

ÉVALUATION DES NÉMATODES PHYTOPARASITES DANS UNE PLANTATION DE BANANIERS DESSERT DANS LE CENTRE-OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE

Nahoulé Armand ADJA^{1*}, Jacob NANDJUI¹, Akissi Sandrine YAO²,
Didier Junior KAKOU³ et Mohamed Sakino KARAMA¹

¹Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB),
Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA), Laboratoire de Zoologie Agricole et
d'Entomologie, BP 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

²Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB),
Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA). Laboratoire de Phytopathologie et de
Biologie Végétale. BP 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

³Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire de
Biotechnologie, Agriculture et Valorisation des Ressources Biologiques,
01 BP 7195 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

(reçu le 28 Avril 2025; accepté le 30 Mai 2025)

* Correspondance, e-mail : nahouleadj@gmail.com

RÉSUMÉ

Dans les régions tropicales et subtropicales, les bananes (*Musa* spp.) sont des cultures importantes. Cependant, la production est impactée par les nématodes. Cette étude réalisée à Sinfra (6°37'16 N et 5°54'41 W), dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire, a pour objectif d'inventorier les nématodes phytoparasites et déterminer leur infestation. Ainsi, les nématodes ont été extraits, respectivement par la technique de Baerman et la méthode de centrifugation-flottaison sur des échantillons de sols et de racines collectés autour des pieds de bananier. Les données collectées (infestation, fréquence et densité) ont été analysées avec logiciel R version 4.1.2. Ainsi, 52 % des racines des bananiers étaient saines, contre 41 % de racines à lésions nécrotiques, 5 % à galles et 2 % mortes. *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* étaient les deux espèces majeures collectées (C=94 à 100 % ; N=1334 ± 88 à 5249 ± 574 individus/100 g de sol ou de racines). Les autres espèces étaient fréquentes (*Helicotylenchus multicinctus* et *Hoplolaimus pararobustus*) ou accessoires (*Meloidogyne* sp.), avec des densités moyennes (331 ± 72 à 690 ± 84 individus/100 g de sol ou de racines) ou faibles (34 ± 6 à 70 ± 16 individus/100 g de sol ou de racines). Les nématodes parasites majeurs (*R. similis* et *P. coffeae*) représentaient plus de 80 % de la nématofaune de cette exploitation. Aussi, la

carte sanitaire de la plantation basée sur les densités de ces deux nématodes ne montre pas de corrélation entre leur distribution et le type de sol. Cette étude met en évidence la prédominance et l'expansion des deux principales espèces de nématodes ravageurs dans la zone de culture de la banane et souligne l'importance d'intégrer des modèles de prévision des dommages dans les stratégies de gestion durable des ravageurs.

Mots-clés : *bananes, nématodes, phytoparasites, dégâts, Côte d'Ivoire.*

ABSTRACT

Plant-parasitic nematodes assessment in dessert banana cultivation in the middle-west of Côte d'Ivoire

In the tropics and subtropics, Bananas (*Musa* spp.) are substantial crops. However, its production is impacted by nematodes. The field study investigates banana-parasitic nematodes infestation at Sinfra (6°37'16N, 5°54'41W), in Côte d'Ivoire. Nematode species were extracted using the Baerman technique and the centrifugation-flotation method, respectively, from soil and root samples collected around banana plants. The data collected (infestation, occurrence and density) were performed using R software. Thus, 52 % of banana roots were healthy, compared to 41% with necrotic lesions, 5 % with galls and 2 % dead. *Radopholus similis* and *Pratylenchus coffeae* were the two major species collected (C=94 to 100%; N=1334 ± 88 to 5249 ± 574 individuals/100 g soil or roots). The other species were frequent (*Helicotylenchus multicinctus* and *Hoplolaimus pararobustus*) or accessories (*Meloidogyne* sp.) with medium (331 ± 72 to 690 ± 84 individuals/100 g of soil or roots) or low densities (34 ± 6 to 70 ± 16 individuals/100 g of soil or roots). In this field, the major parasitic nematodes, *R. similis* and *P. coffeae* ascertained more than 80 % of the nematofauna. The map based on the densities of the two main nematodes revealed no correlation between their distribution and the soil type. This study highlights the predominance and the expansion of the two main nematode pest species in the cultivated banana area and emphasizes the importance of integrating damages forecasting models into sustainable pest management strategies.

Keywords : *banana, nematodes, plant-parasitic, damages, Côte d'Ivoire.*

I - INTRODUCTION

Les bananes (*Musa* spp.) sont produites dans le monde entier, dans la zone intertropicale [1]. Les bananes représentent la quatrième denrée alimentaire au niveau mondial après le riz, le blé et le maïs [2]. Elles jouent un rôle économique prépondérante en termes de contribution à la sécurité alimentaire et de source de revenu des populations en Afrique [3, 4]. La production de banane comprend environ 40 % de variétés de banane à cuire (plantain et autres types) et 60 % de variétés de banane dessert [4]. Avec 140 millions de tonnes par an, la banane dessert est le premier fruit frais commercialisé au monde qui fait vivre entre 3 et 4 millions de personnes. Cette filière est d'une importance vitale pour les pays producteurs [5]. La Côte d'Ivoire est le premier producteur Africain de banane dessert et le septième au monde. La production ivoirienne était évaluée à 450 000 tonnes en 2019, ce qui correspondait à 145 Milliards de FCFA, soit 5,4 % du PIB national. La filière emploie environ 15 000 travailleurs dont deux-tiers de permanents [6]. La production bananière se caractérise par la présence d'opérateurs assez hétérogènes, allant du petit planteur (5-20 ha), suivant un itinéraire technique sommaire, aux grandes exploitations modernes qui appliquent les techniques de production et de gestion qui suivent les normes des multinationales latino-américaines, en passant par l'exploitation de taille moyenne (environ 100 ha), plus ou moins modernisée [4, 7].

Toutefois, la production de banane fait face aussi à de nombreuses contraintes d'origines biotiques (maladies et ravageurs) et abiotiques (conditions climatiques et édaphiques). Parmi ces contraintes, figurent les nématodes qui causent d'énormes pertes dans les exploitations de bananiers [4, 8]. En effet, des communautés de nématodes composées de millions d'individus peuvent se développer dans les racines et les rhizomes des bananiers, altérant ainsi fortement l'intégrité physique et fonctionnelle de ces derniers [9]. La prolifération de ces nématodes perturbe l'alimentation en eau et en nutriments, retarde la croissance et cause la verse des plants de bananiers parasités [10]. Les différentes enquêtes faunistiques réalisées en Côte d'Ivoire fait état de 26 espèces de nématodes associées aux bananiers [3, 7, 8]. Dans ces cultures de bananier, plusieurs espèces provoquent de dommages [9, 10]. Aussi, dans les localités où sont les nématodes endoparasites migrants ; *Pratylenchus coffeae* et *Radopholus similis* sont abondantes, la durée de vie des bananiers pour 89 % des parcelles, n'excède pas quatre ans de culture continue [8, 11]. Ces nématodes phytoparasites peuvent causer des pertes allant de 30 à 70 % [12, 13]. La durabilité de la filière est aussi une exigence récurrente des consommateurs européens face à l'urgence climatique qui fait peser de nouvelles charges sur les producteurs africains engagés dans une transition climatique. Pour continuer à répondre aux critères de durabilité, de qualité et de rendement qui lui sont imposés, des alternatives à la lutte chimique sont

proposées [4, 7, 14]. La présente est une contribution à la gestion durable des nématodes phytoparasites et vise à évaluer le niveau d'infestation d'une bananeraie. Elle vise à déterminer de façon spécifique, la diversité des nématodes phytoparasites, déterminer leur densité d'infestation, déterminer les dégâts et évaluer leur distribution au sein d'une exploitation de banane dessert au cours du premier cycle de culture.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Site de l'étude

L'étude a été réalisée dans une nouvelle plantation de banane dessert de 165 ha, au cours de son premier cycle de culture. Cette plantation de KOFFIBAM, est située à Sinfra (6°37'16'' de latitude nord et 5°54'41'' de longitude ouest), dans la région de la Marahoué, au Centre-ouest de la Côte d'Ivoire. Cette localité présente une température moyenne annuelle de 26,1°C et des précipitations moyennes annuelles de 1169,4 mm. Le relief relativement plat, est composé de bas-plateaux et de collines. Le sol profond présente plusieurs bas-fonds riches en matière organique [15].

II-2. Matériel

Le matériel végétal était constitué de vitroplants de quatre variétés de bananes que sont GAL, Grande Naine 902, Jobo et Bambou. Toutes ces variétés appartenant au groupe génomique AAA et au sous-groupe Cavendish sont sensibles aux nématodes [16]. Le cycle de culture varie de 09 à 12 mois [8]. Le matériel technique comprenait les outils d'échantillonnage tels que des ciseaux, des couteaux, des sécateurs, des truelles, des sacs en polyéthylène, des marqueurs permanents, des étiquettes pour la collecte des échantillons de sol et de racines, et un appareil GPS GARMIN pour la position des points d'échantillonnage. Il est également constitué de matériel et produits pour l'extraction, l'identification et le dénombrement des nématodes [4, 8].

II-3. Méthodes

II-3-1. Échantillonnage

La plantation est subdivisée en 17 blocs de 10 ha caractérisés chacun par un type de sol et portant chacun une variété (*Tableau 1*). Chaque bloc a été subdivisé en carrés de prélèvement de 2,5 ha chacun. Les prélèvements de sol ont été effectués dans la rhizosphère de la couche de 10 à 30 cm du sol des bananiers avec un décalage de 20 cm de l'axe rejet-pied mère [4, 8]. Les racines

ont été récoltés dans les 30 premiers cm d'une carotte de sol prélevée au pied d'un bananier au stade physiologique pied fleurit à la dernière main femelle découverte. En moyenne, 500 g de racines ont été collectées sur 10 pieds de bananier et mis en sachet, étiquetés, puis rangés [8]. Ces prélèvements élémentaires ont été effectués en respectant une distance de 50 m sur chaque ligne de plantation. Au total, 68 échantillons de sol et de racines ont été prélevés.

Tableau 1 : Répartition des variétés de banane selon le type de sol

Variétés	Types de sol					Superficies (ha)
	Gravillonnaire	Sablonneux	Sablo-limoneux	Agrilo-sableux	Limono-argileux	
Gal	C3 ; D4	D6	C9 ; D8	C5	C1 ; D2	75
Grande Naine 902	C4 ; D3	D5 ; D7		C6	C2 ; D1	70
Jobo				C7		10
Bambou			C8			10
Superficies (ha)	35	30	30	30	40	165

II-3-2. Extraction des nématodes

Pour l'extraction des nématodes de sol, chaque échantillon a été renversé dans un bac, puis homogénéisé et émiétté par brassage manuel. Les débris végétaux et les cailloux ont été retirés et 100 g de sol ont été prélevés pour l'extraction des nématodes suivant la technique de Baerman modifiée [17]. Quant aux racines, elles ont été mises dans un bac et débarrassées du sable et de tous les autres débris, par rinçage avant d'être découpées en petits morceaux. Ensuite, 50 g ont été prélevés pour extraire les nématodes suivant la méthode de centrifugation-flottaison [18, 19].

II-3-3. Collecte des données

✓ Evaluation de l'état sanitaire des racines

L'évaluation de l'état sanitaire des racines a consisté à fendre chaque racine à l'aide d'un couteau pour observer les symptômes d'attaque de nématodes. La nécrose corticale des racines (pourcentage) des racines a été évaluée sur cinq racines fonctionnelles sélectionnées de façon aléatoire par échantillon. Les racines sélectionnées ont été coupées à environ 10 cm de longueur, puis chaque morceau de racine, coupé dans le sens de la longueur et la nécrose du tissu cortical notée en pourcentage. Chaque morceau de racine contribuant à un score maximum de 20 %, soit un score de 100 % pour les cinq morceaux de racines sélectionnées [20]. Les racines ont été ensuite classées en quatre groupes ; racines saines, racines nécrosées, racines à galles et racines mortes [16]. Les données ont été enregistrées dans une feuille Excel.

✓ *Identification et dénombrement des nématodes*

Chaque suspension de nématodes a été transvasée dans un tube à essai. Après homogénéisation, 1 ml a été prélevé et étalé sur la plaque de comptage quadrillée montée sous un microscope optique de marque AMSCOPE [3]. L'identification de chacune des espèces de nématodes observées a été réalisée sur la base de leurs caractères morphométriques discriminants à partir des clés de détermination [3, 20]. Trois lectures ont été faites pour chaque suspension. La densité des nématodes est estimée en ramenant le nombre obtenu à 100 g de sol ou de racines selon la **Formule** décrite par [21, 22].

$$\text{Densité de Namatodes } (N) = 100 * n * V/M \quad (1)$$

où, N : nombre de nématodes dans 100 g de racines ou de sol ; n : nombre moyen de nématodes dans 1 ml ; V : volume de la suspension obtenue après extraction ; M : masse de racines ou de sol utilisée pour l'extraction.

II-3-4. Analyse des données

L'abondance des nématodes a été mesurée par la fréquence d'occurrence (C) et la densité moyenne (N). La fréquence est le rapport du nombre d'échantillons dans lesquels un nématode est rencontré sur l'ensemble des échantillons. On distingue ainsi quatre classes de fréquence d'occurrence [8] :

- espèces omniprésentes ($C = 100 \%$) ;
- espèces fréquentes ($50 \% \leq C < 100 \%$) ;
- espèces accessoires ($25 \% \leq C < 50 \%$) ;
- espèces rares ($C < 25 \%$).

On définit aussi trois classes de densité :

- espèces à densité élevée ($N \geq 1000$) ;
- espèces à densité moyenne ($100 \leq N < 1000$) ;
- espèces à densité faible ($N < 100$).

Ces différentes classes ont permis de regrouper les nématodes en fonction de leur fréquence d'apparition et de leur densité. Par ailleurs, une analyse factorielle multiple effectuée à l'aide du logiciel R version 4.1.2 a permis d'évaluer les corrélations entre les densités des nématodes et l'état sanitaire des racines. Les types de sol et les variétés ont été projetés dans le plan factoriel pour établir l'effet de ceux-ci sur les variables corrélées. Enfin, une carte d'infestation de la plantation a été réalisée par l'enregistrement de la position géographique de chaque bananier.

III - RÉSULTATS

III-1. État sanitaire des racines prélevées

Différents symptômes dus à la présence de nématodes phytoparasites ont été observés sur les racines. L'évaluation de l'état sanitaire a révélé que plus de la moitié des racines collectées étaient saines (*Figure 1*). En effet, 52 % des racines étaient saines (*Figure 2a*), c'est-à-dire ne présentaient aucun symptôme. Parmi les racines attaquées, 41 % présentaient des lésions nécrotiques, 5 % avaient des galles racinaires et 2 % étaient mortes (*Figure 2d*). Au niveau de la nécrose racinaire, le système racinaire présente une coloration externe brun-rouge à noire et une coloration interne rouge brique à brune (*Figure 2b*). Les galles sont des renflements caractéristiques, souvent de couleur blanche, qui se forment sur les racines (*Figure 2c*). Les racines mortes sont reconnaissables par leur couleur noire, visible à l'extérieure et à l'intérieure lorsqu'elle est fendue. Elles sont friables au touchée (*Figure 2d*).

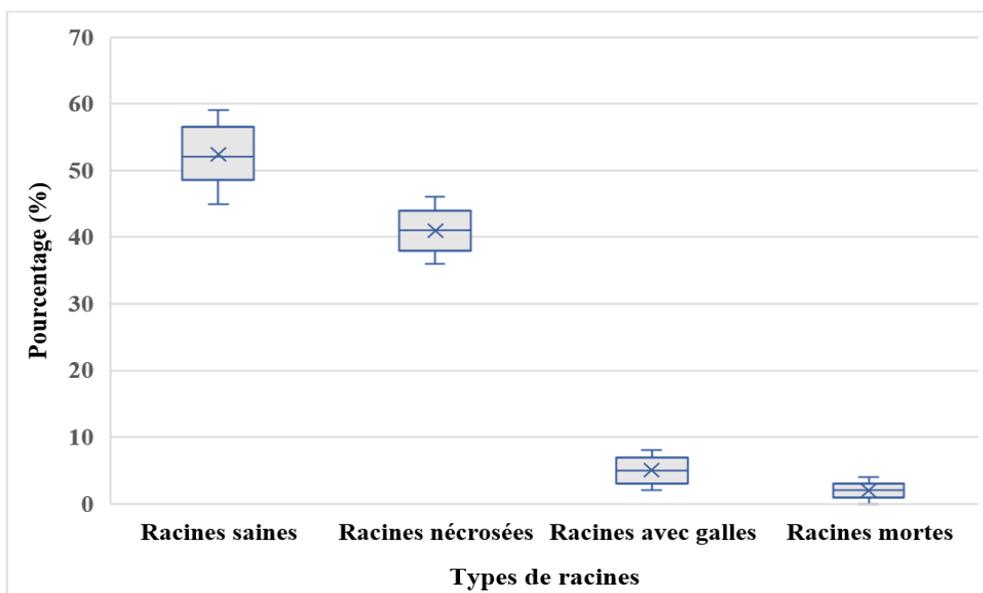


Figure 1 : État sanitaire des racines de bananiers à l'échelle de la plantation



Figure 2 : Racines saines de bananier et symptômes de racines attaquées par les nématodes

III-2. Inventaire, fréquence d'occurrence et densité des nématodes

Cinq espèces de nématodes phytoparasites ont été identifiées et présentaient des statuts différents. Le nématode, *Radopholus similis* (**Figure 3b**), était omniprésent dans le sol et les racines (100 %), avec des densités élevées dans le sol (2594 ± 165 à 5249 ± 574 ind./100 g de sol) et dans les racines (5249 ± 574 ind./100 g de racines). Deux espèces étaient fréquentes ; *Pratylenchus coffeae* et *Meloidogyne* sp. (94 à 99 %). L'espèce *P. coffeae*, avait des densités élevées dans le sol (1334 ± 88) et dans les racines (2267 ± 386) (**Figure 3a**), tandis que *Meloidogyne* sp. avait des densités moyennes dans le sol (498 ± 57 ind./100g de sol) et dans les racines (690 ± 84 ind./100g de racines). L'espèce *Helicotylenchus multicinctus* était fréquente dans le sol (97 %) et accessoires sur les racines (44 %). Elle présentait des densités moyennes dans le sol (397 ± 43 ind./100g de sol) et dans les racines (331 ± 72 ind./100 g de racines). Enfin, l'espèce *Hoplolaimus pararobustus* était accessoire dans le sol (41 %) et dans les racines (32 %). Celle-ci présentait des densités faibles dans le sol (34 ± 6 ind./100g sol) et dans les racines (70 ± 16 ind./100g de racines) (**Tableau 2**). Les nématodes inventoriés se répartissent en endoparasites migrants (*P. coffeae*, *R. similis* et *H. pararobustus*) et sédentaires (*Meloidogyne* sp.) et en ectoparasites migrants (*H. multicinctus*). Par ailleurs, l'enquête faunistique a révélé que les nématodes parasites majeurs (*R. similis* et *P. coffeae*) représentent plus de 80 % de la nématofaune sur cette exploitation, contre moins de 20 % pour les espèces parasites secondaires (*H. multicinctus*, *H. pararobustus* et *Meloidogyne* sp.).

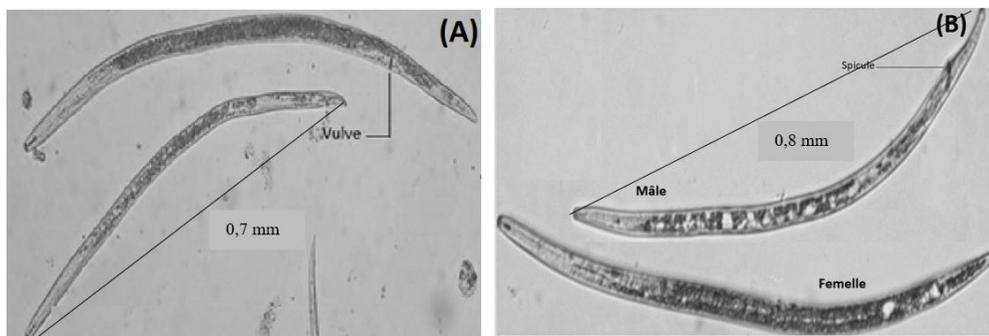


Figure 3 : Nématodes observés sur les parcelles

(A) : Une femelle avec sa vulve mise en évidence et un mâle de *Pratylenchus coffeae* ; (B) : Un mâle mis en évidence avec son spicule copulateur et une femelle de *Radopholus similis*

Tableau 2 : Fréquences et densités des espèces de nématodes identifiés

Type trophique	Espèces	Fréquence		Densités de nématodes	
		Sol	Racines	N/100 g de sol	N/100 g de racines
Endoparasites migrateurs	<i>Radopholus similis</i>	100	100	2594 ± 165	5249 ± 574
	<i>Pratylenchus coffeae</i>	99	94	1334 ± 88	2267 ± 386
	<i>Hoplolaimus pararobustus</i>	41	32	34 ± 6	70 ± 16
Endoparasites sédentaires	<i>Meloidogyne</i> sp.	94	97	498 ± 57	690 ± 84
Ectoparasites migrateurs	<i>Helicotylenchus multicinctus</i>	97	44	397 ± 43	331 ± 72

III-3. Carte sanitaire de la plantation

L'analyse en composantes principales mettant en relation les densités de nématodes et les symptômes observés sur les racines montre à travers le cercle des corrélations que les axes factoriels 1 et 2 représentent chacun 24,71 % et 17,26 %, soit 41,97 % de la variabilité globale observée (**Figure 4**). Sur l'axe 1, des corrélations positives sont observées entre les densités racinaires des populations de *P. coffeae*, *R. similis*, *H. multicinctus* et *H. pararobustus* et les taux de nécroses racinaires. L'axe 2 est principalement défini par une corrélation positive entre la densité racinaire de *Meloidogyne* sp. et le niveau de racines à galles. Cependant, une corrélation négative est obtenue entre la densité de *Meloidogyne* sp. dans le sol et le taux de racines mortes. La projection des observations sur les axes factoriels 1 et 2, ne permet pas constituer des groupes homogènes de types de sol, basés sur les densités de nématodes et/ou de symptômes d'attaques de nématodes (**Figure 5**).

Par ailleurs, la carte sanitaire de la plantation montre que 28 % de la plantation semble avoir dépassé le seuil de 10 000 nématodes endoparasites migrants (*Radopholus* + *Pratylenchus*) dans 100 g de racines. Cette forte infestation est plus concentrée dans la partie Est de la plantation. Toutefois, elle est aussi observée dans quelques carrés d'échantillonnage de la partie ouest (**Figure 6**).

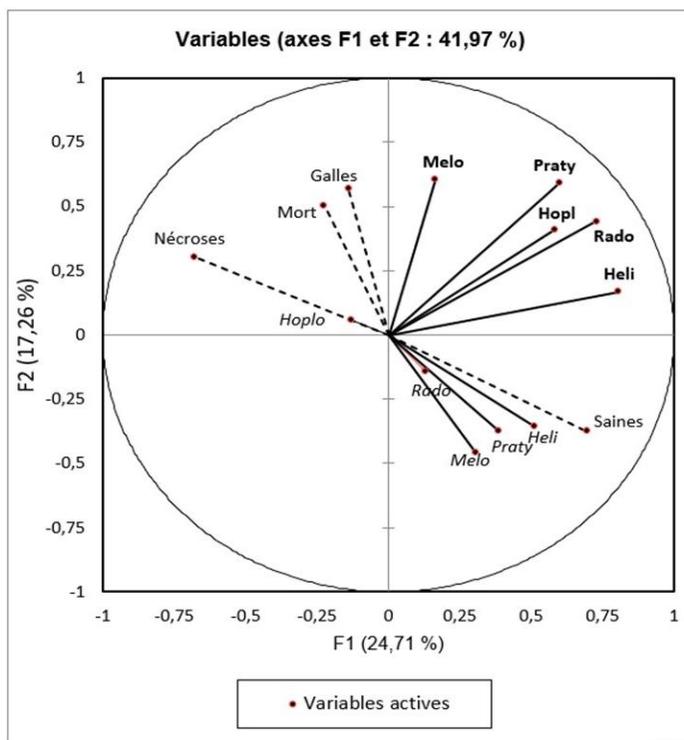


Figure 4 : Cercle des corrélations entre les densités de nématodes et les symptômes d'attaque de nématodes

Les symptômes racinaires sont matérialisés avec des traits discontinus ; les densités racinaires des populations de nématodes sont représentées avec le caractère gras ; les densités dans le sol sont représentées en italique.

Heli = Helicotylenchus ; Hopl = Hoplolaimus ; Melo : Meloidogyne ; Praty = Pratylenchus ; Rado = Radopholus.

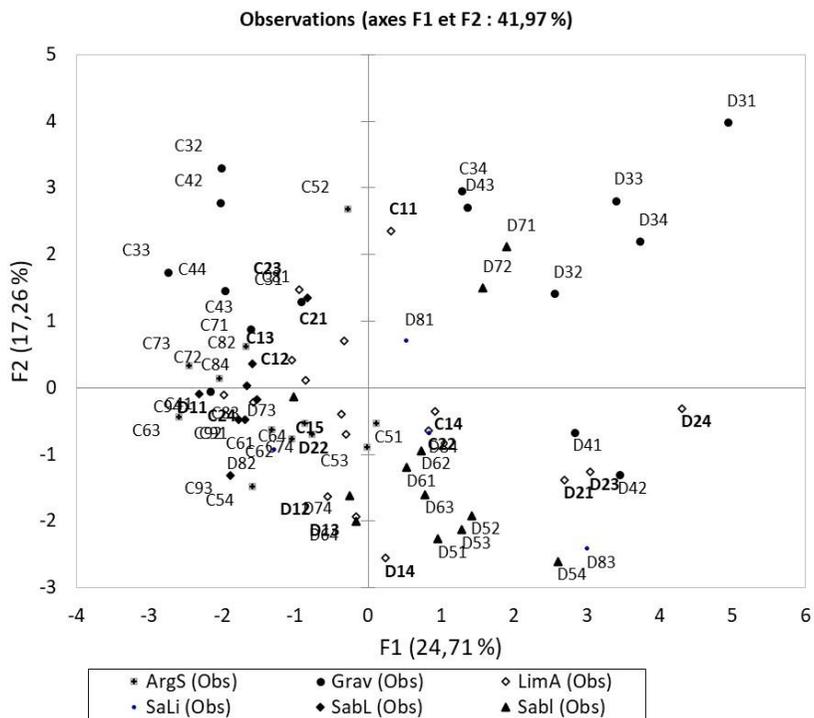


Figure 5 : Projections des observations définies à partir des types de sol

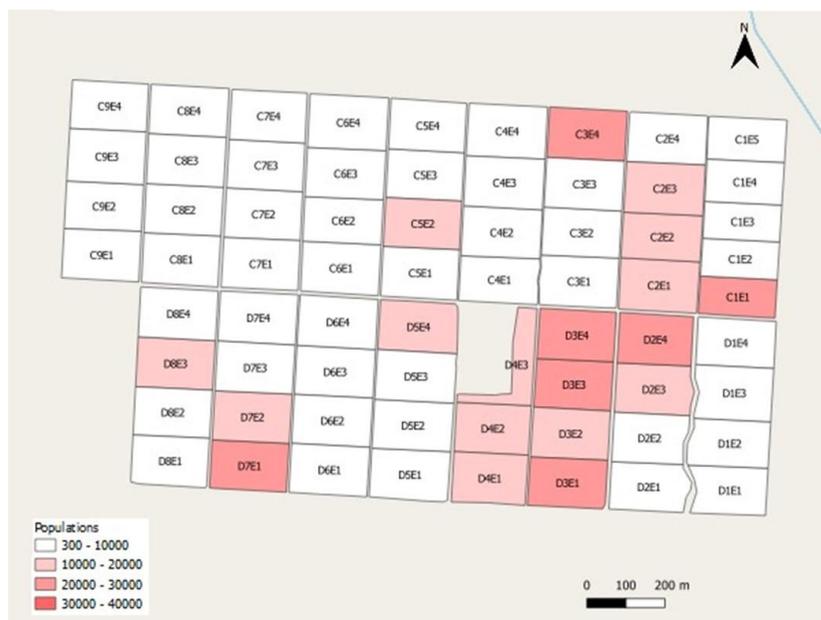


Figure 6 : Carte sanitaire de la plantation mettant en évidence les niveaux d'infestation des parcelles

IV - DISCUSSION

IV-1. État sanitaire des racines

L'observation des racines de nématodes a permis de mettre en évidence différentes formes de dégâts sur les racines (lésions nécrotiques, galles racinaires et racines mortes) [15, 17]. En effet, près de la moitié (48 %) des racines sont attaquées par les nématodes contre 52 % de racines saines. Ce résultat suggère que cette plantation qui est à son premier cycle de culture présente un niveau d'infestation moyenne. Les Lésions nécrotiques des racines sont causées par les nématodes endoparasites migrants (*P. coffeae*, *R. similis* et *H. pararobustus*) et les ectoparasites migrants (*H. multicinctis*), tandis que les galles sont causées par les nématodes endoparasites sédentaires (*Meloidogyne* sp.) [15, 17]. En effet, les espèces provoquant les dégâts importants passent la plus grande partie de leur cycle biologique dans les tissus racinaires et dans ceux du rhizome des bananiers [15]. Ces espèces sont pourvues d'un stylet buccal avec lequel elles perforent les tissus parasites et en aspirent leur contenu cellulaire pour s'alimenter. Cela provoque des brunissements, des zones mortes noirâtres et violacées à la surface et à l'intérieur des racines [15, 22]. Des millions d'individus de différentes espèces de nématodes peuvent se développer dans les racines et le rhizome des bananiers altérant ainsi fortement l'intégrité physique et fonctionnelle de ces derniers [4, 15]. La prolifération des nématodes perturbe l'alimentation en eau et en nutriments, affaiblit la plante, retarde la croissance et cause la verse des plants de bananiers parasités et diminue les rendements [15, 22].

IV-2. Inventaire, fréquence d'occurrence et densité des nématodes

Par ailleurs, l'inventaire faunistique réalisé dans cette plantation de banane dessert a révélé la présence de cinq espèces de nématodes (*R. similis*, *P. coffeae*, *H. multicinctus*, *Meloidogyne* sp. et *H. pararobustus*). Ces différentes espèces ont été signalées sur les bananiers dessert et plantains en Côte d'Ivoire [3, 23] et dans le monde [4, 11, 15]. Cette étude a mis également en évidence l'expansion de *P. coffeae* dans une nouvelle zone de production de la banane dessert. En effet, la présence de ce parasite dans cette zone, après sa première signalisation en Côte d'Ivoire, Aboisso dans le sud-est de la Côte d'Ivoire [8] suggère sa progression rapide. Les nématodes parasites majeurs (*R. similis* et *P. coffeae*) représentent plus de 80 % de la nématofaune sur cette exploitation, contre moins de 20 % pour les espèces parasites secondaires. Les deux espèces majeures représentent 72 à 82 % de la nématofaune des bananiers [24]. En outre, ces deux espèces reconnus pour l'importance des dégâts et pertes qu'ils causent sur les bananiers constituent une véritable menace pour les exploitations de bananiers [15, 23]. Mais, les lésions nécrotiques superficielles

et les galles causées par les espèces secondaires (*H. multicinctus*, *H. pararobustus* et *Meloidogyne sp.*) ne réduisent pas de manière significative la productivité des bananiers dans les régions tropicales [4, 8]. La composition en nématofaune pourrait être liée à la période d'échantillonnage (saison des pluies) et au stade de développement de la culture (floraison des bananiers). En effet, les fortes infestations de nématodes coïncident généralement avec les périodes pluvieuses et florales tandis que les faibles niveaux de populations correspondent aux périodes de sécheresse. En saison des pluies, les nématodes se multiplient alors qu'ils s'adaptent en prenant des formes de résistance en saison sèche [3, 25]. La dynamique des populations de *R. similis* et *P. coffeae* dans les racines est marquée par un niveau maximum à la floraison [3]. De plus, il a été observé une corrélation positive entre la densité racinaire de *Meloidogyne sp.* et le niveau de racines à galles. Aussi, les espèces de nématodes à galles (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica* et *M. Arenaria*) associées aux racines des bananiers étaient fréquents et abondants en plantations de banane dessert [11, 15]. De même, des corrélations positives ont été observées entre les densités racinaires des populations de *H. multicinctus*, *H. pararobustus*, *P. coffeae* et *R. similis* et les taux de nécroses racinaires. En outre, *H. multicinctus* est un nématode ectoparasite migrateur, alors que les trois autres sont des endoparasites migrants, causant des lésions sur les racines [26]. Cependant, les dommages économiques ne peuvent être attribués qu'à un nombre limité d'espèces. Les nématodes phytoparasites et notamment *R. similis* et *P. coffeae*, qui sont les parasites majeurs, constituent un grave problème pour la banane dans le monde entier [38]. En Côte d'Ivoire, *R. similis* et *P. coffeae* sont fréquentes et abondantes dans 82 % des bananeraies où elles réduisent la durée de vie des exploitations de banane dessert de 7 à 4 ans [23].

IV-3. Carte sanitaire de la plantation

Dans les exploitations intensives, la nature et le degré des contraintes s'exerçant sur l'appareil souterrain des bananiers dépend de plusieurs facteurs dont les principaux sont le type de sol, le climat, le précédent cultural, l'âge de la plantation et le mode de préparation des terres [7, 8]. Le niveau d'infestation racinaire dû aux deux nématodes majeurs (*R. similis* et *P. coffeae*) est élevé dans certains sols gravillonnaires, mais faible dans les autres. La carte sanitaire corrobore ce résultat. En effet, si le niveau d'infestation racinaire est fortement élevé dans les sols gravillonnaires des parcelles D3 et D4, cela n'est pas le cas des parcelles C3 et C4, où les sols sont également de type gravillonnaire. Mais, certains auteurs ont signalé que l'état sanitaire des racines semble lié au type de sol. L'intensité des nécroses est particulièrement élevée dans les sols à texture grossière, mais très faible dans les sols riches en argiles ou en matières organiques [27, 28]. La carte sanitaire de la plantation montre que 28 % de la

plantation a dépassé le seuil de 1000 nématodes endoparasites migrateurs (*Radopholus* + *Pratylenchus*) dans 100 g de racines. Ces deux principales espèces d'importance économique, constituent une menace pour la production durable des bananiers [3, 8, 14]. Malgré l'efficacité la lutte chimique [29], des alternatives sont préconisées, pour une gestion durable des exploitations de bananiers [30 - 32]. Ces techniques permettront de réduire les infestations et d'accroître la productivité des bananiers [4, 8, 33].

5. CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif d'inventorier les nématodes phytoparasites et de déterminer leur infestation d'une exploitation de banane dessert. De façon spécifique, il s'agissait d'évaluer le niveau d'infestation des parcelles élémentaires, de déterminer dégâts causés sur les racines et d'inventorier les nématodes phytoparasites en cause, en vue de faire des recommandations pour une gestion durable de l'exploitation. Au terme de cette étude, il ressort que la moitié des racines observées étaient attaquées par les nématodes phytoparasites. Les symptômes observés étaient des lésions nécrotiques, des galles et des racines mortes. Cinq espèces de nématodes des bananiers en Côte d'Ivoire ont été identifiées, dont les plus importants sont les deux endoparasites migrateurs ; *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae*. Les autres espèces (*Helicotylenchus multicinctis*, *Hoplolaimus pararobustus*, *Meloidogyne* sp.) sont des nématodes secondaires. Les nématodes parasites majeurs ; *R. similis* et *P. coffeae*, étaient fréquentes et abondantes alors que les espèces secondaires étaient fréquentes à accessoires avec des densités faibles dans le sol et les racines. Cette étude a mis en évidence l'expansion des deux principaux nématodes phytoparasites dans cette nouvelle aire de production de la banane dessert où ils représentent plus de 80 % de la nématofaune. La carte sanitaire de la plantation basée sur les densités des deux principaux nématodes (*R. similis* et *P. coffeae*) ne montre pas de corrélation entre le type de sol et la distribution de ces deux espèces. Ainsi, la connaissance des espèces de nématodes phytoparasites, leurs distributions et leurs niveaux d'infestation sur la parcelle pourraient permettre de proposer des méthodes de gestion durable de l'exploitation.

CONFLITS D'INTERET

Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflit d'intérêt.

CONTRIBUTION DES AUTEURS

N.A. ADJA et J. NANDJUI sont les initiateurs et rédacteurs principaux de ce travail. A.S. YAO, D.J. KAKOU et M.S. KARAMA ont contribué à réaliser les travaux de terrain, à identifier les nématodes et à analyser les données.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de cet article expriment leur gratitude aux responsables de la plantation industrielle KOFFIBAM pour avoir mis leur site à notre disposition.

RÉFÉRENCES

- [1] - B. SEYDOU, "Le sud du Sénégal à l'heure de la culture irriguée de la banane : innovations agricoles et dynamiques territoriales". Thèse de doctorat en Géographie. Ecole Doctorale de Géographie de Paris (France), Espace, Sociétés, Aménagement / Université Saint Louis (Sénégal), (2017) 316 p.
- [2] - T. SEYDOU, E. L. D. G. AMARI, C. MAMADOU, L. S. OUÉDRAOGO, F. KASSI et K.G. KOUAMÉ, "Agronomic Performance of Plantain Cultivars (*Musa* spp.) in Efficient Mixing Situation for the Control of Black Sigatoka in Southern Côte d'Ivoire". *Asian Jour. of Plant Pathol.*, (2017) 11 1 - 9
- [3] - G. YEO, S. TUO, K. T. ALLA, S. FATOGOMA et D. KONE, "Analyse du Comportement de Cultivars de Bananiers (*Musa* Spp.) face aux Nématodes Phytoparasites en Conditions d'infestation Naturelles en Côte d'Ivoire." *Agronomie Africaine*, 36 (1) (2024) 13 - 21
- [4] - C. CHAUVIN, "Influence de l'utilisation de plantes de services sur les communautés de nématodes et les fonctions du sol dans un agroécosystème bananier en phase d'interculture. Ecosystèmes." Thèse de Doctorat en Ecosystèmes et Sciences Agronomiques, Université Montpellier, (2015) 291 p.
- [5] - L. LASSOIS, J-P. BUSOGORO et H. JIJAKLI, "La banane : De son origine à sa commercialisation". *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 13 (4) (2009) 575 - 586
- [6] - ONCE, "Document de référence sur la compétitivité de la filière de la banane dessert en Côte d'Ivoire". Observatoire National sur la Compétitivité des Entreprises : Ministère de l'Economie et des Finances, (2019) 14 p.

- [7] - O. S. T. VAWA, G. P. GNONHOURI et S. P. SERI, "Etude de la Performance Economique de la Replantation Annuelle de Bananiers Plantain, Une Stratégie de Gestion des Nématodes au Sud de la Côte d'Ivoire." *European Scientific Journal*, 17 (34) (2021) 55 - 69
- [8] - G. P. GNONHOURY, "Gestion intégrée des nématodes endoparasites migrateurs *Radopholus similis* (Cobb, 1913) et *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898) par la pratique de la jachère à *Tithonia diversifolia* (Helsl.) Gray (Asteraceae) en interculture de bananier dessert (Cavendish) en Côte d'Ivoire." Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques et Génie rural, INP-HB Yamoussoukro, (2020) 229 p.
- [9] - S. R. GOWEN, P. QUENEHERVE and R. FOGAIN, "Nematode parasites of bananas and plantains. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture" - M. Luc, R.A. Sikora and J. Bridge - Cabi (Ed), (2005) 32 p.
- [10] - A. HAEGEMAN, A. ELSER, D. DE WAELE and G. GHEYSEN, "Emerging molecular knowledge on *Radopholus similis*, an important nematode pest of banana." *Molecular, Plant Pathology*, 11 (3) (2010) 315 - 323
- [11] - M. S. DANEEL and D. DE WAELE, "Nematode pests of bananas. " In: FOURIE, H., SPAULL, W. V., JONES, R., DANEEL, M. S. AND DE WAELE, D. (Eds.), *Nematology in South Africa : A View from the 21st Century*. Cham, Switzerland : *Springer*, (2017) 359 - 372
- [12] - R. A. SIKORA, D. COYNE and P. QUENEHERVE, "Nematode parasites of bananas and plantains. " In: SIKORA, R. A., COYNE, D., HALLMANN, J. AND TIMPER, P. (Eds.), *Plant-Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. 3rd edition. Wallingford, UK: CAB International, (2018) 617 - 657
- [13] - J-M. RISEDE, C. CHABRIER, M. DOREL, T. DAMBAS, R. ACHARD et P. QUENEHERVE, "Integrated management of banana nematodes: Lessons from a case study in the French West Indies. From Science to Field". *Banana Case Study - Guide Number 4. Food Quality and Safety, 6th Framework Programme. ENDURE*, (2010) 8 p.
- [14] - G. P. GNONHOURI et A. ADIKO, "Distribution géographique de *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* : risque potentiel sur la pérennisation des plantations de bananiers dessert en Côte d'Ivoire." *Agronomie Africaine*, 20 (2) (2008) 213 - 220
- [15] - A. F. YAPI, O J-G KPAN, B. V. H. N'GUESSAN, F. B. ALLECHY et Y. M. S. OGA, "Analyse des extrêmes de températures de la région de la Marahoué (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) de 1980 à 2013." *AFRIQUE SCIENCE*, 25 (6) (2024) 32 - 45
- [16] - A. B. P. SOUSA, A. D. J. ROCHA, W. D. D. S. OLIVEIRA, L. D. S. ROCHA and E. P. AMORIM, "Phytoparasitic Nematodes of *Musa* spp. with Emphasis on Sources of Genetic Resistance: A Systematic Review." *Plants*, 13 (10) (2024) 1299 - 1305

- [17] - G. P. GNONHOURI et A. ADIKO, "Distribution géographique de *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* : risque potentiel sur la pérennisation des plantations de bananiers dessert en Côte d'Ivoire." *Agronomie Africaine*, 20 (2) (2008) 213 - 220
- [18] - J-L. SARAH et M. BOISSEAU, "Extraction de nématodes à partir de racines de bananiers par la technique de centrifugation-flottaison." *Fruits*, 63 (4) (2008) 249 - 251
- [19] - D. J. KAKOU, G. YEO, A. C. N'GUESSAN, L-N. D. G. E. AMARI, B. CAMARA, K. ABO et D. KONE, "Effect of *Brassica Oleraceae* on Nematodes *Meloidogyne* Spp., Parasites of Tomato, in Yamoussoukro in the Center Côte d'Ivoire." *European Journal of Applied Sciences*, 10 (3) (2022) 648 - 658
- [20] - G. NEGA et S. FETENA, "Root Necrosis Assessment of Plant Parasitic Nematodes of Banana (*Musa* spp.) at Arbaminch, Ethiopia." *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5 (15) (2015) 76 - 81
- [21] - A. A. ADEGBITE, J. O. SAKA, G.O. AGBAJE, O.F. OWOLADE, G.O. OLAIFA, A. LAWAL et S.T. OJO, "Survey of plant parasitic nematodes associated with yams in Edo, Ekiti, and Oyo States of Nigeria." *Afr. J. Agric. Res.*, 1 (2006) 125 - 130
- [22] - D. J. KAKOU, K. ABO, L. D. G. E. AMARI, A. C. N'GUESSAN, B. CAMARA, G. A. PAKORA et D. KONE, "Influence of root-knot nematodes of the genus *Meloidogyne* spp. on the growth and production of ten cultivars of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in Yamoussoukro in the center of Côte d'Ivoire." *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol*, 7 (4) (2020) 6 - 13
- [23] - P. GNONHOURI, A. ADIKO, K. KOBENAN et S. AKÉ, "Longévité des bananeraies industrielles en relation avec le parasitisme des nématodes *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* en Côte d'Ivoire." *Journal of applied biosciences*, 19 (2009) 1100 - 1111
- [24] - O. S. T. VAWA, G G. P. NONHOURI, A. ADIKO, N. ZAKRA et A. OTCHOUMOU, "La replantation annuelle de la culture de bananier plantain : une stratégie de gestion des nématodes endoparasites *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* en Côte d'Ivoire." *Journal of Applied Biosciences*, 92 (2015) 8659 - 8666
- [25] - S. A. YAO, Y. GNENAKAN, J. NANDJUI, E.-O. TIENEBO, K. K. F. J. MARTIAL, G. KEY, K. K. U. URBAIN, K. D. JUNIOR, T. K. KOUADIO and K. ABO, "Plant parasitic nematodes associated with vegetable crops in the main agroecological zones of Côte d'Ivoire." *Asian J Agric & Biol*, 2 (2024) 1 - 11
- [26] - T. A. S. MOENS, M. ARAYA et D. DE WAELE, "Correlations between nematode numbers and damage to banana (*Musa AAA*) roots under commercial conditions". *Nematropica*, 31 (1) (2001) 55 - 65

- [27] - Y. OKA, "Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments- a review." *Applied soil Ecology*, 44 (2) (2010) 101 - 115
- [28] - P. TABARANT, "Effets d'Apport de Matières Organiques sur le Contrôle Biologique des Nématodes Parasites du Bananier en Guadeloupe." Thèse de Doctorat en Agronomie AgroParisTech, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, (2011) 176 p.
- [29] - C. CHABRIER, J. HUBERVIC et P. QUENEHERVE, "Evaluation de l'efficacité de deux formulations d'oxamyl contre les nématodes et charançons des bananiers à la Martinique." *Nematropica*, 35 (2005) 11 - 22
- [30] - C. CHABRIER and P. QUENEHERVE, "Preventing nematodes from spreading: A case study with *Radopholus similis* (Cobb) Thorne in a banana field." *Crop Protection*, 27 (2008) 1237 - 1243
- [31] - P. QUENEHERVE, M. GODEFROID, P. TOPART, S. MARIE-LUCE, F. SALMON, P. MARIE and C. CHABRIER, "Differential responses to plant-feeding nematodes among sibling cultivars of dessert bananas (Cavendish subgroup) and a synthetic hybrid." *Crop Protection*, 42 (1) (2012) 30 - 35
- [32] - P. QUENEHERVE, F. SALMON, P. TOPART and J. P. HORRY, "Nematode resistance in bananas: screening results on some new *Mycosphaerella* resistant banana hybrids." *Euphytica*, 165 (1) (2009) 137 - 143
- [33] - C. CHABRIER and P. QUENEHERVE, "Control of the burrowing nematode (*Radopholus similis* Cobb) on banana: impact of the banana field destruction method on the efficiency of the following fallow." *Crop Protection*, 22 (2003) 121 - 127