

Localisation des nématodes dans les rhizomes du bananier cv. Poyo⁽¹⁾

Patrick QUÉNÉHERVÉ et Patrice CADET

Laboratoire de Nématologie, O.R.S.T.O.M., B.P. V 51, Abidjan, Côte d'Ivoire.

RÉSUMÉ

Les souches de bananiers de Côte d'Ivoire sont principalement parasitées par des nématodes endoparasites appartenant aux genres *Radopholus*, *Hoplolaimus*, *Helicotylenchus* et *Meloidogyne*, le premier étant le plus fréquent (95 %) la fréquence et l'abondance de chaque genre varie avec le type de sol. On estime qu'une souche ou rhizome peut apporter à la plantation un inoculum de 150 000 parasites. Les nématodes sont irrégulièrement répartis dans le rhizome, ce qui rend probable l'existence de foyers d'infestations. D'autre part, il semble qu'il existe une synergie entre certains genres : le fait qu'une portion de rhizome soit infectée par l'un semble faciliter son infection par l'autre. La plupart des nématodes se trouvent dans la zone superficielle de l'écorce du rhizome mais une proportion non négligeable (11 %) a été trouvée à une profondeur variant de 3 à 7 cm, ce qui ne permet pas de les éradiquer complètement par traitement mécanique (parage). On a observé, dans les rhizomes stockés sous abri, que le nombre des nématodes avait considérablement diminué après deux semaines; ceci pourrait constituer également un moyen de diminuer l'inoculum apporté par la souche, moyen moins brutal que le parage.

SUMMARY

Distribution of nematodes in the corms of banana cv. Poyo

In Ivory Coast, nematodes which parasitize banana corms belong to the genera *Radopholus*, *Hoplolaimus*, *Helicotylenchus* and *Meloidogyne* the first cited genus being the most frequent (95 %). Frequency and abundance of each genus vary with the type of soil. It has been estimated that, when being planted, a corm can bring an inoculum of 150 000 parasites. Nematodes are irregularly distributed in the corm and therefore multiplication foci are likely to exist. When a portion of a corm is infected by one of the main parasitic genera, it appears that the infection by another one is easier, which suggests the existence of a synergy between some of them. Most of the nematodes are found in the outer layers of the corm cortex but a considerable proportion (11 %) is found at depths ranging from 3 to 7 cm; mechanical treatments as peeling off the outer part of the corm have not been efficient. The number of nematodes is considerably reduced in corms that have been kept under shelter for two weeks. This could be a method of reducing the inoculum carried by the corm.

La présence de nématodes sur les bananeraies de Côte d'Ivoire a été signalée dès 1935 par Mallamaire. En 1959, de Guiran précisait que *Radopholus similis* peut, comme c'est le cas dans les autres pays où il est présent, être considéré comme le genre le plus dangereux sur cette culture, les nématodes les plus abondants étant toutefois *Helicotylenchus multicinctus* et *H. nannus*, suivi par *Hemicyliophora oostenbrinki*. Cette situation est susceptible d'évoluer puisqu'à la même époque, de Guiran signalait pour la première fois *Hoplolaimus pararobustus* sur bananier dans une plantation proche d'Abidjan, alors qu'actuellement nous le rencontrons dans 95 % des prélèvements sur l'ensemble des plantations de Côte d'Ivoire.

Cet auteur a étudié l'influence des traitements à l'eau chaude des rejets de bananier destinés à la replantation afin, écrit-il : « ... d'éviter des traitements forcément délicats au cours du cycle végétatif en replantant des rejets débarrassés de leurs parasites. Il ne resterait plus

qu'à traiter le sol avant plantation, ce qui est beaucoup plus aisé que de traiter les plantes en place. De plus, le terrain débarrassé des nématodes qui l'infestaient, n'aurait plus à être traité pendant une ou plusieurs années... ».

L'apparition des nématicides granulés a entraîné l'abandon de cette hypothèse de travail, en raison de leur facilité d'utilisation, que ce soit à la plantation ou en cours de végétation. Malheureusement, le prix d'achat de ces produits progressant beaucoup plus vite que le revenu tiré des bananeraies, l'hypothèse formulée par de Guiran connaît un regain d'intérêt.

Le but de notre étude est donc de mesurer l'infestation des rhizomes tant d'un point de vue qualitatif (répartition en profondeur) que quantitatif, de préciser les modifications subies par cette population de parasites au cours du temps, afin de dégager les grandes lignes d'une méthodologie qui permette de planter un matériel végétal sain.

(1) Travaux financés par une Convention O.R.S.T.O.M.-COFRUITEL (Côte d'Ivoire).

Matériel et méthodes

Les termes de rhizomes et souches utilisés dans cette publication désignent la zone souterraine renflée située à la base du pseudotrunc.

ÉTUDE DE LA RÉPARTITION DANS LE RHIZOME

Les souches proviennent des deux principales régions bananières de Côte d'Ivoire; il s'agit du cultivar « Poyo ». Lors du prélèvement, le point d'attache au rhizome est soigneusement repéré (fig. 1). Il s'agit dans dix-neuf cas de gros rejets de 2^e cycle, et dans un cas d'un rejet de premier cycle.

La souche est séparée de la tige par une coupe au niveau du collet, perpendiculairement à l'axe, et séparée en deux parties grossièrement égales par une coupe

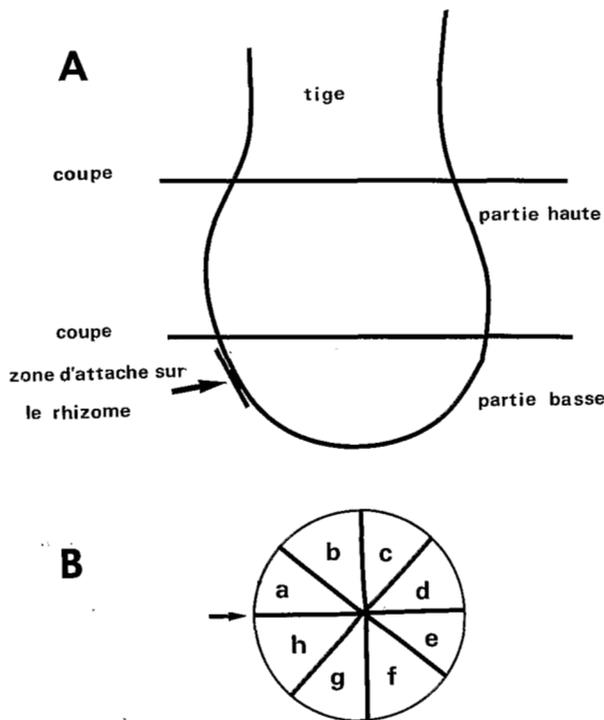


Fig. 1. Méthode de découpage des souches. A : séparation de la souche-mère et du rhizome et découpage entre parties haute et basse. B : Slicing of each portion in sectors.

Slicing of corms. A : removal of mother corm from rhizome and separation of top and bottom parts. B : Slicing of each portion in sectors.

parallèle à la précédente dans le plan équatorial (Fig. 1 A). Chacune de ces deux parties, haute et basse, est ensuite divisée en huit secteurs égaux par quatre coupes parallèles à l'axe et passant par celui-ci (fig. 1 B).

La position de chaque secteur est repérée par rapport à l'attache du rhizome sur le rhizome précédent, indiqué par une flèche sur la figure 1 B. La zone corticale de chaque secteur est ensuite découpée en menus morceaux d'environ 5 mm de côté.

Pour les études faunistiques, l'extraction des nématodes du sol est réalisée à l'aide des éluutriateurs de Seinhorst (1950).

RÉPARTITION EN PROFONDEUR

Pour l'étude de la répartition en profondeur dans les tissus de la souche, quatre carottes d'une dizaine de centimètres sur environ 1 cm de diamètre sont prélevées au hasard dans le plan équatorial, en direction de l'axe de la souche. Chaque cylindre est ensuite découpé en quatre parties comme indiqué à la figure 2 et placé à l'aspereur. Les analyses portant sur 30 unités sont faites souche par souche.

ÉVOLUTION DES POPULATIONS DE NÉMATODES DANS LE TEMPS

Les souches sont stockées sous abri, sur une aire bétonnée. Le jour du prélèvement, puis huit et quinze jours plus tard, les souches d'un lot de dix unités sont dépouillées de la totalité de leur écorce qui est placée à l'aspereur.

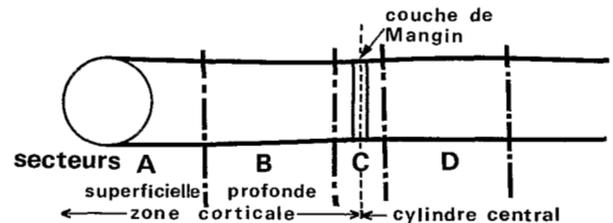


Fig. 2. Étude de la répartition des nématodes en profondeur dans une souche de bananier; découpage des « carottes » en quatre zones.

Distribution of nematodes in banana corms issues, cutting of « carrot » in four parts.

Résultats

IMPORTANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS PARASITES

Dans les rhizomes

Les mesures effectuées sur les écorces de rhizomes prélevées dans les principales régions bananières de Côte d'Ivoire ont montré qu'elles sont parasitées à 100 %.

Elles contiennent les principaux genres de nématodes dans les fréquences moyennes globales suivantes :

<i>Meloidogyne</i> spp.	trace
<i>Radopholus similis</i>	95 %
<i>Hoplolaimus pararobustus</i>	50 %
<i>Helicotylenchus multicinctus</i>	36 %
<i>Cephalenchus emarginatus</i>	8 % (ectoparasite)

Les proportions respectives de ces différents genres à l'intérieur de chaque rhizome dépendent évidemment de son origine car les genres ne sont pas tous représentés dans tous les types de sol.

Dans le sol et les racines

A la figure 3 sont représentées, suivant la méthode utilisée par Fortuner et Merny (1973), la fréquence et l'abondance des principaux genres de nématodes dans les quatre types de sol sur lesquels les bananeraies sont établies (tourbe, argile, sol limono-sableux et sol argilo-gravillonnaire) ainsi que dans les racines des bananiers échantillonnés. On considère un genre comme fréquent quand il est observé dans 30 % au moins des échantillons et comme abondant quand sa population atteint ou dépasse 300/dm³ de sol ou 30/g de matériel végétal. On observe des différences importantes entre les sols : dans

la tourbe et l'argile, les *Meloidogyne* ne sont ni fréquents ni abondants alors qu'ils sont généralement l'un et l'autre dans les sols limono-sableux et argilo-gravillonnaires.

RÉPARTITION DES NÉMATODES A L'INTÉRIEUR DU RHIZOME

Le tableau 1 donne les nombres de nématodes par gramme d'écorce observés dans chaque secteur dans les deux parties haute et basse.

L'analyse statistique, à l'aide du test U de Mann-Whitney, de la répartition de chaque genre entre la partie haute et la partie basse montre que seul *Hoplolaimus pararobustus* ou *Meloidogyne* spp. sont répartis uniformément dans les deux parties. Notons toutefois que l'analyse globale de tous les genres confondus ne révèle aucune différence entre les secteurs du haut et les secteurs du bas car *H. pararobustus* est numériquement peu abondant par rapport aux deux autres genres.

A l'intérieur d'une même souche, on constate que certains secteurs sont nettement plus infestés que d'autres. Il existe donc des foyers d'infestation. Que ce soit

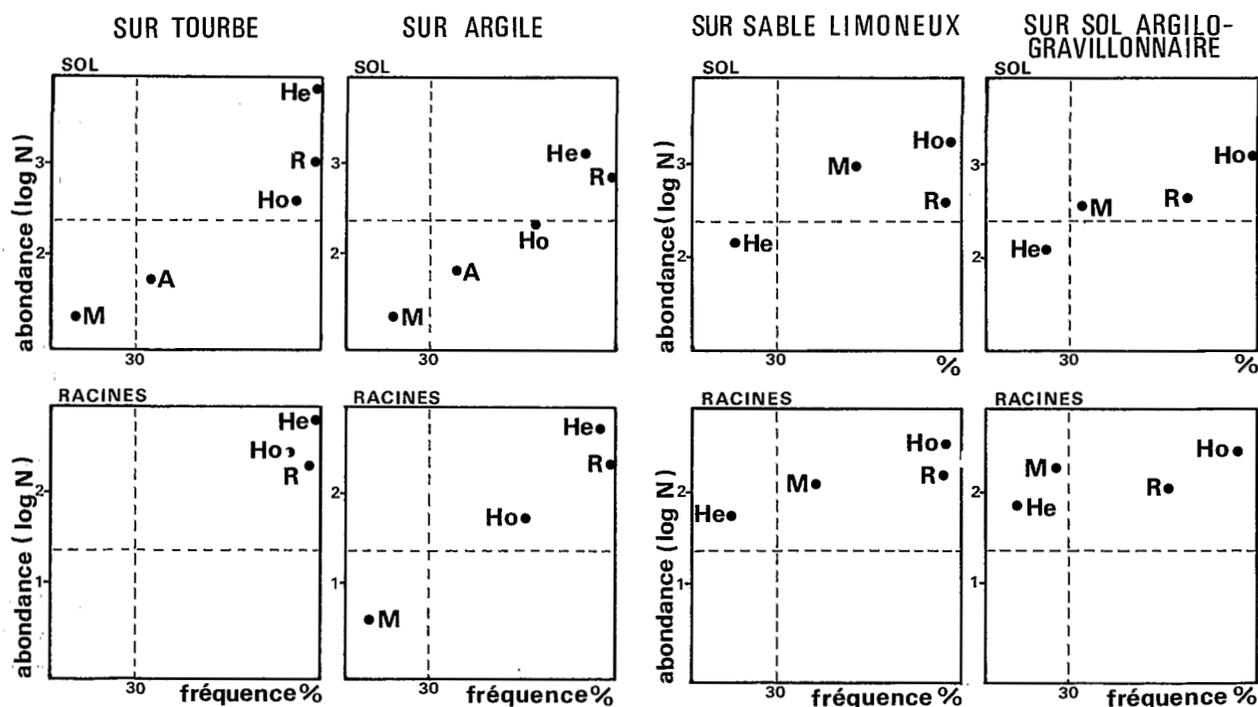


Fig. 3. Fréquence et abondance des différents genres de nématodes extraits du sol et des souches de bananier dans quatre types de sol. Ho = *Hoplolaimus pararobustus*; M = *Meloidogyne* spp.; R = *Radopholus similis*; He = *Helicotylenchus multicinctus*; A = *Auslophora* spp.

Frequency and abundance of nematode genera extracted from soil and from banana corms in four soil types. Ho = *Hoplolaimus pararobustus*; M = *Meloidogyne* spp.; R = *Radopholus similis*; He = *Helicotylenchus multicinctus*; A = *Auslophora* spp.

Tableau 1
Répartition moyenne de trois nématodes dans les différents secteurs de vingt souches
(en nombre d'individus par gramme de matériel végétal)
Mean distribution of three nematodes in various parts of tweek corms
(number of nematode per gram of plant tissue)

Espèces	Secteurs							
	a	b	c	d	e	f	g	h
	HAUT							
<i>H. multincinctus</i>	5	10	24	21	6	6	13	14
<i>R. similis</i>	76	131	165	312	159	142	421	512
<i>Meloidogyne</i> spp.	31	5	21	8	5	3	9	36
	BAS							
<i>H. multincinctus</i>	21	33	34	27	21	18	48	25
<i>R. similis</i>	265	85	155	162	76	208	195	323
<i>Meloidogyne</i> spp.	10	25	9	25	3	9	2	11

pour une espèce de nématode ou l'autre, la présence d'un foyer n'est pas liée à une position particulière par rapport à l'attache sur le rhizome de la génération précédente (Test de rang de Friedman).

RELATION ENTRE GENRES A L'INTÉRIEUR DU RHIZOME

Le tableau 2 donne les pourcentages de secteurs dans

Tableau 2

Pourcentages des secteurs de souches contenant un nématode ou un couple de nématodes.

Entre parenthèses : pourcentage théorique si la rencontre est aléatoire

Proportion of corm parts with one or two nematodes.
In parenthesis, theoretical proportions if finding is random

	Secteurs du haut (%)	Secteurs du bas (%)
<i>R. similis</i>	39,4	44,4
<i>Meloidogyne</i> spp.	15	15,6
<i>H. pararobustus</i>	18,1	49,4
<i>R. similis</i> + <i>Meloidogyne</i> spp.	6 (6)	5,4 (7)
<i>R. similis</i> + <i>H. pararobustus</i>	27,8 (7)	45,6 (22)
<i>H. pararobustus</i> + <i>Meloidogyne</i> spp.	13 (3)	21,5 (8)

lesquels chacun des trois genres a été observé et le pourcentage de secteurs dans lesquels on a observé chacun des couples constitués par ces trois genres pris deux à deux.

On constate que la probabilité de cohabitation entre les deux genres est parfois liée au hasard comme par exemple entre *Meloidogyne* et *Radopholus* où la fréquence théorique est sensiblement égale à la fréquence observée. Toutefois si on prend individuellement en considération les foyers d'infestation, on constate que dans ce cas précis, les secteurs les plus parasités par *Meloidogyne* ne sont généralement pas ceux qui sont aussi les plus parasités par *Radopholus*.

Pour les autres combinaisons (*Hoplolaimus-Radopholus* ou *Meloidogyne-Hoplolaimus*) la valeur théorique est plus faible que la valeur observée, ce qui laisse soupçonner un effet de synergie entre les différentes espèces, la présence de l'une d'elle rendant alors plus facile l'infestation par l'autre. Pour ces différents couples on peut rencontrer des foyers situés dans les mêmes secteurs.

RÉPARTITION DES NÉMATODES EN PROFONDEUR

Au tableau 3 sont données les proportions des différentes espèces trouvées dans chacune des quatre zones des prélèvements en profondeur (Fig. 2). On remarque que *Radopholus*, conformément aux résultats précédents, est encore de loin le genre le plus abondant puisqu'il représente 51 % de l'infestation totale. Il est suivi par le genre *Helicotylenchus* qui en représente 37 %.

C'est, de toutes les zones, l'écorce superficielle (zone A) qui est de loin la plus parasitée (85 % du total des nématodes). Il est à noter que 11 % des nématodes se rencontrent dans la zone B, donc à une profondeur

Tableau 3

Répartition des nématodes en profondeur. Nombre moyen d'individus de chaque espèce trouvé par souche et répartition par zone (voir fig. 2) en nombre et en pourcentage

Distribution of nematodes in the tissue. Average density of each species per corm and number of proportion for each part (see Fig. 2)

Espèce	Zones				Total par espèce	% par espèce
	A	B	C	D		
<i>H. multicinctus</i>	2 820 91 %	120 3,9 %	60 1,9 %	100 3,2 %	3 100	37 %
<i>R. similis</i>	4 255 82,2 %	820 15,8 %	60 1,2 %	40 0,8 %	5 175	61,8 %
<i>H. pararobustus</i>	80 80 %	20 20 %	0	0	100	1,2 %
Total par zone	7 155	960	120	140	8 375	
% par zone	85,4 %	11,4 %	1,4 %	1,7 %		

variant entre 3 et 7 cm. Les zones C et D ne sont que très faiblement infestées; encore faut-il observer qu'on ne rencontre souvent qu'un seul nématode dans un échantillon et il peut très bien, par contamination, provenir de l'échantillon précédent.

une corrélation hautement significative ($r = 0,947$) entre la variance et la moyenne.

Il nous est donc paru indispensable de tenir compte de cette distribution dans les calculs statistiques portant sur ces populations. Les taux d'infestation des trois lots apparaissent ainsi significativement différents les uns

ÉVOLUTION DES POPULATIONS DE NÉMATODES PENDANT LE STOCKAGE DU RHIZOME

La figure 4 représente l'évaluation des populations de *R. similis* dans trois lots de dix rhizomes respectivement au moment de leur prélèvement, après une semaine et après deux semaines. Il est évident, au seul vu de cette figure, qu'il n'y a aucune corrélation entre le poids du rhizome et son infestation. Il est difficile d'ajuster une distribution observée à une loi de distribution donnée avec seulement dix échantillons. Il ne nous semble cependant pas douteux que la distribution des populations de *Radopholus* s'ajuste à une loi log-normale avec

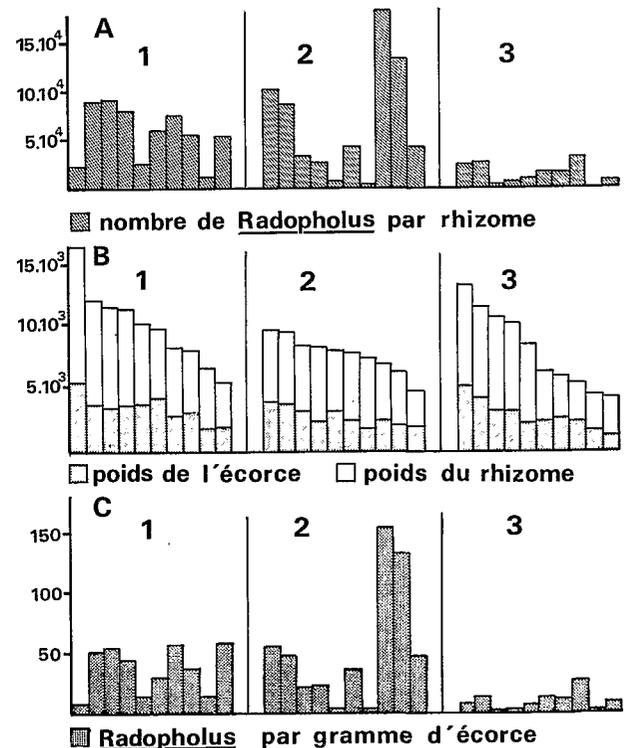


Fig. 4. Évolution de trois lots de dix rhizomes de bananier dans le temps : poids et infestation par *Radopholus similis*; 1 : observations au moment du prélèvement; 2 : une semaine après; 3 : deux semaines après. A : Nombre de *R. similis* par rhizome; B : Poids du rhizome et de l'écorce en grammes; C : Nombre *R. similis* par gramme d'écorce.

Dynamics of weight and infestation by Radopholus similis of three samples of ten banana rhizomes : 1 : initial observation at time of sampling; 2 : one week later; 3 : two weeks later. A : Number of R. similis per rhizome; B : weight of rhizome and cortex; C : number of R. similis per gram of root cortex.

des autres au seuil 1 % ($t = 3,92$ pour 18 d.d.l.). Si des rhizomes sont stockés pendant deux semaines, il apparaît donc que les populations de *R. similis* hébergées augmentent d'abord légèrement pour diminuer ensuite fortement figure 4 c.

Discussion et conclusion

La souche destinée à être replantée constitue une réserve très importante de nématodes, notamment de *Radopholus similis*. Compte tenu de la masse d'écorce présente, on constate qu'une seule souche peut apporter au moment de la plantation plus de 150 000 parasites parmi lesquels 15 % se trouvent stockés très en profondeur dans la zone corticale et ne peuvent en aucun cas être éliminés mécaniquement par parage.

Un autre facteur qui risque de rendre le parage inopérant est le fait que la moitié de ces nématodes se trouvent au niveau du collet dont l'écorce ne peut être enlevée en raison de la courbure du rhizome et de la présence de la tige.

Par contre, le stockage des souches avant plantation, pour peu qu'il s'étende au moins sur deux semaines, peut constituer un moyen efficace de réduire l'inoculum apporté par la souche mais pas de le supprimer. En effet, on a pu observer qu'après cette période, 50 à 80 % des nématodes disparaissent; ceci peut être dû au dessèchement de la zone corticale superficielle qui, comme on l'a vu précédemment, contient ce même pourcentage de *R. similis*. Au-delà de la deuxième semaine, le nombre

de secteurs qui contiennent cette espèce diminue considérablement. Il s'agit donc vraisemblablement des secteurs où *R. similis* était très abondant, du fait de sa répartition agrégative à l'intérieur du rhizome.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient J. N. Chaucesse pour sa collaboration technique et G. Merny pour ses conseils dans la rédaction de l'article.

RÉFÉRENCES

- FORTUNER, R. & MERNY, G. (1973). Les nématodes des racines associés au riz en Basse-Casamance (Sénégal) et en Gambie. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Biol.*, 21 : 3-20.
- GUIRAN, G. de (1959). Rapport de stage I.D.E.R.T. Adiopodoumé. Laboratoire de Nématologie, 54 p. (ronéo).
- MALLAMAIRE, A. (1939). La pourriture vermiculaire du bananier de Chine causée par *Anguillula similis* Goodey en A.O.F. *Agron. colon.*, 254 : 33-75.
- SEINHORST, J. W. (1950). De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aanstasting door het stengelaaftje (*Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev). *Tijdschr. Pl. Ziekt.*, 56 : 291-349.

Accepté pour publication le 26 octobre 1983.