Heterodera rostochiensis* issus de kystes sont capables de parcourir jusqu'à 45 cm pour infester des plants de pomme de terre. Par contre, Viglierchio (1961) montre que le déplacement horizontal des juvéniles de *Meloidogyne incognita acrita* et *M. hapla* en direction des plants de tomate n'est que de quelques centimètres.

Dans un premier article (Prot, 1975) nous avons montré que de la terre de rhizosphère de tomate sensible exerçait une attraction sur les juvéniles de *Meloidogyne* situés jusqu'à 10 cm d'elle. D'autre part l'étude des traces laissées dans la gélose par ces nématodes pour se rendre vers les germinations axéniques de tomate avait montré qu'il s'agissait d'une véritable attraction et que celle-ci était provoquée directement par la plante, la présence de la microflore de la rhizosphère n'étant pas nécessaire. Par ailleurs, le fait que les déplacements des juvéniles étaient plus importants

dans la terre de rhizosphère que dans la terre témoin indiquait une activation de leur mouvement.

Il apparaît maintenant nécessaire de déterminer si les juvéniles de *Meloidogyne* situés à plusieurs dizaines de centimètres d'un plant de tomate nouvellement repiqué sont capables de l'infester rapidement. Pour cela, nous avons évalué l'amplitude des migrations horizontales et verticales en plaçant les juvéniles à différentes distances des racines. Nous avons aussi observé ce phénomène en fonction du temps et étudié l'influence de la terre de rhizosphère de tomate. De plus, nous avons comparé les attractions exercées par une plante résistante ou par une plante sensible déjà infestée à celle exercée par une plante sensible saine.

MATÉRIELS ET TECHNIQUES

Toutes les expériences ont été effectuées avec une terre préalablement autoclavée (120 °C pendant 30 mn) dont la constitution physique est la suivante :

Humidité	0,50 %
Argile	5,84 %
Limon grossier	0,99 %
Limon fin	3,30 %
Sable fin	62,00 %
Sable grossier	27,10 %

Cette terre est portée à 6 % d'humidité (poids sec) avant utilisation.

Seuls les juvéniles de 2^e stade de *Meloidogyne javanica* âgés de un jour au plus sont employés. Ils proviennent d'un élevage de routine entretenu sur aubergine et sont obtenus en plaçant les systèmes racinaires dans des extracteurs à brouillard de type Seinhorst (1950).

Les plants de tomate utilisés, âgés de quatre semaines sont de la variété Roma, sensible aux *Meloidogyne*.

1. MIGRATIONS HORIZONTALES ET VERTICALES DES JUVÉNILES DE *Meloidogyne javanica* PLACÉS A DIFFÉRENTES DISTANCES DE PLANTS DE TOMATE

Des pots de 6 cm d'ouverture, contenant approximativement 80 cm³ de terre, ont leur paroi percée d'un orifice permettant l'introduction d'un tube de verre horizontal de 12 mm de diamètre intérieur (fig. 1 A) et de 5, 10, 25 ou 50 cm de longueur.

Le pot et le tube sont remplis de terre. Un plant de tomate est repiqué dans le pot et on évite que les racines ne pénètrent dans le tube en le fermant à l'aide d'une grille d'acier inoxydable de 35 µm d'ouverture. Trois cents juvéniles contenus dans 1 cm³ d'eau

sont déposés, à l'aide d'une seringue, au moment du repiquage des tomates, dans le tube à l'extrémité opposée aux racines (fig. 1 A), extrémité fermée par une membrane de polyéthylène.

Cinq jours après leur introduction les nématodes restant dans le tube et ceux parvenus dans le pot sont dénombrés après extraction à l'aide d'éluutriateurs de Seinhorst (1962). Les juvéniles ayant pénétré dans les racines sont dénombrés après coloration de celles-ci par la fuchsine acide (Franklin, 1949) et écrasement entre deux lames de verre.

Un dispositif analogue, mais avec des pots dont c'est le fond qui est percé et où le tube est disposé verticalement (fig. 1 B), a permis d'étudier la migration verticale des juvéniles de *M. javanica* cinq jours après leur dépôt à 5, 10, 25 et 50 cm des racines et neuf jours après leur dépôt à 25, 50, 75 et 100 cm des plants.

Les témoins consistent en des dispositifs identiques mais sans plant de tomate; ils reçoivent le même arrosage quotidien.

Toutes les expériences ont été conduites en serre, la température variant entre 24 et 30 °C, les tubes étant enfouis dans le sol. Chaque expérience a été reproduite cinq fois.

2. ETUDE DES MIGRATIONS HORIZONTALES ET VERTICALES DES JUVÉNILES DE *Meloidogyne javanica* EN FONCTION DU TEMPS

Les expériences précédentes ont été reprises avec des tubes de 25 et 50 cm de longueur et arrêtées 1, 3, 5, 7 et 9 jours après le dépôt des juvéniles dans le tube.

3. ETUDE DE L'ACTION DE LA TERRE DE RHIZOSPHÈRE DE TOMATE SUR LA MIGRATION HORIZONTALE DES JUVÉNILES DE *Meloidogyne javanica* VERS DES PLANTS DE TOMATE

La terre de rhizosphère est obtenue en cultivant, en semis dense, pendant un mois et demi des plants de tomate (var. Roma) dans des pots de 14 cm d'ouverture. Cette terre est débarrassée des fragments de racine par passage sur tamis de 2 mm d'ouverture; avec la terre de rhizosphère on remplit des pots auxquels sont fixés des tubes horizontaux de 25 cm de long (fig. 1 A) eux aussi remplis de cette terre.

Trois cents juvéniles sont déposés à l'extrémité du tube et au même moment des plants de tomate sont repiqués dans les pots.

Les juvéniles sont dénombrés dans le tube, le pot et les racines 1, 3, 5 et 7 jours après leur introduction. Les témoins ne reçoivent pas de plant de tomate. Chaque expérience a été reproduite cinq fois.

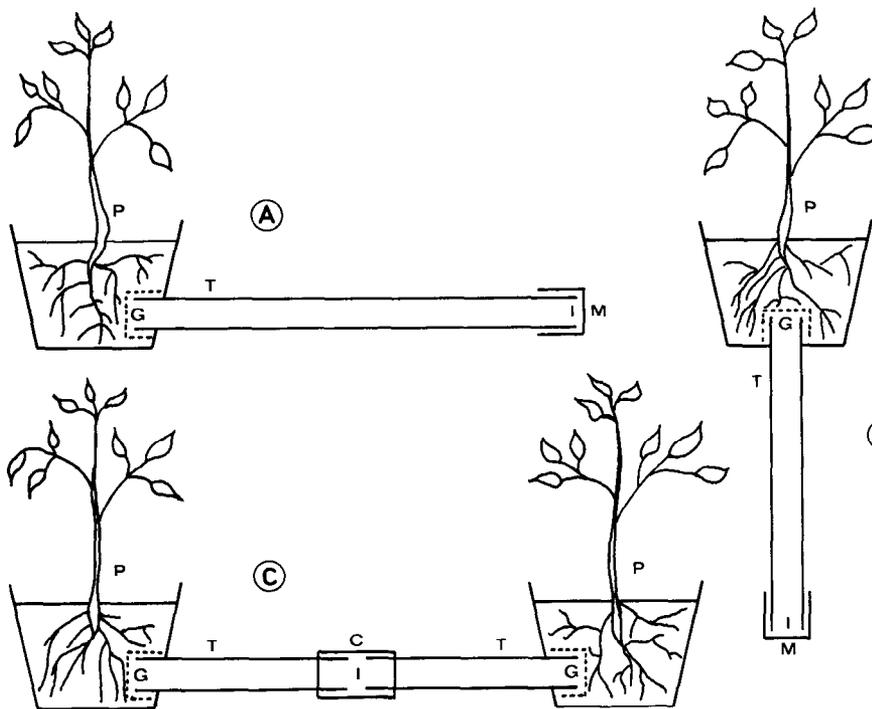


FIG. 1. — A et B : Dispositifs expérimentaux utilisés pour étudier les migrations horizontales et verticales des juvéniles de *Meloidogyne javanica*. C : Dispositif utilisé pour comparer l'attraction exercée par des plantes différentes; c : Manchon de Rhodorsil (élastomère de silicone); G : Grille de 35 μ m d'ouverture; I : Point de dépôt des juvéniles; M : Membrane de polyéthylène; P : Plant de tomate âgé de quatre semaines; T : Tubes de verre de 12 mm de diamètre intérieur.

4. COMPARAISON DE L'ATTRACTION EXERCÉE PAR UN PLANT DE TOMATE SENSIBLE (var. *Roma*) ET UN PLANT DE TOMATE RÉSISTANTE (var. *Rossol*)

On utilise deux pots portant chacun un tube horizontal de 10 cm de long. Les deux tubes sont réunis par un manchon de Rhodorsil (fig. 1 C). Un plant de tomate sensible est placé dans l'un des pots alors que le pot opposé reçoit un plant de tomate résistante. Cinq cents juvéniles sont déposés à la jonction des deux tubes. Cinq jours après leur introduction les juvéniles sont dénombrés dans les tubes, les pots et les deux systèmes racinaires. L'expérience a été reproduite dix fois.

5. COMPARAISON DE L'ATTRACTION EXERCÉE PAR UNE PLANTE SAIN ET PAR UNE PLANTE INFESTÉE

Les plants infestés sont obtenus en mettant en contact pendant trois jours, dans un pot de 6 cm d'ouverture, un plant de tomate avec trois cents juvéniles de *Meloidogyne*. Les racines sont alors lavées et les tomates infestées réparties en trois lots de dix plants. Les systèmes racinaires du premier lot sont colorés et les larves qui y ont pénétré sont dénombrées afin de connaître l'infestation initiale moyenne. Les plants du se-

cond lot sont laissés cinq jours dans de la terre stérile ce qui permet un début de développement des larves.

L'attraction exercée par ces plants infestés est alors comparée à celle due à une plante saine à l'aide du dispositif utilisé lors de l'expérience précédente (fig. 1 C). Un pot reçoit un plant infesté, l'autre un plant sain ayant subi le même nombre de repiquage. Trois cents juvéniles sont introduits au point de contact des deux tubes et trois jours après ils sont dénombrés dans les tubes, les pots et les deux systèmes racinaires. Les juvéniles ayant pénétré lors du second temps de l'expérience dans les plants préinfestés peuvent être aisément distingués des premiers car ils n'ont pas encore commencé leur développement.

Les plants du troisième lot sont repiqués dans des pots contenant de la terre stérile, où ils demeurent cinq jours, puis le nombre d'apex racinaires est déterminé pour chaque plant. Les mêmes manipulations sont effectuées sur dix plants sains.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats sont exprimés en nombre de juvéniles retrouvés. Il faut noter que pour l'ensemble des expériences nous récupérons environ 60 % des juvéniles déposés dans chaque tube.

Les pertes observées peuvent avoir trois causes principales :

— L'extraction à l'aide d'éluutriateurs des juvéniles contenus dans les tubes et les pots. Au cours de 30 extractions de 125 cm³ de sol contenant 300 juvéniles mis immédiatement dans le sol avant l'éluutriation, nous retrouvons en moyenne 206 juvéniles ($\sigma = 25,5$). Nous constatons un pourcentage moyen de perte d'environ 30 %.

— Le passage dans la seringue lors du dépôt des juvéniles dans les tubes. Quinze lots de 50 juvéniles contenus dans 1 cm³ d'eau sont placés à l'aide d'une seringue sur huit épaisseurs de kleenex recouvrant un tamis de 35 μ m. Les tamis sont laissés 24 heures dans une boîte de Petri pleine d'eau. Puis les juvéniles ayant traversé les huit couches de kleenex et le tamis sont comptés. Après passage dans une seringue nous retrouvons en moyenne 41,33 juvéniles ($\sigma = 6,8$) alors que dans les témoins cette moyenne est de 46,4 juvéniles ($\sigma = 3,16$).

Un test t' réalisé comme décrit par Sokal et Rohlf (1969) montre que les deux moyennes ne sont pas significativement différentes au seuil de 0,05. Une partie des pertes constatée lors des expériences de migration ne peut donc s'expliquer par une mortalité due au mode d'introduction des juvéniles dans les tubes.

— La mortalité naturelle. Sous un film d'eau de 2 mm la mortalité des juvéniles de *Meloidogyne javanica* est nulle au cours des sept premiers jours (Reversat, 1976). Il se peut que la mortalité soit supérieure dans le sol du fait de la présence des microorganismes parasites. Mais les pertes dues à la mortalité naturelle doivent être négligeables par rapport à celles entraînées

par l'extraction des juvéniles restant dans la terre des pots et des tubes de migration.

I. AMPLITUDES DES MIGRATIONS HORIZONTALES ET VERTICALES

La figure 2 indique, cinq jours après leur dépôt, les migrations horizontales et verticales de juvéniles de *M. javanica* placés à différentes distances des racines.

Les migrations verticales apparaissent plus importantes que les migrations horizontales. En effet, pour des juvéniles placés à 50 cm des racines si 50 % des nématodes retrouvés ont pénétré dans celles-ci après une migration verticale, ce pourcentage n'est que de 13 % à la suite d'une migration horizontale.

La figure 3 montre qu'après neuf jours de migration verticale les juvéniles de *Meloidogyne javanica* situés jusqu'à 75 cm des racines sont capables de les atteindre en grand nombre.

Nous constatons donc que les migrations verticales et horizontales apparaissent toujours beaucoup plus importantes en présence de plante. Ce dernier point ne peut s'expliquer que par une attraction exercée par la plante sur les juvéniles de *Meloidogyne*.

De nombreux auteurs ont montré que les plantes exerçaient une attraction sur les nématodes : Lue (1962) pour *Hemicycliophora paradoxa*, Viglierchio (1961) et Prot (1975) pour *Meloidogyne*, Weischer (1959) pour *Heterodera rostochiensis*. La plupart des auteurs partisans d'une attraction des nématodes par les plantes indiquent des distances d'attraction très inférieures à celles parcourues par les juvéniles de *Meloidogyne* au cours de nos expériences. Lors de ces dernières plu-

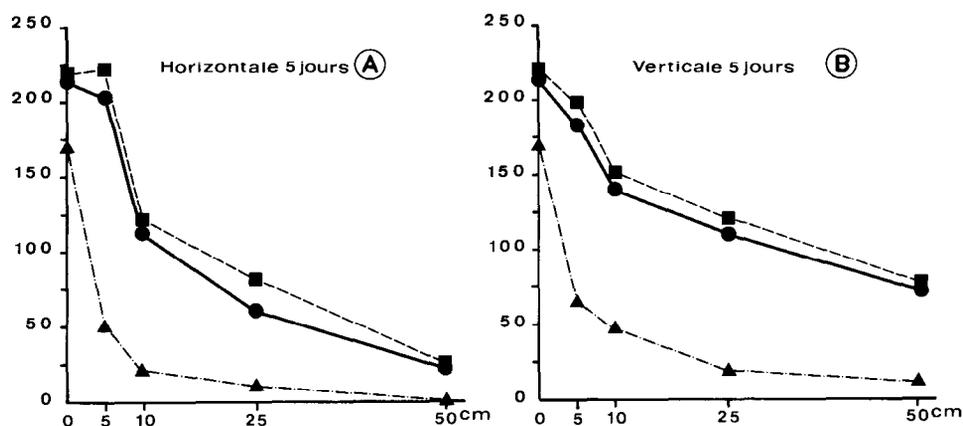


FIG. 2. — Migrations horizontales (A) et verticales (B) des juvéniles de *Meloidogyne javanica* placés à différentes distances des racines cinq jours auparavant. En ordonnée : nombres de juvéniles retrouvés : dans les racines : cercles noirs et traits continus; dans les racines et dans le sol des pots contenant un plant de tomate : carrés noirs et petits tirets; dans le sol des pots témoins : triangles noirs, petits tirets et points.

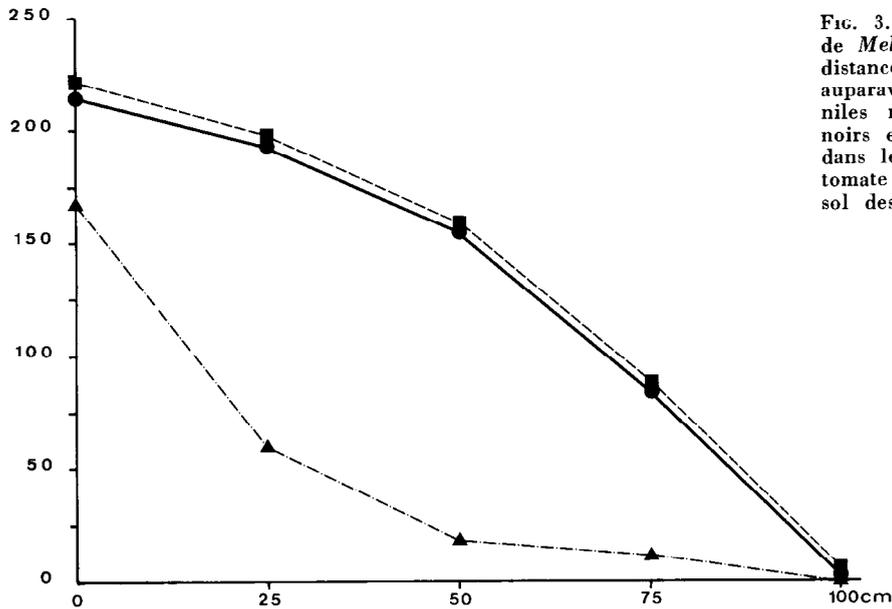


FIG. 3. — Migration verticale des juvéniles de *Meloidogyne javanica* placés à différentes distances des plants de tomate neuf jours auparavant. En ordonnée : nombres de juvéniles retrouvés : dans les racines : cercles noirs et traits continus; dans les racines et dans le sol des pots contenant un plant de tomate : carrés noirs et petits tirets; dans le sol des pots témoins : triangles noirs, petits tirets et points.

sieurs facteurs peuvent favoriser le déplacement en direction des racines.

L'arrosage quotidien crée un gradient d'humidité qui favorise le déplacement. Mais ce gradient ne peut seul expliquer le déplacement des juvéniles de *Meloidogyne* en direction des plants de tomate, ces déplacements étant beaucoup moins importants en absence de plante. De plus, Wallace (1960) montre que si des juvéniles d'*Heterodera rostochiensis* s'orientent dans un gradient d'humidité la présence de plante hôte contredit la réponse à ce gradient. Par ailleurs Prot (1975) a mis en évidence une attraction due à la terre de rhizosphère de tomate, efficace jusqu'à 10 cm, ceci en absence de gradient d'humidité. La plante jouerait donc le principal rôle dans l'orientation du mouvement.

2. CINÉTIQUE DES MIGRATIONS HORIZONTALES ET VERTICALES

La figure 4 représente les migrations horizontales et verticales de juvéniles de *Meloidogyne javanica* placés à 25 et 50 cm des racines ceci en fonction du temps. Nous remarquons que non seulement les migrations verticales sont quantitativement plus importantes que les migrations horizontales mais que de plus elles sont plus rapides.

L'apport d'eau d'arrosage peut entraîner les substances attractives émises par les plantes et dont certaines seraient hydrosolubles (Wieser, 1955; Prot, 1975).

Ceci pourrait expliquer les différences quantitatives entre migration horizontale et migration verticale. En effet, avec la technique employée la percolation doit être meilleure dans les tubes verticaux que dans les tubes horizontaux.

Un géotropisme négatif expliquerait aussi les différences observées entre migrations verticales et horizontales; mais Luc (1961) note que les déplacements de *Hemicycliophora paradoxa* sont plus importants de haut en bas que de bas en haut et Wallace (1961) indique que la gravité n'a qu'une faible influence sur le déplacement de *Ditylenchus dipsaci* et n'influe en rien l'orientation, par rapport à d'autres stimuli.

3. INFLUENCE DU TYPE DE TERRE COMME SUPPORT DE LA MIGRATION

La figure 5 indique les nombres de juvéniles retrouvés dans les pots et les racines après une migration horizontale de 25 cm dans la terre de rhizosphère.

Lorsque les expériences sont conduites dans la terre de rhizosphère nous ne constatons pas une infestation plus grande ou plus rapide que celle observée dans de la terre stérile (figure 4 A).

Pourtant Luc (1961) et Prot (1975) ont montré que la terre de rhizosphère produit deux effets : une activation du mouvement et une attraction.

Dans le cas de la terre stérile il doit s'établir un gradient de substances attractives favorisant le déplacement

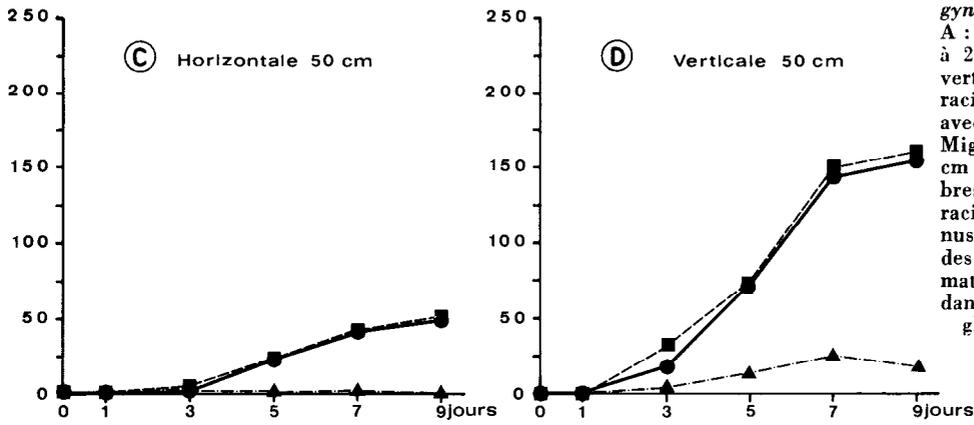
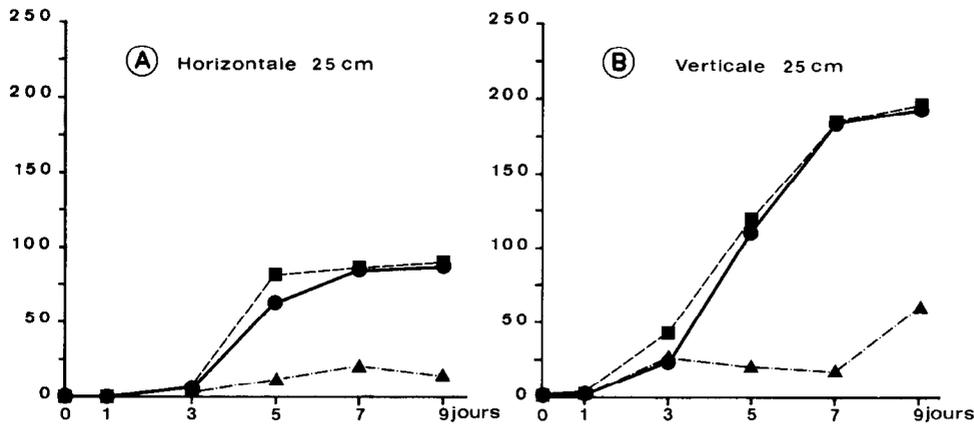
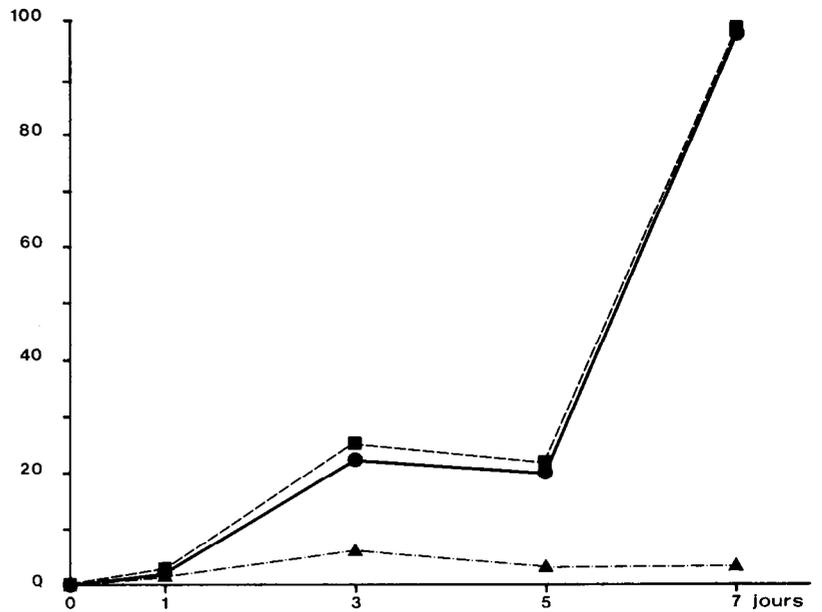


FIG. 4. — Migrations horizontales et verticales des juvéniles de *Meloidogyne javanica* en fonction du temps. A : Migration horizontale avec dépôt à 25 cm des racines; B : Migration verticale avec dépôt à 25 cm des racines; C : Migration horizontale avec dépôt à 50 cm des racines; D : Migration verticale avec dépôt à 50 cm des racines. En ordonnée nombres de juvéniles retrouvés : dans les racines : cercles noirs et traits continus; dans les racines et dans le sol des pots contenant un plant de tomate : carrés noirs et petits tirets; dans le sol des pots témoins : triangles noirs, petits tirets et points.

FIG. 5. — Migrations horizontales des juvéniles de *Meloidogyne* placés à 25 cm des racines dans de la terre de rhizosphère.

En ordonnée : nombres de juvéniles retrouvés : — dans les racines : cercles noirs et traits continus; — dans les racines et dans le sol des pots contenant un plant de tomate : carrés noirs et petits tirets; — dans le sol des pots témoins : triangles noirs, petits tirets et points.



vers les racines. Dans le cas de la terre de rhizosphère, déjà saturée de substances attractives et activatrices, ce gradient pourrait être masqué en partie et les déplacements au hasard augmentés. Ceci expliquerait que l'infestation ne soit pas plus rapide dans la terre de rhizosphère que dans la terre stérile.

4. COMPARAISON DE L'ATTRACTION EXERCÉE PAR UN PLANT DE TOMATE SENSIBLE (var. *Roma*) ET PAR UN PLANT DE TOMATE RÉSISTANTE (*Rossol*)

Le tableau I montre que les migrations des juvéniles de *Meloidogyne* sont plus importantes en direction d'une tomate de variété sensible que vers une tomate de variété résistante. Le nombre de juvéniles ayant pénétré dans les plants sensibles est très supérieur (193 en moyenne) à celui retrouvé dans le système racinaire des plants résistants (46 en moyenne). Par ailleurs, nous ne constatons pas de différences importantes quant au nombre de juvéniles retrouvés dans les pots et les tubes correspondants aux plantes sensibles ou résistantes.

De plus, au cours des dix répétitions effectuées nous trouvons toujours plus de juvéniles ayant pénétré dans la variété sensible que dans la variété résistante. Si le

comportement au cours de l'infestation était le même pour les deux types de plante, la probabilité de trouver un nombre supérieur de juvéniles ayant pénétré dans un plant de tomate sensible serait égale à celle de trouver un nombre supérieur de juvéniles dans un plant de tomate résistante; ce qui correspond à une distribution binomiale.

La probabilité de trouver à dix reprises plus de juvéniles dans les racines d'une plante sensible que dans celles d'une plante résistante égale dans ce cas :

$$p = \sum_0^{10} \binom{10}{0} \left(\frac{1}{2}\right)^{10} = 0,001$$

Nous rejetons donc cette hypothèse en prenant une limite de confiance de 1%. Il y a donc bien une différence de comportement vis-à-vis de l'infestation entre des plantes sensibles de variété *Roma* et des plantes résistantes de variété *Rossol*.

Si la différence de comportement se situait au niveau de la pénétration et non au niveau de l'attraction nous retrouverions des juvéniles dans le pot contenant le plant résistant. La somme des nématodes ayant pénétré dans les racines et de ceux qui sont parvenus dans le pot serait égale pour les deux types de plante. Cette somme est toujours supérieure pour les plantes sensibles. Un plant de variété *Roma* sem-

TABLEAU I

Nombre de juvéniles retrouvés dans les racines, et la terre contenue dans les pots et les tubes lors de la comparaison des attractions dues à un plant de tomate sensible (var. *Roma*) et un plant de tomate résistante : (var. *Rossol*). Cinq cents juvéniles avaient été déposés au début de l'expérience.

Essai N°	Nombre de juvéniles retrouvés dans					
	Racines (Roma)	Pot (Roma)	Tube (Roma)	Tube (Rossol)	Pot (Rossol)	Racines (Rossol)
1	238	7	10	8	6	36
2	159	5	1	65	3	92
3	122	3	3	42	9	23
4	251	13	22	2	4	38
5	267	10	4	11	13	94
6	95	9	53	4	8	42
7	165	3	13	13	11	61
8	140	2	15	35	1	11
9	264	5	10	45	12	30
10	233	28	0	3	6	36
Moyennes	193	9	13	23	7	46

ble donc attirer plus fortement les juvéniles de *Meloidogyne javanica* qu'un plant de variété résistante (*Rossol*).

5. COMPARAISON DE L'ATTRACTION EXERCÉE PAR UN PLANT DE TOMATE SENSIBLE (var. *Roma*) AYANT SUBI UNE INFESTATION PRÉALABLE ET UN PLANT SAIN DE TOMATE DE MÊME VARIÉTÉ

Pour des plants de 4 semaines la pénétration moyenne est de 166 juvéniles ($\sigma = 27,5$) pour un inoculum initial de 300.

Le tableau II indique :

— le nombre de juvéniles ayant pénétré dans les racines lors de la première attaque pour les plants préinfestés;

— le nombre de juvéniles ayant pénétré dans les racines des plants préinfestés et des plants sains lors de la comparaison d'attractivité;

— le nombre de juvéniles restant dans les tubes et dans les pots en fin d'expérience.

D'autre part nous n'avons jamais trouvé de juvéniles ayant pénétré lors de la seconde infestation dans une galle formée à la suite de la première attaque.

En prenant pour hypothèse zéro qu'il n'existe pas de différence entre l'attraction due à un plant sain et celle due à un plant infesté, l'application du sign test montre que cette hypothèse n'est valable que dans 55 cas sur 1 000. Nous admettrons donc qu'un plant infesté attire plus les juvéniles de *M. Javanica* qu'un plant sain.

Le fait qu'aucun juvénile ayant pénétré dans un plant préinfesté lors de la seconde infestation ne soit retrouvé dans une galle consécutive à la première pénétration semble indiquer que ces galles ne provoquent pas d'attraction. Ceci est en contradiction apparente avec les observations de Linford (1942) qui constatait une attraction plus forte des zones racinaires lésées par la pénétration des larves de *Meloidogyne*. Contradiction apparente car nous constatons, aussi bien lors de la seconde que de la première attaque, que les juvéniles ne pénètrent pas de manière isolée dans les racines. L'infestation ne se produit qu'en quelques sites privilégiés pouvant contenir plusieurs dizaines de juvéniles.

Linford (1939) a montré que les nématodes étaient principalement attirés par les apex racinaires. De fait, lors de la seconde infestation comme au cours de la première, la majorité des juvéniles ayant pénétré l'ont fait dans les zones apicales du système racinaire.

TABLEAU II

Nombre et répartition des juvéniles retrouvés en fin de l'expérience de comparaison entre l'attraction exercée par une plante préinfestée et celle due à une plante saine.

N°	Plant préalablement infesté		Pot	Tube	Tube	Pot	Plant ayant subi une seule infestation
	1 ^{ère} infestation	2 ^e infestation					
1	175	106	2	65	36	0	0
2	129	8	0	124	16	0	79
3	112	22	0	108	20	10	10
4	193	12	0	99	33	0	72
5	98	83	0	70	22	0	6
6	141	48	0	113	11	0	12
7	122	139	16	38	16	0	4
8	137	42	2	29	34	0	2
9	155	83	22	17	90	0	24
10	176	113	19	18	65	3	36
Moyenne	144	66	6	68	34	1	25

Les nombres moyens d'apex racinaires de plants de tomate sains et de plants de tomate infestés, tous âgés de quatre semaines, ceci cinq jours après une mise en contact de trois jours avec 300 juvéniles pour les plantes attaquées, sont respectivement de 119 et 115 (moyennes de dix répétitions). L'attraction plus forte montrée par les plants préinfestés ne peut donc pas s'expliquer par un plus grand nombre d'apex, donc par un plus grand nombre de sites attractifs. L'attraction plus importante des plants préinfestés peut donc s'expliquer, soit par une activation du métabolisme au niveau des apex en réaction à la première infestation, activation du métabolisme pouvant entraîner une exsudation plus importante de substances attractives, soit par une attraction au niveau des galles s'additionnant à celle exercée par les apex, celle-ci restant prédominante.

CONCLUSIONS

Les résultats obtenus montrent que les juvéniles de *M. javanica* ont une grande capacité de déplacement, les juvéniles situés jusqu'à 50 cm des racines ayant la capacité de les infester.

Le fait que les migrations tant horizontales que verticales soient plus importantes en présence de plantes confirme que celles-ci orientent le mouvement des juvéniles de *M. javanica*.

Par ailleurs, il apparaît qu'un plant de tomate sensible (var. *Roma*) provoque une attraction plus forte qu'un plant de tomate résistante (var. *Rossol*). De même un plant préinfesté de var. *Roma* attire plus qu'un plant sain de la même variété.

Ces constatations peuvent expliquer les observations de Johnson et McKeen (1973) qui ont mis en évidence des baisses de rendement dues à une population de *M. incognita* située à plus de 1 m de profondeur. De même, ceci peut expliquer l'efficacité réduite de certains traitements nématocides; ainsi Gilpatrick *et al.* (1956) montrent que le Nemagon appliqué à une profondeur de 15-20 cm ne contrôle pas efficacement les nématodes situés à 75 cm, alors qu'il est assez fréquent de trouver de fortes populations de *Meloidogyne* à des niveaux inférieurs à 1 m (Bird, 1969; Johnson & McKeen, 1973).

L'importante capacité de déplacement des juvéniles de *M. javanica* et l'attraction que les racines exercent sur eux peuvent aussi expliquer qu'on observe des plants très attaqués dans des sols considérés comme peu infestés à la suite d'analyse d'échantillons prélevés dans les premiers 20 cm du sol. En effet, si ces nématodes sont capables de parcourir 50 cm pour infester un plant de tomate, tous les juvéniles contenus dans

une demi-sphère de 50 cm de rayon soit 262 litres de sol sont potentiellement aptes à parasiter ce plant.

Manuscrit reçu au S.C.D. de l'ORSTOM le 30 juillet 1976.

BIBLIOGRAPHIE

- BIRD (G. W.), 1969. — Depth of migration of *Meloidogyne incognita* (Nematoda) associated with greenhouse tomato and cucumber roots. *Canad. J. Pl. Sci.*, 49 : 90-92.
- DEMEURE (Y.) & NETSCHER (C.), 1973. — Méthode d'estimation des populations de *Meloidogyne* dans le sol. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 21 : 85-90.
- FRANKLIN (M. T.), 1949. — A quick method of demonstrating nematodes of the genus *A. phelenchoides* in leaves. *J. Helm.*, 23 : 91-93.
- GILPATRICK (J. D.), ICHIKAWA (S. T.), TURNER (M.) & McBETH (C. W.), 1956. — The effect of placement depth on the activity of Nemagon. *Phytopathology*, 46 : 529-531.
- JOHNSON (P. W.) & McKEEN (C. D.), 1973. — Vertical movement and distribution of *Meloidogyne incognita* (Nematodea) under tomato in a sandy loam greenhouse soil. *Canad. J. Pl. Sci.*, 53 : 837-841.
- LINFORD (M. B.), 1939. — Attractiveness of roots and excised shoot tissues to certain nematodes. *Proc. helm. Soc. Wash.*, 6 : 11-18.
- LINFORD (M. B.), 1942. — The transient feeding of root-knot nematodes. *Phytopathology*, 32 : 580-589.
- LUC (M.), 1961. — Note préliminaire sur le déplacement de *Hemicycliophora paradoxa* (Nematoda : Criconematidae) dans le sol. *Nematologica*, 6 : 95-106.
- LUC (M.), 1962. — Note sur l'orientation du déplacement de *Hemicycliophora paradoxa* dans le sol. *C.-r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, 254 : 3124-3126.
- PROT (J. C.), 1975. — Recherches concernant le déplacement des juvéniles de *Meloidogyne* spp. vers les racines. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 10 : 251-262.
- RODE (H.), 1962. — Untersuchungen über das Wandervermögen von Larven des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll.); Modellversuchen mit verschiedenen Bodenarten. *Nematologica*, 7 : 74-82.
- SEINHORST (J. W.), 1950. — De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aanstasting door hot stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev). *Tijdschr. Pl. ziekten*, 56 : 291-349.

- SEINHORST (J. W.), 1952. — Modification of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica*, 8 : 117-128.
- SOKAL (R. R.) & ROHLF (F. J.), 1969. — *Biometry*; W. H. Freeman & Company, San Francisco, 776 pp.
- VIGLIERCHIO (D. R.), 1961. — Attraction of parasitic nematodes by plant root emanations. *Phytopathology*, 51 : 136-142.
- WALLACE (H. R.), 1960. — Movement of eelworms. VI. The influences of soil type, moisture gradients and host plant roots on the migration of the potato-root eelworm *Heterodera rostochiensis* Wol-lenweber. *Ann. appl. Biol.*, 48 : 107-120.
- WALLACE (H. R.), 1961. — The orientation of *Ditylenchus dipsaci* to physical stimuli. *Nematologica*, 6 : 222-236.
- WEISCHER (B.), 1959. — Experimentelle Untersuchungen über die Wanderung von Nematoden. *Nematologica*, 4 : 172-186.
- WIESER (W.), 1955. — The attractiveness of plants to larvae of root-knot nematodes. I. The effect of tomato seedlings and excised roots on *Meloidogyne hapla* Chitwood. *Proc. helm. Soc. Wash.*, 22 : 106-112.