

107125

DEFINITION D'UNE METHODE DE LUTTE CONTRE SCUTELLONEMA BRADYS PARASITE DE L'IGNAME, A PARTIR DE L'ETUDE DE LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS.

P. CADET

*Laboratoire de Nématologie, ORSTOM, BP 8006 97259 Fort-de-France Cedex, Martinique (F.W.I.)
(Adresse actuelle : ORSTOM BP 1386 Dakar, Sénégal).*

RÉSUMÉ

Récemment introduit à la Martinique, la présence de Scutellonema bradys dans les champs d'igname cultivés en rotation avec d'autres cultures, ne s'explique, pour l'instant, que par l'utilisation de matériel végétal infesté. Dans le semenceau, la population de S. bradys est composée de femelles, de mâles et de juvéniles en proportions équivalentes. Après la mise en terre, seules les femelles sont capables de se déplacer vers les racines et vers le néo-tubercule. Le transit ne s'effectue pas par le chemin racinaire via le pré-tubercule, mais par le sol. Le processus de germination et de tubérisation favorise cette migration. Comme les femelles sont fécondées avant de quitter les tissus parenchymateux du plant, elles pondent dès leur pénétration dans les tissus végétaux. Pour préserver les racines des attaques de S. bradys, il suffit d'enrober le semenceau dans un matériau qui laisse passer le germe, mais pas les nématodes, comme par exemple la cire.

SUMMARY

Definition of a control method for the yam nematode Scutellonema bradys with the help of the population dynamic studies. Recently introduce in Martinique, the occurrence of Scutellonema bradys in yam fields rotated with other crops only results nowadays from the use of infested planting material. In the seed tuber, the S. bradys population is composed of equal proportions of females, males and juveniles. After planting, only females are able to move to roots and

neo-tuber. The nematodes do not invade the root via the bud, but transit in the soil. Germination and tuber emergence favorise the migration. As females are fertilized before to leave the seed tissue, they lay eggs immediately after penetration. To prevent roots from nematode attacks, it is enough to coat the seed tuber with a material which allow the passage of the shoot but not of the nematodes, such as wax

INTRODUCTION

Jusqu'à un passé récent, Pratylenchus coffeae était le principal nématode parasite de l'igname à la Martinique. Il est actuellement concurrencé par Scutellonema bradys, qui aurait été introduit sur l'île dans les années 80 (KERMARREC *et al.*, 1987). Comme P. coffeae, S. bradys a la propriété de parasiter le tubercule et de s'y multiplier (Jatala et Bridge, 1990). La dissémination des nématodes qui parasitent le tubercule est évidemment favorisée par cette aptitude, puisque ce sont des morceaux de tubercule qui sont plantés pour renouveler la culture. S. bradys est le plus souvent associé au cultivar Belep de Dioscorea alata. Ce cultivar, tolérant à l'antracnose, est de plus en plus utilisé dans les cultures mécanisées d'igname. L'extension de ce type de culture s'accompagne de nombreux échanges de plants entre agriculteurs, qui sont probablement à l'origine de la dissémination de S. bradys sur toute l'île.

Il existe plusieurs méthodes pour lutter contre ce parasite : le traitement nématicide appliqué au moment de la récolte, où en cours de cycle (ADESIYIAN et BADRA, 1982); la thérapie, qui consiste à tuer, par la chaleur, les nématodes contenus dans le matériel de plantation (Adenidj, 1977), et enfin, employer du matériel sain obtenu soit à partir de bulbilles, soit à partir de culture in vitro (DEGRAS, 1986). Aucune n'ayant été appliquée pour juguler la dispersion de ce nématode à la Martinique, nous nous sommes employés à définir une nouvelle méthode, basée sur le comportement de S. bradys après la plantation du semenceau au champ. L'objectif étant de déterminer comment le nématode infeste les autres organes souterrains de la plante (racines et néo-tubercule).



MATERIEL ET METHODES

1) Etude du comportement de *S. bradys* après la plantation.

Quarante plants de *Dioscorea alata* cv Belep, d'environ 200 g, infestés par *S. bradys*, ont été plantés dans des pots de 5 litres. La terre, un andosol contenant de la ponce, a été stérilisée au bromure de méthyle. Ces quarante pots sont divisés en quatre lots de 10 pots. Les plantes du premier lot sont examinées à la fin de la première semaine, celles du second lot à la fin de la deuxième semaine, celles du troisième lot, à la fin de la troisième semaine et celles du dernier lot à la fin de la quatrième semaine. Afin de multiplier les observations à une semaine de contact, les plants germés dont on a sectionné les racines sont replantés, ainsi que les plants non germés. L'infestation est mesurée 8 jours plus tard dans les portions de racines qui ont repoussé. Cette opération peut être renouvelée deux ou trois fois. Ceci nous permet de suivre l'évolution des populations dans les plants et dans le sol au contact des plants germés et non germés, ainsi que dans les racines.

Pour chaque plante, les nématodes sont extraits du sol, du plant (à partir d'un prélèvement d'un mince fragment de la zone corticale de 1 cm sur 5) et des racines, lorsque le plant a germé.

Dans une parcelle d'igname (andosol) située au Nord de la Martinique, six plants d'igname infestés par *S. bradys* ont été échantillonnés six semaines après la plantation. Les nématodes sont extraits des racines.

2) Etude de la contamination de plants sains

a) Des semenceaux d'igname infestés et sains sont plantés par couple, dans de la terre stérile, de manière à ce que les systèmes racinaires qu'ils développent s'interpénètrent. Le nombre de répétitions est variable, seuls les cas où les deux plants ont germé ont été pris en considération.

La situation nématologique est étudiée un, un et demi et deux mois après la plantation, dans les différents organes des plantes initialement saines et infestées : zone corticale, racines, pré- et néo-tubercule. Après avoir été séparé du plant, le pré-tubercule est soigneusement débarrassé des fragments d'écorce et de racine qui y sont attachés. Au moment du prélèvement, le néo-tubercule n'est pas toujours protubérant; il n'est parfois repérable que par une zone "d'éclatement" brune, située entre

les racines, à la base de la tige. Pour pouvoir comparer les données, les résultats ont été exprimés en pourcentage de la densité initiale moyenne des plants infestés placés dans le pot au moment de la plantation.

b) Des semenceaux sains, germés depuis 4 à 8 jours, ont été inoculés avec des quantités variables de femelles ou de mâles de *S. bradys*. Les pots ont été extraits une, deux ou trois semaines après l'inoculation. Les nématodes ont été recherchés dans la zone corticale et dans les racines.

3) Identification des chemins migratoires de *S. bradys*

Pour analyser le déplacement des nématodes dans l'igname, des tubercules infestés sont mis à germer à l'air libre. Lorsque les racines dépassent une dizaine de centimètres de longueur, elles sont détachées au niveau du pré-tubercule pour étude de leur infestation en nématodes.

4) Analyses nématologiques

Les nématodes sont extraits du sol et des tissus végétaux (zone corticale de tubercule ou racine) par les méthodes de SEINHORST (1950, 1962). Leur nombre est ensuite rapporté au dm³ de sol ou au gramme de tissu végétal séché à l'air.

RESULTATS

1) Evolution de la population de *S. bradys*

Au plan quantitatif, de une à quatre semaines, les populations de *S. bradys* contenues dans le sol ou les tissus des semenceaux non germés ne sont pas statistiquement différentes de celles du sol et des tissus des semenceaux germés (Tab. 1). Il y a cependant moins de nématodes dans le sol la quatrième semaine et la population des semenceaux non germé est plus importante à deux semaines qu'aux autres dates d'observation (Fig.1).

La densité d'infestation des racines est très faible jusqu'à la troisième semaine, puis augmente considérablement la quatrième semaine.

2) Evolution de la structure de la population

a) Lorsqu'il n'y a pas eu germination, la proportion de femelles à une et deux semaines est statistiquement plus élevée dans le sol que dans le semenceau dont elle est issue, et inversement pour les juvéniles. Lorsque le plant a germé, ces proportions sont comparables (Tab.2). Le faible nombre de répétitions ne permet pas de comparer les

résultats pour les observations à 2, 3 et 4 semaines.

Dans les racines, la première semaine, la proportion de femelles est significativement plus élevée que dans le semenceau ou dans le sol des plants correspondants. En revanche, les proportions de mâles et de juvéniles y sont moins importantes.

la quatrième semaine, la proportion de femelles diminue dans les racines suite à l'apparition d'un grand nombre de juvéniles. La structure de la population est alors tout à fait comparable à ce qui est observé au champ (Tab. 2)

3) Etude de la transmission de l'infestation

Lorsque le semenceau sain et le semenceau infesté de nématodes sont placés dans le même pot, les observations suivantes peuvent être faites après 1, 1,5 et 2 mois de contact (Tab. 3) :

- La population de nématodes dans le semenceau infesté diminue considérablement au cours du séjour dans le sol.

- Les organes souterrains du plant infesté sont rapidement attaqués par les nématodes, en particulier les racines et le néo-tubercule qui apparaît vers le deuxième mois. Quelques *Scutellonema* sont observés dans les tissus du pré-tubercule.

- Les racines et la zone corticale des plants issus des semenceaux initialement sains sont contaminés dès le premier mois. Des nématodes sont également extraits du néo-tubercule produit par le plant non infesté au départ. Les populations endothéliales sont, en général, moins importantes que celles observées dans les organes qui se développent directement sur le plant infesté.

C) Inoculation contrôlée

Sur 600 femelles inoculées, 22 (3,7 %) ont été retrouvées dans les tissus corticaux des plants et dans les racines après une semaine de contact (Tab. 4). 60 % des femelles étaient dans les racines et 40 % dans la zone corticale des semenceaux.

Après deux et trois semaines de contact, c'est respectivement 13 et 5 % des femelles inoculées qui ont été extraites des racines.

Lorsque ce sont des mâles qui sont inoculés, le pourcentage de pénétration est extrêmement faible à nul. Seulement quatre mâles ont été retrouvés, après une semaine de contact, dans les racines des plants inoculés avec 300 individus.

D) Mise en évidence des chemins migratoires.

- Etude du passage plant-pré-tubercule-racine

Les racines qui se développent à l'air libre sur des plants infestés non plantés ne contiennent jamais de nématodes, même dans la partie la plus proche du pré-tubercule.

- Enrobage des plants

Les résultats montrent que la paraffine n'empêche apparemment pas les nématodes de parasiter les racines du semenceau enrobé (Tab.5). En revanche, les racines du seul plant qui a germé après avoir été plongé dans la cire, sont restées indemnes de nématode. Dans tous les cas, les nématodes ont poursuivi leur développement dans le parenchyme, sous l'écorce recouverte de la couche d'enrobage. Les nématodes se sont développés normalement dans les plantes témoins.

DISCUSSION et CONCLUSION

Lorsqu'un semenceau infesté est planté dans un sol qui ne contient pas de *S. bradys*, une certaine fraction de la population qu'il contient passe dans le sol. Comme les proportions relatives d'adultes et de juvéniles ne sont pas les mêmes dans le semenceau et dans le sol qui l'entoure, cela indique que tous les stades de *Scutellonema* n'ont pas la même aptitude à effectuer ce déplacement. Ce sont surtout les femelles qui migrent dans le sol, les mâles s'y trouvent accidentellement en proportion égale à celle de la population du plant, mais les juvéniles ne quittent pas les tissus corticaux.

Lorsque le semenceau germe, ce ne sont pratiquement que des femelles qui envahissent les racines au cours des deux premières semaines. Du fait que la proportion de femelles dans le sol des semenceaux germés n'est plus statistiquement différente de celle des tissus végétaux du plant, contrairement à la situation évoquée précédemment pour les plants non germés, on peut en déduire que ce sont les femelles présentes dans le sol qui pénètrent dans les racines.

L'apparition de juvéniles de second stade, quatre semaines après la pénétration des premières femelles dans les racines, prouvent que celles-ci y ont pondu, malgré l'absence de mâle. Ce résultat ne s'explique que si les femelles étaient déjà fécondées lorsqu'elles ont envahi les racines. Cette hypothèse est parfaitement justifiée dans la mesure où ces femelles proviennent du semenceau, dont la population de *Scutellonema*, qui contient une proportion importante de mâles, est en multiplication constante. Le tubercule, dans lequel ce plant a été

prélevé au moment de la plantation, étant lui même infesté depuis plusieurs mois, bien avant d'être récolté. Ces résultats montrent que les femelles constituent la forme infestante de S. bradys.

Lorsqu'un plant sain est planté à proximité d'un plant infesté, les organes qu'ils développent sont progressivement attaqués par S. bradys. Ils contiennent toujours des proportions importantes de femelles. Celles-ci n'attaquent pas seulement les racines; elles sont capables de traverser l'écorce du semenceau (BRIDGE, 1982), bien qu'à priori, il ne s'y déroule pas une activité physiologique intense. En revanche, la zone "d'éclatement" du néo-tubercule à la base de la tige, où le développement cellulaire méristématique est actif, attire les nématodes. Ce nouveau foyer apparaît deux à deux mois et demi après la plantation, alors que la croissance racinaire s'achève (TROUSLOT, 1985). Le néo-tubercule devient alors la principale cible des femelles contenues (i) dans le plant, (ii) dans le sol et (iii) dans les racines, qui constituent le foyer intermédiaire de développement.

Les premiers tissus formés par le néo-tubercule constitueront la partie proximale du futur tubercule, qui est précisément celle qui germe le mieux, donc celle qui est utilisée le plus souvent comme matériel de plantation. Par conséquent, en infestant le néo-tubercule quelques semaines après la plantation, S. bradys est virtuellement présent dans le cycle cultural suivant.

Ces résultats confirment que pour migrer des tissus infestés d'un semenceau aux différents organes qui apparaissent après la germination, les femelles de Scutellonema traversent l'écorce et transitent par le sol (BRIDGE, 1982). Pour le cultivar Belep, elles semblent incapables de s'engager dans la racine via son point d'attache sur le prétubercule, à l'instar de Radopholus similis dans le bananier (QUENEHERVE et CADET, 1985). Les quelques cas de prétubercules infestés que nous avons rencontrés relèvent plus probablement d'un problème d'échantillonnage. Il est en effet difficile de séparer les tissus du prétubercule de ceux de l'écorce du plant qui renferment les nématodes. Pour protéger un plant d'igname contre S. bradys à l'aide d'un traitement nématicide non endotherapique, il est donc indispensable d'intervenir au moment de la plantation, et pas en cours de cycle, avant que les femelles gravides n'aient infestés les jeunes racines. Ce résultat est d'ailleurs confirmé par les résultats moyens obtenus dans certains essais nématicides au champ (ROMAN *et al.*, 1984).

Cependant, comme Scutellonema passe obligatoirement par le sol pour contaminer les racines et le néo-tubercule, une simple barrière placée entre l'écorce du plant et ces organes pourra les préserver de toute infestation. C'est cette hypothèse que nous avons voulu vérifier par les tests qui ont été effectués en enrobant le semenceau dans un matériau suffisamment dur pour entraver le passage des nématodes et suffisamment mou pour laisser passer le germe. Ce résultat a été obtenu avec de la cire. Les racines des plants enrobés de cire sont effectivement restées saines, alors que les nématodes ont continué à se développer sous l'écorce et donc sous l'enrobage. Des résultats similaires ont été obtenus en utilisant du ciment. La germination peut être considérablement améliorée si l'on prend soin d'utiliser un semenceau prégermé et de protéger le prétubercule avant de plonger le plant dans le matériau d'enrobage. Le cultivar Belep se prête bien à cette manipulation dans la mesure où le prétubercule sépare nettement l'ensemble tige-racines de l'écorce du plant infesté.

Au plan industriel, les matériaux que nous avons utilisés à titre expérimental, peuvent être remplacés par des nématicides, mélangés à de la bentonite, selon la technique éprouvée du pralinage, très utilisée en culture bananière (Mateille, Quénéhervé et Topart, 1988), mais rarement pour l'igname. Cependant, comme S. bradys n'est pas endémique à la Martinique, cette technique pourrait être employée dans un esprit différent, non seulement pour accroître la production d'igname en réduisant la population de nématodes, mais pour produire des tubercules indemnes de nématodes.

Ceci permettrait de ne pas avoir à renouveler le traitement à chaque cycle cultural. Un objectif qui concilie les contraintes économiques et écologiques.

Remerciements : L'auteur remercie S.Marie-Luce et P.Topart pour leur assistance technique.

BIBLIOGRAPHIE

ADENIJI, M.O. 1977. Studies on some aspect of control of the yam nematode, *Scutellonema bradys*. *Acta Horticulturae*, 53 : 249-256.

ADESIYAN, S.O. & BADRA, T., 1982. Granular nematicides for control of the yam nematode, *Scutellonema bradys*, and relevant residues in raw tubers. *J. Nematol.*, 14 : 213-216.

BRIDGE, J. 1982. Nematodes of yams. In MIEGE, J. & LYONGA, S.N. (Eds). *Yams*. Clarendon press, Oxford. p 253-264.

DEGRAS, L., 1986. - L'igname, plante à tubercule tropicale. *Maisonneuve et Larose*, Paris : 408 p.

JATALA, P. & BRIDGE, J. (1990). Nematode Parasites of Root and Tuber Crops. In Luc, M.; Sikora, A. & Bridge, J. Eds. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. C.A.B. International, Wallingford. p 137-180.

KERMARREC, A.; CASTAGNONE-SERENO, P.; DEGRAS, L.; ANAIS, A. & DENON, D. (1987). Nouvelle distribution de *Scutellonema bradys* (Tylenchida, Hoplolaiminae) dans la Caraïbe : le cas des Antilles Françaises. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 52 : 617-624.

MATEILLE, T.; QUENEHERVE, P. & TOPART, P. (1988). Nematicidal treatment of banana AAA cv. Poyo planting material by corm coating. *Revue Nématol.*, 11 : 89-92.

QUENEHERVE, P. & CADET, P. (1985). Etude de la dynamique de l'infestation en nematodes transmis par les rhizomes du bananier c.v. Poyo en Côte d'Ivoire. *Revue Nématol.*, 8 : 253-257.

ROMAN, J.; ORAMAS, D. & GREEN, J. (1984). Nematicide evaluation for the control of the nematodes of Yam (*Dioscorea rotundata* Poir). *J. Agr. Univ. Puerto Rico*, 68 : 157-162.

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

SEINHORST, J.W. (1962). Modification of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica*, 8 : 117-128.

TROUSLOT, M.F. (1985). Analyse de la Croissance et morphogénèse de l'igname *Dioscorea* complexe *D. cayenensis* - *D. rotundata*. Edition de l'ORSTOM, Paris. 369p.

Tableau 1 : Comparaison des populations totales de *Scutellonema bradys* observées chaque semaine pour les plants germés et non germés, dans le sol et la zone corticale du semenceau. (SEM : semenceau; G : germé; NG : non germé; Me : test non paramétrique de la médiane; U : test non paramétrique de Man Withney; S : significatif, $p < 0,05$; NS : non significatif)

	G	NG	Test	SOL	SEM	
Nombre de cas						
1ère semaine	8	59	Me	NS	NS	
2ème semaine	6	4	U	NS	NS	
3ème semaine	1	8	-	-	-	
4ème semaine	2	6	-	-	-	
Nombre de cas						
1 à 4 semaines	77		NG	Me	NS	
1 à 4 semaines	18		NG	Me	NS	S
1 & 2 semaines	59	6	NG	Me	NS	S
1 & 3 semaines	59	8	NG	Me	NS	NS
2 & 3 semaines	6	8	NG	U	NS	S
1 & 4 semaines	59	6	NG	Me	NS	NS
2 & 4 semaines	6	6	NG	U	S	S
3 & 4 semaines	8	6	NG	U	NS	S
1 & 2 semaines	9	4	G	U	NS	NS

Tableau 2 : Densité d'infestation en *Scutellonema bradys* de la zone corticale (PC), du pré-tubercule (PT), du néo-tubercule (NT) et des racines (R) de semenceaux sains et infestés plantés côte à côte, après 1, 1,5 et 2 mois de contact. (Dans les symboles suivit d'un *, il s'agit du nombre total de *Scutellonema* et non de la densité par g de matière végétale sèche (F : femelles; M : mâles; J : juvéniles).

Plantation	Semenceau infesté			semenceau sain			
	F	M	J	F	M	J	
Plantation	6537	4694	2866	0	0	0	
	PC	R		PC	R		
1 mois (8 répétitions)	F	542	420	32	37	F	
	M	226	135	5	4	M	
	J	414	348	4	12	J	
Plantation	Semenceau infesté			semenceau sain			
	F	M	J	F	M	J	
	PC	PT*	R	PC	PT*	R	
1,5 mois (6 répétitions)	F	291	4	310	13	1	120
	M	102	0	19	4	0	5
	J	401	1	756	5	4	148
Plantation	Semenceau infesté			semenceau sain			
	F	M	J	F	M	J	
	PC	NT*	R	PC	NT*	R	
2 mois (4 répétitions)	F	105	35	353	1	6	23
	M	21	4	9	0	0	1
	J	42	23	764	0	1	15

Tableau 3 : Comparaison des proportions de femelles, mâles et juvéniles de *Scutellonema bradys* dans le sol, la zone corticale ou les racines des semenceaux germés et/ou non germés.

Semaine	NON GERME				GERME				RAC SOL/RAC				SEM/RAC		
	Rep	Sol	Sem.	p	Rep	Sol	Sem.	p	Rep	F	M	J	p	S	p
1	F	76	63	0,0031	S	F	60	60	0,8886	NS	F	95	0,0077	S	0,0178
	M	16	16	0,5139	NS	M	30	25	0,7792	NS	M	1	0,0076	S	0,0178
	J	9	20	0,0001	S	J	10	15	0,2367	NS	J	4	0,0581	NS	0,0739
2	F	72	45	0,0277	S	F	62	48	-	-	F	79	-	-	-
	M	23	25	0,5282	NS	M	33	22	-	-	M	19	-	-	-
	J	6	30	0,0269	S	J	5	30	-	-	J	2	-	-	-
3	F	72	60	0,1609	NS	F	46	32	-	-	F	100	-	-	-
	M	17	19	0,7790	NS	M	48	39	-	-	M	0	-	-	-
	J	12	21	0,1050	NS	J	6	29	-	-	J	0	-	-	-
4	F	88	85	0,1159	NS	F	85	77	-	-	F	42	-	-	-
	M	8	9	0,3454	NS	M	9	11	-	-	M	3	-	-	-
	J	3	6	0,0431	S	J	6	12	-	-	J	55	-	-	-

* Plants prélevés au champ six semaines après plantation
(Rep : Nombre de répétitions; F : femelles; M : mâles; J : juvéniles; Sem : semenceau; Rac : racines;
S : significatif, p < 0,05; NS : non significatif).

Tableau 4 : Nombre de *Scutellonema* extraits des tissus corticaux ou des racines de plants inoculés avec des populations pures de femelles ou de mâles. (Nb : nombre; P. corticale : partie corticale)

Nb de femelles	Nb de semaines		Femelles	mâles	larves
2 X 300	1	Racines	13	0	2
		P. corticale	9	0	0
	600	2	Racines	79	0
		P. corticale	0	0	0
660	3	Racines	33	0	12
		P. corticale	0	0	0
	Nb de mâles				
2 X 300	1	Racines	0	4	0
		P. corticale	0	0	0
	600	2	Racines	0	0
		P. corticale	0	0	0
740	3	Racines	0	0	0
		P. corticale	0	0	0

Tableau 5 : Populations de *Scutellonema bradys* observées dans la zone corticale et les racines des plants enrobés de cire et de paraffine. (n.g. : Non germé)

	Cire N° 1	Cire N° 2	Cire N° 3	Témoin
Zone corticale	Femelles	542		1975
	Mâles	174	n.g.	n.g. 923
	Larves	10		845
Racines	Femelles	0		647
	Mâles	0		27
	Larves	0		9
	Paraffine N° 1	Paraffine N° 2	Paraffine N° 3	Témoins
Zone corticale	Femelles	2265	424	272
	Mâles	1071	83	n.g. 60
	Larves	1082	341	126
Racines	Femelles	476	100	366
	Mâles	8	17	39
	Larves	56	0	179

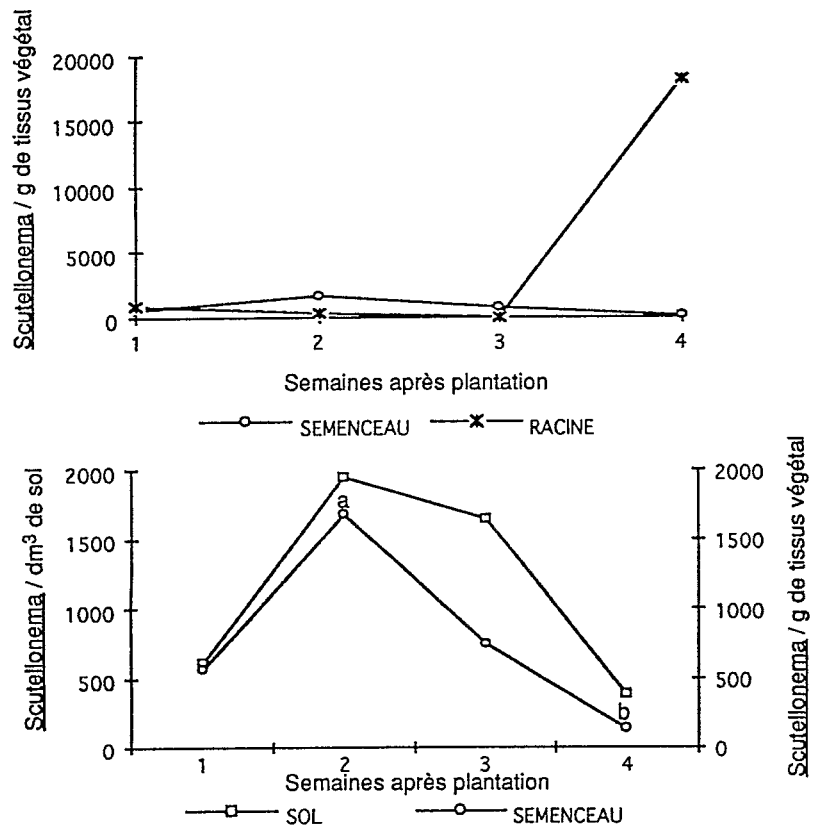


Figure 1 : Fluctuations relatives des populations totales de *Scutellonema bradys* dans le sol, les tissus corticaux ou les racines. (Les lettres a et b désignent des points qui sont statistiquement différents; $p < 0,05$).