UNIVERSITE DES ANTILLES ET DE LA GUYANE
FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET NATURELLES

DIPLOME D'ÉTUDES APPROFONDIES
Environnement Tropical et Valorisation de la Biodiversité

Etude de la qualité d'hôtes de quelques espèces de Crotalaires vis-à-vis de *Radopholus similis* et, diagnostic de leurs effets sur l'assainissement des sols infestés par des nématodes phytoparasites du bananier.

Sabrina DUQUESNAY

Directeur de stage : Jean-Michel RISEDE
Co-encadrants : Amadou BA et Harry OZIER-LAFONTAINE

Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
Laboratoire de phytonématologie, UPR 26
Station Neufchâteau, Sainte-Marie
97130 Capesterre Belle-Eau

Soutenu le : 13 juillet 2005

N^0 2005-08

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, et, à travers ces quelques lignes, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidée au cours de ce stage et sans qui ce rapport ne serait pas entre vos mains.

Je commencerai tout d'abord par mon maître de stage Jean-Michel Risede qui m'a accueillie au sein du laboratoire de phytonématologie du CIRAD-FHLOR. Sa rigueur scientifique a su faire avancer ce travail de façon très efficace. Je le remercie d'autant plus qu'il a pris le temps de m'écouter dans des moments particulièrement difficiles.

Je tiens également à remercier mes deux co-encadrants qui ont participé à la mise en place de ce stage. Merci à Amadou Bâ pour m'avoir encadrée et fait découvrir la microbiologie avec humour et gentillesse. Merci également à Harry Ozier-Lafontaine pour son soutien, son optimisme et pour m'avoir aidée à intégrer l'équipe du CIRAD.

Mais ce travail n'aurait jamais vu le jour sans un important soutien technique de toute l'équipe nématologique. Je remercie donc Béatrice Paulo-Rhino, Paul Meynard, Kelly Lakhia ainsi que Maryse Tobal. Chacun d'entre eux a largement contribué au bon déroulement de ce stage. Merci de m'avoir accueillie avec autant de chaleur et surtout d'avoir été si patient.

Merci à Jacques Portécop qui, malgré un emploi du temps très chargé, a pu m'aidée dans la détermination de quelques espèces de Crotalaires.

Je remercie également l'ensemble des chercheurs ainsi que tout le personnel du CIRAD-FHLOR qui ont contribués, de près ou de loin, au bon déroulement de ce stage.

Et pour finir, je remercie toutes les personnes qui par une parole, un sourire m'ont soutenue.

A tous, merci.

SOMMAIRE

1- INTRODUCTION p.1
1.1- Problématique générale p.1
1.2- Objectifs de la présente étude p.2
1.3- Revue bibliographique p.3
1.3.1- Les bananiers p.3
1.3.2- Le complexe parasitaire des racines du bananier en Guadeloupe p.3
a) Les champignons pathogènes p.3
b) Les nématodes phytoparasites p.4
1.3.3- Biologie des nématodes phytoparasites du bananier p.4
1.3.4- Les principales méthodes de lutte contre les nématodes phytoparasites p.5
1.3.5- Principales caractéristiques des Crotalaires/ Applications p.7
a) Présentation p.7
b) Applications agronomiques p.8
c) Mécanismes entrant dans la régulation des populations de nématodes p.8

2- ETUDES EXPERIMENTALES p.10
2.1- Expérimentions mises en place p.10
2.2- Le matériel végétal p.11
2.2.1- Les vitroplants de bananiers p.11
2.2.2- Les Crotalaires p.11
a) Inventaire de Crotalaires en Guadeloupe p.11
b) Provenance des plants de Crotalaria utilisés p.11
c) Les broyats végétaux p.12
2.3- Les sols p.12
2.4- Les inoculums p.12
2.4.1- Les bactéries nodulantes p.12
2.4.2- Les cultures pures de nématodes *Radopholus similis* p.14
2.4.3- Les dénombrements de nématodes dans les racines des végétaux ou dans le sol p.14
2.4.4- Importance des nécroses racinaires p.14
2.5- Dispositifs expérimentaux et modalités p.15
2.5.1- Méthodes statistiques utilisées p.15
2.5.2- Expérience N°1 : CROTA-STA-01-05 (Qualité d'hôtes des Crotalaires vis-à-vis du nématode *Radopholus similis*) p.15
2.5.3- Expérience N°2 : CROTA-STA-02-05 (Effets d'une culture de Crotalaires sur le potentiel infectieux d'un sol naturellement infesté par des nématodes du bananier) p.16
2.5.4- Expérience N°3 : .BA-STA-01-05 (Effets d'amendements à base de Crotalaires) p.17

3- RESULTATS/DISCUSSION p.19
3.1- Bref inventaire des Crotalaires présentes sur quelques sites en Guadeloupe/ Aptitude à la nodulation des souches bactériennes p.19
3.2- Expérience N°1 : Analyse de la qualité d'hôtes de différentes Crotalaires vis-à-vis du nématode phytoparasite : *Radopholus similis* p.20
3.2.1- Estimation du taux de reproduction de *Radopholus similis* dans les racines de Crotalaires et de bananier p.20
3.2.2- Importance des nécroses racinaires mesurées sur les racines de Crotalaires et de bananier .. p.21
3.2.3- Discussion générale sur l'expérimentation n°1 (CROTA-STA-01-05) P.22
3.3- Expérience N°2 : Etude de l'effet d'une culture de Crotalaires sur le potentiel infectieux d'un sol naturellement infesté en nématodes phytoparasites du bananier p.22
3.3.1- Première partie de l'expérimentation : Analyse des nématodes phytoparasites dans les racines des « précédents culturaux » à base de Crotalaires ou de bananiers p.22
3.3.2- Deuxième partie : Utilisation de bananiers en tant que plantes pièges p.23
a) Population de nématodes dans les racines des bananiers ayant servi de plantes pièges après les « précédents culturaux » Crotalaires et bananiers p.23
b) Importance des nécroses racinaires sur les bananiers ayant servi de plantes pièges après les « précédents culturaux » Crotalaires et bananiers p.24
3.3.3- Discussion générale sur l'expérimentation n°2 (CROTA-STA-02-05) p.25
3.4- Expérience N°3 : Etude des effets d'amendements à base de Crotalaires sur le bananier, ses populations de nématodes phytoparasites et les nématodes libres du sol p.26
3.4.1. Composition minérale des amendements à base de Crotalaires ou de feuilles de bananiers . p.26
3.4.2. Effets des amendements sur la croissance des bananiers p.26
a) Effets des amendements sur la surface foliaire des bananiers p.26
b) Effets des amendements sur les biomasses fraîches et sèches des bananiers p.28
3.4.3. Effets des amendements sur l'importance des nécroses racinaires des bananiers p.30
3.4.4. Effets des amendements sur l'importance des populations de nématodes phytoparasites dans les racines des bananiers p.30
3.4.5. Effets des amendements sur les populations de nématodes dans le sol p.33
3.4.6. Modifications physico-chimiques induites dans les sols par les amendements p.34
3.4.7. Teneurs minérales des parties aériennes des bananiers en fin d'expérimentation p.34
3.4.8. Discussion générale sur l'expérimentation n°3 (BA-STA-01-05) p.35

4- CONCLUSION GENERALE p.36

5- BIBLIOGRAPHIE p.37

6- ANNEXES

1- INTRODUCTION

1.1- Problématique générale

Avec une production annuelle de 70000 tonnes brutes en 2004 (sources KARUBANA et BANAGUA, groupements de producteurs), la culture de la banane d'export représente le premier revenu agricole de la Guadeloupe, et revêt donc, dans ce département, une importance économique cruciale. Bien que pouvant être productifs, les systèmes de culture de la banane d'export possèdent des caractéristiques de structure défavorables. En effet, ils reposent sur des peuplements monovariétaux de bananiers (cv Grande Naine ou Poyo, sous-groupe Cavendish, AAA) menés de manière pérenne et, où il existe une faible diversité génétique de la culture hôte, aussi bien dans le temps que dans l'espace. Les variétés de bananes qui y sont utilisées sont extrêmement sensibles à de nombreux ravageurs et maladies tels que la Maladie de Sigatoka ou Cercosporiose jaune causée par le champignon *Mycosphaerella musicola*, les charançons noirs (*Cosmopolites sordidus*) ou encore le complexe souterrain nématodes phytoparasites - champignons du sol (Loridat, 1989 ; Risède, 1994). Dans ce contexte, soumis à des critères de qualité et face à la nécessité d'assurer la régularité de leurs exportations de bananes, les producteurs ont pendant longtemps eu recours de manière intensive à la lutte chimique. Celle-ci se caractérise en particulier par l'utilisation de fortes quantités d'intrants pesticides, tels que les fongicides, les insecticides, ou encore les nématicides. Ceux-ci sont actuellement de plus en plus décriés par les consommateurs compte tenu de leur toxicité vis-à-vis de l'Homme et de l'Environnement. C'est pourquoi des moyens de lutte plus «propres» sont recherchés afin de trouver des alternatives aux nématicides, qui sont pour la plupart classés comme toxiques à très toxiques dans la législation phytosanitaire française.

Dans le contexte insulaire de la Guadeloupe, une solution pour lutter contre les nématodes phytoparasites du bananier sans recourir aux nématicides, est de promouvoir la lutte culturale en ayant recours en particulier aux rotations et aux associations culturales à l'aide de plantes non hôtes de ces nématodes parasites. Les Crotalaires sont des plantes souvent décrites dans la littérature comme dotées de propriétés nématicides (Cayrol *et al.*, 1992 ; Duval, 1993 ;Wang *et al.*, 2004) qui en font de bonnes candidates pour diminuer les populations de nématodes phytoparasites ainsi que leurs impacts.

Les travaux qui sont développés dans le présent mémoire s'inscrivent dans le cadre d'une première évaluation agronomique de l'intérêt des Crotalaires dans les systèmes de culture bananiers pour lutter contre les populations de nématodes phytoparasites.

1.2- Objectifs de la présente étude

L'interaction entre les nématodes phytoparasites du bananier et les Crotalaires reste peu documentée. On peut par exemple citer les travaux de Jasy et Koshy (1992) qui mettent en évidence l'activité biologique d'extraits foliaires de *Crotalaria juncea* sur le nématode *Radopholus similis*, et l'effet adverse d'amendements réalisés à base de feuilles de cette même plante sur ce nématode. Cependant de tels travaux sur l'interaction Nématodes du bananier/Crotalaires restent rares, l'essentiel des références bibliographiques étant surtout consacrées aux nématodes des genres *Meloidogyne* ou *Rotylenchulus* (Wang *et al.*, 2001 ; Wang *et al.*, 2004).

Le premier objectif sera d'étudier l'interaction Crotalaires / *Radopholus similis* afin d'établir le statut d'hôtes de 4 espèces de Crotalaires (*C. pallida, C. retusa, C. spectabilis, C. juncea*) vis à vis de ce redoutable nématode du bananier. Il faudra alors déterminer si les Crotalaires sont sensibles ou non à ce nématode. Le second objectif visera à établir si les Crotalaires possèdent des effets sur l'assainissement des sols vis-à-vis des nématodes phytoparasites du bananier.

1.3- Revue bibliographique

1.3.1- Les bananiers

Les bananiers sont des monocotylédones faisant partie de l'ordre des Zingibérales, de la famille des Musaceae, et appartenant au genre *Musa*. Originaires d'Asie du Sud-Est, les bananiers sont des plantes herbacées vivaces de grande taille (Simmonds et Sheperd, 1955). On les retrouve dans toute la zone tropicale humide.

Deux grands groupes sont généralement distingués au sein des bananiers : ceux qui produisent des bananes de type « dessert », et que l'on consomme crues, et ceux qui produisent des bananes à cuire, comme par exemple les plantains. Au sein des bananiers de type «dessert », ce sont des triploïdes *acuminata* AAA du sous groupe Cavendish que l'on trouve dans les systèmes monoculturaux de la Guadeloupe et qui sont exportés vers l'Europe. Ce groupe qui comporte des variétés très proches les unes des autres (Grande Naine, Poyo, ...) est issu de la domestication de deux espèces sauvages diploïdes, *Musa acuminata* (génome AA) et *Musa balbisiana* (génome BB), (Simmonds, 1962).

1.3.2- Le complexe parasitaire des racines du bananier en Guadeloupe

L'efficience du système radiculaire est souvent limitée par le parasitisme tellurique (Jones, 1999). Aux Antilles françaises, ce sont essentiellement des champignons du sol et des nématodes phytoparasites qui sont en cause, composant ainsi un véritable complexe parasitaire (Loridat, 1989).

a) Les champignons pathogènes

Les principaux genres fongiques impliqués sont *Fusarium, Rhizoctonia, Pythium* et *Cylindrocladium* (Loridat, 1989). Ce sont surtout les champignons du genre *Cylindrocladium* qui provoquent d'importantes nécroses sur le système racinaire des bananiers et qui limitent également le développement du système radiculaire et du chevelu (Loridat, 1989 ; Risède *et al.*, 2004). Les autres genres fongiques se comportent surtout comme des parasites secondaires.

b) Les nématodes phytoparasites

Au sein du règne animal, les nématodes sont des vers ronds faisant partie des invertébrés. Les nématodes peuvent être extrêmement abondants dans le sol où leur densité peut atteindre plusieurs milliers d'individus par mètre carré (Volz, 1951 ; Sohlenius, 1980 ; Lavelle & Spain, 2001). Ils participent activement à l'activité biologique des sols. Une petite partie d'entre eux est dotée d'un stylet buccal qui leur permet de percer la paroi des végétaux afin de prélever leur nourriture dans les cellules. Ils s'alimentent et se reproduisent donc aux dépens des plantes et sont dits phytoparasites (Siddiqui, 1986). Ce sont des parasites obligatoires qui peuvent affecter tous les organes végétaux des plantes (racines, tiges voire feuilles). Après l'éclosion des œufs, leur cycle de développement comporte 4 stades : trois stades larvaires ou juvéniles et le stade adulte.

Les nématodes phytoparasites du bananier appartiennent à l'ordre Tylenchida, sous-ordre Tylenchina. Les espèces les plus fréquemment trouvées sur bananiers sont :

- *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae (*famille des Pratylenchidae*),*
- *Helicotylenchus multicinctus, Hoplolaimus sp.* (famille des Hoplolaimidae),
- *Meloidogyne spp.* (famille des Heteroderidae).

1.3.3- Biologie des nématodes phytoparasites du bananier

Les nématodes phytoparasites sont souvent présents de façon simultanée sur le système racinaire des bananiers où ils forment donc une communauté plurispécifique qui présente la particularité de varier fortement en fonction des séquences culturales et des conditions de sol et de climat. Ce sont généralement des endoparasites : l'essentiel de leur cycle biologique se déroulent à l'intérieur des tissus racinaires qu'ils parasitent. Ils provoquent généralement d'importantes nécroses racinaires ainsi que des perturbations hydriques et minérales, qui se traduisent pour les producteurs par des baisses de rendements agronomiques dus à un allongement des cycles de culture, à une diminution du poids des régimes et surtout à une chute des plants fortement attaqués.

Radopholus similis, endoparasite migrateur, représente le nématode phytoparasite le plus dommageable aux Antilles pour le bananier. Grâce à son stylet trapu, il peut pénétrer très profondément dans les racines de bananier. Les adultes et les juvéniles se déplacent entre les cellules du parenchyme, et se nourrissent de leur cytoplasme. Son cycle biologique dure 20 à

25 jours et sa reproduction n'a lieu que dans les racines de son hôte. Ce sont seulement les juvéniles ainsi que les femelles qui possèdent un pouvoir infectieux. Elles provoquent des lésions brun-rougeâtre, superficielles au départ puis de plus en plus profondes et longues au fur et à mesure de la prolifération des individus (Loridat, 1989 ; Jones, 1999). Ces nécroses sont ensuite colonisées par des champignons et des bactéries entraînant l'apparition de pourritures secondaires.

Helicotylenchus multicinctus est considéré comme un nématode de moindre importance, sa pénétration restant superficielle. Cependant, son interaction avec des parasites fongiques pourrait avoir un effet synergique et aboutir à une virulence plus prononcée (Loridat, 1989).

Les *Meloidogyne* spp. provoquent des déformations et un rabougrissement des racines (Jones, 1999).

1.3.4- Les principales méthodes de lutte contre les nématodes phytoparasites

Dans la panoplie des moyens de lutte contre ces parasites, cinq méthodes peuvent potentiellement être mises en œuvre :

- La lutte chimique : Elle repose sur l'emploi de nématicides tels que les carbamates et les organophosphorés. Ces molécules induisent de graves dysfonctionnements du système nerveux des nématodes ce qui entraîne leur paralysie ou leur mort. Du fait de la prise de conscience accrue de leur nocivité pour l'Homme et l'Environnement, leur utilisation est de plus en plus remise en question et fait l'objet de contraintes réglementaires de plus en plus drastiques.

- Les méthodes de lutte physique utilisant des techniques comme la submersion des sols infestés par de l'eau qui devient alors asphyxique pour les nématodes. De telles méthodes restent d'utilisation limitée.

- Les méthodes de lutte biologique : Elles reposent sur l'utilisation de parasites des nématodes comme par exemple les champignons à hyphes adhésives, ou encore les champignons prédateurs d'œufs de nématodes. Cependant, les recherches dans ce domaine restent embryonnaires, et l'utilisation de ces méthodes est encore au stade expérimental (Jourand, 2003).

- D'autres méthodes portent sur l'amélioration génétique des bananiers dans le but d'augmenter leur résistance ou leur tolérance aux nématodes phytoparasites.

- Et enfin, les méthodes de lutte culturale : Elles reposent sur des stratégies de lutte associant d'une part l'assainissement nématologique des sols et d'autre part l'utilisation de matériel de plantation sain. Le matériel de plantation sain provient surtout de vitroculture initiée par culture de méristèmes (vitroplants). En ce qui concerne l'assainissement des sols, il peut être obtenu en effectuant une «jachère d'assainissement nématologique » (Risède et Dorel, 2002 ; Chabrier et Quénéhervé, 2003) : l'ancienne bananeraie est d'abord détruite par une injection de Glyphosate dans les pseudo-tronc et la flore adventice est elle aussi périodiquement maîtrisée par ce même herbicide. Les nématodes phytoparasites du bananier et en particulier le redoutable *R. similis* n'ont alors plus de végétal vivant sur lequel subsister.

Une autre alternative est le recours aux rotations culturales avec des plantes non hôtes des nématodes phytoparasites en cause. Des plantes comme l'ananas, la canne à sucre, la graminée fourragère *Digitaria decumbens* peuvent constituer des rotations satisfaisantes vis à vis du nématode *R. similis*. La qualité d'hôte est un facteur important à prendre en compte dans le choix des plantes de rotation. Une plante hôte exprime un fort caractère de sensibilité aux nématodes qui la parasitent et permet alors une multiplication importante de ces nématodes dans ses tissus parasités. A l'inverse, chez les plantes non hôtes ou immunes, le développement et la reproduction des populations des nématodes cibles sont bloqués, ce qui se traduit généralement par des taux de reproduction faibles à nuls. Chez certaines d'entre elles comme les *Tagetes* spp., le neem (*Azadirachta indica*) ou encore *Argemone mexicana* la présence et l'activité de substances à propriétés nématicides a été soulignée par plusieurs auteurs (Suatmadji, 1969 ; Ahktar, 1998 ; Shakat *et al.*, 2002). Ces plantes dites « nématicides » sont décrites comme ayant une activité biologique marquée envers une ou plusieurs espèces de nématodes. De plus, il existe une variabilité certaine de ces effets chez les différentes variétés d'une même espèce végétale. C'est pourquoi, il est important de tenir compte de l'espèce de nématode visé et de la plante concernée.

Parmi ces plantes nématicides, on trouve également les Crotalaires. De nombreuses espèces de Crotalaires ont été identifiées comme ayant une action dépressive sur les populations de certaines espèces de nématodes phytoparasites (Biljoo, 1968 ; Subramaniyan et Vadivelu, 1990 ; Wang *et al.*, 2002b).

1.3.5- Principales caractéristiques des Crotalaires/ Applications

a) Présentation

Les Crotalaires sont des plantes appartenant à la famille des légumineuses (*Fabaceae)*, sous-famille des *Papilionaceae*, à la tribu des *Crotalariaea* et au genre *Crotalaria* (Polhill et Raven, 1981). Dans ce genre, on compte plus de 600 espèces pour toute la zone intertropicale (Allen et Allen, 1981) et plus de 500 pour l'Afrique et Madagascar (Polhill, 1982).Le port végétal du genre *Crotalaria* présente une grande variabilité. En effet, il peut être arborescent, arbustif ou encore herbacé (White et Alkin 1993 ; White *et al.*, 1993 ; White, 2002). Les Crotalaires sont capables d'établir une symbiose avec des bactéries fixatrices d'azote (Sy *et al.,* 2001a). Cette symbiose, mutuellement bénéfique pour les deux partenaires, se traduit par la formation d'un nouvel organe appelé nodule ou nodosité. Ces nodules, induits par la bactérie, sont le siège de la transformation de l'azote atmosphérique en azote assimilable pour la plante. Ils constituent aussi un microhabitat exceptionnellement favorable pour la bactérie qui reçoit de la plante hôte des substrats carbonés provenant de la photosynthèse (Vance *et al.*, 1994*)*.

Les bactéries fixatrices d'azote appartiennent à l'ordre VI des Rhizobiales et sont divisées en deux sous-classes : les alpha-protéobactéries comprenant sept genres (*Rhizobium, Bradyrhizobium, Methylobacterium, Sinorhizobium, Mesorhizobium, Allorhizobium* et *Azorhizobium)* et les béta-protéobactéries constituées de deux genres (*Burkholderia* et *Ralstonia)* (Moulin *et al.*, 2002).

Au sein du genre *Crotalaria*, les différentes espèces ne sont pas toutes nodulées par le même genre bactérien. Les bactéries fixatrices d'azote en symbiose avec les Crotalaires appartiennent aux genres *Bradyrhizobium* et *Methylobacterium* (Sy *et al.*, 2001b).

La symbiose fixatrice d'azote a un intérêt agronomique (engrais vert) et écologique (maintien et régénération de la fertilité des sols, baisse de l'utilisation des engrais azotés) dans les sols tropicaux très pauvres en azote (Dommergues *et al.*, 1999).

b) Applications agronomiques

Les Crotalaires peuvent être utilisées de plusieurs façons. La symbiose qu'elles établissent avec les bactéries fixatrices d'azote permet de les enrichir en azote. Ainsi, il est possible d'utiliser les *Crotalaria* comme plantes d'assolement et en particulier comme engrais vert que l'on enfouit avant de réaliser la culture souhaitée. Cette technique permet d'éviter les problèmes de pollution dus aux engrais chimiques.

Une autre application de ces Crotalaires est leur utilisation comme plantes fourragères, au moins pour les moins toxiques d'entre elles, c'est-à-dire celles qui ne possèdent pas un taux trop élevé d'alcaloïdes toxiques (Kebli, 2004). La toxicité de ces molécules envers les ruminants a en effet été établie, et certaines des études ont montré que l'espèce *Crotalaria spectabilis* produisait une molécule, la monocrotaline, capable d'empoisonner les ruminants (Neal *et al.*, 1935 ; Kingsbury, 1964).

Les Crotalaires peuvent être également utilisées comme plantes de couverture lors de la rotation des cultures et atténuer ainsi les problèmes dus aux nématodes phytoparasites. Un essai de culture mixte avec des plantes telles que *Sesbania sesban, Tephrosia vogelii* et *Crotalaria grahamania*, mené dans une ferme au Kenya, s'est montré particulièrement efficace contre les problèmes engendrés par les nématodes phytoparasites pour les cultures suivantes (Desaeger *et al.,* 2001) : maïs (*Zea mays*) et haricot (*Phaseolus vulgaris*).

Cependant, pour utiliser une espèce de Crotalaires comme moyen de lutte contre les nématodes phytoparasites en agriculture, il est nécessaire de connaître au préalable son comportement vis-à-vis de l'espèce de nématode que l'on veut combattre (Jourand, 2003).

c) Mécanismes entrant dans la régulation des populations de nématodes

Les Crotalaires peuvent se défendre contre des nématodes parasitant leurs racines en mettant en place différents mécanismes :

- Une résistance naturelle induisant une diminution de la population de deux façons :

Par sécrétion d'exsudats racinaires némato-répulsifs qui empêchent les nématodes parasites de pénétrer dans les racines et/ou par blocage du développement larvaire chez les nématodes ayant pu pénétrer dans les racines.

- Une sécrétion de substances nématotoxiques :

Cette activité nématicide se retrouve aussi bien dans les parties végétatives (racines et feuilles) que dans les graines et, serait due à des substances alcaloïdes du type pyrrolizidinique (Kinghorn et Smolenski, 1981). Certaines recherches portant sur des extraits aqueux de feuilles de *Crotalaria grantiana* ont déterminé un effet nématostatique sur les juvéniles de l'espèce *Meloidogyne incognita*. Mais, cet effet s'est avéré être réversible si ces nématodes étaient à nouveau plongés dans de l'eau (Jourand *et al.,* 2003). Toujours sur le modèle *Meloidogyne*, d'autres travaux ont montré que des extraits aqueux des parties végétatives étaient capables d'agir sur les juvéniles de nématodes au stade J2 en inhibant l'éclosion des œufs (Jourand 2003).

- Le développement d'organismes antagonistes des nématodes phytoparasites :

Ce dernier mécanisme ne vient pas forcément directement des plantes mais plutôt de la décomposition de ces dernières. Ainsi, lors de l'incorporation d'un engrais vert ou d'une matière organique, il y a une stimulation de l'activité biologique du sol. La décomposition de ces matières résulte en un accroissement des champignons, nématodes (non phytoparasites), acariens et d'autres organismes, en particulier ceux qui sont capables d'agir comme des parasites ou prédateurs des nématodes parasitant les plantes (Jonhson, 1959). D'autres études ont montré que la culture de certaines Crotalaires peut favoriser le développement de nématodes bactérivores, antagonistes des nématodes phytoparasites, ainsi que le développement de certains micro-organismes pathogènes (bactéries ou champignons) et d'insectes parasites ou prédateurs des nématodes (Wang *et al.*, 2002a). De même, des travaux portant sur les populations de *Rotylenchus reniformis* ont établi qu'un amendement à base de *Crotalaria juncea* était capable d'accroître considérablement la densité en champignons endoparasites des nématodes adultes et de leurs œufs diminuant ainsi de façon significative la population de *R. reniformis* (Wang, 2000).

2- ETUDES EXPERIMENTALES

2.1- Expérimentations mises en place

Trois expérimentations ont été menées en serre :

- L'expérimentation référencée CROTA-STA-01-05 avait pour objectif d'évaluer la qualité d'hôtes de Crotalaires vis à vis du nématode *Radopholus similis*. Il s'agissait de déterminer si les Crotalaires sont sensibles à ce nématode et, si par conséquent, elles sont capables de le multiplier dans leurs racines.

- L'expérimentation n° CROTA-STA-02-05 a été mise en place afin d'étudier si une culture de Crotalaires induit un effet dépressif sur le potentiel infectieux d'un sol naturellement infesté par des nématodes phytoparasites du bananier. En accord avec la définition de Bouhot (1980) (initialement appliquée à des champignons pathogènes du sol, mais applicable à n'importe quel agent pathogène tellurique), le potentiel infectieux d'un sol est défini ici comme la quantité d'énergie pathogène stockée et disponible dans le sol. Pour estimer cette « énergie pathogène », il faut y cultiver une population de plantes sensibles et évaluer les dégâts générés.

- Enfin, l'expérimentation n°BA-STA-01-05 présentait un double objectif :

. Evaluer si des amendements à base de Crotalaires sont capables de diminuer les populations de nématodes phytoparasites du bananier, présents dans un sol naturellement infesté, et, d'atténuer leurs effets sur les bananiers. De plus, se pose la question de savoir si ces amendements possèdent une influence sur l'activité biologique des sols auxquels ils ont été apportés.

. Evaluer l'effet de tels amendements à base de Crotalaires sur la croissance du bananier et ce faisant, déterminer si ces Crotalaires peuvent potentiellement être utilisées comme engrais verts pour le bananier.

2.2- Le matériel végétal

2.2.1- Les vitroplants de bananiers

Les vitroplants utilisés dans ces trois expériences appartiennent à la variété *Grande naine* L902 (AAA, sous-groupe Cavendish) et sont fournis par la société VITROPIC, spécialisée dans la production de bananiers *in vitro*. Divers traitements ont été apportés à ces vitroplants pendant leur phase de sevrage, c'est à dire depuis leur réception jusqu'à la mise en place des expériences proprement dite (cf. Annexe 1).

2.2.2- Les Crotalaires

a) Inventaire de Crotalaires en Guadeloupe

Un inventaire des espèces de Crotalaires a été effectué au niveau de six sites en Guadeloupe. Il s'agit des sites de Petit-bourg (Pointe à Bacchus), Sainte-Anne (Lycée des Droits de l'Homme), Bois-Jolan, Prise d'Eau (Parcelle INRA-Duclos et en bordure de route) et Capesterre Belle Eau (Parcelle Floride, CIRAD-FLHOR).

b) Provenance des plants de Crotalaria utilisés

Les graines de *Crotalaria* utilisées pour les expériences CROTA-STA-01 et 02 proviennent pour la plupart de gousses récoltées sur des plants adultes prélevés dans les sites prospectés en Guadeloupe. Les graines de l'espèce *Crotalaria juncea* proviennent de la collection de graines de légumineuses tropicales du Laboratoire des Symbioses Tropicales et Méditerranéennes et nous ont été fournies par Ph. Jourand.

Toutes les graines ont été scarifiées pendant 30 minutes avec de l'acide sulfurique concentré à 95%. Puis, au bout de 5 à 6 rinçages, sous une hotte à flux laminaire, avec de l'eau déminéralisée stérile, elles sont laissées à imbiber dans de l'eau pendant deux heures. La germination des graines s'est faite dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau gélosée (8g/L d'Agar) placées dans une étuve (30°C à l'obscurité), pendant 48 heures.

Le repiquage des graines a été effectué dans des alvéoles de sevrage remplies de sol brun rouille à halloysite préalablement désinfecté à la vapeur. Un mois après, les jeunes plants de *Crotalaria* ont alors été rempotés en pots de 2 litres.

c) Les broyats végétaux

Les broyats végétaux ont été réalisés à partir des parties aériennes de Crotalaires provenant de peuplements naturels ou de cultures en champ au CIRAD (Capesterre Belle-Eau, Petit-Bourg). Ces plants ont été récoltés fleuris, par coupe au collet. Puis, ils ont été broyés pendant 10 minutes dans un grand broyeur à couteaux avant d'être incorporés au sol à raison de 4% de matière sèche végétale par poids sec de sol (cf. Annexe 3).

2.3- Les sols

Le sol utilisé pour les expériences BA-STA-01-05 et CROTA-STA-02-05 est un sol brun rouille à halloysite provenant d'une parcelle cultivée en bananiers (cv Cavendish, Grande-Naine) depuis plusieurs années, fortement infestée par des nématodes phytoparasites du bananier, et n'ayant pas reçu de nématicides depuis plus de 3 cycles de culture.

Pour l'expérience CROTA-STA-01-05, le substrat employé est également un sol brun rouille à halloysite mais dénué de nématodes phytoparasites du bananier, et de plus, préalablement désinfecté à la chaleur humide 2 fois pendant1 heure à 100°C.

2.4- Les inoculums

2.4.1- Les bactéries nodulantes

Des nodules ont d'abord été prélevés sur les racines des différentes espèces de Crotalaires identifiées sur les 6 sites. Puis ils ont été déshydratés et conservés dans des tubes contenant du Silicagel.

Six souches de bactéries nodulantes ont été isolées en fonction des sites de récolte des Crotalaires (cf. Annexe 2).

<u>Isolement et purification des souches de bactéries isolées à partir des nodules :</u>

Toutes les manipulations décrites dans ce paragraphe ont été réalisées en conditions stériles sous une hotte à flux laminaire au LBPV de l'UAG. Les nodules sont réhydratés dans de l'eau déminéralisée stérile pendant 30 minutes. Une fois cette opération effectuée, ils sont ensuite

désinfectés avec, dans un premier temps un passage dans de l'eau de javel (6% de chlore actif) pendant 3 minutes. Puis, dans un deuxième temps, la désinfection se poursuit avec un passage de 5 minutes dans de l'éthanol à 95%. Après chaque traitement, les nodules sont rincés 5 fois avec de l'eau déminéralisée stérile. Les nodules sont ensuite broyés dans une goutte d'eau déminéralisée stérile placée dans une boîte de Pétri. Une suspension du broyat obtenu est alors prélevée à l'aide d'une oëse préalablement flambée, puis étalée en stries sur un milieu de culture solide YEM (Yeast Extract Mannitol) en boîte de Pétri. La composition du milieu de culture YEM est indiquée en Annexe 5 (Tableau 1). Les boîtes de Pétri sont ensuite incubées dans une étuve à 30°C. Les colonies sont visibles au bout de 48 h pour les souches de *Rhizobium* (croissance rapide) et de 96 h pour les souches de *Bradyrhizobium* (croissance lente). La purification des souches est réalisée par repiquages successifs sur le milieu de culture et après observation au microscope optique.

Préparation de l'inoculum bactérien :

Les six souches ont été cultivées séparément dans des fioles contenant 30 ml de milieu liquide YEM sur une table d'agitation (87 rpm), à la température du laboratoire (23°C-27°C) pendant 10 jours. Les six souches sont ensuite mélangées afin d'obtenir un inoculum mixte, utilisé dans les expériences CROTA-STA-01-05 et CROTA-STA-02-05.

Tests de nodulation des Crotalaires en tube :

Des graines de *Crotalaria* spp. ont été scarifiées puis mises à germer en boîtes de Pétri sur eau gélosée à 8g/L d'Agar, pendant 48 heures, dans une étuve (30^0C à l'obscurité) (cf. § 2.2.2-*b)*.

Des tubes à essais de 20 mm (diamètre) et 200 mm (hauteur) ont été remplis avec 25 ml de milieu gélosé de Jensen (cf. Annexe 5, Tableau 2), recouverts d'un capuchon de papier aluminium et stérilisés à l'autoclave (120°C, 20 minutes). Après autoclavage, les tubes sont inclinés jusqu'à solidification du milieu, à la température ambiante afin d'obtenir une pente gélosée. Deux perforations sont réalisées, sous la hotte, au niveau des capuchons en aluminium : l'une pour y introduire la racine principale et l'autre pour l'arrosage. Puis, les tubes sont remplis d'eau déminéralisée stérile. Les graines sont ensuite repiquées en introduisant la racine principale de 1cm de longueur à l'intérieur du tube et en maintenant les cotylédons à l'extérieur. Afin de permettre la levée des graines et d'éviter le dessèchement des cotylédons, les tubes sont placés dans une atmosphère saturée en humidité pendant 2 à 3

jours. Les jeunes plants sont déposés sur une étagère de culture dans des conditions contrôlées : intensité lumineuse 288 watts/m^2, photopériode de 12 h, température jour 26°C-30°C et température nuit 23°C-25°C. L'arrosage des plants est réalisé une fois tous les quinze jours avec de l'eau déminéralisée stérile. Les différentes espèces de Crotalaires sont ensuite inoculées avec 1 ml de chacune des six souches (5 répétitions par traitement). Un traitement témoin non inoculé est réalisé pour chaque espèce de Crotalaires. L'expérience a été arrêtée six semaines après inoculation. L'aspect des plants (couleur des feuilles) et la nodulation ont été notés.

2.4.2- Les cultures pures de nématodes *Radopholus similis*

La population de *R. similis* utilisée est issue de racines de bananiers (AAA, sous groupe Cavendish, cv *Grande Naine*) ayant poussé sur un andosol fortement contaminé (Neufchâteau, Capesterre Belle Eau, Guadeloupe). Des cultures monoxéniques de cette population ont été réalisées sur rondelles de carottes. Ces dernières sont maintenues en flacons sur eau gélosée selon la méthode décrite par O'Bannon et Taylor (1968) et Boncato et Davide (1980). Cinq à sept semaines après leur mise en culture, les nématodes quittent les rondelles de carottes, et migrent sur les parois des flacons, où ils sont aisément récupérés à l'aide d'un peu d'eau stérile. La suspension de nématodes ainsi obtenue est alors calibrée grâce à des dilutions réalisées après dénombrement au microscope optique des individus présents sur une lame de comptage de 1mL de volume. Lors des inoculations, 400 nématodes *R. similis* ont été apportés par pot, à l'aplomb des bananiers, à la surface du sol.

2.4.3. Les dénombrements de nématodes dans les racines des végétaux ou dans le sol

Les dénombrements de nématodes dans les racines ont été réalisés après extraction selon la méthode Coolen et d'Herde (1972). Les nématodes présents dans le sol ont été dénombrés par élutriation selon la méthode de Seinhorst (1962).

2.4.4. Importance des nécroses racinaires

L'importance des nécroses racinaires (INR) causées par les nématodes a été évaluée grâce à une échelle de notation visuelle allant de 0 à 5 (cf. Annexe 4).

2.5- Dispositifs expérimentaux et modalités

2.5.1- Méthodes statistiques utilisées

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Stat-Box. Des analyses de variance ont été réalisées sur les données paramétriques. Elles ont été suivies des tests de comparaisons de moyennes de Newman-Keuls. Sur les données non paramétriques, les hypothèses d'homogénéité de la variance n'étant plus respectées, nous avons utilisé les tests de Kruskal-Wallis et de Mann-Whitney.

2.5.2- Expérience N 1: CROTA-STA-01-05 (Qualité d'hôtes des Crotalaires vis-à-vis du nématode *Radopholus similis*)

Principe de l'expérimentation :

Pendant 3 mois, quatre espèces de Crotalaires (*C. pallida, C. retusa, C. spectabilis, C. juncea)* ont été cultivées, dans des pots de 2 litres, sur un substrat (sol brun rouille à halloysite) préalablement désinfecté à la chaleur. Dix jours après leur semis, elles ont été inoculées à l'aide de 5 mL d'inoculum mixte de souches de rhizobia purifiées en laboratoire. La suspension bactérienne a été apportée au pied de chaque plante. Une plante de référence sensible à *Radopholus similis*, en l'occurrence le bananier cv Cavendish Grande-Naine (L902), a également été cultivée. Toutes ces plantes ont été inoculées à l'aide de 400 *Radopholus similis* /plant, cet inoculum étant issu d'élevage monoxénique sur fragment de carotte. Deux mois après, des dénombrements de nématodes dans les racines des différentes plantes ont été réalisés comme indiqué au paragraphe 2.4.3, ainsi qu'une notation des dégâts racinaires.

Dispositif expérimental :

Cinq traitements ont été comparés au cours de cet essai :

- T1 : *Crotalaria retusa,*
- T2 : *Crotalaria spectabilis,*
- T3 : *Crotalaria pallida,*
- T4 : *Crotalaria juncea,*
- T5 : Bananier.

Chaque traitement fait l'objet de 10 répétitions. Au cours des trois mois d'expérimentation, une randomisation totale est effectuée tous les 15 jours afin d'uniformiser les conditions de croissance de chaque plante.

Mesures effectuées :

En fin d'expérimentation, une notation des dégâts racinaires et un dénombrement des nématodes présents dans les racines ont été réalisés comme indiqués aux paragraphes 2.4.3 et 2.4.4.

2.5.3- Expérience N 2: CROTA-STA-02-05 (Effets d'une culture de Crotalaires sur le potentiel infectieux d'un sol naturellement infesté par des nématodes du bananier)

Principe de l'expérimentation :

Conçue pour évaluer la capacité d'une culture de Crotalaires à assainir un sol vis-à-vis des nématodes du bananier, cette expérience s'est déroulée en deux temps. Dans un premier temps, nous avons cultivé pendant 2 mois des Crotalaires appartenant aux *C. retusa, C. pallida, C. spectabilis* et des bananiers en pots de 2 litres, dans un sol brun rouille à halloysite naturellement infesté par des nématodes phytoparasites du bananier. Ces plants ont alors été dépotés, leur système racinaire analysé, et dans un deuxième temps, nous avons révélé le potentiel infectieux résiduel de ce sol, à l'aide de culture de vitroplants de bananier réalisée sur ce même sol pendant 40 jours.

Dispositif expérimental :

Dans la première partie de l'expérimentation, les traitements étaient les suivants :

- T1 : *C. retusa,*
- T2 : *C. spectabilis,*
- T3 : *C. pallida,*
- T4 : Vitroplants de Bananier, cv. Grande-Naine.

Ces 4 traitements ont font l'objet, chacun, de 10 répétitions. Une randomisation totale des pots a été effectuée avec modification tous les 15 jours. Au bout des 2 mois de culture chacune des plantes des traitements T1 à T4 est délicatement dépotée et une analyse nématologique de leur système racinaire a été réalisée.

Dans la deuxième partie de cette expérimentation, le jour même du dépotage des cultures de crotalaires et de bananiers, nous avons planté dans les substrats des différents traitements un vitroplant de bananier à T = 0. Ce dernier a été laissé en place pendant 40 jours afin de piéger les nématodes résiduels du sol, et ainsi révéler le potentiel infectieux en nématodes phytoparasites.

Mesures effectuées :

Au cours de la seconde partie de cet essai, à partir de T = 0, des mesures de croissance des bananiers sont effectuées chaque semaine. Pour ce faire, la longueur et la largeur de chaque nouvelle feuille émise ont été mesurées quotidiennement. A la fin de cette seconde partie expérimentale, des extractions nématologiques et des notations de dégâts racinaires ont également été réalisées sur les systèmes racinaires des vitroplants de bananiers.

2.5.4- Expérience N 3: BA-STA-01-05 (Effets d'amendements à base de Crotalaires)

Principe de l'expérimentation :

On compare en pots de 2 litres sous serre, en sol naturellement infesté par des nématodes du bananier, l'effet de l'incorporation de broyats de plants entiers de Crotalaires ou de feuilles de bananiers sur :

i) le bananier,

ii) les populations de nématodes phytoparasites du bananier et les populations de nématodes saprophages du sol.

Ces deux types d'amendement ont des rapports C/N décrits dans la littérature comme variant autour de 15-20 et doivent donc a priori avoir des vitesses de décomposition comparables (Wang *et al.*, 2005). Le jour même où le sol a été prélevé, il a été tamisé à 5 mm, et les broyats y ont été délicatement incorporés. Les sols ainsi amendés ont été maintenus à la capacité au champ pendant une semaine. Puis, des vitroplants de bananiers, sevrés et endurcis pendant 7 semaines y ont été plantés au temps T = 0.

Dispositif expérimental :

Cinq traitements ont été comparés :

- T1 : Témoin non amendé,
- T2 : Amendement à l'aide d'un broyat de *Crotalaria retusa,*
- T3 : Amendement à l'aide d'un broyat de *Crotalaria spectabilis,*
- T4 : Amendement à l'aide d'un broyat de *Crotalaria pallida,*
- T5 : Amendement à l'aide d'un broyat de feuilles de bananiers.

Dix répétitions (pots) ont été réalisées par traitement. Une randomisation totale des pots a été effectuée et modifiée tous les 15 jours. Pendant toute la durée de l'expérimentation, les sols ont été maintenus à la capacité au champ.

Mesures effectuées :

Chaque semaine, à partir du temps T = 0, la croissance des bananiers a été appréciée par mesure de la surface foliaire totale des plants. En fin d'expérimentation, des mesures de biomasses aérienne fraîche et sèche ou racinaire (fraîche) ont également été réalisées.

A la fin de l'essai, un diagnostic foliaire des parties aériennes a été effectué par le laboratoire Régional du LAPRA (Guadeloupe) et a porté sur l'analyse des éléments suivants : N, Al, B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na, P et S. Préciser méthodologie

Le laboratoire d'analyse CIRAD-AMIS de Montpellier a analysé les broyats végétaux en dosant les éléments minéraux N, C, P, K, Ca et Mg.

Au début et à la fin de cette expérience, des analyses minérales ont été faites sur le sol par les laboratoires d'analyse du CIRAD (Montpellier) et de l'INRA (Guadeloupe). Ces analyses ont porté sur des mesures de : pH-Calcimétrie (pHeau et pH KCl), matière organique (C et N totaux, MO), phosphore, complexe d'échange-Acidité (Ca, Mg, K, Na, CEC).

L'importance des nécroses racinaires (INR) causées par les nématodes a été évaluée en fin d'expérimentation (cf. § 2.4.5). La densité intra racinaire (nombre de nématodes/g de racines) ainsi que le nombre total de nématodes dans les racines ont été calculés après extraction racinaire de ces nématodes. Les nématodes présents dans le sol ont également été dénombrés comme indiqué au § 2.4.4.

3- RESULTATS/DISCUSSION

3.1- Bref inventaire des Crotalaires présentes sur quelques sites en Guadeloupe/ Aptitude à la nodulation des souches bactériennes

A la suite de l'inventaire réalisé sur les 6 sites prospectés en Guadeloupe, trois espèces de Crotalaires ont été recensées. Leur identification spécifique a pu se faire grâce à la clé de détermination de la Flore des Antilles (Fournet, 2000). Ce diagnostic a été confirmé par Jacques Portécop, botaniste et professeur à l'UAG. Il s'agit des espèces *Crotalaria retusa*, *Crotalaria spectabilis* et *Crotalaria pallida.*

Les résultats des tests de nodulation *in-vitro* réalisés sur ces 3 espèces de Crotalaires et sur l'espèce *Crotalaria grantiana* à partir des six souches bactériennes isolées des nodules sont donnés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Nodulation des 4 espèces de Crotalaires

Souches	Plantes d'isolement	*C .retusa*	*C. spectabilis*	*C. pallida*	*C. grantiana*
UAG CA	*C. spectabilis*	-	-	-	+
UAG CB	*C. retusa*	+	-	+	+
UAG CC	*C. retusa*	+	-	+	-
UAG CD	*C .retusa*	-	-	-	+
UAG CE	*C. spectabilis*	+	-	+	+
UAG CF	*C. pallida*	+	-	-	+

+ : présence de nodules au niveau des racines
- : absence de nodules au niveau des racines.

Le tableau 1 montre une hétérogénéité de la nodulation selon les espèces de Crotalaires et selon les souches de bactéries nodulantes utilisées.

Aucun nodule n'a été observé au niveau des racines des plantes ayant servi de témoins (pas d'apport d'inoculum). Les tubes inoculés ont parfois été contaminés par des champignons ce qui pourrait expliquer l'absence de nodulation de *C. spectabilis.* Les 6 souches bactériennes ont effectivement induit des nodules au niveau des racines. Cependant, il apparaît que les souches UAG CD et UAG CA ont une spécificité d'hôtes plus étroite que les souches UAG CE et UAG CB. C'est pourquoi nous avons utilisé un inoculum mixte pour optimiser la nodulation des Crotalaires dans les expériences en serre. Les souches ont été envoyées au Laboratoire des Symbioses Tropicales et Méditerranéennes (Montpellier) pour une identification phylogénétique par séquençage de la sous-unité 16S de l'ADN ribosomique.

3.2- Expérience N°1 : Analyse de la qualité d'hôtes de différentes Crotalaires vis-à-vis du nématode phytoparasite : *Radopholus similis*

La qualité d'hôtes de quatre espèces de Crotalaires (*Crotalaria pallida, Crotalaria spectabilis, Crotalaria retusa* et *Crotalaria juncea*) a été testée vis-à-vis de *Radopholus similis.*

3.2.1- Estimation du taux de reproduction de *Radopholus similis* dans les racines de Crotalaires et de bananier

Le tableau 2 traduit les taux de reproduction de *Radopholus similis* en fonction des plantes cultivées.

Tableau 2: Taux de reproduction de *Radopholus similis* dans les racines de bananiers et de Crotalaires

	C. Spectabilis	C. Juncea	C. Retusa	C. Pallida	Bananier
Taux moyen	0.03	0.05	0.07	0.08	71.76
Taux maximal par traitement	0.08	0.13	0.21	0.125	119.375

Ces résultats mettent clairement en évidence une différence entre les taux de reproduction de *Radopholus similis* dans les racines de Crotalaires et de bananier.
Les cultures de *C. spectabilis, C. retusa, C. pallida* et *C. juncea* ont inhibé la reproduction de *Radopholus similis* dans leurs racines : le taux de multiplication étant voisin de 0. A l'opposé, la culture de bananier a favorisé le développement de *Radopholus similis* dans ses racines, avec un taux de reproduction soixante dix fois supérieur à celui des traitements à base de Crotalaires.

Le tableau 3 permet de comparer la structure des populations de *Radopholus similis* au début et à la fin de l'essai.

Tableau 3 : Comparaison de la structuration des populations initiale et finale de *Radopholus similis*

	Population initiale	Population finale				
		C. Pallida	C. Spectabilis	C. Juncea	C. Retusa	Bananier
	Moyennes	Moyennes	Moyennes	Moyennes	Moyennes	Moyennes
Femelles	316	0	2	0	3	8868
Males	36	0	0	2	0	2105
Juvéniles	48	32	10	17	25	17730

Au début de l'essai, 400 nématodes ont été inoculés aux pieds de chaque plante avec une prédominance de femelles dans la structure de la population de *Radopholus similis.*

A la fin de l'essai, avec les cultures à base de Crotalaires, le nombre de femelles et de males est voisin de 0. Par contre, on retrouve quelques juvéniles. : le cycle biologique n'a pas été bouclé, aucun nématode n'a atteint le stade adulte femelle infestante.

Quelque soit le stade ou le sexe des populations de *Radopholus similis*, leur nombre est 20 à 300 fois plus élevé à la fin de l'essai dans les racines de bananier.

3.2.2- Importance des nécroses racinaires mesurées sur les racines de Crotalaires et de bananier

La figure 1 montre l'importance des nécroses racinaires entre les différents traitements.

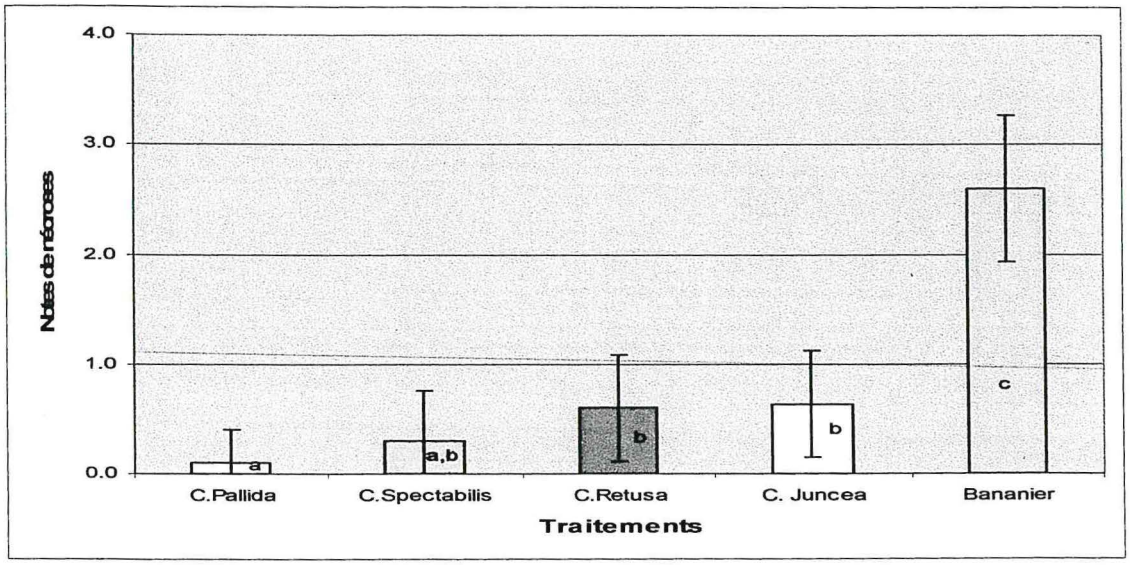

Figure 1 : Indice de Nécrose Racinaire (INR).
Les barres indiquent les erreurs standards. Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 % selon le test de comparaison de moyennes de Man-Withney dont les résultats sont donnés en Annexe 6.

La figure 1 illustre l'existence d'une différence significative entre les cultures de Crotalaires et celles de bananier.

Les quelques nécroses observées sur les racines de Crotalaires peuvent être attribuées à un phénomène de sénescence et/ou à un jugement trop sévère de l'observateur.

3.2.3- Discussion générale sur l'expérimentation n°1 (CROTA-STA-01-05)

Ainsi, au vu de ces résultats, nous avons montré que les quatre espèces de Crotalaires étudiées (*C. pallida, C. spectabilis, C. juncea, C. retusa)* ne sont pas des plantes que l'on peut qualifier de sensibles vis-à-vis du nématode phytoparasite *Radopholus similis* contrairement au bananier. En effet, ce nématode ne peut se reproduire dans les racines de Crotalaires.
Les Crotalaires subissent néanmoins une attaque très faible de *Radopholus similis* mais les quelques juvéniles sont bloqués dans leur évolution.

Ces Crotalaires peuvent alors être qualifiées de plantes résistantes vis-à-vis de *Radopholus similis.*

3.3- Expérience N°2 : Etude de l'effet d'une culture de Crotalaires sur le potentiel infectieux d'un sol naturellement infesté en nématodes phytoparasites du bananier

L'effet de cultures de trois espèces de Crotalaires (*Crotalaria spectabilis, Crotalaria retusa* et *Crotalaria pallida)* a été évalué en deux temps, sur le potentiel infectieux d'un sol infesté en nématodes phytoparasites.

3.3.1- Première partie de l'expérimentation : Analyse des nématodes phytoparasites dans les racines des « précédents culturaux » à base de Crotalaires ou de bananiers

La figure 2 représente l'importance de 4 espèces de nématodes trouvées dans les racines de bananiers et de Crotalaires.

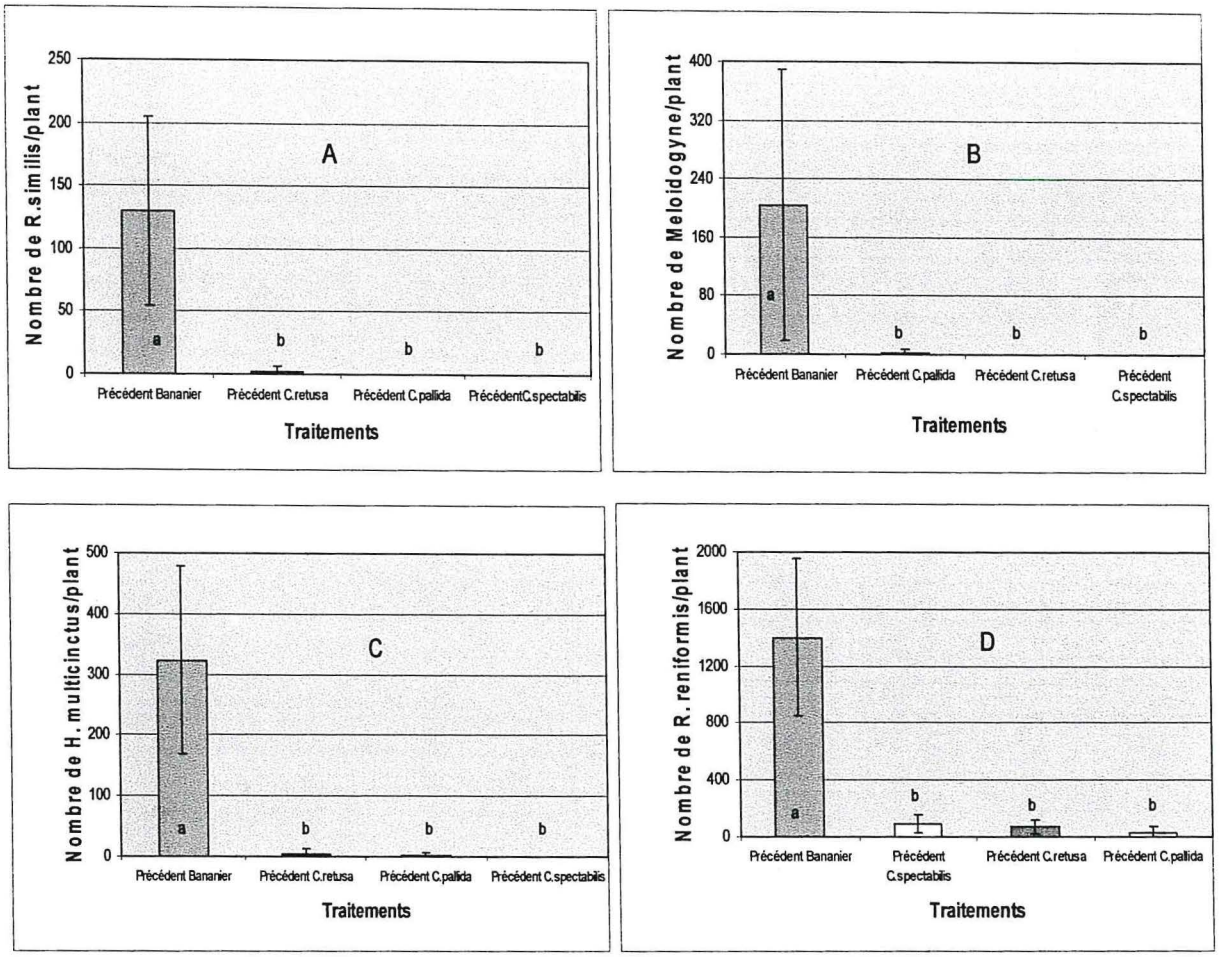

Figure 2 : Population totale des nématodes phytoparasites dans les racines des Crotalaires et des bananiers
Les barres indiquent les erreurs standards. Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 % selon le test de comparaison de moyennes de Man-Withney dont les résultats sont donnés en Annexe 7.

Les « précédents culturaux » à base de Crotalaires induisent un effet significativement dépressif sur le nombre des quatre nématodes étudiés : *Rotylenchulus reniformis, Radopholus similis, Meloidogyne* spp. et *Helicotylenchus multicinctus.*

3.3.2- Deuxième partie : Utilisation de bananiers en tant que plantes pièges

a) Population de nématodes dans les racines des bananiers ayant servi de plantes pièges après les « précédents culturaux » Crotalaires et bananiers

La figure 3 illustre le nombre et l'espèce de nématodes ayant été piégés par les racines des vitroplants de bananier ; ce qui permet de mettre en évidence les nématodes résiduels du sol après une culture de Crotalaires.

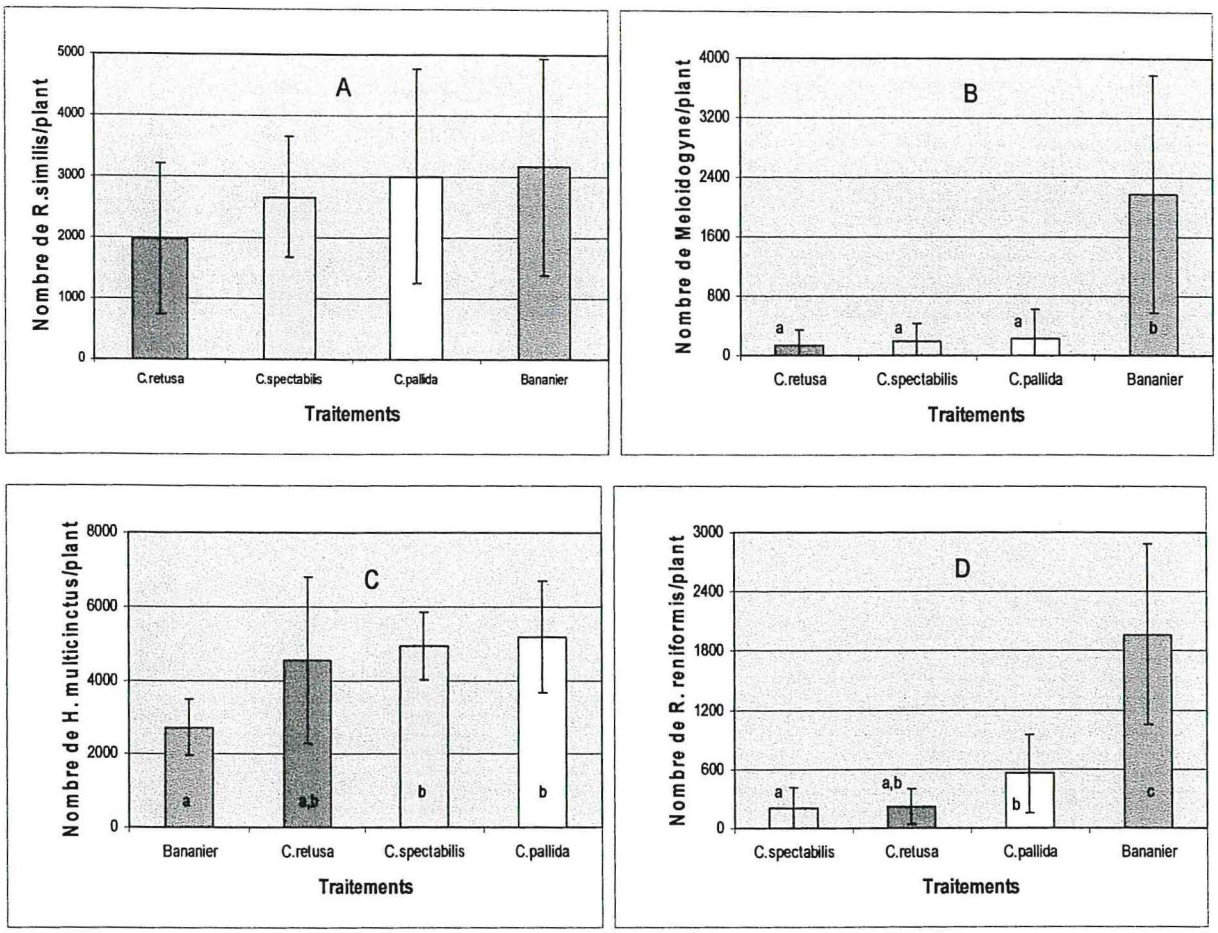

Figure 3 : Dénombrement de la population totale de nématodes phytoparasites dans les racines de bananier
Les barres indiquent les erreurs standards. Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 % selon le test de comparaison de moyennes de Man-Withney dont les résultats sont donnés en Annexe 9.

La figure 3 montre que les « précédents culturaux » à base de Crotalaires ont un effet statistiquement dépressif sur les populations racinaires de *Rotylenchulus reniformis* et de *Meloidogyne* spp. (cf. figures 3D et 3B) chez le bananier. Elle semble, par contre, n'avoir aucun effet sur les populations intra racinaires de *Radopholus similis* (cf. figure 3A). A l'inverse, les « précédents culturaux » *C. spectabilis* et *C. pallida* semblent, significativement, favoriser les populations de *Helicotylenchus multicinctus* (cf. figure 3C) dans les racines du bananier par rapport aux « précédents culturaux » bananier (Témoin) et *C. retusa.*

b) Importance des nécroses racinaires sur les bananiers ayant servi de plantes pièges après les « précédents culturaux » Crotalaires et bananiers

La figure 4 illustre l'importance des nécroses racinaires sur les bananiers en fonction des différents traitements.

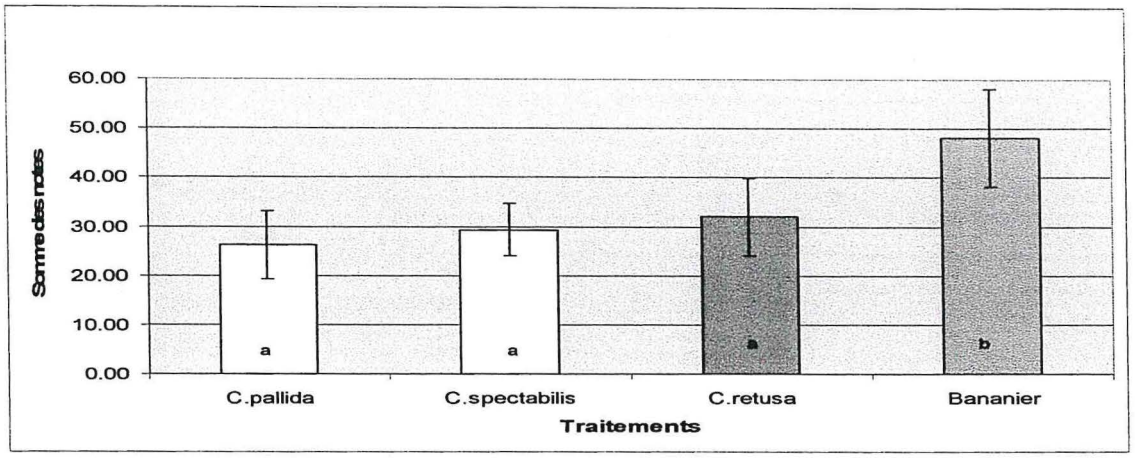

Figure 4 : Indice de Nécroses Racinaires (INR)
Les barres indiquent les erreurs standards. Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 % selon le test de comparaison de moyennes de Newman-Keuls dont les résultats sont donnés en Annexe 8.

Cette figure montre le fait que, quelque soit le type de « précédent cultural », tous les bananiers ont été attaqués par les nématodes phytoparasites. Cependant, il existe une diminution significative (F=14.09 et P=0.00) des nécroses au niveau des « précédents culturaux » à base de Crotalaires.

Malgré une faible quantité de nématodes trouvés dans les racines de Crotalaires (1ere partie de l'expérimentation), on retrouve des nématodes dans le sol en nombre suffisamment important pour induire des nécroses racinaires au niveau des vitroplants de bananier.

Ainsi, bien que dans un premier temps nous ayons observé une diminution de la population en nématodes du sol avec des « précédents culturaux » à base de Crotalaires, cela ne veut pas dire que cet effet ait été suppressif vis-à-vis des nématodes.

3.3.3- Discussion générale sur l'expérimentation n°2 (CROTA-STA-02-05)

Nous avons montré que la culture de ces espèces de Crotalaires, sur un sol naturellement infesté par des nématodes phytoparasites du bananier, permet dans un premier temps de diminuer la population de nématodes du sol. Cependant, cet effet dépressif vis-à-vis de ces nématodes n'est pas irréversible. Ainsi, lors de l'introduction de vitroplants de bananiers, matière végétale fraîche permettant la reproduction des nématodes (plante sensible), ces derniers, même en nombre restreint, sont capables de se reproduire jusqu'à un taux suffisamment important pour représenter un potentiel danger vis-à-vis des cultures suivantes.

3.4- Expérience N°3 : Etude des effets d'amendements à base de Crotalaires sur le bananier, ses populations de nématodes phytoparasites et les nématodes libres du sol

3.4.1. Composition minérale des amendements à base de Crotalaires ou de feuilles de bananiers

Le tableau 4 récapitule les teneurs en éléments minéraux des broyats végétaux ayant servi à amender les différents traitements.

Tableau 4 : Teneur en éléments minéraux composant les broyats incorporés dans le sol

Eléments minéraux	N (%)	C (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C/N
Broyat de C.pallida	2.52	47.37	0.119	1.065	0.607	0.166	19
Broyat de C.spectabilis	2.86	42.81	0.207	2.095	1.254	1.301	15
Broyat de C.retusa	2.71	46.17	0.132	1.491	1.330	0.277	17
Broyat de feuilles de bananier	2.32	45.42	0.170	3.877	0.454	0.236	20

Les analyses effectuées sur les broyats utilisés confirment que ces derniers ont des rapports de C/N voisins : ils sont compris entre 15 et 20. La vitesse de décomposition des différents broyats est donc similaire. Cependant, il serait intéressant d'effectuer des analyses sur la teneur en lignine afin de confirmer ces résultats.

3.4.2. Effets des amendements sur la croissance des bananiers

a) Effets des amendements sur la surface foliaire des bananiers

La figure 5 illustre l'évolution de la surface foliaire totale (SFT) des bananiers des 5 traitements étudiés pendant les 9 semaines de l'expérimentation. Elle montre que 3 semaines après le début de l'expérimentation, les bananiers du traitement « Témoin non amendé » ont une SFT significativement supérieure (F= 13.99; P= 0.00) à celles de tous les autres traitements (Tests de comparaison de moyennes de Newman-Keuls donnés en Annexe 10). Au sein de ceux-ci, deux groupes se chevauchent encore : les traitements « Amendements avec *C. spectabilis* », « *C. pallida* » et « Feuilles de bananiers » d'une part et d'autre part les traitements « Amendements avec *C. pallida* et *C. retusa* ».

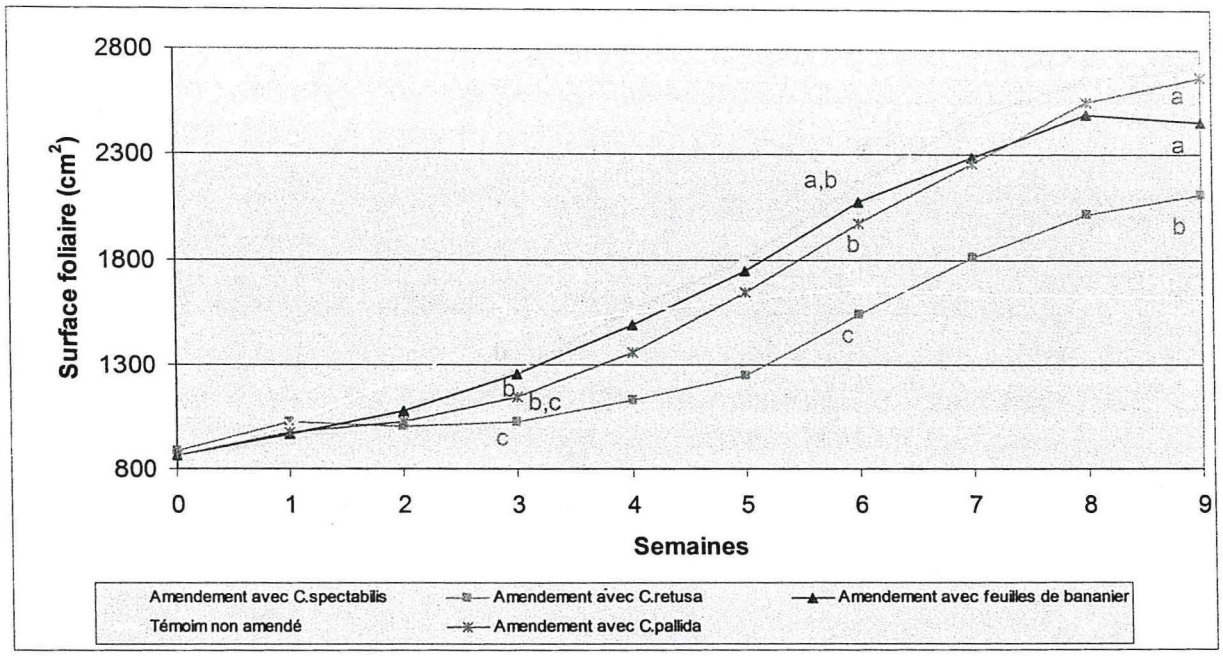

Figure 5 : Evolution de la surface foliaire émise par les bananiers après amendements ou non avec des broyats de Crotalaires ou de feuilles de bananiers. *A une date donnée, les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5%, selon le test de comparaison de moyennes de Newman-Keuls dont les résultats sont donnés en Annexe 10.*

Après 6 semaines, on note une forte évolution de la situation. Les traitements « Amendement avec *C. retusa* » et « Témoin non amendé » ne diffèrent désormais plus entre eux, mais ont par contre des SFT significativement inférieures (F= 34.50; P= 0.00) à celles des 3 autres traitements. Parmi ces derniers, ce sont les traitements « Amendements avec *C. spectabilis* » et « Amendements avec des feuilles de bananiers » qui génèrent les SFT les plus importantes. A 9 semaines, c'est à dire en fin d'expérimentation la situation a encore continué d'évoluer : tous les bananiers des traitements ayant reçu un amendement organique (à base de Crotalaires ou de feuilles de bananier) ont une surface foliaire totale significativement supérieure (F= 66.89, F= 0.00) à celle du «Témoin non amendé ». Mais ces amendements ne sont pas équivalents entre eux : les amendements à base de *C. spectabilis* et *C. pallida* ont généré des SFT significativement supérieures des amendements réalisés à l'aide de feuilles de bananiers, ces derniers ayant même induit des SFT significativement supérieures à celles des amendements à base de *C. retusa*.

b) Effets des amendements sur les biomasses fraîches et sèches des bananiers

La figure 6 permet de comparer les biomasses aériennes et racinaires des bananiers ayant reçu un amendement ou non.

La figure 6a indique qu'en fin d'expérimentation tous les traitements ayant reçu un amendement organique ont des poids frais de parties aériennes (PFA) significativement supérieurs à ceux du «Témoin non amendé ». Les traitements «Amendements avec *C. spectabilis* », «Amendements avec des feuilles de bananiers et « Amendements avec *C. pallida* » sont équivalents entre eux, mais sont significativement supérieurs au traitement des «Amendements avec *C. retusa*» (Tests de comparaison des moyennes de Newman-Keuls donnés en Annexe 11). Des mesures de poids secs effectuées sur ces mêmes parties aériennes de plants confirment globalement ce résultat aux différences près que le traitement « Amendement avec *C. spectabilis* » est significativement le meilleur, tandis que les traitements « Amendement avec *C. retusa* » et « Témoin non amendé » ne se différencient plus, tout en restant toujours ceux qui induisent les biomasses sèches de parties aériennes significativement les plus faibles (Figure 6b).

L'incidence de ces différents traitements est moins marquée sur les biomasses fraîches de racines. Cependant là encore, des différences significatives existent entre les traitements, puisque les traitements «Amendements avec des feuilles de bananiers » et « Amendements avec *C. pallida* » induisent chez les bananiers un accroissement significatif de la biomasse racinaire (Figure 6c).

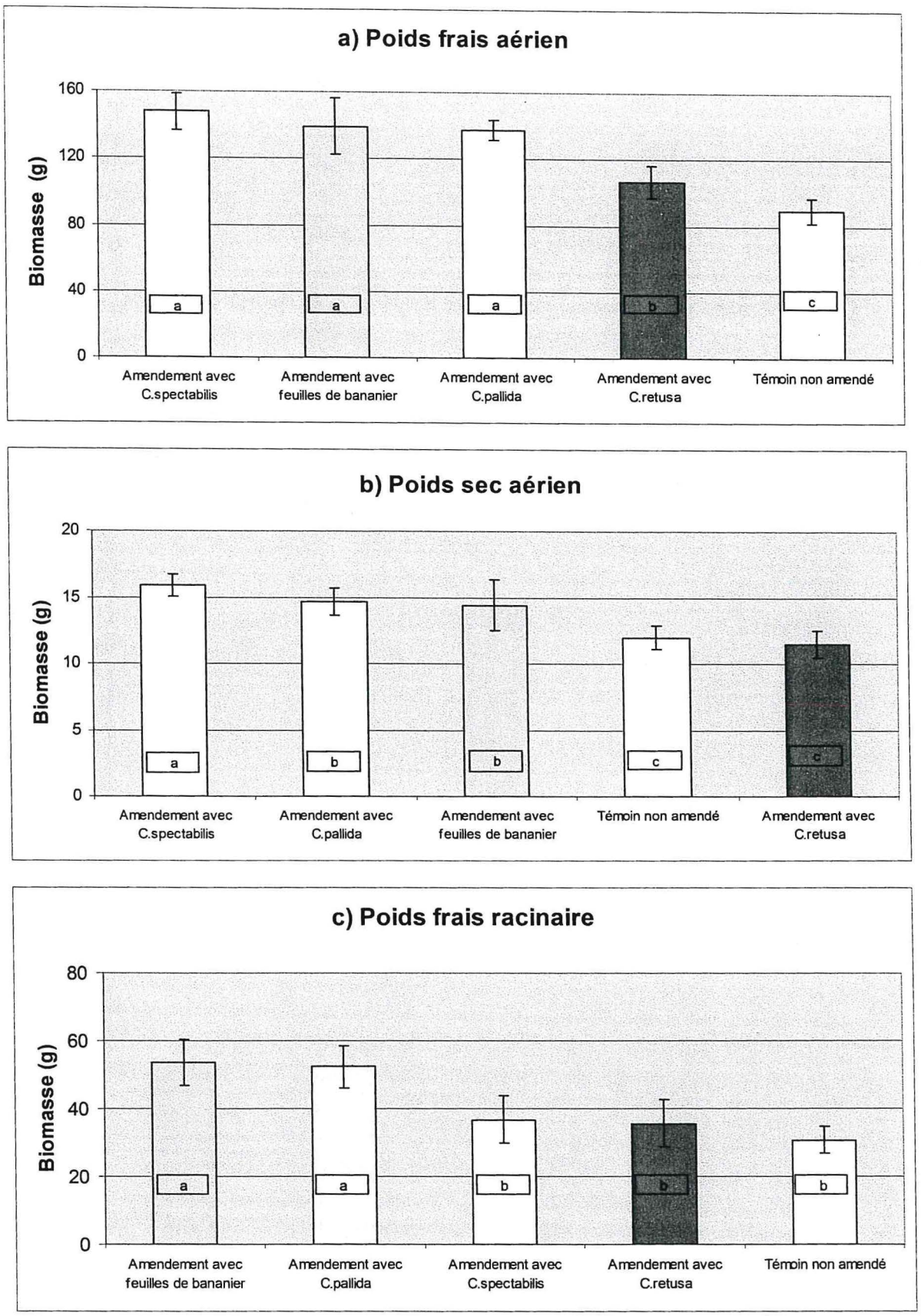

Figure 6 : Biomasses, fraîches et sèche, des parties aériennes et racinaires des bananiers des cinq traitements
Les barres indiquent les erreurs standards. Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 % selon le test de comparaison de moyennes de Newman-Keuls dont les résultats sont donnés en Annexe 11.

3.4.3. Effets des amendements sur l'importance des nécroses racinaires des bananiers

La figure7 permet d'évaluer l'importance des nécroses racinaires en fonction des différents traitements.

L'importance des nécroses a été appréciée en fin d'expérimentation par la somme des notes de nécroses attribuée à chaque faisceau racinaire rattaché au rhizome des bananiers. La figure n°7 montre comment varient ces nécroses en fonction des différents traitements étudiés. Elle illustre qu'il existe une diminution significative (F= 10.01, P= 0.00) des nécroses dans les traitements ayant reçu un amendement organique (à base de Crotalaires ou de feuilles de bananiers).

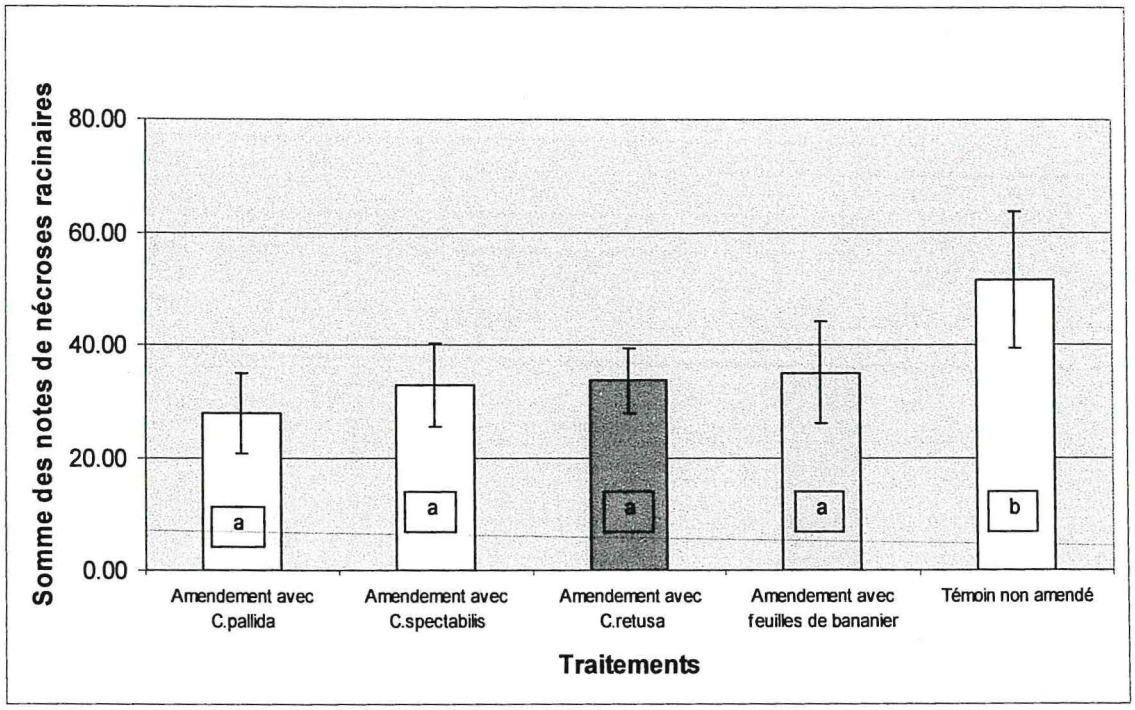

Figure 7 : Importance des nécroses racinaires des bananiers selon qu'ils aient été amendés ou non avec des broyats de Crotalaires ou de feuilles de bananiers

Les barres représentent les erreurs standards. Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5%, selon le test de comparaison de moyennes de Newman-Keuls dont les résultats sont donnés en Annexe 12.

3.4.4. Effets des amendements sur l'importance des populations de nématodes phytoparasites dans les racines des bananiers

La figure 8 illustre l'effet des différents traitements de cet essai sur les populations de *Radopholus similis* et de *Helicotylenchus multicinctus.*

Ce sont principalement des nématodes appartenant aux espèces *Radopholus similis* et *Helicotylenchus multicinctus* qui se sont développés dans les racines des bananiers. La figure

8A/ montre que les amendements réalisés à partir des 3 espèces de Crotalaires diminuent de manière significative (F= 11.03 et P= 0.00) les populations de *Radopholus similis* dans les racines des bananiers comparativement au témoin non amendé. Les amendements à base de feuilles de bananier n'ont par contre pas un effet similaire, puisqu'ils génèrent des populations de *R. similis* statistiquement aussi élevées que celles du témoin non amendé. Ces résultats illustrent donc un effet dépressif spécifique aux Crotalaires, avec une incidence significativement plus marquée, pour les amendements à base de *C. retusa*, et ensuite ceux réalisés avec *C. pallida* ou *C. spectabilis*. Il faut cependant bien noter que cet effet n'est que dépressif vis-à-vis de *Radopholus similis*, et pas suppressif dans les conditions de cet essai.

En ce qui concerne les populations d'*Helicotylenchus multicinctus*, la figure 8C/ n'indique aucun effet dépressif des amendements à base de Crotalaires, ni de ceux à base de feuilles de bananiers. Bien au contraire, les amendements à base de *C. spectabilis* ont dans les conditions de notre essai induit un accroissement significatif des populations racinaires de ce nématode par rapport au témoin non amendé et à tous les autres amendements.

Nous avons également exprimé les populations de nématodes des racines des bananiers, sous forme de densité intra-racinaire c'est-à-dire de nombre de nématodes par gramme de racines fraîches, sachant que les poids frais racinaires étaient variables selon les traitements (cf. & 3.4.2.b). La figure suivante 8B/ indique que tous les traitements ayant reçu un amendement organique (à base de Crotalaires ou de feuilles de bananiers) ont des densités intra-racinaires de *R. similis* significativement plus faibles que le traitement témoin non amendé. Or, comme nous l'avons vu précédemment, le traitement « Amendements avec des feuilles de bananier » hébergerait, d'un point de vu statistique, autant de *R. similis* que le témoin non amendé. De plus, le PFR (Poids Frais Racinaire) du traitement « Amendements avec des feuilles de bananier » est significativement supérieur à celui du témoin non amendé. Cela met en évidence pour le traitement « Amendements avec des feuilles de bananier » un effet de promotion du PFR, ce qui permet au bananier de « diluer » sa charge parasitaire en *R. similis* mais également d'améliorer sa croissance.

En ce qui concerne le nématode *Helicotylenchus multicinctus,* les densités intra-racinaires sont significativement plus fortes dans les traitements *C. spectabilis* et « Témoin non amendé ». On retrouve donc une situation particulière de *C. spectabilis* envers *H. multicinctus*.

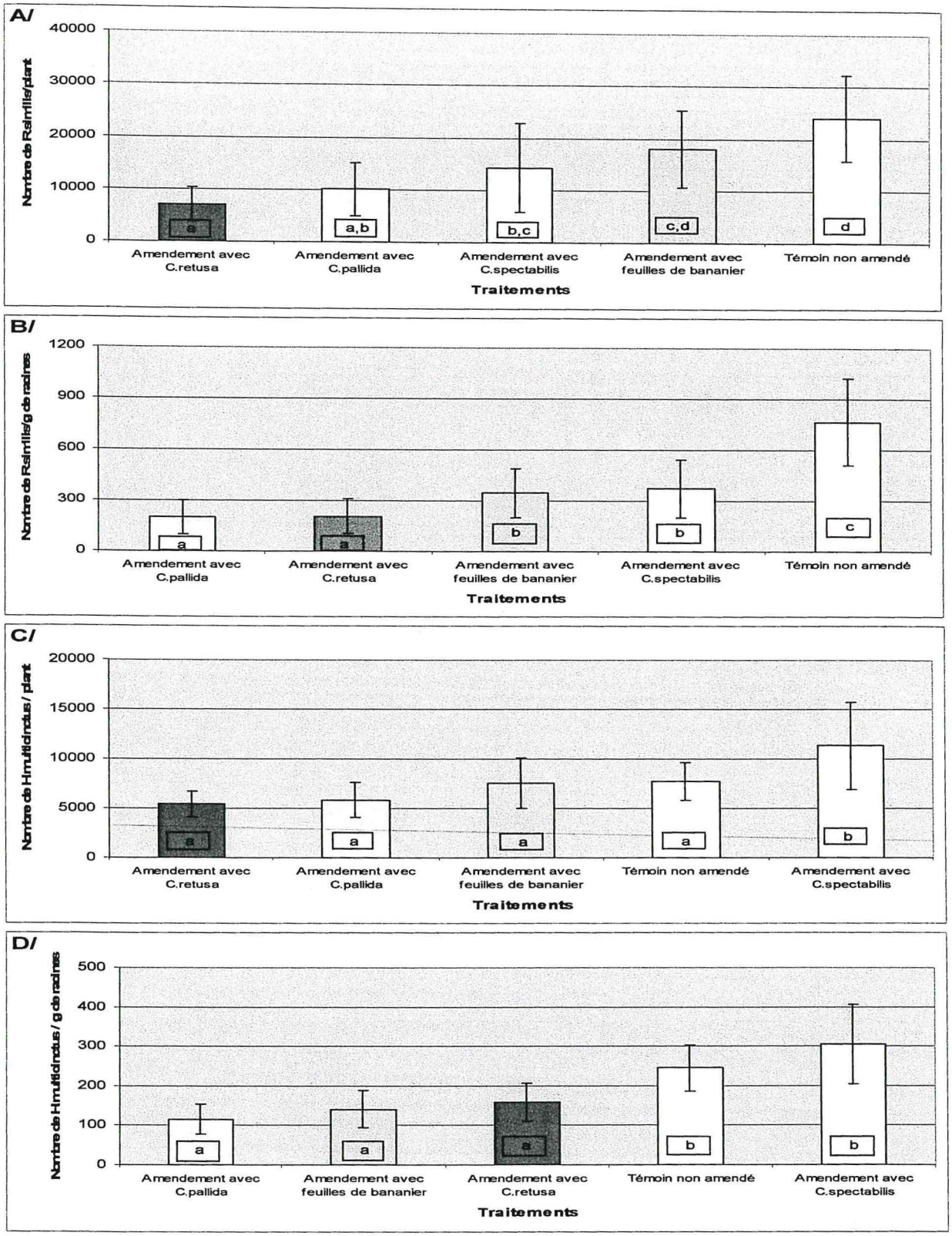

Figure 8 : Effets des amendements à base de Crotalaires ou de feuilles de bananiers sur les populations de *Radopholus similis* (A, B) ou d'*Helicotylenchus multicinctus* (C, D) dans les racines des bananiers. *Les barres indiquent les erreurs standards. Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5%, selon le test de comparaison de moyennes de Newman-Keuls effectués après transformation des données en log(x) ou x représente les populations de nématodes. Les détails de ce test sont donnés en Annexes 13et 14.*

3.4.5. Effets des amendements sur les populations de nématodes dans le sol

La figure 9 permet de comparer deux espèces de nématodes, *Rotylenchulus reniformis* et les nématodes saprophages, en fonction des différents traitements.

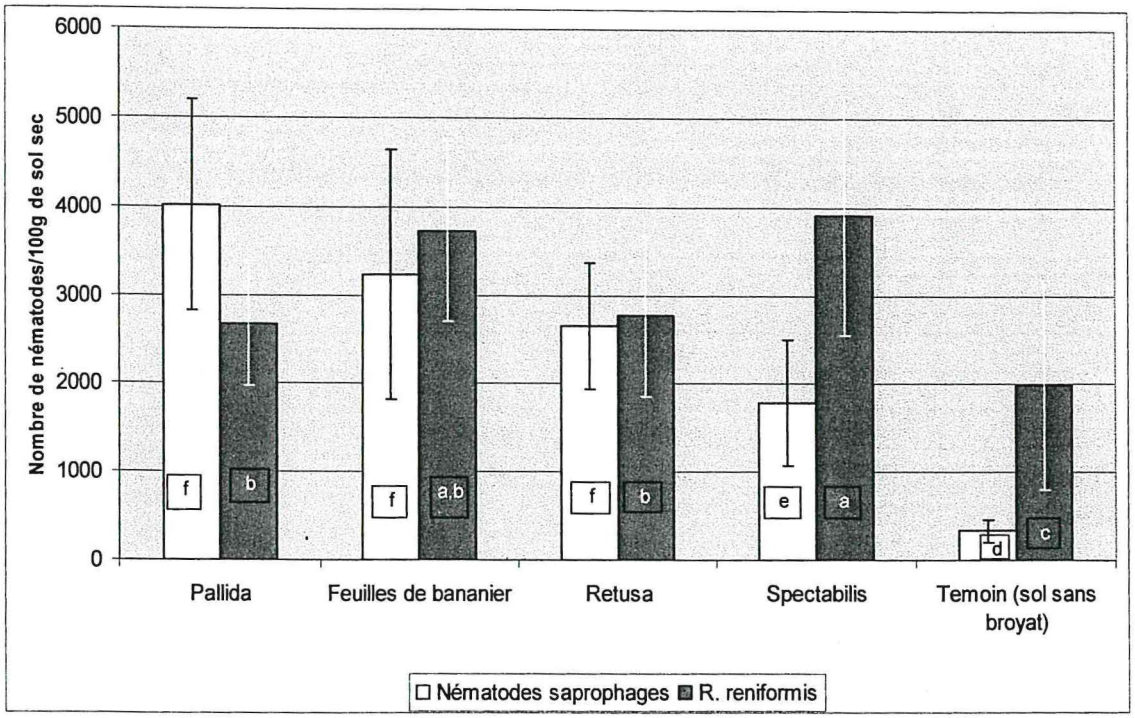

Figure 9 : Dénombrement *Rotylenchulus reniformis* et des Nématodes saprophages dans les sols ayant été amendés ou non

Les barres indiquent les erreurs standards. Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 % selon le test de comparaison de moyennes de Newman-Keuls effectués après transformation des données en log(x+1) ou x représente les populations de nématodes. Les détails de ce test sont donnés en Annexe 15.

Les amendements organiques augmentent très fortement les populations de nématodes saprophages dans le sol par rapport au témoin non amendé. Ces nématodes saprophages représentent la fraction non phytoparasite de la nématofaune du sol. Parmi les différents amendements, ce sont ceux à base de *C. pallida*, de feuilles de bananier et de *C. retusa* qui augmentent le plus ces populations de nématodes saprophages, ce qui témoigne d'une augmentation de l'activité biologique des sols amendés. A l'inverse les amendements organiques augmentent les populations de *R. reniformis* du sol et en particulier ceux à base de feuilles de bananier et ou de *C. spectabilis*.

Ces résultats vont á l'encontre de ceux trouvés par Wang (2000) oú un amendement á base d'engrais vert *Crotalaria juncea* a réduit de façon significative la population de *R. reniformis*. De même, á Hawaï, une culture préventive de *C. juncea* a permis de diminuer fortement la densité de population de *R. reniformis* (Wang *et al.*, 2000).

3.4.6. Modifications physico-chimiques induites dans les sols par les amendements

Le tableau 5 établit les moyennes des mesures physico-chimiques effectuées sur les sols des différents traitements.

Tableau 5 : Mesures physico-chimiques effectuées sur les sols amendés ou non

	MS	pHeau	pHKCl 1N	N	C	Ca	Mg	K	Na	CEC	P
	%			%	%	cmol+/kg	cmol+/kg	cmol+/kg	cmol+/kg	cmol+/kg	mg/kg
Témoin	0.969	5.61	4.54	0.19	2.32	8.57	2.82	1.16	0.11	23.28	189.7
Feuilles de bananier	0.963	6.02	5.06	0.24	2.74	10.92	3.52	2.59	0.22	24.23	166.0
C.retusa	0.965	5.79	4.93	0.26	2.98	10.37	3.52	1.95	0.15	23.80	206.0
C.spectabilis	0.967	5.74	4.80	0.26	2.88	10.03	3.21	1.41	0.16	24.10	188.4
C.pallida	0.963	5.52	4.63	0.29	3.09	9.21	3.11	1.04	0.21	23.77	191.5

Ce tableau montre que les sols ayant reçu un amendement organique sont globalement mieux pourvus en éléments minéraux que le témoin non amendé. Dans ces sols amendés, les teneurs en azote et en carbone, mais aussi Ca, Mg, et Potassium sont plus élevées que chez le témoin non amendé. Ces résultats traduisent le fait que quelque soit le type d'amendement apporté, ce dernier enrichit le sol en éléments minéraux. Les modifications physico-chimiques engendrées peuvent être mises en relation avec une meilleure croissance observée chez les bananiers ayant reçu un amendement organique (cf. & 3.4.2-*a*).

3.4.7. Teneurs minérales des parties aériennes des bananiers en fin d'expérimentation

Le tableau 6 illustre la répartition des différents éléments minéraux contenus dans les parties aériennes des bananiers amendés ou non.

Tableau 6 : Dosage des éléments minéraux des parties aériennes des bananiers amendés ou non

	DETERMINATIONS				
Traitements	**Azote total (N)**	**Phosphore total (P)**	**Potassium total (K)**	**Calcium total (Ca)**	**Magnesium total (Mg)**
Bananier	1.03	0.15	3.82	0.46	0.26
C.retusa	1.12	0.18	4.14	0.54	0.26
C.pallida	1.37	0.15	3.70	0.60	0.32
C.spectabilis	1.29	0.14	3.85	0.59	0.34
Témoin non amendé	0.72	0.10	3.62	0.56	0.28

Ce tableau montre que la teneur moyenne en éléments minéraux N, P et K est supérieur dans les parties aériennes des bananiers ayant reçu un amendement

Les parties aériennes des bananiers ayant reçu des amendements avec *C. pallida* et *C. spectabilis* sont celles qui possèdent les teneurs les plus élevées comparativement au témoin non amendé. On note qu'il existe une certaine correspondance entre l'enrichissement

du sol du á un apport de matière organique et celui des parties aériennes des bananiers ayant été amendés.

3.4.8. Discussion générale sur l'expérimentation n°3 (BA-STA-01-05)

Les amendements effectués au cours de cet essai ont eu des effets bénéfiques sur la croissance des bananiers. Cependant, ils ne sont pas dus aux propriétés particulières des Crotalaires mais plutôt á un apport de matière organique ayant un rapport C/N compris entre 15 et 20. La vitesse de décomposition étant similaire et les teneurs en éléments minéraux étant voisins, les bananiers ainsi amendés ont tous eu un apport qui s'est avéré être dynamisant pour leur croissance. De plus, les amendements á base de matière organique ont eu un effet dépressif sur les nécroses racinaires enregistrées sur les bananiers. Ce phénomène est certainement du á la libération de certains acides, lors de la décomposition de la matière organique, répulsifs pour les nématodes.

Toutefois, les amendements réalisés á base de broyats de Crotalaires ont permis une diminution significative de *R. similis* dans les racines des bananiers. Il en est de même pour *H. multicinctus (*excepté avec *C. spectabilis)*. Cette propriété est spécifique aux Crotalaires et traduit l'existence de substances nématotoxiques libérées dans le sol contre ces nématodes.

Vis-à-vis des nématodes du sol, les amendements ont eu pour effet d'augmenter l'activité biologique par le biais des nématodes saprophages ainsi que de *R. reniformis.* En ce qui concerne *R. reniformis*, l'augmentation de sa population est plus spécifique des amendements avec Feuilles de bananier et *C. spectabilis.* D'ailleurs, les amendements avec *C. spectabilis* ont, á deux reprises, favoriser le développement de deux espèces de nématodes, il s'agit de *H. multicinctus* et de *R. reniformis ;* ce qui traduit bien un effet engendré spécifiquement par cette espèce de Crotalaire. Il serait intéressant de l'étudier de façon plus approfondie afin d'établir dans quelles mesures elle pourrait être utilisée dans les systèmes de culture.

Mais, d'une manière générale, les effets observés au cours de cette manipulation, sont le fait d'un apport en matière organique qui a certainement permis á des plantes dites sensibles telles que le bananier d'être moins affectées par les attaques de ses nématodes phytoparasites en diluant sa charge parasitaire avec une augmentation de son volume racinaire, sans pour autant diminuer les nécroses racinaires. De plus, ces amendements organiques auront également permis de favoriser le développement de certains organismes

antagonistes des nématodes phytoparasites, permettant ainsi aux bananiers de se développer dans de meilleures conditions.

Les bananiers avec des amendements á base de Crotalaires, ont certainement joui d'un effet synergique entre les effets dus á un apport de matière organique et ceux dus aux Crotalaires elles mêmes, c'est-à-dire un effet nématicide naturel.

4- CONCLUSION GENERALE

Les travaux menés au cours de ce stage sur les quelques espèces de Crotalaires, nous ont permis d'obtenir des résultats sur leur comportement vis-à-vis des nématodes phytoparasites du bananier.

Alors qu'habituellement les légumineuses du genre *Crotalaria* sont considérées dans les pays du Sud comme de simples mauvaises herbes (Jourand, 2003), sans grand intérêt pour l'agriculture, notre étude nous aura permis de montrer que ces plantes présentent un potentiel agronomique non négligeable, surtout pour les systèmes de culture de bananier aux Antilles. En effet, ces plantes se sont révélées être non hôtes vis-à-vis du nématode le plus dommageable pour les bananiers cultivés aux Antilles. De plus, la symbiose fixatrice d'azote leur confère un fort pouvoir de fertilisant azoté. Leur utilisation en tant qu'engrais vert a montré un effet bénéfique et dynamisant sur la croissance des bananiers. Par contre, l'activité dépressive des Crotalaires étudiées contre les nématodes phytoparasites n'a pas engendré une éradication complète et définitive de ces derniers. Cependant, il serait intéressant d'intégrer les Crotalaires comme moyen de lutte contre les nématodes phytoparasites dans des systèmes de culture du bananier plus durables.

Pour cela il faudrait étudier les Crotalaires dans des systèmes de culture en plein champ soit en tant que culture de rotation ou encore culture d'assainissement voire même associées aux bananiers. Mais dans ce dernier cas, il faudrait évaluer les possibles interactions entre ces deux plantes en cherchant á connaître si il existe ou non un effet de compétition vis á des ressources du milieu naturel.

Par contre les effets observés sur les modifications de la composante nématologique d'un sol contaminé, favorisant ainsi le développement d'organismes antagonistes des nématodes restent encore á expliquer car comme nous avons pu l'observer, ils ne sont pas forcement spécifiques aux Crotalaires.

Il faudrait également développer les recherches du coté de la production de nouveaux produits phytosanitaires plus respectueux de l'Environnement en y intégrant les doubles propriétés nématicides et fertilisantes des Crotalaires.

En définitive ils restent encore de nombreux points d'ombre á éclaircir mais, l'utilisation des Crotalaires dans les systèmes de plantation de banane serait une technique permettant de préserver la biodiversité et la fertilité globale du sol tout en constituant une réelle alternative aux nématicides chimiques et engrais azotés.

5- REFERENCES BIBLIOGRAGRIQUES

Allen O.N. & Allen E.K., 1981. The *leguminosae*, a source book of characteristic, uses and nodulation. The University of Wisconsin Press, Madison, USA. P812.

Akhtar M., 1998. Effects of two Compositae plant species and two types of fertilizer on nematodes in an alluvial soil, India. Applied soil Ecology, 1 : 21-25.

Biljoo J.D., 1968. Substances in plants toxic to nematodes. First Inernational Congress of Plant Pathology, London, England.

Boncato A.A & Davide R.G, 1980. *Radopholus similis* on Cavendish banana in Davao del Norte. II. Culture and pathogenicity. Phil. Agr. 63 :120-125.

Bouhot, 1980. Mise en évidence des résistances biologiques aux *Pythium* en sols forestiers. European Journal of Forest pathology. 10 : 77-89.

Cayrol J-C., Dijian-Caporalino C. & Panchaud-Mattei E.. 1992. La lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites. Le courrier de l'environnement n^{0}17.

Chabrier C. & Quénéhervé P., 2003. 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(1), 121-127.

Coolen W.A. & Herde C.J., 1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent state Agriculture Research Center.

Desaeger J. & Rao M.R., 2001. The potential of mixed covers of *Sesbania, Tephrosia* and *Crotalaria* to minimise nematode problems on subsequent crops. Field Crops Research 70 (2001) 11-125.

Dommergues Y., Duhoux E. & Diem H.G., 1999. Les arbres fixateurs d'azote (Ed. Espaces 34) pages 499pp.

Duval J., 1993. Les plantes nématicides. Ecological Agriculture Projects. Agro-Bio-360-04.

Fournet J., 2002. Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe & de Martinique. CIRAD, Gondwana editions. (2) 679-692.

Jasy T. & Koshy P.K., 1992. Effect of certain leaf extracts and leaves of *Glycirida maculata* (H.B. & K.) Steud. as green manure on *Radopholus similes. Indian Journal of Nematology* 22:117-121.

Johnson L.F., 1959. Effect of addition of organic amendments to soil root knot of tomatoes. I. Preliminary report. Plant Disease reporter, 43 (10): 1059-1062.

Jones DR., 1999. Diseases of Banana, Abaca and Enset. Eds : Jones D.R. Worcestershire, U.K., C.A.B. International, p 159.

Jourand P., 2003. Les légumineuses du genre *Crotalaria* : symbiose fixatrice d'azote et activités biologiques contre les nématodes phytoparasites. Thèse de doctorat, Université de Montpellier II- Sciences et Techniques du Languedoc.

Jourand P., Rapior S., Fargette M. & Mateille T., 2003. Nematostatic effects of a leaf extract from *Crotalaria virgulata* subsp. *Grantiana* on *Meloidogyne incognita* and its use to protect tomato roots. *Nematology,* 00 (0), 1-6.

Kebli H., 2004. Expression des gènes symbiotiques (*nif*H) et de méthanol déshydrogénase (*mxa*F) de *Methylobacterium* nodulant les légumineuses tropicales du genre *Crotalaria.* DEA, Environnement Tropical et Valorisation de la Biodiversité, Université des Antilles et de la Guyane.

Kinghorn A.D. & Smolenski S.J., 1981. Alkaloids of *Papilionoideae.* P585-589 *In*: Advances in legume Systematics. Polhill R.M. & Raven P.H. ,Royal Botanic Gardens, Kew, England.

Kingsbury J.M., 1964. Poisonous plants of the United States and Canada. Prentice Hall, New-York, USA.

Lavelle, P. & Spain A.V., 2001. Soil Ecology. Kluwer Scientific Publications, Amsterdam.

Loridat Ph., 1989. Etude de la microflore fongique et des nématodes associes aux nécroses de l'appareil souterrain du bananier en Martinique. Mise en évidence du pouvoir pathogène du genre Cylindrocladium sp.. Fruits, 44 (11) : 587-597.

Moulin L., Munive A., Dreyfus B., Boivin-Masson C., 2002. Nodulation of legumes by members of the beta-subclass of Proteobacteria. Nature, 411 (6840): 948-950.

Neal W.N., Russoff L.L. & Ahman C.F., 1935. The isolation and some properties of an alkaloid from *Crotalaria spectabilis* Roth. *Journal of American Chemical Society* 57: 2560-2561.

O' Bannon J.H. & Taylor A.L., 1968. Migratory endoparasitic nematodes reared on carrot disc. Phytopathology 58:835.

Polhill R.M, 1982. *Crotalaria* in Africa and Madagascar. Balkema. Rotterdam. The Netherlands. 389p.

Polhill R.M & Raven P.H, 1981. Advances in legume Systematics. Royal Botanic Garden, Kew, England.

Risède JM., 1994. Eléments de caractérisation de *Cylindrocladium* sp. agent de nécroses racinaires du bananier en Martinique. *Fruits,* **49**, 167-178.

Risède JM. & Dorel M., 2002. Fiche technique « Jachère raisonnée d'assainissement nématologique » *in* Manuel du planteur de la Guadeloupe. Document CIRAD.

Risède JM. & Simoneau Ph., 2004. Pathogenic and genetic diversity of soilborne isolates of *Cylindrocladium* from banana cropping systems. *European Journal of Plant Pathology*, 110 : 139-154.

Seinhorst J.W., 1962. Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. Nematologica **8**: 117-128.

Shakat S.S., Siddiqui I., Khan G.H. and Zaki M.J., 2002. Nematicidal and allelopathic potential of *Argemone mexica*na, a tropical weed. Plant and Soil, 245 :239-247.

Siddiqui M.R., 1986. *Tylenchida*, parasites of plants and insects. Commonwealth Agricultural Bureaux, London, England. 645p.

Simmonds, N.W., 1962. The evolution of the bananas. Longman éd., Londres, 170 pages.

Simmonds, N.W. & Shepherd, K., 1955. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. Journal of Linnean Society of London, Botany, 55:302-312.

Sohlenius B., 1980. Abundance, biomass and contribution to energy flow by soil nematodes in terrestrial ecosystems. Oïkos, 34: 186-194.

Suatmadji R.W., 1969. Studies on the effect of Tagetes species on plant parasitic nematodes. Stichting Frond Landbouw Export Bureau publicatie 47. H. Veenman Und Zonen N.V., Wageningen, Netherlands. 132 p.

Subramaniyan S. & Vadivelu S., 1990. Effects of *Crotalaria spectabilis* on *Meloidogyne incognita. International Nematology Network Newsletter 7:8-9.*

Sy A., Giraud E., Samba R., De Lajudie P., Gillis M. & Dreyfus B., 2001a. Certaines légumineuses du genre *Crotalaria* sont spécifiquement nodulées par une nouvelle espèce de *Methylobacterium*. Canadian Journal of Microbiology 47 : 503-508.

Sy A., Giraud E., Jourand P., Garcia N., Willems A., De Lajudie P., Prin Y., Neyra M., Gillis M., Masson-Boivin C. $ Dreyfus B., 2001b. Methylotrophic *Methylobacterium* bacteria nodulate and fix nitrogen in symbiosis with legumes. Journal of Bacteriology 183: 214-220.4.

Vance C.P., Gregerson R.G., Robinson D.L., Miller S.S. & Gantt J.S, 1994. Primary assimilation of nitrogen in alfalfa nodules: Molecular features of the enzymes involved. Plant Sci. 101, 51-64.

Voltz, P., 1951. Untersurchungen über die Microfaunades Waldbodens. Zool. Jahrb. Abt. Syst. Ökol. Geogr. Tiere, 79: 514-566.

Wang K.H., 2000. Management of *Rotylenchus reniformis* in Hawaiian pineapple with tropical cover crops. *Dissertation,* University of Hawaii at Manoa, Honolulu, HI, USA.

Wang K.H., Sipes B.S. & Schmitt D.P., 2002a. *Crotalaria* as cover crop for nematode management: a review. Nematropica 32:35-57.

Wang K.H., Sipes B.S. & Schmitt D.P., 2002b. Enhancement of *Rotylenchus reniformis* suppressiveness by *Crotalaria juncea* amendment in pineapple soils. Agriculture, Ecosystems and Environment 94 (2003) 197-203.

Wang K.H., Sipes B.S. & Schmitt D.P., 2001. Suppression of *Rotylenchus reniformis* by *Crotalaria juncea, Brassica napus* and *Tagetes erecta.* Nematropica 31 (2).

Wang K.H. & Sorley R.M., 2005. Effects of Soil Ecosystem Management on Nematode Pests, Nutrient Cycling, and Plant Health. APSnet.

Wang K.H., Sorley R.M. & Gallaher R.N., 2004. Effect of *Crotalaria juncea* amendment on Suash infected with *Meloidogyne incognita.* Journal of Nematology 36 (3): 290-296.

White R.J, 2002. International Legume Database & Information Service (ILDIS). Website available on Biosis Server, UK.

White R.J, Allkin R. & Winfield P.J., 1993. Systematic databases: the baobab design and the Alice system. P297-311. In: R. Fortuner, ed. *Advances in Computer Methods for Systematic Biology: Artificial Intelligence, Databases, Computer Vision,* chapter 19. Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA.

White R.J & Allkin R., 1993. A strategy for the evolution of database designs. P284-303. In: Bisby F.A., Russell G.F. & Pankhurst R.J. *Designs for a Global Plant Species Information System.* Oxford University Press, Oxford, England.

6- ANNEXES

Annexe 1 : Traitements apportés aux vitroplants de bananiers de leur réception jusqu'à leur utilisation dans les expérimentations en pots :

- Séparer les vitroplants, les nettoyer et ôter leurs premières racines en prenant soin de ne pas casser le méristème principal ;
- Les classer par taille afin d'avoir des lots les plus homogènes possibles lorsqu'il faudra sélectionner ceux qui serviront pour l'expérience ;
- Les repiquer dans des alvéoles de sevrage remplies de tourbe blonde ;
- Ajouter une dose de 2 grammes d'(*)Osmocote (engrais en granules) dans chaque alvéole ;
- Les placer sous serre à l'abri d'une bâche et d'une ombrière, où ils sont arrosés grâce à un système d'aspersion automatique, une minute toutes les trois heures ;
- Dès que leur taille ne leur permet plus de se développer dans les alvéoles, les rempoter dans des pots de 0,6 litre contenant 60% de tourbe blonde et 40% de podzolane ;
- Ajouter à nouveau 2 grammes d'Osmocote aux pieds de chaque bananier ;
- Apres six semaines, les vitroplants sont prêts pour l'expérimentation. Ils sont alors rempotés en pots de 2 litres dans les sols étudiés.

(*)Composition de l'Osmocote (engrais N-P-K-MgO)

Teneurs garanties :

- 10% d'azote ;
- 14% de phosphore ;
- 18% de potasse ;
- 2% d'oxyde de magnésium (MgO).

Annexe 2: Souches de rhizobiums isolées de nodules des Crotalaires

Souches	**Plantes d'isolement**	**Lieux de récolte**
UAG C.A	*Crotalaria spectabilis*	Parcelle Floride
UAG C.E	*Crotalaria spectabilis*	Parcelle INRA
UAG C.B	*Crotalaria retusa*	Prise d'eau
UAG C.C	*Crotalaria retusa*	Lycée de Sainte-Anne
UAG C.D	*Crotalaria retusa*	Bois-Jolan
UAG C.F	*Crotalaria pallida*	Pointe à Bacchus

Annexe3: Calculs concernant les doses de broyats incorporés

	Retusa	Pallida	Spectabilis	Bananier	Sol
*Humidite	80%	80%	80%	80%	45%
PF (g)	150	150	150	150	1100
PS (g)	33	34	26	30	759
Doses incorporees (%)	4	4	3	4	

* Le pourcentage d'humidité pour le sol se calcule en faisant (PF-PS)/PS et pour les plantes (PF-PS)/PF.

Annexe 4 : Notation INR (INR : Indice de Nécroses Racinaires)

- **0** : Pas de lésions
- **1 :** 1-20% de surface racinaire nécrosée
- **2 :** 21-40% de surface racinaire nécrosée
- **3 :** 41-60% de surface racinaire nécrosée
- **4 :** 61-80% de surface racinaire nécrosée
- **5 :** >80% de surface racinaire nécrosée

Annexe 5: Composition des milieux de culture

Tableau 1 : Composition du milieu de culture YEM (Yeast Extract Mannitol)

Composé	Quantité
Mannitol	10 g
K_2HPO_4	0,5 g
$MgSO_4,7H_2O$	0,2 g
NaCl	0,1g
Yeast Extract	1 g
Eau déminéralisée	qsp 1L
pH	6,8
Agar	15 g/L

Tableau 2 : Composition du milieu de Jensen

Composé	Quantité
K_2HPO_4 (20 g/L) et $MgSO_4,7H_2O$ (20 g/L)	10 mL
NaCl (20 g/L)	10 mL
$CaHPO_4$ (50 g/L)	20 mL
$FeCl_3,6H_2O$ (4g/L)	10 mL
Oligo-éléments de Jensen *	1 mL
H_2O	qsp 1000 mL
pH	6,7
Agar	15 g/L

* La solution d'oligo-éléments de Jensen contient par litre :

H_3BO_3 : 2,86 g ; $MnSO_4,4H_2O$: 2,03 g ; $ZnSO_4,7H_2O$: 0,22 g ; $CuSO_4,5H_2O$: 0,08 g ; $NaMoO,4H_20$: 0,09 g.

Expérimentation N°1 : CROTA-STA-01-05

Annexe 6 : Tests de comparaison des moyennes enregistrés pour les notes de nécroses racinaires

Somme des notes	Moyennes	Groupes
C.pallida	0.1	a
C.spectabilis	0.3	a,b
C.retusa	0.6	b
C.juncea	0.6	b
Bananier	2.6	c
	H = 27.96	Khi-2(0.05 ; 4) =9.49

Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 % selon le test de Man-Withney.

Expérimentation N°2 : CROTA-STA-02-05

Première partie :

Annexe 7 : Tests de comparaison des moyennes enregistrés sur les populations totales de nématodes

	R. similis		H. multicinctus		Meloidogyne		R. reniformis	
	Moyennes	Groupes	Moyennes	Groupes	Moyennes	Groupes	Moyennes	Groupes
Précédent Bananier	130	a	323	a	203	a	1400	a
Précédent C.retusa	2	b	5	b	0	b	72	b
Précédent C.pallida	0	b	2	b	2	b	28	b
Précédent C.spectabilis	0	b	0	b	0	b	90	b
	H = 17.77 Khi-2(0.05 ; 3) =7.81		H = 22.72 Khi-2(0.05 ; 3) =7.81		H = 22.06 Khi-2(0.05 ; 3) =7.81		H = 25.70 Khi-2(0.05 ; 3) =7.81	

Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 % selon le test de Man-Withney.

Deuxième partie :

Annexe 8 : Tests de comparaison des moyennes enregistrés pour la somme des notes des indices de nécroses racinaires

Somme des notes	Moyennes	Groupes
C.pallida	26	a
C.spectabilis	29	a
C.retusa	32	a
Bananier	48	b
	F= 14.09	P= 0.00

Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.

Annexe 9 : Tests de comparaison des moyennes enregistrés pour les populations totales de nématodes

	R. Similis	H. multicinctus		Meloidogyne		R. reniformis	
	Moyennes	Moyennes	Groupes	Moyennes	Groupes	Moyennes	Groupes
C.retusa	1987	2723	a	140	a	220	a,b
C.spectabilis	2670	4533	b	187	a	207	a
C.pallida	3010	4937	b	223	a	553	b
Bananier	3167	5170	a	2173	b	1967	c
		H = 19.11 Khi-2(0.05 ; 3) =7.81		H = 15.91 Khi-2(0.05 ; 3) =7.81		H = 24.48 Khi-2(0.05 ; 3) =7.81	

Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 % selon le test de Man-Withney.

Expérimentation N°3: BA-STA-01-05

Annexe 10 : Tests de comparaison des moyennes enregistrés pour les surfaces foliaires totales des différents traitements

	3ieme semaine		6ieme semaine		9ieme semaine	
Surface Foliaire Totale (cm ^{2})	Moyennes	Groupes	Moyennes	Groupes	Moyennes	Groupes
Amendement avec C.spectabilis	1271	b	2158	a	2715	a
Amendement avec C.pallida	1147	b,c	1970	b	2667	a
Amendement avec feuilles de bananier	1256	b	2078	a,b	2458	a
Amendement avec C.retusa	1026	c	1542	c	2110	b
Témoim non amendé	1455	a	1662	c	1623	c
	F=13.99	P=0.00	F=34.50	P=0.00	F=66.89	P=0.00

Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.

Annexe 11 : Tests de comparaison des moyennes enregistrés pour le poids sec aérien (PSA), le poids frais aérien (PFA) et le poids frais racinaire (PFR) des bananiers des cinq traitements

	PSA(g)		PFA(g)		PFR(g)	
	Moyennes	Groupes	Moyennes	Groupes	Moyennes	Groupes
Amendement avec feuilles de bananier	14.434	b	139.268	a	53.461	a
Amendement avec C.pallida	14.687	b	137.747	a	52.382	a
Amendement avec C.retusa	11.462	c	106.999	b	35.611	b
Amendement avec C.spectabilis	15.875	a	147.644	a	36.741	b
Témoin non amendé	12.006	c	89.576	c	30.689	b
	F = 29.38	P=0.00	F=52.28	P=0.00	F=26.13	P=0.00

Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.

Annexe 12 : Tests de comparaison des moyennes enregistrés pour la somme des notes des indices de nécroses racinaires de chaque traitement

Somme des notes	Moyennes	Groupes
Amendement avec C.pallida	28	a
Amendement avec C.spectabilis	33	a
Amendement avec C.retusa	34	a
Amendement avec feuilles bananier	35	a
Témoin non amendé	52	b
	F=10.01	P=0.00

Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.

Annexe 13 : Tests de comparaison des moyennes enregistrés pour le nombre moyen de racines des bananiers de chaque traitement

Nombre de racines	Moyennes	Groupes
Amendement avec feuilles bananier	26	a
Amendement avec C.spectabilis	25	a
Amendement avec C.pallida	24	a,b
Amendement avec C.retusa	23	a,b
Témoin non amendé	20	b
	F=3.71	P=0.00

Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.

Annexe 14 : Tests de comparaison des moyennes enregistrés pour les populations de nématodes exprimés par gramme de racines.

	R.similis		H.multicinctus		Meloidogyne	R.reniformis
	Moyennes	Groupes	Moyennes	Groupes	Moyennes	Moyennes
Amendement avec feuilles de bananier	345	b	141	a	2	1
Amendement avec C.pallida	200	a	116	a	1	1
Amendement avec C.retusa	206	a	159	a	2	6
Amendement avec C.spectabilis	371	b	305	b	2	5
Témoin non amendé	765	c	245	b	1	2
	* F=10.64	P=0.00	* F=8.93	P=0.00		

* Les ANOVA ont été effectuées sur des données transformées log(X) avec X=nombre moyen de nématodes exprimé par gramme de racines.

Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.

Annexe 15 : Tests de comparaison des moyennes enregistrées pour les populations de nématodes exprimés par plant.

	R.similis		H.multicinctus		Meloidogyne	R.reniformis
	Moyennes	Groupes	Moyennes	Groupes	Moyennes	Moyennes
Amendement avec feuilles de bananier	18077	c,d	7533	a	140	78
Amendement avec C.pallida	10063	a,b	5833	a	53	67
Amendement avec C.retusa	7045	a	5443	a	60	187
Amendement avec C.spectabilis	14305	b,c	11327	b	100	188
Témoin non amendé	24048	d	7707	a	26	56
	* F=11.03	P=0.00	* F=6.37	P=0.00		

* Les ANOVA ont été effectuées sur des données transformées log(X) avec X=nombre moyen de nématodes exprimé par plant

Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.

Annexe 16 : Tests de comparaison des moyennes enregistrés pour les populations de nématodes trouvés dans le sol.

	Nématodes saprophages		R.reniformis		R.similis	H. multicinctus
	Moyennes	Groupes	Moyennes	Groupes	Moyennes	Moyennes
Amendement avec C.pallida	4009	f	2676	b	150	57
Amendement avec feuilles de bananier	3232	f	3722	a,b	82	136
Amendement avec C.retusa	2648	f	2764	b	117	75
Amendement avec C.spectabilis	1792	e	3909	a	193	117
Témoin non amendé	332	d	1991	c	191	27
	* F= 53.57	P= 0.00	* F= 7.45	P= 0.00		

* Les ANOVA ont été effectuées sur des données transformées log(X+1) avec X=nombre moyen de nématodes exprimé pour 100 grammes de sol sec.

Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.

UNIVERSITÉ DES ANTILLES ET DE LA GUYANE
FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES ET NATURELLES

Résumé :

En Guadeloupe, les systèmes de culture de la banane d'export sont extrêmement sensibles à de nombreux ravageurs tels que les nématodes phytoparasites. *Radopholus similis*, endoparasite migrateur, représente le nématode le plus dommageable aux Antilles pour le bananier. Pour lutter contre ce fléau tout en préservant l'Environnement, le CIRAD, Guadeloupe et Martinique, développe des moyens de lutte « plus propres » et a choisi de diriger ses recherches vers l'utilisation de plantes ayant des propriétés dites nématicides : les Crotalaires. Dans cette optique, nous avons tout d'abord étudié la qualité d'hôtes de quatre espèces de Crotalaires (*Crotalaria spectabilis, Crotalaria juncea, Crotalaria pallida, Crotalaria retusa*) vis-à-vis de *R. similis* en mesurant son taux de reproduction dans les racines de Crotalaires. 400 nématodes ont été inoculées au pied de chaque plante et au bout des deux mois d'expérimentation, le taux de multiplication de *R. similis* s'est avéré être nul. De plus, les Crotalaires étant des légumineuses, nous avons étudié l'utilisation possible de ces plantes en tant qu'engrais vert et/ou alternative aux nématicides chimiques en procédant à des amendements à base de broyats de *C. spectabilis, C. pallida* et *C. retusa* à raison de 4% de matière sèche végétale par poids sec de sol. Les résultats ont montré une amélioration de la croissance des bananiers ainsi qu'une diminution des dégâts causés par les nématodes phytoparasites. Ainsi, l'ensemble des résultats obtenus indique une bonne aptitude des Crotalaires en tant que plantes nématicides. Ce travail ouvre donc des perspectives intéressantes sur l'utilisation des Crotalaires comme plantes de couverture, engrais vert voire même la production de certains produits phytosanitaires à base de Crotalaires contre les nématodes phytoparasites du bananier.

Mots clés : **nématodes phytoparasites, *Radopholus similis*, *Crotalaria*, légumineuse, amendement, engrais vert.**

Abstract :

In Guadeloupe, culture systems of exported banana are extremely sensitive to many ravages such as the phytoparasites nematodes. The migrating endoparasite, *Radopholus similis*, represents the most detrimental nematode in the Antilles for banana trees. To fight against this plague while preserving the Environment, the CIRAD from Guadeloupe and Martinique develops "cleaner" fighting ways. It also chose to conduct its researches towards the use of plants having nematicide properties, the Crotalaires. From that point of view, we first studied the hosts' quality for four species of Crotalaires (*Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria pallida*, *Crotalaria retusa*) in respect to *R. similes*, by measuring his reproduction's rate in the roots of Crotalaires. 400 nematodes were inoculated at each plant's roots and after two months of experimentation, the multiplication rate of *R. similis* was null. Moreover, Crotalaires being leguminous plants, we studied the possibilities that these plants could be use as green manure and/or as an alternative to chemical nematicides by carrying out amendments made of crush of *C spectabilis*, *C. pallida* and *C. retusa*, from 4% of dry vegetable matter per dry ground weigh. The results showed an improvement of banana trees' growth as well as a reduction in the damages caused by the phytoparasites nematodes. All the results indicate a good aptitude of Crotalaires as nematicide plants. This work allows interesting prospects on the use of Crotalaires as covering plants, green manure and even for the production of certain phytosanitaire products containing Crotalaires to use against the phytoparasites nematodes of banana trees.

Keywords **plant-parasitic nematodes, *Radopholus similis*, *Crotalaria*, legumes, amendment, green manure.**

N° 2005 - 08