

INFLUENCE DE L'HÔTE SUR LE DEVELOPPEMENT PARASITAIRE : EXEMPLE DES NEMATODES DU BANANIER

Thierry MATEILLE*, Patrick QUENEHERVE** & Patrice CADET*

*ORSTOM, BP 1386, Dakar, Sénégal.

**ORSTOM, BP 8006, 97259 Fort-de-France Cedex, Martinique, FWI.

RESUME

L'incidence des pratiques culturales employées en culture bananière sur le développement des populations de nématodes a fait l'objet de nombreuses études menées en Côte d'Ivoire. Parmi ces pratiques, trois d'entre elles peuvent avoir des conséquences directes sur le parasitisme. La première concerne le système de culture (période d'abandon des parcelles) et les deux autres concernent la plante (état sanitaire du matériel de plantation et recépage des rejets surnuméraires). Après une période d'abandon de deux ans, une jachère à Asystasia gangetica ou Chromolaena odorata éradique l'espèce Radopholus similis mais maintient les espèces Helicotylenchus multicinctus et Hoplolaimus pararobustus. Seul l'emploi de vitro-plants indemnes de nématodes maintient cet équilibre, alors que l'emploi de souches ou de rejets (matériel infesté) rétablit la population de R. similis. Le recépage des rejets surnuméraires perturbe aussi l'équilibre initial des peuplements puisque R. similis est sensible au stress physiologique causé par la défoliation. Mais son développement est stimulé sur les rejets maintenus comme fructifères. Le développement d'H. multicinctus étant soumis à une compétition interspécifique avec R. similis, il est alors accru sur les rejets recépés.

INTRODUCTION

Si les nématodes sont connus pour les dégâts qu'ils causent aux plantes, il ne faut pas exclure pour autant la relation inverse, à savoir que le développement du nématode dépend aussi de la nature et

107129

du développement de l'hôte, eux-mêmes influencés par son environnement agro-climatique.

L'effet de la nature de l'hôte est utilisé pour lutter contre les nématodes grâce à la technique culturale de la rotation. De nombreuses études ont été menées en culture bananière pour déterminer la faisabilité de la rotation culturale contre le nématode Radopholus similis (LOOS, 1961; KEETCH *et al.*, 1975; SALAS *et al.*, 1976; Zem & Alves, 1983). Cependant, ces pratiques peuvent exarcerber de nouveaux problèmes dus à d'autres espèces en déséquilibrant les peuplements de nématodes qui sont polyspécifiques sous les tropiques.

L'activité de l'hôte représente aussi un facteur de développement parasitaire. De nombreux travaux (YEATES, 1987) ont montré que les nématodes peuvent être affectés par les mécanismes de résistance, les exsudats racinaires et le développement de l'hôte. Ce dernier effet est surtout visible chez les plantes dont on peut observer des phases de croissance bien distinctes mettant en jeu des organes divers de la plante, comme chez la canne à sucre (CADET *et al.*, 1982). Si les techniques culturales prennent en compte ces phénomènes naturels, comme le rejonnage en culture bananière, alors elles peuvent avoir un impact sur le développement des populations de nématodes.

INFLUENCE DE LA NATURE DE L'HOTE

Si l'on observe ce qui se passe d'une part au pied des adventices qui poussent en bananeraie, d'autre part au pied de ces mêmes adventices utilisée en période de jachère (période d'abandon) et enfin au pied des bananiers qui sont replantés après jachère, on comprend comment le changement d'hôte perturbe l'équilibre des peuplements nématologiques.

Sous culture bananière en Côte d'Ivoire, où ont été effectués ces travaux, les adventices les plus fréquentes sont des Convolvulaceae, des Cyperaceae, des Gramineae et des Rosaceae. Mais, en période d'abandon, d'autres adventices, préalablement minoritaires, comme Asystasia gangetica (Acanthaceae) et Chromolaena odorata (Asteraceae) constituent la majorité de la jachère. Pendant la culture du bananier, la première adventice est infestée par les trois nématodes parasites du bananier les plus dangereux en Côte d'Ivoire, à savoir



Helicotylenchus multicinctus, Hoplolaimus pararobustus et Radopholus similis, et la seconde adventice est infestée par les deux premières espèces parasites (Fig. 1). Dans la rhizosphère des bananiers, la répartition des espèces parasites est différente selon les types de sol (Fig. 2). QUENEHERVE (1988) a montré que ces répartitions étaient liées à la texture des sols, à leur teneur en matière organique et à leur acidité.

188. En revanche, après une longue période d'abandon, il est intéressant d'observer que les adventices A. gangetica et C. odorata ne permettent pas la survie de R. similis mais qu'elles maintiennent tout de même les deux autres espèces (Fig. 3). On en conclue donc que, dans le cas d'A. gangetica, cette adventice ne constitue qu'un hôte "passager" pour R. similis, espèce connue pour être inféodée au bananier et ne pouvant survivre en l'absence de cet hôte.

Le nouveau problème qui se pose alors est de savoir comment ce nouvel équilibre nématologique se développera sur une nouvelle culture de bananier en l'absence de R. similis dans le sol. Là, c'est la nature du matériel de plantation qui va influencer l'évolution des populations parasitaires. A l'heure actuelle, trois types de matériel sont utilisés, soit les souches, soit les rejets, soit les vitro-plants. Outre les critères agro-physiologiques, l'état sanitaire des souches (ou des rejets) et des vitro-plants à la plantation est très différent : les premières sont toujours principalement parasitées par R. similis (QUENEHERVE & CADET, 1985) alors que les seconds en sont indemnes.

Les expérimentations illustrent deux cas de figure (Fig. 4) suivant le type de matériel végétal utilisé (souches ou rejets, vitro-plants) :

- après une période d'abandon qui n'élimine pas H. multicinctus et H. pararobustus, et la plantation de souches ou de rejets qui apporte R. similis, les trois espèces parasites sont donc à nouveau présentes.

- la plantation de vitro-plants après une période d'abandon maintient l'équilibre fixé par la jachère. Ainsi, la plantation de vitro-plants sur un sol indemne de nématodes représente la situation nématologique idéale : ceci s'est vérifié avec R. similis.

Dans les conditions normales d'exploitations bananières, l'efficacité de la jachère peut être insuffisante vis à vis de ce nématode à cause de la qualité de sa mise en œuvre. En effet, on constate que le

pourcentage des parcelles ayant atteint le seuil de traitement a évolué selon une croissance sigmoïde et atteint un plateau au cours du troisième cycle de culture, montrant que toutes les parcelles mal dénématées sont recontaminées (Fig. 5). En revanche lorsque les techniques sont parfaitement maîtrisées, elles permettent aux exploitants de se passer de nématicides sur la majorité de leurs terres, pendant au moins trois cycles de culture.

INFLUENCE DE L'ACTIVITE DE L'HOTE

La croissance du bananier présente des phases successives de croissance. A la base des feuilles, sur le bulbe, se forment des bourgeons axillaires dont les plus externes vont se développer en rejets, assurant ainsi la pérennité de la plante (LASSOUDIÈRE, 1979). Pendant une période très variable, pouvant aller au delà de la floraison du pied-mère, celui-ci exerce une dominance sur ses rejets fils (Lassoudière, 1980) dont le système foliaire se développe lentement et ne s'épanouit pas : c'est la phase dite du "rejet à feuilles lancéolées". Puis, cette dominance est levée, ce qui se traduit par un élargissement des feuilles du rejet qui prend alors son indépendance nutritionnelle. Plusieurs rejets se forment autour du pied-mère, mais, dans la pratique, un seul sera conservé et les autres recépés pour le cycle suivant (SUBRA & GUILLEMOT, 1961) afin de lever la codominance des rejets entre eux et favoriser la production. Cette multiplication végétative engendre ainsi des générations successives de rejets (appelés cycles) dont les périodes de développement se chevauchent : une souche plantée, ou pied mère, donnera une couronne de rejets fils, qui formeront à leur tour des rejets.

Dans la rhizosphère proximale aux rhizomes, le système racinaire ne subit aucune modification notable après le recépage des rejets surnuméraires de 1^{ère} et 2^{ème} génération. Or, nous constatons que les populations de nématodes réagissent différemment par rapport à une évolution unique du système racinaire. Dans ce cas, le développement des populations n'est plus exclusivement lié à la quantité de tissus (racines ou rhizomes) susceptibles d'être parasités, mais aussi, selon l'espèce de nématode considérée, à la sensibilité de ces tissus, en relation avec l'activité physiologique des organes du bananier auxquels ils appartiennent (MATEILLE *et al.*, 1984).

Les taux d'infestation de R. similis croissent avec les générations successives des organes, c'est à dire avec le degré de juvénilité des tissus. D'autre part, les populations diminuent dans les organes en voie de disparition : elles sont très faibles au niveau de la souche et chutent dans les rejets défoliés rattachés à la souche. Le cas des rejets de seconde génération est différent, car ils sont toujours en relation avec le rejet fils conservé vivant, à partir duquel ils puisent leurs ressources (TEISSON, 1970); c'est pourquoi R. similis s'y développe malgré l'ablation des feuilles. Dans le même sens, ce nématode se multiplie abondamment sur les rejets conservés, d'autant plus que leur croissance est stimulée par la défoliation des rejets frères (Fig. 6).

Par ailleurs, l'évolution des populations de R. similis est liée aux stades végétatifs du bananier. Le mécanisme de la floraison commence par la montée de la fleur dans le pseudo-tronc du rejet maintenu, depuis son rhizome; il y a arrêt d'émission racinaire pendant cette période. Cela confirme que R. similis est dépendant de la physiologie racinaire, elle même liée à la physiologie épigée de la plante. La récolte du fruit, qui correspond à l'ablation du bourgeon floral du bananier, s'accompagne toujours d'un dépérissement du pied fructifère, dépérissement renforcé par le recépage immédiat de ce rejet : ceci se traduit alors par une baisse des populations de R. similis (Fig. 7).

Par contre, si l'on fait suivre le recépage par un hormonage (application de 2,4 D sur la coupe du rejet), ce dernier maintient une activité physiologique des rhizomes des rejets traités malgré l'interruption de croissance de ces rejets, et favorise alors le développement de R. similis.

Quant à H. multincinctus, il semble se comporter en fonction du développement de R. similis. Nous savons que R. similis est très inféodé au bananier, alors qu'H. multincinctus possède une gamme d'hôtes plus étendue. Nous voyons que R. similis est très sensible à la vigueur physiologique des tissus qu'il parasite. Dans ces conditions, le parasitisme d'H. multincinctus apparaît comme secondaire par rapport à celui de R. similis, à savoir qu'il s'installe et se développe partout où les foyers de R. similis s'éteignent, et inversement : les niveaux d'infestation diminuent avec les générations successives d'organes, les populations se développent sur les organes dépérissants, et l'hormonage des rejets ne modifie pas leur évolution. Donc, si R. similis semble

“choisir sa cible”, H. multincinctus colonise indifféremment tout tissu végétal, à condition qu'il ne soit pas en compétition avec R. similis.

Bien que les nématodes soient doués de mobilité et que, par conséquent, ils puissent se déplacer à distance de rejets en rejets, tous les organes sont parasités au fur et à mesure de leur apparition et le développement des foyers est alors sous la dépendance de l'activité physiologique de l'organe qui les abrite. Le recépage des rejets de bananiers, suivi ou non d'un traitement hormonal, révèle comment la plante peut affecter directement la reproduction de R. similis. Ces perturbations sont liées à l'activité physiologique des rejets qui les abritent : quand ils sont affaiblis par l'ablation foliaire, les foyers s'éteignent, alors qu'ils se maintiennent sur les rejets intacts. Par contre, H. multincinctus, dont l'effectif est plus faible que celui de R. similis sur les rejets physiologiquement actifs, se développe même sur les rejets affaiblis par la défoliation. Il s'agit donc d'un impact nutritionnel de la plante dont l'activité physiologique peut affecter R. similis et pas H. multincinctus.

Ces liaisons préférentielles, entre un nématode et un tissu végétal selon son état physiologique, montrent la symétrie de la relation hôte-parasite. Ces liaisons laissent entrevoir la complexité des rapports avec la plante, complexité renforcée par son apparente spécificité vis à vis de l'espèce de nématode infestante.

IMPLICATIONS POUR LA LUTTE CULTURALE

Sur le plan agronomique, l'abandon temporaire des parcelles représente une procédure intéressante de dénématization des sols. Elle permet à la fois un abaissement considérable des infestations, voire l'éradication des nématodes comme c'est le cas pour R. similis, et des augmentations notoires de rendement. L'utilisation de vitro-plants, indemnes de nématodes, permet d'optimiser l'effet de cet assainissement et cette procédure peut être présentée comme recommandation phytosanitaire.

Sur le plan nématologique, ces résultats amènent cependant une réflexion. Il est vrai qu'à quelques exceptions près, les niveaux d'infestation des sols ou des racines de bananiers sont très faibles à peu

élevés, indiquant par là l'efficacité globale de la jachère sur l'ensemble des populations de nématodes. Mais il reste à savoir au bout de combien de temps les populations des espèces maintenues après jachère atteindront un seuil critique de nuisibilité nécessitant alors le premier traitement nématicide. Car si la jachère n'agit que sur une ou quelques espèces, ces techniques ne font alors que déplacer le problème sur les autres espèces maintenues. Dans des conditions normales d'exploitation, quand les peuplements nématologiques sont soumis à un équilibre régi par des compétitions interspécifiques et par divers facteurs environnementaux, des espèces, telle que *R. similis*, sont considérées importantes en terme d'effectifs, d'autres, comme *H. pararobustus*, plus secondaires. Le déséquilibre que pourrait entraîner la jachère, par suppression de l'espèce dominante, renverserait ces effectifs à terme et pourrait alors renforcer l'impact pathogène d'une espèce jusqu'ici secondaire et devenue majeure. Nous connaissons les dégâts occasionnés par *H. multincinctus* dans les régions où *R. similis* est absent (MINZ *et al.*, 1960). Par ailleurs, bien que son influence sur les rendements soit mal connue, *H. pararobustus* s'est répandu dans toute la bananeraie ivoirienne en l'espace de 20 ans (LUC & VILARDEBO, 1961; FARGETTE & QUENEHERVE, 1988) et de récents travaux ont montré sa pathogénie sur bananier (MATEILLE, 1993).

La technique du recépage, essentiellement mise en pratique pour des raisons agronomiques, soulève tout de même le problème du choix du rejet maintenu et de la période du recépage. En effet, il est clair que le recépage des rejets renforce le parasitisme du rejet maintenu par *R. similis*. Ainsi, tout rejet maintenu comme rejet fructifère aura une production qui résulte de sa vigueur agronomique intrinsèque et de son niveau d'infestation. Dans ce cas, le choix du rejet axial comme rejet fructifère est important puisque, les autres rejets, moins vigoureux seront d'autant moins productifs qu'ils seront plus parasités. Enfin, la période du recépage doit aussi tenir compte du meilleur moment pour lever la dominance des rejets surnuméraires (aspect agronomique) et de celui pour retarder au maximum le développement des nématodes sur le rejet maintenu. Ceci est important à réaliser, mais difficile puisque la codominance des rejets est extrêmement variable selon les types de sol.

Si la micropropagation *in vitro* du bananier a résolu le problème de l'assainissement du matériel végétal, le problème de la dénématation des sols infestés reste entier. La recherche de plantes de jachère ou de rotation résistantes à l'ensemble des nématodes pathogènes du bananier s'avère incontournable. La solution d'avenir réside dans une méthode de lutte intégrée incluant l'amélioration variétale du bananier, vis à vis de tous les nématodes pathogènes, et non pas seulement vis à vis du principal parasite *R. similis*, la gestion de la technique du recépage en fonction des cycles végétatifs, et enfin le déterminisme des états nématologiques par la maîtrise des facteurs agro-pédo-biologiques.

BIBLIOGRAPHIE

- CADET, P., QUENEHERVE, P. & MERNY, G. (1982). Pathogenic action of nematodes on irrigated sugar-cane. *Revue Nématol.*, 5 : 205-209.
- FARGETTE, M. & QUENEHERVE, P. (1988). Populations of nematodes in soils under banana, cv. Poyo, in the Ivory Coast. 1. The nematofauna occurring in the banana producing areas. *Revue Nématol.*, 11, 239-244.
- KEETCH, D.P., REYNOLDS, R.E. & MITCHELL, J.A. (1975). The survival and vertical distribution of the burrowing eelworm in Natal banana soils. *Citrus Subtrop. Fruit J.*, 493, 15-17.
- LASSOUDIÈRE, A. (1979). Comportement du bananier Poyo en second cycle. I. Rejetonnage et multiplication végétative. *Fruits*, 34 : 645-658.
- LASSOUDIÈRE, A. (1980). Comportement du bananier Poyo en second cycle. IV. Mise en évidence d'interactions entre rejets et pied-mère et entre rejets frères. *Fruits*, 35 : 69-93.
- LOOS, C.A. (1961). Eradication of the burrowing nematode, *Radopholus similis*, from bananas. *Pl. Dis. Rptr.*, 45, 457-461.

LUC, M. & VILARDEBO, A. (1961). Les nématodes associés aux bananiers cultivés dans l'Ouest Africain. 1^{ère} partie. Fruits, 16 (5), 205-219.

MATEILLE, T. (1993). Comparative host tissue reactions of Musa acuminata (AAA group) cv. Poyo and Gros Michel roots to three banana-parasitic nematodes. Ann. Appl. Biol., sous presse.

MATEILLE, T., CADET, P. & QUENEHERVE, P. (1984). Influence du recépage du bananier Poyo sur le développement des populations de Radopholus similis et d'Helicotylenchus multicinctus. Revue Nématol., 7 : 355-361.

MATEILLE, T., ADJOVI, T. & HUGON, R. (1992). Techniques culturales pour la lutte contre les nématodes du bananier en Côte d'Ivoire : assainissement des sols et utilisation de matériel sain. Fruits, 47 : 281-290.

MATEILLE, T., QUENEHERVE, P. & HUGON, R. (1993). The development of plant-parasitic nematode infestations on micro-propagated banana plants following field control measures in Côte d'Ivoire. Ann. App. Biol., sous presse.

MINZ, G.), ZIV, D. & STRICH-HARARI, D. (1960). Decline of banana plantations caused by spiral nematodes, in the Jordan valley, and its control by DBCP. Ktavim. Rehovot, 10, 147-157.

QUENEHERVE, P. (1988). Population of nematodes in soils under banana cv. Poyo in the Ivory Coast. 2. Influence of soil texture, pH and organic matter on nematode populations. Revue Nématol., 11 : 245-251.

SALAS, J.A., OYUELA, R. & STOVER, R.H. (1976). Effect of fallow on the burrowing nematode (Radopholus similis) of bananas. Pl. Dis. Rptr., 60, 863-866.

SUBRA, P. & GUILLEMOT, J. (1961). Contribution à l'étude du rhizome et des rejets du bananier. Fruits, 16 : 19-23.

TEISSON, C. (1970). Conduction vers un bananier d'éléments minéraux absorbés par son rejet. Fruits, 25 : 451-454.

ZEM, A.C. & ALVES, E.J. (1983). Efeito de diferentes praticas sobre a população de Radopholus similis. In : Trabalhos VII° Reuniao Brasileira de Nematologia, Brasilia, Publicação No 7, Piracicaba, Brasil, p. 215-225.

YEATES, G.W. (1987). How plants affect nematodes. Adv. Ecol. Res., 17 : 61-113.

Figure 1 : Niveaux moyens d'infestation des plantes adventices en culture bananière (nombre de nématodes par gramme de racines fraîches) (Mateille *et al.*, 1993).

Adventices	<i>Helicotylenchus multincinctus</i>	<i>Hoplolaimus pararobustus</i>	<i>Radopholus similis</i>
<i>Amaranthus viridis</i>	22 (2-51)	43 (1-105)	3 (3-3)
<i>Asystasia gangetica</i>	25 (1-54)	5 (3-8)	9 (2-11)
<i>Chromolaena odorata</i>	15 (6-30)	15 (15-15)	0
<i>Phyllanthus amarus</i>	66 (1-275)	5 (5-5)	100 (100-100)
<i>Portulaca oleracea</i>	87 (18-200)	8 (6-13)	1 (1-1)
<i>Tallnum triangulare</i>	25 (3-76)	4 (4-4)	6 (6-6)
<i>Convolvulaceae</i>	32 (4-80)	20 (20-20)	0
<i>Cyperaceae</i>	67 (1-250)	109 (3-236)	10 (4-21)
<i>Gramineae</i>	44 (1-178)	52 (3-181)	27 (13-72)

(min - max)

Figure 2 : Répartition des nématodes associés au bananier sur deux types de sols (%) (Quénéhervé, 1988).

	Sol tourbeux	Sol limono-sableux
SOL		
<i>Helicotylenchus multincinctus</i>	53,1	10,6
<i>Hoplolaimus pararobustus</i>	3,2	23,5
<i>Radopholus similis</i>	2,4	8,4
Autres	41,3	57,5
RACINES		
<i>Helicotylenchus multincinctus</i>	92,1	15,1
<i>Hoplolaimus pararobustus</i>	1,7	16,5
<i>Radopholus similis</i>	5,8	62,1
Autres	0,4	6,3

Figure 3 : Répartition des nématodes dans les sols après deux ans d'abandon (Mateille *et al.*, 1992).

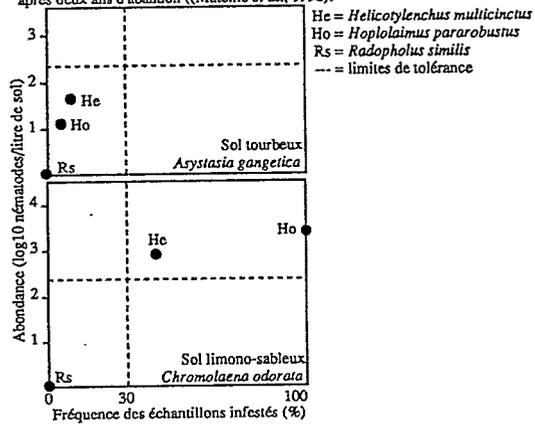


Figure 4 : Evolution des populations de nématodes sur bananiers issus de souches ou de vitro-plants (Mateille *et al.*, 1993).
Jachère à *Asystasia gangetica* Sol tourbeux
Jachère à *Chromolaena odorata* Sol limono-sableux

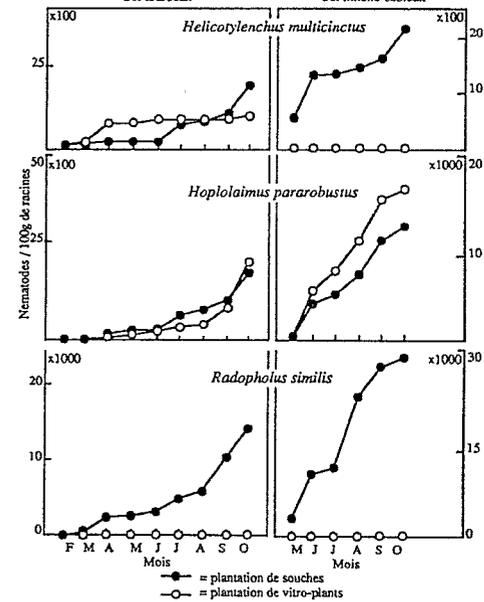


Figure 5 : Evolution en exploitation bananière de la fréquence des parcelles réinfestées par *Radopholus similis* après jachère et ayant atteint le seuil de 4000 nématodes/100g. de racines (Mateille *et al.*, 1992).

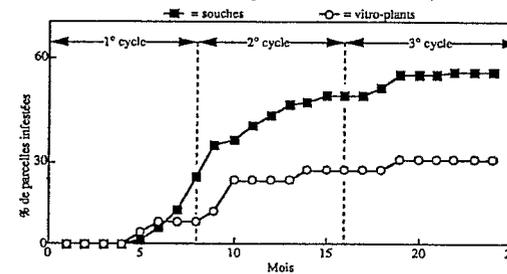


Figure 6 : Evolution des foyers d'infestation de *Radopholus similis* et d'*Helicotylenchus multicinctus* sur les bananiers après défoliation des rejets surnuméraires.

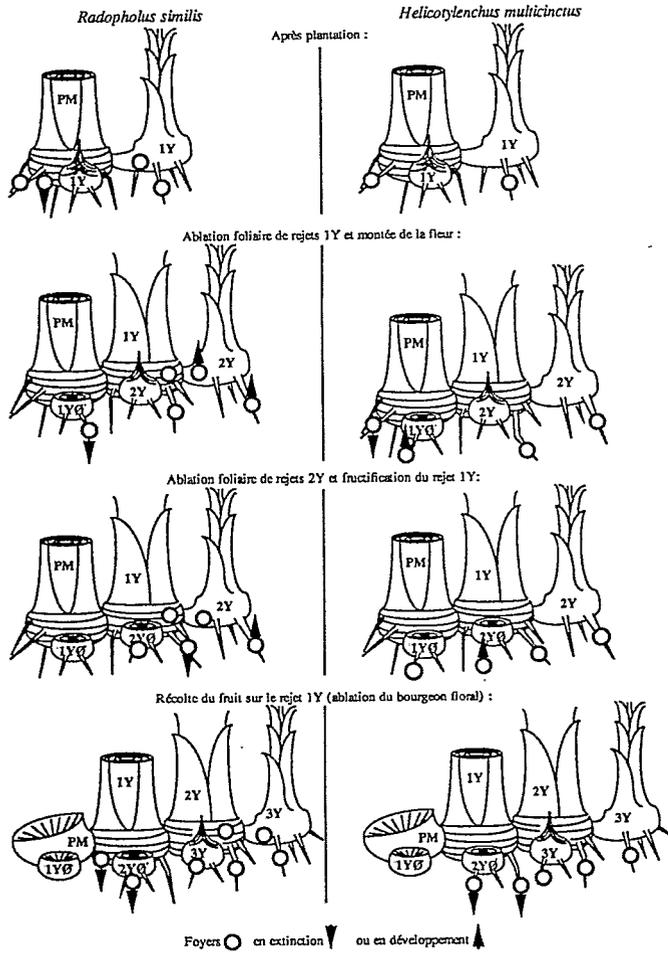


Figure 7 : schématisation des rapports chronologiques entre l'activité végétative, l'activité racinaire et le développement des populations de *Radopholus similis* dans les racines du rejet fructifère des bananiers.

