

*Nematologica* 40 (1994): 587-600, © E. J. Brill, Leiden

CRDO - DAKAR	
date	27-10-94
n°	11753 cote

FLUCTUATIONS NATURELLES DE *SCUTELLONEMA BRADYS*  
(NEMATODA: HOPLOLAIMIDAE) AU COURS DE LA CROISSANCE  
ET DU STOCKAGE DE L'IGNAME (*DIOSCOREA ALATA*)  
À LA MARTINIQUE

PAR

P. CADET\* et P. QUÉNÉHERVÉ

Laboratoire de Nématologie, ORSTOM, B.P. 8006, 97259 Fort-de-France cedex, Martinique

\* Adresse actuelle: Laboratoire de Nématologie, ORSTOM, B.P. 1386, Dakar, Sénégal

Au cours de la culture de l'igname à la Martinique, *Scutellonema bradys* se développe successivement dans le semenceau, puis dans les racines, qui constituent le foyer intermédiaire, enfin dans le tubercule néo-formé, puis le tubercule. C'est dans le tubercule, après la récolte, que la multiplication du nématode est la plus intense. Ce sont les femelles adultes qui véhiculent l'infestation du semenceau aux nouveaux organes. Dans le tubercule, il semble que le déclenchement du processus de pullulation, qui correspond à l'apparition des zones de nécrose, coïncide avec son entrée en dormance, donc avec l'arrêt du processus respiratoire.

*Mots-clés:* Antilles, *Scutellonema bradys*, igname, dynamique des populations

INTRODUCTION

Bien que signalé depuis longtemps dans les Caraïbes: en 1933 à la Jamaïque (Steiner & Le Hew, 1933) et en 1963 à Porto-Rico (Sher, 1963), *Scutellonema bradys* n'aurait atteint la Martinique que vers les années 1980 (Kermarrec *et al.*, 1987). Malgré cette introduction relativement récente, l'espèce s'y est considérablement développée. Elle est principalement associée au cultivar d'igname Belep (*Dioscorea alata*), tolérant à l'antracnose, qui est cultivé industriellement. Les échanges de matériel végétal entre les agriculteurs de l'île ont probablement favorisé la dissémination du parasite. Présent en Afrique, en Asie et en Amérique du Sud, *S. bradys* est connu pour provoquer des dégâts considérables, notamment pendant la période de conservation des tubercules après la récolte (Jatala & Bridge, 1990). A cette perte s'ajoute celle provoquée préalablement par le nématode au cours du cycle végétatif de la plante (Wood *et al.*, 1980; Adesiyan & Badra, 1982).

L'apparition de *S. bradys* à la Martinique a profondément bouleversé la répartition de *Pratylenchus coffeae*, la seule espèce endémique capable de parasiter le tubercule d'igname à la Martinique. *P. coffeae* a ainsi pratiquement disparu des zones où se trouve *Scutellonema*. Les observations effectuées actuellement tendent à montrer que leur cohabitation est encore moins fréquente qu'avant 1988 (Castagnone-Sereno & Kermarrec, 1988).

Fonds Documentaire ORSTOM



010015499

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : B\*15499 Ex : 1

partie distale des tubercules est faite à partir d'un échantillonnage représentatif d'écorce et des parties nécrosées situées aux deux extrémités. Les tubercules qui, après analyse, ne contiennent pas de nématode ne sont pas pris en compte pour le calcul du nombre moyen de nématodes ou du pourcentage de nécrose, puisqu'il n'y a ni l'un, ni l'autre. La position des nécroses est également codifiée, selon qu'elles se situent dans la partie proximale et/ou dans la partie distale.

- 2ème lot: à 0, 3, 6, 9, 12, 15 et 18 semaines, 5 tubercules numérotés de 1 à 5, supposés infestés de nématodes, et 5 tubercules supposés non infestés, sont pesés individuellement. A 18 semaines, l'analyse nématologique est réalisée sur ces tubercules à partir de fragments d'écorce prélevés sur la moitié proximale et la moitié distale. Afin de déterminer le nombre total de nématodes, chaque moitié de tubercule est entièrement épluchée, jusqu'à ce que la totalité des zones nécrosées soit prélevée. L'ensemble écorce plus parenchyme nécrosé est pesé. Au préalable, le pourcentage et la position des zones nécrosées sont étudiés comme précédemment.

Les nématodes sont extraits du sol et des tissus végétaux par les méthodes de Seinhorst (1950, 1962). Leur nombre est rapporté au  $\text{dm}^3$  de sol ou au gramme de tissu végétal séché à l'air. Les femelles, les mâles, les juvéniles de troisième ou quatrième stade et les juvéniles de deuxième stade (J2), qui sont aisément reconnaissables en raison de caractères morphologiques particuliers, sont dénombrés séparément.

## RÉSULTATS

### 1°) *Fluctuations quantitatives de la population de Scutellonema*

#### a) Evolution des densités d'infestation

- Sol: Dans le sol, la population de *Scutellonema* est globalement faible: 400 individus par  $\text{dm}^3$  de sol (Fig. 1A). Durant les trois premiers mois, le nombre de *Scutellonema* par  $\text{dm}^3$  de sol, qui est nul au moment de la mise en terre des semenceaux, a tendance à augmenter jusqu'à l'apparition du tubercule néoformé. Ensuite et jusqu'à la récolte, la population tellurique se maintient à un faible niveau.

La proportion de femelles est toujours très importante dans le sol. Elle diminue progressivement, suite à l'apparition d'une proportion de plus en plus grande de mâles et parfois de juvéniles (Fig. 2). Il n'y a pratiquement pas de J2 dans le sol.

- Semenceau: La densité d'infestation du semenceau augmente brutalement un mois après la plantation, c'est-à-dire au moment de la germination, donc de l'apparition des racines. Ultérieurement, la population se maintient à un niveau relativement faible jusqu'à la disparition du semenceau (Fig. 1b).

La structure de la population change peu. Les proportions de femelles sont toujours sensiblement équivalentes à celles des juvéniles, légèrement supérieures à celles des mâles (Fig. 2). Celle des J2 est très faible.

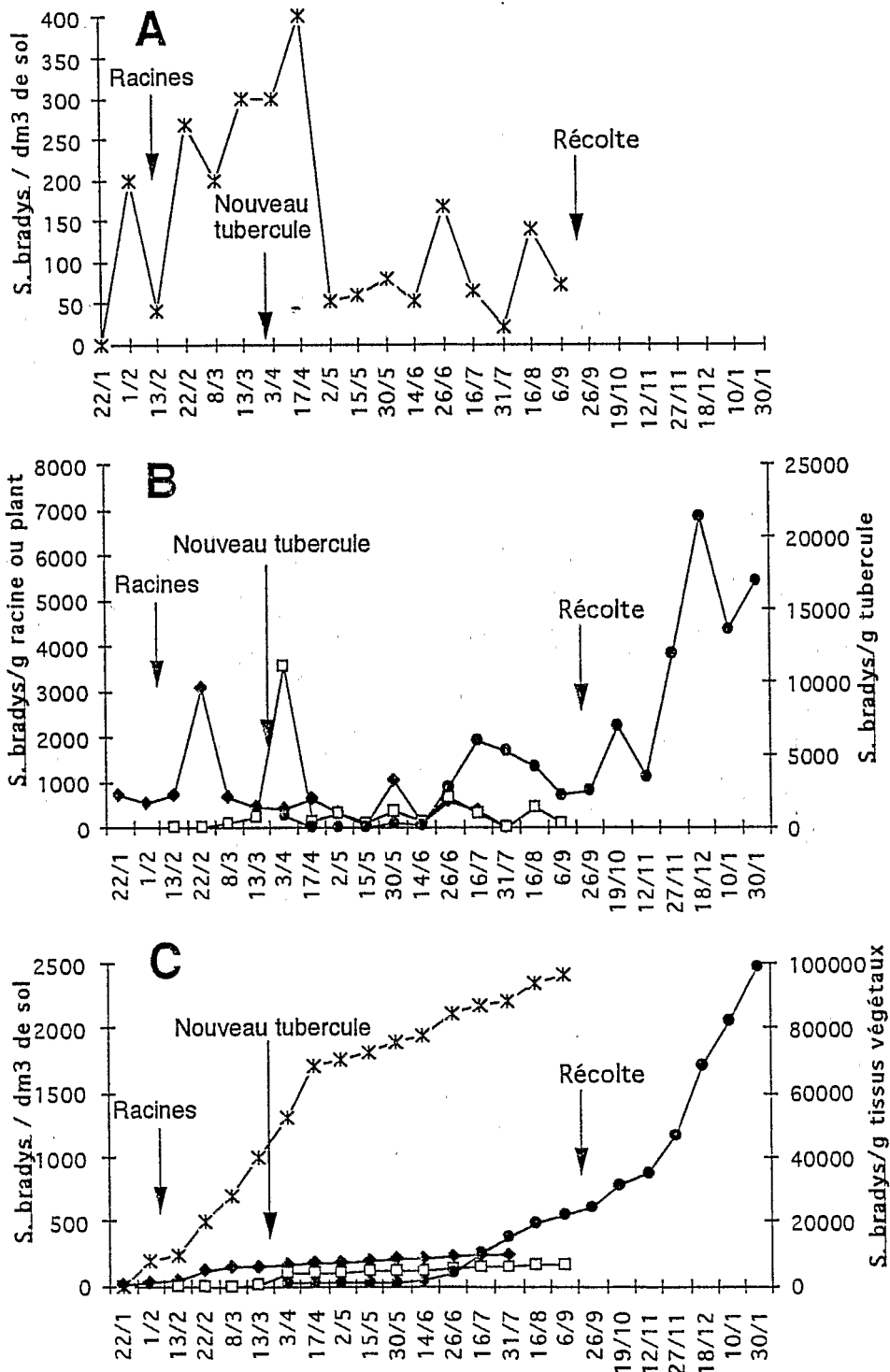


Fig. 1. Fluctuation réelle et cumulée de la population totale de *Scutellonema bradys* au cours de la croissance de l'igname. A: dans le sol; B: dans les organes végétaux: semenceau, racines et tubercule; C: fluctuations cumulées.

\* sol    ♦ semenceau    □ racines    ● tubercule

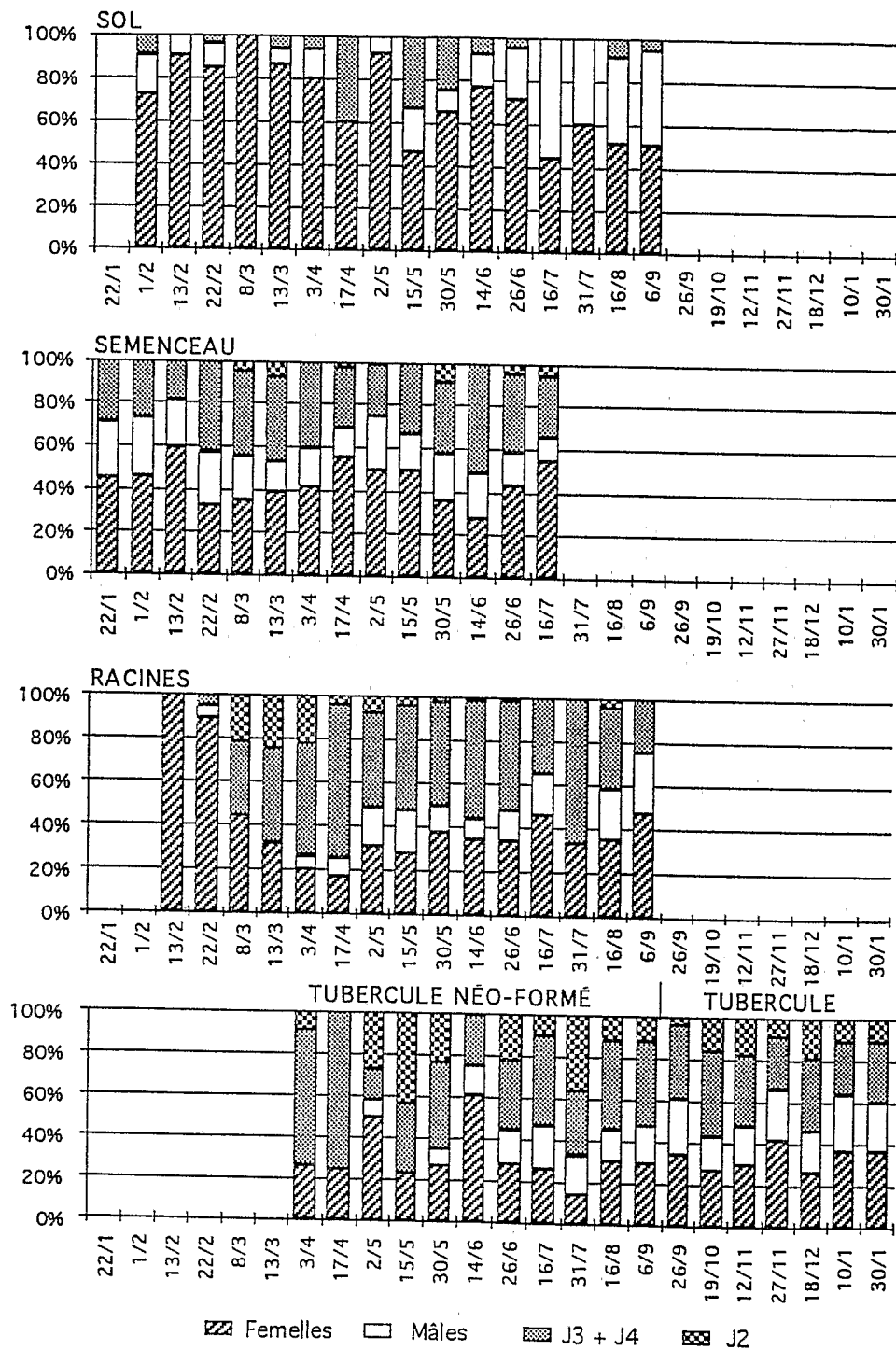


Fig. 2. Evolution des proportions relatives de femelles, mâles, juvéniles et juvéniles de second stade de *Scutellonema bradys*, dans les différents organes de l'igname au cours de sa croissance et dans le sol.

- Racines: Le profil d'évolution de la population endoracinaire de *Scutellonema* est identique à celui décrit précédemment pour le semenceau. L'infestation maximum apparaît environ deux mois après la plantation, soit un mois après l'émergence des racines, c'est-à-dire au moment de la formation du nouveau tubercule. Début avril, les nématodes sont présents dans les racines.

La structure de la population se caractérise par la présence constante de proportions importantes de juvéniles et surtout de J2 (Fig. 2). Comme pour les racines, à l'émergence du nouveau tubercule, la population est composée uniquement de femelles et de juvéniles. Ce n'est que deux mois plus tard que les mâles apparaissent en proportions non négligeables. A la fin de la période de conservation, les proportions d'adultes et de juvéniles sont pratiquement similaires à celles observées dans le semenceau qui est mis en terre, sauf qu'il n'y a pas de ponte massive dans le semenceau (pas de J2).

b) Evolution des densités cumulées

Dans le sol, la densité cumulée de nématodes évolue en deux temps: au cours des trois premiers mois après plantation, jusqu'au moment où le nouveau tubercule émerge, la pente de la droite est très forte. Ensuite, la pente est plus faible, le nombre de nématodes observé dans le sol entre deux dates de prélèvement est nettement moins important. (Fig. 1C).

L'évolution des densités d'infestation cumulées dans les tissus végétaux des racines, du semenceau et du tubercule ont été représentées à la même échelle. La population qui s'édifie dans le tubercule est, en densité cumulée, de 8 à 12 fois supérieure à celle du semenceau ou des racines. Ce n'est pas une limite. Cet écart pourrait probablement encore se creuser en prolongeant le temps de conservation.

Les changements de pente qui matérialisent une modification du taux de multiplication se produisent successivement:

- dans le semenceau, au moment de l'apparition des racines,
- dans les racines, au moment de l'apparition du nouveau tubercule,
- dans le tubercule néo-formé, 2 mois et demi après son apparition,
- dans le tubercule, environ un mois après la récolte.

c) Population de nématodes des parties proximale et distale du tubercule

Après la récolte, la densité d'infestation en nématodes de la partie proximale fluctue peu. En revanche, celle de la partie distale a tendance à augmenter considérablement après le deuxième mois de conservation (Fig. 3). A l'issue de la période de conservation, le nombre total de nématodes contenu dans la moitié proximale rattachée à la tige, la plus ancienne, n'est pas systématiquement supérieur à celui de la moitié distale.

2°) Evolution de la surface nécrosée

Les tubercule néo-formés ne présentent aucun symptôme révélateur de la présence des nématodes. Les zones nécrosées n'apparaissent qu'après la récolte, à la périphérie du tubercule, sous l'écorce. Leur évolution est irrégulière (Tableau II). Pendant les deux premiers mois, elles sont peu importantes.

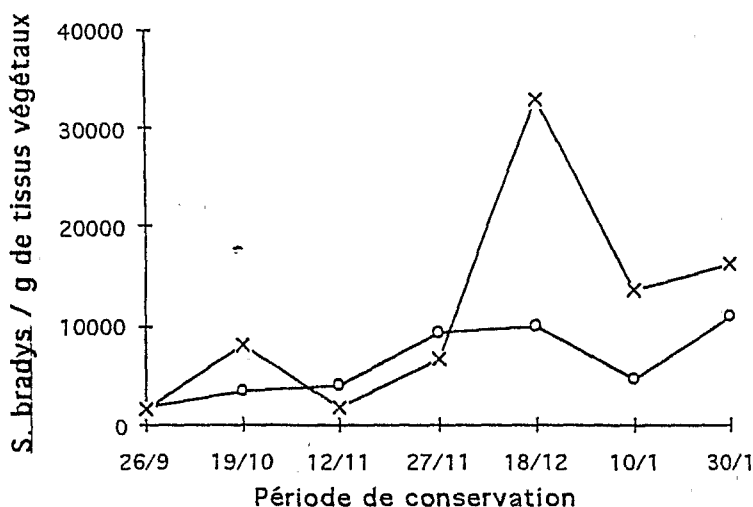


Fig. 3. Fluctuation réelle de la population totale de *Scutellonema bradys* dans la moitié proximale et distale de tubercules au cours de la période de conservation.

○ Proximale X Distale

Puis elles augmentent considérablement, pour couvrir 8 à 20% du plan de coupe du tubercule considéré.

Pour l'ensemble des dates d'observation, la partie proximale est plus souvent nécrosée que la partie distale (respectivement 87,5 et 75%), en particulier après la récolte. A la fin de la période de conservation les nécroses s'étendent sur toute la longueur du tubercule (Tableau II).

### 3°) Evolution de la perte en poids

La décroissance du poids du tubercule calculée en pourcentage du poids du tubercule à la récolte se déroule en deux temps (Fig. 4). Au cours des trois premières semaines, la perte en poids est importante, elle est de 7 à 9% pour les tubercules infestés et de 4 à 7% pour les tubercules non infestés. Ensuite, et pour un intervalle de temps comparable jusqu'à la fin de la période de conservation, la perte en poids diminue linéairement, mais trois fois plus vite lorsqu'il y a des nématodes (Tableau III). Globalement, les tubercules qui ne sont pas infestés ne perdent qu'environ 10% de leur poids en 4 mois et demi de conservation alors que ceux qui sont infestés en perdent jusqu'à 30%.

### 4°) Relation entre population finale et perte en poids

La population totale de *Scutellonema* contenue dans la totalité des zones nécrosées de 9 tubercules infestés varie de 46,662 à 1,066,001 individus. La perte en poids de ces tubercules n'est pas corrélée au nombre final d'individus

TABLEAU II

Evolution du nombre de parties distales ou de parties proximales des tubercules infestés portant une ou plusieurs zones nécrosées, et de la surface de nécrose (en % de la surface totale) apparaissant sur le plan de coupe des tubercules infestés, au cours de la période de conservation de 18 semaines

Dates	Nb de tub.* observés	Position des nécroses		Surface nécrosée	IC**
		Proximale	Distale		
26/9	4	2	1	2,26	1,07
19/10	5	5	1	5,07	1,71
13/11	5	5	4	4,02	0,94
27/11	4	3	2	5,93	1,77
18/12	6	5	5	17,89	6,10
20/1	4	4	4	26,15	9,50
30/1	4	4	4	21,26	5,77
Total	32	28	24		
%		87,5	75		

\* Nb de tub. = Nombre de tubercules; \*\* IC = Intervalle de confiance

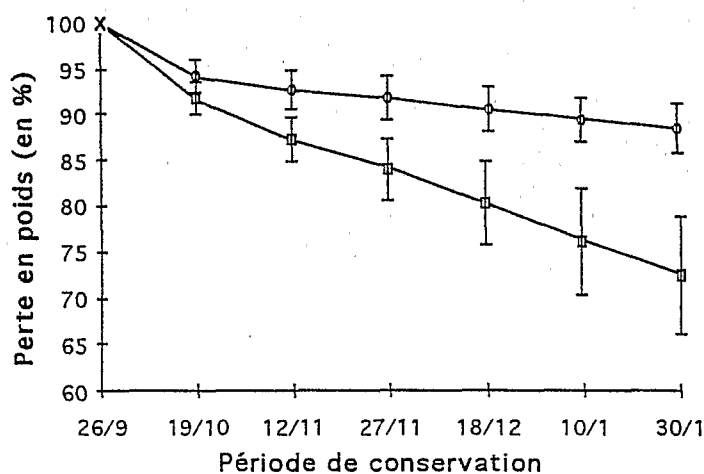


Fig. 4. Evolution de la perte en poids (exprimée en %) de tubercules infestés et de tubercules non infestés, au cours de la période de conservation de 18 semaines. (Les barres verticales indiquent l'intervalle de confiance de la moyenne).

○ tubercules infestés; □ tubercules non infestés.

(Tableau IV). Les populations les plus faibles: 68,758 et 46,662 nématodes, se trouvent respectivement dans le tubercule qui a perdu le moins de poids (12%) et dans celui qui a perdu le plus de poids (45%) pendant les 18 semaines de conservation. Les tubercules qui contiennent les populations les plus fortes: environ 1,000,000 et 500,000 individus, n'ont perdu que 25 et 23% de leur poids initial à la récolte.



TABLEAU III

*Perte hebdomadaire moyenne de poids des tubercules infestés et des tubercules non infestés (en pourcentage), au cours de la période de stockage*

Période de stockage	tubercule infesté		tubercule sain	
	Perte heb.*	IC	Perte heb.	IC**
18 semaines	1,52%	0,35%	0,64%	0,14%
0 à 3 semaines	2,85%	0,38%	1,95%	0,52%
3 à 18 semaines	1,25%	0,34%	0,32%	0,06%

\* Perte heb. = Perte hebdomadaire; \*\* IC = Intervalle de confiance.

TABLEAU IV

*Relation entre la perte en poids totale au cours de la période de conservation (exprimée en % du poids à la récolte) et du nombre total de *Scutellonema bradys* contenu dans le tubercule après 18 semaines*

<i>Scutellonema</i> /tubercule	% de perte en poids
68,758	12
241,604	21
449,716	23
1,066,001	25
128,973	32
142,545	32
123,369	33
226,479	33
46.662	45

## DISCUSSION

*Scutellonema bradys* se multiplie dans les tubercules d'igname. De ce fait, il est apporté dans le champs avec les semenceaux, qui sont des morceaux de tubercule. Depuis ce foyer d'infestation, le nématode colonise toutes les parties souterraines de la plante. Les organes souterrains jeunes (racines et tubercule néo-formés) contiennent exclusivement des femelles ou des femelles et des juvéniles. Cette observation suggère que les femelles adultes et fécondées constituent la forme infestante de *Scutellonema bradys*. A l'appui de cette hypothèse, notons que la proportion de femelles de la population tellurique est nettement plus importante que celle de la population du semenceau dont elle est issue, en particulier durant les premières semaines après la plantation. Ce déplacement pourrait être motivé par l'apparition d'organes végétaux jeunes (racines puis tubercule néo-formé), dont les zones méristématiques actives sont très attractives pour les nématodes (Bridge, 1982). Dans le cas de *Scutellonema*, les mâles et les juvéniles n'y seraient pas sensibles; seules, les femelles semblent capables de migrer activement dans le sol. Cependant, le comportement de *S. bradys* est susceptible de changer selon la plante hôte. En Afrique, Luc et Hoestra (1960)

rappellent que tous les stades sont infestants sur cocotier. Le cycle biologique de *S. bradys* reste très différent de celui de *Scutellonema cavenessi* où seules les juvéniles de second stade pénètrent dans les racines de l'arachide (Demeure *et al.*, 1980).

Peu après l'apparition du nouveau tubercule, qui coïncide avec l'arrêt de développement des racines, celles-ci deviennent nettement moins attractives pour les nématodes. Il y a moins de nématodes dans le sol, mais la structure de la population qui s'y trouve est alors très proche de celle qui existe dans le semenceau. Les mâles et les juvéniles qui y apparaissent sont alors probablement accidentellement libérés par la décomposition complète des tissus du semenceau.

Dans le semenceau, les proportions d'adultes et de juvéniles changent peu. Tant qu'il existe des tissus végétaux vivants pour alimenter les nématodes, la population est en équilibre. La densité d'infestation augmente temporairement au moment de l'apparition des racines, environ un mois après la plantation. Il est difficile de savoir si cette coïncidence résulte d'une stimulation physiologique (liée à la germination de bourgeons situés dans l'écorce) ou d'une stimulation physique induite par la réhydratation des tissus du semenceau au contact du sol, matériel végétal qui a été préalablement conservé à l'air pendant plusieurs mois.

La population fluctue dans les racines de la même manière que dans le semenceau, mais la pullulation ponctuelle correspond cette fois au moment où le nouveau tubercule apparaît à la base de la tige. Cette pullulation résulte de l'éclosion simultanée des oeufs déposés par les femelles après leur pénétration dans les racines, dont l'émergence a permis de synchroniser les cycles des nématodes. Cette éclosion massive est matérialisée par l'apparition d'un grand nombre de juvéniles de second stade. Au fur et à mesure que les racines vieillissent, la population s'équilibre et présente une structure identique à celle du semenceau (proportions équilibrées de stades adultes et larvaires).

Cependant, la diminution rapide de la population racinaire est certainement accentuée par l'apparition d'un nouveau foyer méristématique, constitué par l'émergence du tubercule néo-formé. Dans cet organe, la population évolue en trois phases. Au cours de la première phase, la densité d'infestation diminue ou reste faible, du fait que la croissance de la population de nématodes est probablement moins rapide que celle du tubercule, qui, au cours des deux premiers mois d'existence atteint 80% de sa taille définitive (Trousnot, 1985). Au cours de la seconde phase, la population croît modérément, alors que le développement du tubercule est achevé, notamment après la récolte qui intervient au milieu de cette période. Ce n'est que deux mois après la récolte que la population augmente brutalement. La stimulation de la multiplication des nématodes, pendant cette troisième phase, semble correspondre à la mise en place du phénomène de dormance qui se traduit par une diminution brutale des échanges gazeux respiratoires du tubercule (Degras, 1986). Selon cette hypothèse, ce serait le phénomène respiratoire qui limiterait la reproduction des

nématodes pendant la seconde phase, alors que la croissance du tubercule est terminée. Mais à la fin de la période de dormance, après quelques semaines de conservation, il n'apparaît plus de blocage à la multiplication des nématodes. La population de *Scutellonema* se développe alors tant qu'il y a des tissus végétaux sains, aussi bien dans le tubercule que dans le semenceau.

La structure de la population de *Scutellonema* dans le tubercule évolue de la même manière que celle observée dans les racines: apparaissent d'abord des femelles et des juvéniles issus des oeufs qu'elles y ont pondu, puis des mâles provenant du développement de certains de ces juvéniles. La présence permanente de juvéniles de deuxième stade dans le tubercule souligne, qu'au cours de notre expérience, la population est en perpétuel accroissement.

Dans le semenceau et dans les racines, la densité maximum de nématodes est atteinte au moment où l'activité physiologique est probablement la plus intense: respectivement au moment de la germination des bourgeons et durant la croissance des racines, lorsque le développement de la plante dépend de l'assimilation racinaire. Ce n'est pas le cas dans le tubercule, où la population ne s'accroît que lorsque l'activité physiologique s'interrompt.

#### *Apparition des symptômes*

La présence des nématodes dans les différents organes de l'igname ne provoque pas toujours des dégâts typiques. Les racines sont par exemple moins nombreuses, mais ne portent pas de traces flagrantes. Dans les tissus d'un tubercule, le développement des zones nécrotiques est très irrégulier (Adesiyan *et al.*, 1975a). Leur surface s'accroît brutalement environ deux mois après la récolte, lorsque la multiplication des nématodes s'intensifie, au moment présumé de l'entrée en dormance.

Cet accroissement de la surface des nécroses ne se traduit pas par une accélération statistiquement remarquable de la perte en poids des tubercules infestés. En fait, la courbe qui représente ce phénomène est la résultante de plusieurs processus:

- au cours des 3 premières semaines (date de notre premier sondage), le dessèchement brutal du tubercule, du fait de son stockage à l'air après la récolte, se traduit par une diminution rapide de son poids, malgré le faible développement des nécroses.

- Pendant les 6 semaines suivantes, la perte en poids est moins rapide que précédemment car le dessèchement du tubercule est de moins en moins important (Adesiyan *et al.*, 1975b), et les réserves consommées par les échanges respiratoires et par les nématodes, dont le développement est modéré, sont relativement faibles.

- Enfin, dans les tubercules infestés, la perte en poids se prolonge par suite de la destruction massive des tissus (accroissement importants des surfaces nécrosées) sous l'effet de la multiplication accélérée des nématodes et des champignons ou des bactéries, qui profitent des blessures pour attaquer le tubercule.

Alors qu'un tubercule sain ne perd qu'environ 8 à 10% de son poids au cours de notre expérience, les tubercules infestés en perdent jusqu'à 33%. Un résultat comparable à ceux obtenus par Adesiyian *et al.* (1975b) au Nigéria.

Les nécroses se développent d'abord dans les tissus les plus anciens du tubercule, situés dans la partie proximale, qui ont été les premiers attaqués par les nématodes. Les ressources alimentaires y seraient donc épuisées les premières, ce qui freine précocement le développement des nématodes. L'apparition de zones de nécroses dans la partie distale confirme que les femelles de *Scutellonema* peuvent envahir le tubercule en n'importe quel point de l'écorce (Bridge, 1972). C'est au niveau de ces foyers d'infestation les plus récents que la multiplication est la plus active à la fin de la période de conservation. Finalement, la population totale de *Scutellonema* contenue dans la moitié distale d'un tubercule après trois mois de conservation peut être équivalente ou supérieure à celle contenue dans la moitié proximale. Ceci explique que la perte totale en poids du tubercule au cours de la période de conservation n'est pas proportionnelle à la population finale. Logiquement, les pertes les plus faibles sont associées aux tubercules les moins infestés; mais il apparaît que les tubercules qui ont perdu le plus de poids peuvent également être très peu infestés. Ces tubercules, qui sont fortement nécrosés, n'offrent plus suffisamment de ressources alimentaires pour supporter un grand nombre d'individus, qui sont d'ailleurs en compétition défavorable avec les agents pathogènes opportunistes que sont les champignons et les bactéries (Adesiyian *et al.*, 1975a). Au point d'équilibre, on a une population abondante de nématodes mais les dégâts ne sont pas encore suffisamment importants pour en limiter la croissance.

#### CONCLUSION

Les résultats obtenus montrent qu'il existe un lien apparent entre le développement physiologique et morphologique de l'igname et le comportement de *Scutellonema bradys*. Les zones méristématiques des racines et du tubercule néoformé constituent des foyers physiologiquement actifs qui provoquent probablement la mobilisation et l'attraction des femelles adultes et gravides. Deux à deux mois et demi après la plantation d'un semencéau infesté, *Scutellonema* est virtuellement présent dans le cycle cultural suivant, puisque les futurs semencéaux qui seront mis en terre une année plus tard, sont des fragments des tubercules en formation. Les racines font office de foyer intermédiaire de multiplication en attendant l'émergence du nouveau tubercule. Les processus chimiques qui accompagnent l'activité respiratoire du tubercule et son entrée en dormance semblent agir considérablement sur le mécanisme de la reproduction des nématodes. Mais cette hypothèse doit cependant être prouvée expérimentalement.

Les auteurs remercient MM Marie-Luce et Topart pour leur assistance technique, ainsi que M. Aubéry qui nous a fourni le terrain et le matériel végétal.

## SUMMARY

*Natural fluctuations of Scutellonema bradys (Nematoda: Hoplolaimidae) during yam growth (Dioscorea alata) in Martinique (West Indies)*

During the growth of yam in Martinique, *Scutellonema bradys* develops successively in the seed tuber and the roots which constitute the intermediate focus of infection and finally in the neo-tuber. However, the highest rate of multiplication of the nematode was observed in the tuber after harvest. The adult females transfer the infection from the seed to the newly formed parts. The time of abundant multiplication of the nematode seems to correspond with the appearance of the necrotic areas and coincides with the initiation of the dormancy (and therefore the interruption of the respiration) of the tuber. The weight loss of an infested tuber reached approximately 30% whereas an uninfested one loses only 10%.

## REFERENCES

- ADESIYAN, S. O. & BADRA, T. (1982). Granular nematicides for control of the yam nematode, *Scutellonema bradys*, and relevant residues in raw tubers. *Journal of Nematology* **14**, 213-216.
- ADESIYAN, S. O., ODIHIRIN, R. A. & ADENIJI, M. O. (1975a). Histopathology studies of the yam tuber (*Dioscorea rotundata*) pair infected with *Scutellonema bradys* (Steiner & Le Hew). *International Biodeterioration Bulletin* **11**, 48-55.
- ADESIYAN, S. O., ODIHIRIN, R. A. & ADENIJI, M. O. (1975b). Economic losses caused by the yam nematode, *Scutellonema bradys*, in Nigeria. *Plant Disease Reporter* **59**, 477-480.
- BRIDGE, J. (1972). Nematode problems in yams (*Dioscorea* spp.) in Nigeria. *PANS* **18**, 89-91.
- BRIDGE, J. (1980). Nematode problems in yams (*Dioscorea* spp.) in Nigeria. *PANS* **18**, 89-91.