



ELSEVIER

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

SCIENCE @ DIRECT®

C. R. Biologies 327 (2004) 745–751



Biologie et pathologie végétales / Plant biology and pathology

## Évaluation de la résistance à deux nématodes : *Radopholus similis* et *Meloidogyne* spp. chez quatre génotypes de bananiers au Maroc

Abdelkarim Guedira<sup>a</sup>, Abdellah Rammah<sup>b</sup>, Zine-el-abidine Triqui<sup>a</sup>, Hassan Chlyah<sup>a</sup>,  
Bouchra Chlyah<sup>a</sup>, Robert Haïcour<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire de physiologie végétale, département de biologie, faculté des sciences de Rabat, université Mohammed-V-Agdal, BP 1014, 10000 Rabat, Maroc

<sup>b</sup> Département de phytopathologie, I.A.V-Hassan II, 10101 Rabat-Instituts, Maroc

<sup>c</sup> Laboratoire d'écologie, systématique et évolution, UMR 8079, bât. 362, université Paris-Sud, 91405 Orsay, France

Reçu le 18 mai 2004 ; accepté après révision le 15 juillet 2004

Disponible sur Internet le 18 août 2004

Présenté par Arlette Nougarède

### Résumé

*Radopholus similis* et *Meloidogyne* spp. sont les principaux nématodes parasitant le bananier sous serre au Maroc. Un essai d'évaluation en pots a été effectué pour déterminer la résistance de quatre génotypes de bananier à ces nématodes. L'infection par *Meloidogyne* spp. entraîne une augmentation de la masse racinaire, en liaison avec la formation de galles, chez les quatre génotypes testés. L'inoculation par *Radopholus similis* entraîne une réduction de la longueur et du diamètre du pseudo-tronc, ainsi que de la masse racinaire et aérienne des plants chez tous les génotypes étudiés. Suite à l'infection par *Meloidogyne* spp. après sept mois de culture, les échantillons (10 g de racines) du génotype *Pisang jari buaya* contiennent moins de nématodes que les échantillons de racines des autres génotypes de bananier. À la suite d'une infection par *Radopholus*, ce sont celles de *Pisang berlin* et de *Pisang jari buaya* qui en présentent le moins. Seul le génotype *Pisang jari buaya* semble manifester un certain degré de résistance à la fois à *Meloidogyne* spp. et à *Radopholus similis*. **Pour citer cet article : A. Guedira et al., C. R. Biologies 327 (2004).**

© 2004 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

### Abstract

**Evaluation of the resistance to two nematodes: *Radopholus similis* and *Meloidogyne* spp. in four banana genotypes in Morocco.** *Radopholus similis* and *Meloidogyne* spp. are the main nematode parasites of banana plants grown under plastic shelters in Morocco. A test was made in pots to evaluate the resistance of four genotypes of banana to these nematodes. Infection by *Meloidogyne* spp. brought about an increase in root weight in all banana plants tested because of gall formation. The inoculation of *R. similis* produced a reduction in length and diameter of the pseudo-trunk as well as in root and aerial

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [robert.haicour@mve.u-psud.fr](mailto:robert.haicour@mve.u-psud.fr) (R. Haïcour).

mass in all genotypes. *Pisang jari buaya* showed the significantly lowest number of *Meloidogyne* nematodes per 10 g of roots, whereas for *R. similis*, the significantly smallest numbers were obtained in *Pisang berlin* and *Pisang jari buaya*. Therefore, *Pisang jari buaya* was the only banana genotype studied to show some degree of resistance to both nematodes. **To cite this article:** A. Guedira et al., C. R. Biologies 327 (2004).

© 2004 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

*Mots-clés* : *Musa* ; bananier ; nématodes ; *Meloidogyne* spp. ; *Radopholus similis* ; résistance

*Keywords*: *Musa*; bananas; nematodes; *Meloidogyne* spp.; *Radopholus similis*; resistance

### Abridged English version

The culture of dessert bananas in Morocco under plastic shelters is hindered by nematodes, which are the most important pests of this crop. Four genotypes of banana were studied:

- two triploids AAA (A = haploid set of chromosomes from *Musa acuminata*): ‘Grande naine’, known to be sensitive to nematodes, and *Yangambi km5*;
- two diploids AA: *Pisang jari buaya* and *Pisang berlin*

to look for resistance to the following nematodes currently present in Moroccan soils, *Meloidogyne* spp. and *Radopholus similis*.

Infection by *Meloidogyne* spp. nematodes produced an increase in root mass compared with controls, which can be explained by root gall formation characteristic of this nematode. The other growth parameters were not significantly affected.

The quantity of *Meloidogyne* spp. nematodes per 10 g fresh root weight varied with banana genotype. *Pisang jari buaya* had a significantly lower number of nematodes than the other genotypes. *Pisang berlin* had the highest number, showing a higher sensitivity than the reference cultivar ‘Grande naine’. *Yangambi km5* had an intermediate number of nematodes that could not be statistically distinguished from that of ‘Grande naine’.

In spite of the presence of *Meloidogyne* spp. in banana roots, no reduction in growth parameters was observed; this could indicate a certain tolerance of these banana plants to this nematode in our experimental conditions.

Infection by *Radopholus similis* nematodes produced a significant reduction in growth parameters

(length and diameter of the pseudo trunk, aboveground and belowground biomasses) compared with controls. Numbers of nematodes per 10 g of roots varied: the genotype *Pisang berlin* showed the lowest number of nematodes, whereas *Pisang jari buaya* and *Yangambi km5* showed medium values, but which were significantly lower than those of the cultivar ‘Grande naine’.

Therefore, in this study, only *Pisang jari buaya* showed a certain resistance to both *Meloidogyne* spp. and *Radopholus similis* nematodes. Thus, in a near future, this banana genotype could be used in breeding programmes, once the identity of the nematodes, currently based today on morphological traits, is better known using a PCR-based mt-DNA diagnostic approach.

### 1. Introduction

Au Maroc, la culture du bananier dessert couvre environ 4470 ha dont la quasi-totalité est produite sous serre. La production de bananes marocaines est destinée à la consommation locale [1]. La production totale pendant l’année 2002 fut estimée à 162 300 tonnes.

Comme dans la plupart des régions bananières du monde, les nématodes figurent parmi les principaux parasites du bananier [2]. Les pertes de production annuelles mondiales dues à ces ravageurs sont estimées à environ 20 % [3]. Cependant, des pertes allant jusqu’à 50 % ont été observées au Costa Rica [4].

Les nématodes attaquent les racines et les souches de bananiers, affectent la croissance des plantes et les rendements, suite à la réduction des fonctions mécaniques et physiologiques du système racinaire. Ils provoquent la chute des plantes en raison du pourrissement des racines [5].

Parmi les phytonématodes les plus dévastateurs et les plus largement répandus, chez les Musacées, figu-

rent les endoparasites migrants *Radopholus similis* et les nématodes endoparasites sédentaires, *Meloidogyne* spp. [6].

Les principales méthodes de lutte consistent à pratiquer l'inondation des terrains durant deux à six mois par an, des rotations culturales et l'application de nématicides [6]. Cependant, au Maroc, les rotations culturales et l'inondation ne peuvent être mises en œuvre, puisque l'essentiel de la production bananière est issu de cultures pluriannuelles, en continu, sous serres. Quant aux nématicides, ils sont coûteux et très nocifs pour l'environnement [7]. Le recours à la recherche de résistances ou de tolérances naturelles aux nématodes constitue alors une alternative indispensable et prometteuse.

L'étude présentée dans ce cadre vise à étudier quatre génotypes de bananiers, afin de déterminer leur comportement vis-à-vis de deux espèces de nématodes : *Radopholus similis* et *Meloidogyne* spp. Ce sont, d'après Rammah [2], les espèces les plus rencontrées au Maroc. *Radopholus similis* est à l'origine de lésions racinaires, tandis que *Meloidogyne* spp. forme des galles sur les racines primaires et secondaires des plantes [5].

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Préparation des plants

Quatre génotypes de bananier, appartenant à deux groupes de ploïdie différents, sont testés dans cette étude. Deux bananiers triploïdes AAA : « Grande naine » et *Yangambi km5* (code INIBAP = ITC 1123), et deux autres diploïdes AA : *Pisang jari buaya* (Code ITC 0312) et *Pisang berlin* (Code ITC 0611). (A = génome haploïde de *Musa acuminata*). Le choix de ces génotypes a été guidé par des évaluations du pool génétique des bananiers qui indiquent la sensibilité de « Grande naine », vis-à-vis des nématodes, tandis que *Yangambi km5*, *Pisang jari buaya* et *Pisang berlin* sont considérés comme « résistants » [5].

Les plants de « Grande naine » sont multipliés in vitro à partir de cultures d'apex végétatifs, prélevés dans une bananeraie en production de la région de Rabat (Maroc). Les autres génotypes issus de la collection de référence sont fournis, sous forme de cultures in vitro ou de bourgeons multiples en prolifération, par le

centre de transit de l'INIBAP, situé à l'université catholique de Louvain (Belgique).

Après enracinement, les vitroplants, munis de trois à quatre feuilles, sont repiqués dans des bacs remplis de tourbe stérilisée. Trois à quatre semaines plus tard, les plants sont transférés individuellement dans des sacs en plastique de 20 cm de diamètre et 25 cm de profondeur, remplis d'un mélange autoclavé de sol sableux (84,1 % de sable, 3,8 % de limons, 12,1 % d'argile) et de tourbe (4 : 1). Les cultures sont maintenues sous éclairage naturel, sur une paillasse, dans une serre au sein de laquelle la température oscille de +15 à +30 °C durant l'expérimentation. Les cultures sont arrosées selon les besoins.

### 2.2. Préparation de l'inoculum

Des isolats de *Radopholus similis* et de *Meloidogyne* spp. (association *Meloidogyne javanica* et *Meloidogyne incognita*) sont respectivement réalisés à partir de prélèvements racinaires effectués en octobre, sur des bananiers présentant les symptômes caractéristiques : lésions et nécroses pour l'infection par *R. similis* et galles racinaires pour l'infection par *Meloidogyne* spp. chez des individus du cv. « Grande naine », dans deux bananeraies situées à 40 km au nord de Rabat (Maroc).

Les racines des deux types d'échantillons sont soigneusement lavées à l'eau courante, puis sectionnées en fragments de 1 cm de longueur. Ces fragments humidifiés sont incubés dans un récipient pendant 48 h. L'isolement des nématodes est réalisé par la technique de broyage tamisage de Baermann [5,8] : les racines sont broyées au mixer électrique pendant trois périodes de 10 s, séparées par des pauses de 5 s. Le broyat est versé sur un tamis de 40 µm pour le débarrasser de l'eau et des petits débris végétaux. Le mélange de racines broyées et de nématodes ainsi obtenu est transféré sur un tamis (maille 1 mm) recouvert par un mouchoir de cellulose. L'ensemble est placé dans une boîte de Pétri contenant une petite quantité d'eau distillée recouvrant tout juste le broyat. Après 48 h de déshydratation à température ambiante, les nématodes ont migré vers le fond du récipient, en direction de l'humidité, après avoir traversé le papier et les mailles du tamis. Les nématodes sont récupérés dans un volume connu d'eau distillée. Une partie aliquote permet alors leur dénombrement sous loupe binoculaire.

### 2.3. Inoculation des plants

Après trois mois de culture en serre, les plantes de chaque génotype sont réparties en trois lots de sept individus (bloc aléatoire complet ou blocs randomisés complets). Un lot non inoculé constitue le témoin, les deux autres sont respectivement inoculés par *R. similis* et *Meloidogyne* spp. L'inoculation des plants est réalisée par introduction d'une suspension contenant soit 3000 nématodes de *R. similis*, soit 2000 de *Meloidogyne* spp. juvéniles du 2<sup>e</sup> stade, à l'aide d'une pipette, dans cinq trous profonds de 2–3 cm, également répartis dans le mélange terreux de chaque plante, à proximité du pseudo-tronc. Ce stade juvénile vient juste après l'éclosion de la ponte. Il est caractérisé par des nématodes vermiformes ayant une taille de 0,25 à 0,5 cm, une faible sclérotisation céphalique et une extrémité caudale amincie. Ils se déplacent dans le sol à la recherche des racines [5]. Les dates d'inoculation et d'extraction dans cette expérimentation sont choisies en tenant compte de l'effet de la température sur le développement des plantes et sur l'évolution de la population de nématodes. En effet, la période de septembre à octobre est une période habituelle de plantation des bananiers au Maroc. Elle permet d'éviter de faire coïncider la floraison avec le froid de l'hiver. En revanche, le mois de mai connaît une augmentation de température favorable à la prolifération des nématodes et à l'apparition des symptômes [9,10].

### 2.4. Observations et expression des résultats

En mai, soit sept mois après l'inoculation, les plantes sont récoltées et observées. Pour chaque plante, quatre mesures sont effectuées : longueur et diamètre du pseudo-tronc, masse de matière fraîche de la partie aérienne et masse de matière fraîche de l'appareil

racinaire. À partir de 10 g de racines, le nombre de nématodes est estimé à la suite de leur extraction. Pour chaque plante infectée par *R. similis*, les racines mortes sont collectées et pesées immédiatement après leur isolement.

Toutes les données ont fait l'objet d'une analyse de la variance à deux facteurs (population de nématodes et génotype). L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel SAS. La variable « nombre de nématodes » a été transformée au moyen du logarithme  $\log_{10}(x + 1)$  avant d'être soumise à l'analyse de la variance. Les pourcentages ont été transformés au moyen de l'arcsinus de racine carrée avant l'analyse statistique. Les moyennes présentant des différences significatives ont été classées par la méthode de Newman et Keuls.

## 3. Résultats

### 3.1. *Meloidogyne* spp.

L'infection par *Meloidogyne* spp. a eu pour effet d'augmenter significativement la masse racinaire des plants : 46,14 g en moyenne contre 33,64 g chez le témoin (Tableau 1). Les trois autres paramètres des plantes (longueur et diamètre du pseudo-tronc, masse aérienne de la plante) n'ont pas été significativement affectés par *Meloidogyne* spp.

En ce qui concerne le nombre des nématodes, comptés à partir d'échantillons racinaires (10 g de matière fraîche), on observe un effet significatif du génotype des bananiers (Tableau 2). Chez *Pisang jari buaya*, le nombre moyen de nématodes (3068,57) est significativement plus faible que chez les autres génotypes testés. Nous avons enregistré le plus grand nombre de nématodes chez *Pisang berlin* (11 022,86).

Tableau 1

Effet de différentes souches de nématodes sur les paramètres de croissance des plants de bananiers étudiés (génotypes : *Grande naine*, *Pisang berlin*, *Pisang jari buaya*, *Yangambi km5*)

Paramètres étudiés Traitements	Longueur (cm)	Diamètre du pseudo-tronc (mm)	Masse de matière fraîche : partie aérienne (g)	Masse de matière fraîche : partie racinaire (g)
<i>Meloidogyne</i> spp.	45,39 <sup>a</sup>	35,39 <sup>a</sup>	184,86 <sup>a</sup>	46,14 <sup>a</sup>
<i>Radopholus similis</i>	35,57 <sup>b</sup>	30,61 <sup>b</sup>	122,93 <sup>b</sup>	24,36 <sup>c</sup>
Témoin	42,82 <sup>a</sup>	34,64 <sup>a</sup>	178,36 <sup>a</sup>	33,64 <sup>b</sup>

a; b; c : classement établi par le test de Newman et Keuls. Les nombres accompagnés de lettres différentes présentent une différence significative au risque de 5 %.

Tableau 2  
Dénombrement de nématodes/10 g de matière fraîche racinaire chez quatre génotypes de bananiers, sept mois après inoculation

Souches de nématodes	<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>Radopholus similis</i>
<i>Pisang berlin</i>	11 022,86 <sup>a</sup>	37,14 <sup>c</sup>
<i>Pisang jari buaya</i>	3068,57 <sup>c</sup>	51,43 <sup>b,c</sup>
<i>Yangambi km5</i>	6377,14 <sup>a,b</sup>	114,29 <sup>b</sup>
<i>Grande naine</i>	5382,86 <sup>b</sup>	662,86 <sup>a</sup>

a; b; c : classement établi par le test de Newman et Keuls. Les nombres accompagnés de lettres différentes présentent une différence significative au risque de 5 %.

L'analyse a été réalisée après transformation de ces données au moyen du  $\log_{10}(x + 1)$ . Les données présentées dans ce tableau ne sont pas transformées.

Tableau 3

Pourcentages des racines mortes par rapport à la masse totale des racines, chez quatre génotypes de bananiers, infectés par le nématode *Radopholus similis*

Génotype de bananiers	Racines mortes (%)
<i>Pisang berlin</i>	6,2 <sup>a</sup>
<i>Pisang jari buaya</i>	2,5 <sup>a</sup>
<i>Yangambi km5</i>	0,5 <sup>a</sup>
<i>Grande naine</i>	5,6 <sup>a</sup>

Classement établi par le test de Newman et Keuls. Les nombres accompagnés de la même lettre (<sup>a</sup>) ne présentent pas de différence significative au risque de 5 %.

Ce génotype s'est donc montré plus sensible que « Grande naine », considéré comme cultivar de référence sensible à tous les nématodes [5]. Le nombre de nématodes récoltés chez *Yangambi km5* (6377,14) ne diffère pas significativement de celui de « Grande naine ».

### 3.2. *Radopholus similis*

Suite à l'infection par *R. similis*, on observe une réduction significative des quatre paramètres analysés par rapport au témoin : la longueur du pseudo-tronc passe de 42,39 à 35,57 cm, en moyenne, le diamètre du pseudo-tronc régresse de 34,64 à 30,61 mm, la masse de matière fraîche du pseudo-tronc et des feuilles décroît de 178,36 à 122,94 g, et la masse de matière fraîche racinaire des plantes de 33,64 à 24,36 g (Tableau 1). *R. similis* a aussi causé la mort de certaines racines. Cependant, on ne détecte pas de différence significative entre les quatre génotypes de bananiers pour ce caractère (Tableau 3). La mort des racines est

liée à des lésions causées par *R. similis* qui, après pénétration par l'apex racinaire, se déplace en créant des dommages dans les tissus, lesquels peuvent s'élargir en formant de vastes zones nécrosées. Il en résulte un dépérissement des racines attaquées [5].

Le nombre de nématodes, observé dans 10 g de masse racinaire chez *Pisang berlin* (37,14), *Pisang jari buaya* (51,43) et « Yangambi km5 » (114,29), est significativement plus faible, dans chaque cas, par rapport à celui obtenu chez le cultivar de référence sensible « Grande naine » (662,86) (Tableau 2). Le nombre de nématodes récupérés dans les échantillons de 10 g de racines de *Pisang berlin* est significativement plus faible que celui trouvé chez *Yangambi km5*, alors qu'on ne constate pas de différence significative entre *Pisang berlin* et *Pisang jari buaya*.

On remarque également que le nombre de *R. similis* est plus faible, pour tous les génotypes, que celui observé après infection par *Meloidogyne* spp.

## 4. Discussion et conclusion

L'augmentation de la masse de matière fraîche des racines, consécutive à l'infection des plants de bananiers par *Meloidogyne* spp., peut être expliquée par la formation des galles racinaires caractéristiques de ce nématode. Ce résultat, déjà observé par Van den Bergh et al. [11], est cependant en contradiction avec le concept, généralement admis, d'amoindrissement de la croissance globale des racines, consécutivement à l'infestation par ce nématode.

Considérant que le nombre de nématodes détectés dans les racines des plants infectés par *Meloidogyne* spp. est relativement élevé, et que cela ne semble pas affecter directement les autres paramètres de croissance mesurés (longueur et diamètre du pseudo-tronc ainsi que la masse fraîche de la partie aérienne), on peut estimer que, dans nos conditions expérimentales, les divers génotypes de bananiers utilisés présentent une tolérance vis-à-vis de *Meloidogyne* spp., au moins durant les sept mois qui suivent l'inoculation.

Sur la base d'une évaluation de la résistance à *Meloidogyne* spp. en fonction du taux de multiplication de ces nématodes, il apparaît que *Pisang berlin*, *Yangambi km5* et 'Grande naine' sont les plus sensibles à *Meloidogyne* spp.

En revanche, c'est chez *Pisang jari buaya* qu'on observe le plus petit nombre de nématodes *Meloidogyne* spp. dans les racines. Ainsi, dans nos conditions expérimentales, ce génotype peut être considéré comme le moins sensible des quatre testés, mais il n'est pas résistant, en raison du grand nombre de nématodes trouvés dans ses racines. En ce qui concerne le génotype *Yangambi km5*, le nombre de nématodes *Meloidogyne* spp. ne diffère pas de celui du cultivar de référence sensible «Grande naine», ce qui confirme les travaux de Van den Bergh et al. [11].

Nos résultats sur l'infection par *R. similis* montrent que ce nématode réduit les quatre paramètres de croissance que nous avons étudiés. Par ailleurs, les quantités de racines mortes, chez les quatre génotypes de bananier, ne présentent pas de différences significatives.

Le plus faible nombre de nématodes, par 10 g de matière fraîche racinaire, obtenu chez *Pisang jari buaya*, qui est considéré comme une référence de résistance à *R. similis* [5], confirme les travaux de plusieurs auteurs [12–17]. De même, le faible nombre de nématodes que nous avons détectés chez *Yangambi km5* est en accord avec les travaux de la dernière décennie, portant sur ce génotype [5,17–20]. Cependant, *Pisang berlin* s'est avéré moins sensible que *Yangambi km5*, ce qui est en désaccord avec le résultat de Fogain (1992) [21], qui annonce que *Pisang jari buaya* et *Yangambi km5* sont plus résistants que *Pisang berlin*.

Des essais au champ, ainsi qu'en pots sous serre, sont en cours pour estimer, à différentes saisons, l'importance de la température sur la fluctuation de la population des nématodes, en particulier pour *R. similis* [22]. La durée entre l'infection des plants et leur analyse est alors réduite à deux ou trois mois au lieu de sept comme dans le présent essai, afin de suivre, pour chaque génotype de bananier, le déclenchement des tout premiers symptômes, en concordance avec les recommandations du guide technique INIBAP [5].

En l'état actuel, notre étude montre qu'en conditions marocaines, parmi les génotypes de bananiers étudiés, seul *Pisang jari buaya* présente une résistance à la fois à *Meloidogyne* spp. et à *R. similis*. Le contrôle de ces nématodes parasites repose désormais sur l'utilisation de tests de diagnostic à l'échelle moléculaire [23]. L'ADN mitochondrial s'est récemment révélé être un excellent marqueur de nombreuses espèces et races de *Meloidogyne*. Deux étroites régions

du génome mitochondrial de *Meloidogyne* ont été simultanément amplifiées par PCR, puis digérées par deux endonucléases (HinfI ou MnlI), ce qui a permis de différencier les espèces et variants génétiques de *Meloidogyne*.

Dans ce contexte, *Pisang jari buaya*, qui est d'ailleurs déjà utilisé dans les programmes d'amélioration génétique [24], pourra être candidat, afin de servir comme source de résistance aux nématodes *Meloidogyne* et *Radopholus similis* marocains, dont l'identité des isolats pourra être vérifiée [23,25].

## Remerciements

Ce travail a reçu un appui financier du Comité franco-marocain sous forme de l'Action intégrée 230/SVS/2000.

## Références

- [1] FAO, Website of the Food and Agriculture Organisation of the United Nations, 2004, <http://apps.fao.org/>.
- [2] A. Rammah, Nematode problems of banana greenhouse production in Morocco, in: 8th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Agadir, Maroc, 1990, p. 481.
- [3] J.N. Sasser, D.W. Freckman, A world perspective on nematology: the role of the society, in: J.A. Veech, D.W. Dickson (Eds.), Vistas on Nematology, Society of Nematologists, Inc., Hyattsville, USA, 1987, pp. 7–14.
- [4] R.G. Davide, Overview of nematodes as a limiting factor in *Musa* production, in: Proc. of the workshop held in Kuala Lumpur, Malaysia, 2–5 octobre 1995, pp. 27–31.
- [5] P.R. Speijer, D. De Waele, Screening of *Musa* Germplasm for Resistance and Tolerance to Nematodes, INIBAP Technical Guidelines 1, Montpellier, France, 1997, 42 p.
- [6] S. Gowen, P. Quénehervé, Nematode parasites of bananas, plantains and abaca, in: M. Luc, R.A. Sikora, J. Bridge (Eds.), Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, CAB international, Wallingford, Oxon, UK, 1990, pp. 431–460.
- [7] T.T. Yamashita, D.R. Viglierchio, Induction of short-term tolerance to non-fumigant nematicides in stressed and unstressed populations of *Xiphinema index*, Rev. Nématol. 10 (2) (1987) 233–240.
- [8] D.J. Hooper, Extraction and processing of plant soil nematodes, in: M. Luc, R.A. Sikora, J. Bridge (Eds.), Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 1990, pp. 137–180.
- [9] J.-L. Sarah, J. Pinochet, J. Stanton, *Radopholus similis* Cobb, nématode parasite des bananiers, fiche technique n°1, INIBAP, 1996.

- [10] D. De Waele, R.G. Davide, Nématodes à galles des bananiers et plantains, fiche technique n°3, INIBAP, 1998.
- [11] I. Van den Bergh, D. De Waele, Ho Huu Nhi, Duong Thi Minh Nguyet, Nguyen Thi Tuyet, Doan Thi Thanh, Évaluation en serre de la résistance/tolérance de matériel génétique vietnamien aux nématodes à galles et à lésions, *Infomusa* 9 (2000) 8–11.
- [12] E.J. Wehunt, D.J. Hutchinson, D.I. Edwards, Reaction of banana cultivars to the burrowing nematode (*Radopholus similis*), *J. Nematol.* 10 (1978) 368–370.
- [13] J. Pinochet, P.R. Rowe, Progress in breeding for resistance to *Radopholus similis* in bananas, *Nematropica* 9 (1979) 76–79.
- [14] J. Pinochet, A method for screening bananas and plantains to lesion forming nematodes, in: *Nematodes and borer weevil in bananas: present status of research and outlook*, INIBAP, Montpellier, France, 1988, pp. 62–65.
- [15] N. Viaene, J. Duenas, D. De Waele, Screening for resistance and tolerance to *Radopholus similis* and *Pratylenchus coffeae*, in: D. Brown (Ed.), *Banana and plantain, programme and abstracts of the 24th international symposium of the European Society of Nematologists*, 5–8 août 1998, Dundee, Écosse, 1998, p. 115.
- [16] R. Fogain, S.R. Gowen, ‘Yangambi km5’ (*Musa* AAA, Ibota subgroup): a possible source of resistance to *Radopholus similis* and *Pratylenchus goodeyi*, *Fundam. Appl. Nematol.* 21 (1998) 75–80.
- [17] R. Stoffelen, Early screening of *Eumusa* and *Australimusa* bananas against root-lesion and root-knot nematodes, thèse, université catholique de Louvain, Belgique, 2000, p. 170.
- [18] J.-L. Sarah, C. Blavignac, M. Boisseau, Une méthode de laboratoire pour le criblage variétal des bananiers vis-à-vis de la résistance aux nématodes, *Fruits* 47 (1992) 559–564.
- [19] N.S. Price, Field trial evaluation of nematode susceptibility within *Musa*, *Fundam. Appl. Nematol.* 17 (1994) 391–396.
- [20] Duong Thi Minh Nguyet, A. Elsen, Nguyen Thi Tuyet, D. De Waele, Réponse des plantes-hôtes de bananiers Pisang jari buaya et Mysore à *Radopholus similis*, *Infomusa* 11 (2002) 19–21.
- [21] R. Fogain, Screening for susceptibility to *Radopholus similis*: evaluation of plantains AAB and diploid AA, AB and BB, *Trop. Agri. (Trinidad)* 73 (1992) 281–285.
- [22] P. Sundararaju, Variations saisonnières de *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* chez certains cultivars de bananier, *Infomusa* 11 (2002) 16–18.
- [23] J. Stanton, A. Hugall, C. Moritz, Nucleotide polymorphisms and improved PCR-based mtDNA diagnostic for parthenogenetic root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.), *Fundam. Appl. Nematol.* 20 (3) (1997) 261–268.
- [24] P. Rowe, F. Rosales, Amélioration de diploïdes à la FHIA et création de la variété Gold-finger (FHIA-01), *Infomusa* 2 (1993) 9–11.
- [25] M. Hu, N.B. Chilton, R.B. Gasser, The mitochondrial genomic of parasitic nematodes of socio-economic importance. Recent progress, and implication for population genetics and systematics, *Adv. Parasitol.* 50 (2004) 133–212.