

Les nématodes phytoparasites du cotonnier et des plantes à fibres jutières. Observations et expérimentation au Bénin

par G. GERMANI¹ et R. DELATTRE²

RÉSUMÉ

Au cours de trois campagnes de culture de cotonniers et de plantes à fibres jutières, au Bénin, on a cherché à évaluer :

- le statut des populations de nématodes présents dans le champ ou parasitant les racines ;
- les variations géographiques de leur composition faunistique ;
- le niveau des dégâts constatés sur diverses variétés ;
- les résultats obtenus à l'aide de traitements nématicides appliqués au sol.

On discute les variations de l'inventaire des espèces relevées le long d'une ligne transect Nord-Sud, où 19 genres furent identifiés (avec une espèce nouvelle) ; 3 genres importants : *Meloidogyne* (fréquent sur cotonnier spp. *Corchorus*, *Hibiscus cannabinus*, absent sur *H. sabdariffa*), *Pratylenchus* et *Rotylenchulus*.

Au Bénin, les nématodes ne sont pas associés à des maladies de racines de type fusariose ; ils ont une forte incidence économique dans la province de Mono (terres de barre). Les traitements, dans ces sols, donnent des résultats de c'assement en efficacité directe sur les nématodes des matières actives testées (DBCP supérieur à aldicarb et à éthoprophos) ; après traitement, les différences de réaction de six variétés de cotonnier sont bien marquées, pour la taille comme pour le rendement, ce qui indique une certaine différence de sensibilité variétale aux nématodes. Des essais combinés de fumigation du sol et de fumure potassique à quatre niveaux (avec ou sans fractionnement) montrent que les cotonniers dans les champs infestés réagissent très nettement soit à une désinfection du sol, soit à une forte dose de potasse.

Sur *H. cannabinus*, la forte réduction des populations de nématodes après traitement va de pair avec une augmentation substantielle des rendements ; sur *H. sabdariffa*, les populations de nématodes sont très faibles avant et après désinfection ; en conséquence, le traitement n'est pas influencé par le traitement chimique. Un test, effectué sur des cultures en pots avec différents groupes d'*Hibiscus*, permet le classement des 26 variétés d'*H. cannabinus* d'après leur sensibilité, et confirme que les 5 variétés d'*H. sabdariffa* ne souffrent pas d'attaques de nématodes.

La lutte chimique contre les nématodes du cotonnier ne peut être économiquement envisageable. L'alternance du maïs et du cotonnier permet d'atténuer les pullulations des deux principales espèces de nématodes nuisibles à l'une et à l'autre de ces cultures, car le cotonnier est défavorable au développement du *Pratylenchus*, parasite du maïs, tandis que le maïs est défavorable aux *Meloidogyne* spp., parasites du cotonnier.

Mots clés : nématodes, cotonnier, *Hibiscus*, *Corchorus*, Bénin, traitements nématicides, fumure potassique, résistance variétale, lutte agronomique.

I. INTRODUCTION

Evolution des problèmes posés

Une maladie du cotonnier, appelée « flavescence du cotonnier », d'étiologie d'abord inconnue, a été observée en quelques localisations stables et bien délimitées au Bénin, à partir des années 1967. On a observé clairement la répétition des symptômes en plages arrondies (fig. 1), exactement centrées aux mêmes emplacements pendant plusieurs années consécutives, même si une campagne intercalaire comportait une culture différente, par exemple l'arachide. Ceci laissait supposer qu'il pouvait s'agir soit d'un facteur abiotique (toxicité ou déficience organique ou minérale), soit d'un agent biotique stricte-

ment associé à la topographie du terrain (DELATTRE, Rapport de mission non publié, 1970).

Rien d'anormal n'ayant été trouvé à l'examen physique et à l'analyse minérale du sol, l'hypothèse d'une maladie de type viral transmise par un nématode, telle que la maladie du « Rattle » du tabac, le court-noué de la vigne ou le « Leaf-roll » du cerisier, a été envisagée en premier lieu. La première démonstration de transmission virale par un nématode ne remonte qu'à 1958, pour le « fan leaf of grape » ou court-noué de la vigne (HEWITT, RASKI et GOHEEN). Depuis, on a montré qu'au moins 18 espèces différentes de nématodes étaient capables de transmettre 11 souches de virus distinctes au plan sérologique, chez diverses plantes. Les genres *Xiphinema*, *Longidorus*, *Trichodorus*, « sensu lato » (*Dorylaimida*) regroupent l'ensemble de ces espèces vectrices, les deux premiers étant spécialement vecteurs de

1. Laboratoire de nématologie, Centre O.R.S.T.O.M., B.P. 1386, Dakar.

2. Division phytosanitaire, I.R.C.T., 42, rue Scheffer, Paris.

N°

220 S ex 1

Cot

B

Date

30 DEC. 1967

B.

virus à particules polyédriques (« Ring spot » : virus de la tomate, du framboisier...), le troisième transmettant des virus en bâtonnets tubulaires (« Rattle virus » du tabac, bronzage précoce du pois). Précisons toutefois que, dans le cas du cotonnier, aucun exemple de transmission de virus par des nématodes n'a été démontré jusqu'à présent.

Le problème des nématodes fut donc examiné sous ses différents aspects, au Bénin. L'inventaire comparatif des espèces rencontrées au cours de plusieurs missions (MERNY, 1969; GERMANI et MERNY, 1972) dans les plages malades et en dehors de celles-ci aurait pu révéler que l'une d'elles correspondait à un groupe déjà signalé comme comportant des vecteurs de virus. L'expérimentation avec des nématicides appliqués au sol pouvait, de son côté, éventuellement indiquer un effet curatif ou préventif, et préciser l'existence d'un agent phytopathogène à transmission biologique. Cette hypothèse d'une association « nématode-virus », examinée pendant quatre campagnes successives sous différents aspects, présenta des résultats contradictoires et dut être finalement exclue. Un autre modèle, basé sur l'association « cochenille-mycoplasme », prit sa place (DELATTRE *et al.*, 1974) et reçut un grand nombre de confirmations, à défaut de preuves décisives.

Cependant, les informations obtenues, aussi bien sur les nématodes parasites du cotonnier que sur ceux attaquant des *Hibiscus* examinés pendant cette période d'investigation, méritent d'être exposées. Elles apportent une contribution à la connaissance des nématodes sur des plantes cultivées en Afrique, et aux possibilités de lutte.

Les connaissances actuelles sur les nématodes du cotonnier

En Amérique

a) Les nématodes et leur incidence directe

Les études portant sur les nématodes phytoparasites du cotonnier sont très abondantes aux Etats-Unis. Dans trois genres de nématodes, *Meloidogyne*, *Pratylenchus* et *Rotylenchulus*, certaines espèces ont un rôle de parasite actif aux dépens du cotonnier (SHERBAKOFF, 1939; BIRCHFIELD & JONES, 1961). ORR (1973) a pu chiffrer leur pathogénie respective au Texas. Une liste des espèces rencontrées sur cotonnier est donnée p. 321.

Parmi les 42 espèces de *Meloidogyne* décrites actuellement dans le monde, seule l'espèce *M. incognita* attaque le cotonnier aux Etats-Unis (KIRKPATRICK et SASSER, 1981). Parmi les quatre races connues actuellement, deux seulement sont capables de se reproduire activement sur cette plante, et les auteurs notent que la race n° 4 est donnée comme provenant du Nigéria aussi bien que de Caroline.

En Caroline du Nord, la perte de rendement due aux nématodes a été évaluée à 11 %, la plus forte part des dégâts revenant à *Meloidogyne*; aussi a-t-on orienté la sélection vers des variétés plus résistantes,

mais les résultats ne progressent que lentement (SHEPHERD, 1974 et 1981), bien que l'on travaille sur le problème depuis 80 ans.

L'attaque simultanée par des espèces différentes de nématodes (*Pratylenchus* et *Meloidogyne*) peut avoir des effets cumulatifs (GAY et BIRD, 1973). Les modalités générales de l'attraction, de la pénétration dans les racines, de la fixation dans les tissus et les types de dégâts occasionnés par les larves de *Meloidogyne* sont revues par VECH (1980).

b) L'interaction des nématodes avec des champignons

D'autre part, une interaction est possible entre des nématodes et des champignons pathogènes pénétrant par les racines. Pour le cotonnier, on a maintes fois montré que la présence de nématodes pouvait favoriser fortement l'infection des racines par l'agent fongique. Dès 1892, ATKINSON décrivait comme fortement pathogène l'action conjuguée de *Meloidogyne* et de *Fusarium*; les relations entre les nématodes et divers organismes pathogènes font l'objet de recherches nombreuses et importantes aux Etats-Unis. Le problème se retrouve aussi au Paraguay (MATHIESON, 1981). ORR a montré que dans l'association de *M. incognita* et de *Fusarium vasinfectum*, le champignon se développe bien mieux dans les tissus du cortex en voie de décomposition que dans un cortex parfaitement sain; la croissance du champignon est abondante dans les cellules géantes résultant de l'action des nématodes, mais nulle dans le phloème ou le cambium sain; les portes d'entrée du champignon vers le xylème sont donc les tissus modifiés par l'action du nématode, alors que des blessures artificielles ne jouent pas ce rôle. Les nématodes endoparasites ne sont pas, d'ailleurs, les seuls à faciliter cette pénétration d'agents fongiques; les *Belonolaimus*, qui sont ectoparasites, favorisent autant que *Meloidogyne* le développement des symptômes de fusariose chez le cotonnier (ORR, 1980). SMITH (1940) établit une semblable relation en Géorgie pour *Pratylenchus pratensis*, tandis que MARTIN *et al.* (1956) montrent qu'un complexe d'espèces (dont *Meloidogyne* en partie) peuvent jouer un rôle néfaste en favorisant le parasite fongique du cotonnier.

Le développement de *Rhizoctonia solani* est également facilité par *Meloidogyne* (REYNOLDS et HANSON, 1957; BRODIE et COOPER, 1964). La verticilliose du cotonnier, maladie vasculaire voisine de la fusariose par son épidémiologie et ses symptômes, a été beaucoup moins étudiée dans ses relations avec les nématodes, mais on soupçonne fortement des *Pratylenchus* d'être impliqués dans l'accroissement de l'incidence de cette maladie (ORR, 1980).

c) Les traitements nématicides

Les deux types de nématicides utilisés le plus couramment agissent soit par effet fumigant dans le sol, soit par contact. Aux Etats-Unis, les fumigations du sol se développèrent à partir de 1940, les trois matières actives étant les suivantes :

Liste des principales espèces de Nématodes attaquant le cotonnier aux Etats-Unis

Nomenclature linnéenne	Nom commun aux Etats-Unis
1 - <i>Belonolaimus longicaudatus</i> RAU, 1958	Sting nematode
2 - <i>Criconema</i> et genres voisins	Ring nematode
3 - <i>Helicotylenchus dihystera</i> (COBB, 1893) SHER, 1961	Spiral nematode
4 - <i>Hoplolaimus columbus</i> SHER, 1963	Columbia nematode
5 - <i>Hoplolaimus galeatus</i> (COBB, 1913) THORNE, 1935	Lance nematode
6 - <i>Meloidogyne incognita</i> (KOFFOID & WHITE, 1919) CHITWOOD, 1949	Root-knot nematode (races 3 et 4)
7 - <i>Pratylenchus brachyurus</i> (GODFREY, 1929) FILIPPEV & SCHUURMANS-STEKHOVEN, 1941	Lesion nematode
8 - <i>Rotylenchulus reniformis</i> LINDFORD & OLIVEIRA, 1940	Reniform nematode
9 - <i>Trichodorus christiei</i> ALLEN, 1957	Stubby-root nematode
10 - <i>Tylenchorhynchus</i> spp.	Stunt nematode
11 - <i>Xiphinema</i> spp.	Dagger nematode

DD = dichloropropane-dichloropropène.

EDB = 1,2 dibrométhane.

DBCP = 1,2 dibromo-3-chloropropane (interdit récemment (1978) par l'Environment Protection Agency).

On les applique, sous forme liquide, à 18-20 cm de profondeur, dans un sol bien préparé et suffisamment humide pour permettre le semis ; pour assurer la meilleure efficacité, on doit ensuite travailler le sol en surface, afin d'éviter que les vapeurs du produit ne s'échappent. L'époque d'application doit précéder le semis de deux semaines environ, pour éviter une phytotoxicité éventuelle sur les plantes cultivées.

Les nématicides de contact appartiennent à la classe des organo-phosphorés ou à celle des carbamates. Ces produits ont fréquemment une activité insecticide et certains sont doués de propriétés systémiques ; on les utilise le plus souvent sous forme de granulés que l'on incorpore mécaniquement dans le sol, soit en épandage général, soit avec une localisation en bandes, soit encore dans le sillon du semoir ; on connaît aussi des formulations flottables, qui sont réparties dans le champ par l'intermédiaire des eaux d'irrigation. Quelles que soient les modalités d'application, l'efficacité des nématicides de contact n'est généralement pas aussi bonne que celle des fumigants. Le prix de revient est de toutes façons élevé, en raison de l'équipement spécial nécessaire pour la fumigation, ou à cause du prix de l'énergie dépensée pour l'incorporation mécanique des granulés. L'expérimentation se poursuit actuellement sur une vingtaine de matières actives récentes, dont 3 ou 4 sont prometteuses. On a estimé à environ 120 000 à 150 000 ha les surfaces traitées au cours de la dernière décennie, la perte annuelle de rendement due aux nématodes étant évaluée entre 2 et 3 % mais, au Texas, en Caroline du Nord, en Géorgie, le problème est bien plus grave que ne l'indique cette moyenne globale.

En raison des diverses barrières inhérentes à la lutte chimique, les agronomes américains ont préco-

nisé un système intégré mettant aussi en jeu la résistance variétale, le respect de l'équilibre de la faune dans le sol, les rotations permettant de placer les cultures dans les zones les moins infestées, et les assolements avec des plantes ne favorisant pas les espèces nuisibles au cotonnier.

En Afrique

En Afrique intertropicale, des espèces appartenant aux trois genres *Meloidogyne*, *Pratylenchus* et *Rotylenchulus* ont été signalées et étudiées en République Centrafricaine et au Congo (LUC *et al.*, 1964), au Ghana (PEACOCK, 1956), au Malawi (BRIDGE *et al.*, 1976), au Nigeria (CAVENESS, 1967), au Bénin (VILARDEBO et DELATTRE, 1971), au Soudan (YASSIN, 1974), sur différentes plantes cultivées, dont le cotonnier ; en Egypte (OTEIFA, 1962), plusieurs espèces sont signalées sur le cotonnier.

L'incidence possible des nématodes sur la situation sanitaire a été évoquée par LAGIÈRE (1960), à propos de la fusariose, maladie introduite relativement récemment et qui s'étendait à quelques zones de l'est de la région cotonnière centrafricaine. Aussitôt après, CAUQUIL (1961) commence l'étude des relations entre ces parasites de racines et le champignon *Fusarium oxysporum*.

En 1965, CAUQUIL et MILDNER, faisant le point sur la situation de la maladie, écrivent à propos du rôle des nématodes : « En 1960, nous avons trouvé pour la première fois en R.C.A. des galles à *Meloidogyne* sur les racines des cotonniers atteints par la fusariose. Un essai en serre (...) a permis de vérifier que l'infection était intensifiée par ces nématodes. Ce résultat est confirmé par un essai fait en culture traditionnelle dans le M'Bomou avec un traitement nématicide (...); le pourcentage de pieds atteints [de fusariose] est de 32 %, cent jours après le semis pour les parcelles traitées, contre 55 % chez le témoin. »

Dans leur rapport de mission, LUC et MERNY (1962) notent que « sur neuf échantillons de sol prélevés dans ladite zone de « wilt » fusarien, sept contiennent des juvéniles de *Meloidogyne* dont trois comprenaient des galles sur racines de cotonnier au moment du prélèvement, les deux échantillons sans *Meloidogyne* provenant de rhizosphères de cotonnier sans symptôme de flétrissement. En zone exempte de fusariose, pas de galle sur cotonnier, et deux échantillons sur cinq contiennent des juvéniles ». Les auteurs concluent : « S'il n'a pas été observé une liaison rigoureuse entre la présence de *Meloidogyne* et celle de la fusariose, de très fortes indications existent en faveur de cette hypothèse (...) Les individus rencontrés appartiennent à l'espèce *M. incognita*, pour laquelle le synergisme avec le *Fusarium* a été le plus fréquemment observé et démontré aux U.S.A. »

Dans les comptes rendus d'activité de la station de Bambari, pour les campagnes 1961-1965 et 1966, on trouve d'autres observations sur la présence des nématodes et celle de la fusariose ; la simultanéité n'est pas toujours la règle, la destruction des cotonniers par les nématodes seuls ayant été constatée (Anon., 1965) ; au laboratoire, des ensemencements de larves de nématodes, sur de la terre infectée ou non de *Fusarium*, puis la culture de tomates ou de cotonniers dans les pots, montrent une forte relation entre les nématodes galligènes et l'importance de la fusariose (Anon., 1966).

Les distributions géographiques des divers nématodes capables d'interférer avec les divers organismes pathogènes cités, débordent très largement la zone d'extension de la fusariose en Afrique intertropicale, zone relativement restreinte. En Afrique de l'Ouest, les maladies vasculaires fongiques, fusariose ou verticilliose, sont absentes. On évaluera donc, dans la

présente étude faite au Bénin, l'incidence directe des nématodes parasites des racines sur les cultures cotonnières.

Nématodes et *Hibiscus* à fibres

Les références sur le parasitisme des *Hibiscus* à fibres, par les nématodes, sont abondantes ; elles concernent exclusivement le genre *Meloidogyne*.

A côté de *M. incognita*, déjà signalée sur cotonnier, *M. acrita*, *M. javanica*, *M. arenaria* sont mentionnées sur diverses espèces d'*Hibiscus*, soit à fibres exploitables, soit sauvages.

Le kénaf (*H. cannabinus*) est particulièrement sensible aux *Meloidogyne*.

Le croisement d'*H. cannabinus* avec *H. sabdariffa*, lequel présente une sensibilité à *M. incognita* et *M. javanica* beaucoup moins grande, a été tenté à plusieurs reprises ; l'allohexaploïde ($2n = 108$) obtenu en Floride s'est montré d'une résistance intermédiaire à celle des parents. La résistance relative obtenue en serre pour certaines lignées de kénaf pourrait se révéler défailante en pratique dans les champs infestés par *M. javanica* (ADAMSON *et al.*, 1974) ; *H. sabdariffa* se révèle sensible à *M. arenaria* (MINTON *et al.*, 1970).

Divers traitements aux nématicides ont été essayés contre les nématodes du kénaf, en U.R.S.S. (TADYI-BAEV et SVESHMIKOVD, 1971).

La présence de nématodes (*M. javanica*) aurait une action favorisante sur l'attaque des racines du kénaf par le champignon cosmopolite *Macrophomina phaseoli* dans les cultures de Taïwan (TU et CHENG, 1971), ce qui rappelle la situation déjà rencontrée chez le cotonnier avec la fusariose, la verticilliose, etc.

II. ÉTUDES RÉALISÉES AU BÉNIN

Buts

Les investigations effectuées au Bénin, au cours des campagnes 1973 et 1974 sur cotonnier et sur les deux espèces d'*Hibiscus* cultivées pour leurs fibres, avaient pour buts de :

— chiffrer l'incidence économique des nématodes sur différents types variétaux, aussi bien de cotonniers que d'*Hibiscus* ;

— établir les sensibilités respectives des différentes variétés d'*Hibiscus cannabinus* et *H. sabdariffa* cultivées aux espèces et races de *Meloidogyne* spp., dans les cultures de l'Afrique de l'Ouest ;

— comparer l'efficacité de quatre produits nématicides en culture cotonnière ;

— évaluer l'effet correctif de l'apport de fumure potassique en fonction de l'importance des populations de nématodes sur cotonnier ;

— apprécier la possibilité de mesures agricoles simples évitant une pullulation des nématodes dans les cultures.

Matériel et méthodes

Essais sur le cotonnier

Les essais combinés ont été réalisés sur des champs expérimentaux de l'I.R.C.T. d'Aplahoué (Centre-Sud). Les dispositifs expérimentaux de base étaient constitués de blocs de Fisher, composés de parcelles élémentaires de 30 m × 3,2 (96 m²). Le semis par poquet était effectué en ligne et à l'écartement de 0,80 m × 0,40 m, à raison de quatre lignes par parcelle, puis démariage à deux plants. La fumure était employée à la dose de 300 kg/ha d'un engrais composé de formule : « 6-12-18 ».

Essais combinés de traitements nématicides et de variétés

Au cours des campagnes 1973 et 1974, trois essais de traitements nématicides, couplés à des essais variétaux, ont été réalisés sur des sols infestés par *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus brachyurus*, *P. sefaensis* et *Rotylenchulus reniformis*. Chaque essai couvrait une surface totale de 1 920 m² et comportait

20 parcelles élémentaires (variétés), divisées transversalement en 2 sous-parcelles, l'une traitée au nématicide, l'autre servant de témoin. Le produit nématicide appliqué était le produit commercial Fumazone® à base de DBCP, en formulation liquide contenant 75 % de matière active/1-2 dibromo-3/chloropropane, employé à la dose de 50 l/ha.

Le nématicide, dilué dans de l'eau dans la proportion de 1/10, a été injecté dans le sol, à 25 cm de profondeur, au moyen du pal injecteur, environ 15 jours avant le semis. Sur chaque essai, quatre cultivars de cotonniers ont été comparés en cinq répétitions, conformément au tableau suivant :

Essai n° 1 Semis : 3 juillet 1973	Essai n° 2 Semis : 7 juillet 1973	Essai n° 3 Semis : 1 ^{er} juillet 1974
A-333-61 BJA 592 Y-14222 L-231-24	A-333-61 HAR-444-2 L-299-10 L-231-24	A-333-61 HAR-444-2 L-299-10 L-231-24

Au total, six variétés de cotonnier ont donc été examinées.

Essai de produits nématicides

Le dispositif expérimental comportait quatre variantes dont un témoin non traité et cinq répétitions, soit 20 parcelles élémentaires de 96 m², surface totale de 1 920 m². Les trois produits suivants ont été testés :

- DBCP : « Fumazone »® CE 95 (soit 878 g/kg); 60 l/ha ; application le 19 juin ;
- aldicarb : « Témik »® granulé à 5 % ; 20 kg/ha ; application le 10 août ;
- éthoprophos : « Mocap »® granulé à 5 % ; 50 kg/ha ; application le 7 juillet.

Les spécialités commerciales nous ont été gracieusement fournies par les firmes PROCIDA et BP. Les semis de cotonnier a eu lieu le 7 juillet avec la variété A 333.61.

Essai de traitement nématicide couplé au test de dose et fractionnement de la fumure potassique

Le dispositif expérimental mixte comportait deux variantes « nématicides » (DBCP et témoin non traité) en « split-plot », et huit objets portant sur les fumures avec quatre répétitions.

La surface totale de l'essai était de 3 072 m², répartie en 32 parcelles élémentaires.

Le semis (cultivar A 333.61) a eu lieu le 2 juillet 1973.

Objets

- a. Témoin sans fumure.
- b. FB = fumure de base (22 N, 125 ; 36 P₂O₅ ; 1 B₂O₃).
- c. FB + KCl 50 (30 K₂O).
- d. FB + 2 × 25 KCl (30 K₂O) (application en deux fois).
- e. FB + 100 KCl (60 K₂O).
- f. FB + 2 × 50 KCl (60 K₂O) (application en deux fois).
- g. FB + 200 KCl (120 K₂O).
- h. FB + 2 × 100 KCl (120 K₂O) (application en deux fois).

Essais sur les *Hibiscus*

Essais combinés de nématicides et de variétés

Le dispositif en « split-plot », installé sur un champ expérimental de la région d'Aplahoué, fortement infesté par *Meloidogyne*, comportait 35 parcelles de 36 m².

Chaque parcelle était divisée en deux sous-parcelles, l'une traitée au Fumazone®, à la dose de 50 l/ha, et l'autre servant de témoin. Ces parcelles ont été semées le 3 juillet 1973 (soit 15 jours après le traitement au DBCP) avec trois variétés d'*Hibiscus cannabinus* (BG 52-1 ; Soudan précoce et Cuba 108) et quatre variétés d'*Hibiscus sabdariffa* (Pokéo ; THS 2 ; THS 3 et THS 4), à raison de cinq répétitions.

Test de sensibilité variétale d'*H. cannabinus* et d'*H. sabdariffa* à *Meloidogyne* sp.

Des graines de vingt variétés d'*H. cannabinus* et de cinq variétés d'*H. sabdariffa* ont été semées dans des seaux contenant 9 dm³ de terre stérilisée par chauffage. Les poquets de plantules ont été infestés par 5 000 larves de *Meloidogyne*, puis les seaux furent disposés au hasard dans les serres (cinq répétitions par variété). Deux mois après l'inoculation, les racines ont été séparées du sol et le nombre de nématodes par pied a été évalué par la technique d'extraction par aspersion (SEINHORST, 1950).

Observations diverses

Sur les différents dispositifs expérimentaux, l'évolution des populations de nématodes extraits du sol, d'une part, et ceux extraits des racines, d'autre part, a été suivie au cours du cycle végétatif des plantes. Les nématodes du sol ont été extraits par la méthode de l'éluatrieur (SEINHORST, 1962) et ceux des racines par la méthode par aspersion.

L'analyse statistique des données a été effectuée suivant le schéma classique de l'analyse de la variance (SNEDECOR et COCHRAN, 1967).

Résultats

1. Prospection

Cotonnier

Une prospection nématologique sur cotonnier a été effectuée le long d'un axe Nord-Sud allant de Kandi à Cotonou ; la liste des nématodes identifiés est donnée au tableau 1. Cette liste, établie à partir d'un nombre de prises d'échantillons relativement élevé (150), contient probablement la plupart des espèces de nématodes présentes dans les champs de cotonniers des régions visitées.

On a pu identifier au total 19 genres de nématodes ; certes, tous ne sont pas obligatoirement des parasites du cotonnier ; ainsi, certains peuvent être parasites des plantes adventices et d'autres des survivants de la culture précédente. Des espèces relevant de trois genres peuvent être considérées à coup sûr comme parasites réels du cotonnier, car elles ont été extraites des racines elles-mêmes ; ces genres sont d'ailleurs connus comme comportant des espèces parasites fréquentes de cette culture ; il s'agit de : *Meloidogyne*, *Rotylenchulus* et *Pratylenchus*. La figure 2 montre le résultat d'une expérience de laboratoire ; 2 000 larves de *Rotylenchulus* sp. ont été placées dans la terre des pots où des cotonniers furent semés, d'autres pots servant de témoin sans infestation artificielle. La présence des nématodes déprime visiblement la végétation et provoque une chlorose très nette chez les cotonniers.

Le parasitisme par *Meloidogyne* est rendu évident par la formation des galles sur les racines des cotonniers dans les champs infestés.

Les régions Centre et Nord sont caractérisées par un peuplement nématologique très varié, mais à faible effectif total ; tandis que le peuplement des régions Sud et Centre-Sud est constitué essentiellement de populations de *Meloidogyne javanica*, *Pratylenchus brachyurus*, *Pratylenchus sefaensis* et de *Rotylenchulus reniformis*. Cette dernière espèce est absente dans le Nord du pays, où l'on ne rencontre que de faibles populations de l'espèce *R. borealis*. Enfin, cette prospection systématique a permis la découverte d'une espèce nouvelle : *Hemicyclophora dahomensis* (GERMANI et LUC, 1977).

Plantes à fibres jutières

Des prélèvements effectués sur *Corchorus olitorius*, *C. capsularis*, *Hibiscus cannabinus* et *H. sabdariffa* ont montré que les trois premières plantes sont fortement parasitées par différentes espèces de *Meloidogyne*, mais que la quatrième n'héberge aucune de ces espèces.

2. Expérimentation

Essais de traitements nématicides sur cotonnier

Les analyses des populations de nématodes effectuées pour les cinq essais sur cotonnier sont rassemblées au tableau 2. L'action de Fumazone® a été plus marquée dans les essais variétaux 1 et 2 que dans l'essai variétal 3 et dans l'essai « action fumure potassique ». Parmi les trois produits essayés, le Fumazone® reste techniquement le plus efficace, mais son emploi n'est guère praticable au plan économique.

Tableau 1. — Nématodes phytoparasites associés à la culture cotonnière au Bénin

	Sol	Racines
<i>Meloidogyne</i> spp	+	+
<i>Pratylenchus brachyurus</i> GODFREY	+	+
<i>Pratylenchus sefaensis</i> FORTUNER	+	+
<i>Rotylenchulus reniformis</i> LINDFORD and OLIVEIRA	+	+
<i>Rotylenchulus borealis</i> LOOF and OOSTENBRINK	+	+
<i>Scutellonema</i> sp	+	+
<i>Helicotylenchus</i> sp	+	+
<i>Aphasmatylenchus nigeriensis</i> SHER	+	—
<i>Criconemoides sphaerocephalus</i> TAYLOR	+	—
<i>Criconemoides rotundicauda</i> LOOF	+	—
<i>Hemicriconemoides cocophilus</i> CHITWOOD and BIRCHFELD	+	—
<i>Hemicyclophora dahomensis</i> LUC and MERNY	+	—
<i>Paratylenchus</i> sp	+	+
<i>Tylenchus</i> sp	+	+
<i>Tetylenchus</i> sp	+	—
<i>Tylenchorhynchus</i> sp	+	—
<i>Heterodera</i> sp	—	+
<i>Xiphinema</i> sp	+	—
<i>Longidorus</i> sp	+	—
<i>Trichodorus</i> sp	+	—
<i>Aphelenchus</i> sp	+	+
<i>Aphelenchoides</i> sp	+	+

Tableau 2. — Nombres moyens des trois principaux genres de nématodes extraits de 1 dm³ de sol et 100 g de racines de cotonnier; parcelles d'essais traitées aux nématicides et témoin non traité

	Essai variétal 1 1973		Essai variétal 2 1973		Essai variétal 3 1974		Action K		Essai de produits nématicides			
	Trait.	Tém.	Trait.	Tém.	Trait.	Tém.	Trait.	Tém.	DBCP (Fuma- zone ®)	Carbo- furan (Fura- dan ®)	Aldi- carb (Té- mik ®)	Etho- prophos (Mo- cap ®)
<i>Meloidogyne</i>												
Sol	70	150	0	0	730	3 820	240	870	10	1 680	410	190
Racines	0	8 140	0	4 150	2 570	7 060	400	2 300	3	210	10	30
<i>Pratylenchus</i>												
Sol	0	290	0	85	80	370	27	320	0	660	140	100
Racines	620	3 000	0	1 150	150	7 560	50	1 950	3	60	70	50
<i>Rotylenchulus</i>												
Sol	0	100	0	105	0	0	320	2 110	1 000	1 300	100	760
Racines	15	0	0	0	0	0	630	2 110	0	0	50	0

Tableau 3. — Essais combinés de traitements nématicides et de variétés de cotonniers (n° 1 et n° 2, 1973)

Essai variétal 1	(Rendements en kg/ha)		Essai variétal 2	(Rendements en kg/ha)	
	Traité	Non traité		Traité	Non traité
A 333-61	703 a	357 b	A 333-61	905 a	578 b
BJA 592	732 a	275 b	HAR 444-2	815 a	572 b
Y-1422	649 a	312 b	L 299-10	788 a	415 b
L 231-24	513 a	245 b	L 231-24	738 a	410 b
\bar{m}	649,25	297,00	\bar{m}	811,6	493,7
F blocs	4,07 *			3,24 N.S.	
F variétés	2,59 N.S.			2,44 N.S.	
F nématicide	23,23 **			7,91 *	
F (variétés × nématicide)	1,04 N.S.			1,17	
C.V. variétés	27 %			24 %	
C.V. traitements	33 %			29 %	
s \bar{x}	121 kg/ha			79 kg/ha	

Essais variétaux avec et sans traitement

a) Essais variétaux n° 1 et 2 (1973)

Les résultats observés sur ces deux essais sont consignés au tableau 3. L'analyse de variance effectuée sur les rendements montre un effet bloc F (4-12) = 4,07, significatif au seuil de 5 % dans l'essai variétal 1, et un effet bloc F (4-12) = 3,24, significatif à 0,1 seulement dans l'essai variétal 2: l'hétérogénéité de la nature du sol et surtout celle de l'infestation par les nématodes sont bien mises en évidence (tabl. 2). L'effet différentiel des traite-

ments F (1-4) = 23,2 est hautement significatif dans l'essai variétal 1. Dans l'essai variétal 2, il est significatif F (1-4) = 7,9. Dans les deux cas, ni les différences entre variétés ni celles des interactions « traitement-variété » ne sont significatives. Les six variétés testées réagissent donc sensiblement de la même façon, quel que soit le traitement auquel elles ont été soumises. Du fait qu'il n'existe pas de différence de réaction variétale dans ces deux essais, on a pu comparer les moyennes générales; celles-ci présentent des différences significatives au seuil de 1 % (t à 78 ddl = 5,54).

Tableau 4. — Essais de traitement nématicide et de variétés de cotonniers (n° 3, 1974)

Essai variétal 3	Hauteur des tiges (cm)		Rendements (kg/ha)	
	Traité	Non traité	Traité	Non traité
A 333-61	128,4 a	90,6 b	575	373
HAR 444-2	127,0 a	96,6 b	737	393
L 299-10	137,4 a	98,0 b	728	333
L 231-24	103,4 c	78,8 d	257	179
Analyse de variance				
F blocs	2,13 N.S.	1,60 N.S.		
F variétés	9,03 **	5,97 **		
F nématicide	103,01 ***	36,95 ***		
F (var. × némat.)	1,07 N.S.	1,23 N.S.		
s \bar{x} variétés	5,42 cm	39,7 kg/ha		
s \bar{x} nématicide	4,63 cm	34,4 kg/ha		
C.V. variétés	11,26 %	25,8 %		
C.V. nématicide	9,61 %	31,6 %		

b) Essai variétal n° 3 (1974)

Les résultats relatifs à la hauteur des tiges principales, mesurées au cours du cycle végétatif, et au rendement en coton-graine, exprimé en kg/ha, sont consignés au tableau 4. L'analyse de variance montre une action différentielle hautement significative entre les variétés F (3-12) = 9,03 et aussi entre les traitements F (1-16) = 103. La variété HAR 444-2 a une hauteur voisine de la variété A 333.61 sous traitement et une hauteur voisine de la variété L 299-10 en l'absence de traitement. La variété L 229-24 se distingue significativement des précédentes dans les deux cas.

Les différences de rendements observées entre traitement sont comparables à celles obtenues l'année précédente (tabl. 3), bien que la productivité respective des variétés A 333.61 et L 231-24 soit inférieure à celle observée sur l'essai variétal 2.

Essai de produits nématicides

Les résultats relatifs aux rendements sont consignés au tableau 5. L'analyse de variance montre un effet différentiel pour les quatre blocs F (4-12) = 14,1 et un effet différentiel pour les traitements F (3-12) = 9,6, hautement significatifs. Le DBCP montre une efficacité supérieure aux autres produits essayés, aussi bien pour le niveau des populations de nématodes (tabl. 2) que pour les rendements (tabl. 5).

Essai de traitement nématicide (DBCP) couplé à l'action de la fumure potassique

L'aspect des parcelles d'essai à l'époque de la floraison est évoqué dans la figure 3.

Tableau 5. — Essai de produits nématicides sur cotonnier. Rendements (en kg/ha)

DCBP : Fumazone®	668 a
Carbofuran : Furadan®	516 b
Aldicarb : Témik®	411 b c
Ethoprophos : Mocap®	385 c
FB blocs	9,6 **
F nématicide	14,1 **
s \bar{x} : 41,5 kg/ha.	
C.V. : 18,7 %.	

L'effet bloc, l'effet fractionnement et toutes les interactions (dose, fractionnement, traitement et fumure) ne présentent pas de différences significatives.

Les résultats condensés portant sur les rendements sont présentés au tableau 6, en analyse simplifiée. L'effet fumure F (7-12) = 14,7 montre des différences significatives au seuil de 5 % ; les effets dose F (1-2) = 9,7 et traitement nématicide F (1-2) = 24,7 présentent des différences significatives au seuil de 1 %.

Les parcelles sans fumure ont des rendements non significativement différents de ceux des parcelles ayant reçu une fumure de base (FB) sans potasse ; celles-ci diffèrent de toutes les autres ayant reçu du KCl, quant au rendement. Les parcelles ayant reçu 50 et 100 kg de KCl ne présentent pas de différences significatives entre elles ; pour chaque niveau de doses globales, le fractionnement n'a pas d'action différentielle.



Fig. 1. — Plage infectée par la maladie de Parakou où le cotonnier a été remplacé par des graminées non sensibles.



Fig. 2. — Test d'inoculation de *Rotylenchulus* sur cotonnier : à gauche, pot témoin sur terre stérilisée ; à droite, deux pots ayant reçu des larves de Nématodes.

(Photo ORSTOM).



Fig. 3. — Essai de nématicide combiné à la fumure potassique : on notera le faible développement du témoin sans traitement ni fumure (à droite) par rapport à celui d'une parcelle fumée (à gauche).

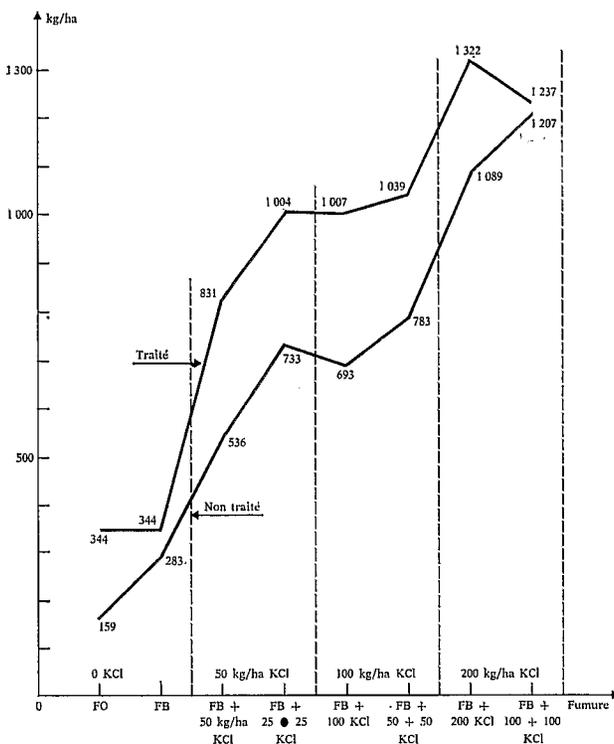


Fig 1. — Courbe d'action de la potasse (doses et fractionnement de l'application) associée ou non à des traitements nématocides (Bozikpé-Aplahoué, 1973).

Le classement global des niveaux de fumure s'établit donc comme suit :

Sans fumure # FB < 50 kg KCl # 100 kg KCl < 200 kg KCl.

Quelle que soit la fumure, les rendements des parcelles traitées au nématocide sont tous significativement différents de ceux obtenus sur les parcelles non traitées, exception faite pour celles ayant reçu 2×100 kg/ha de KCl, pour lesquelles les différences ne sont plus significatives.

En effectuant un calcul de régression linéaire pour chacune des séries de résultats, on obtient les relations suivantes :

« non traité » : $Y = 304,4 + 4,35 X$ avec $r = 0,96$,
 « traité » : $Y = 522,1 + 4,22 X$ avec $r = 0,90$.

Les pentes des droites de réponse montrent que 1 kg/ha supplémentaire de potasse accroît le rendement du cotonnier de plus de 4 kg/ha, en moyenne, pour la campagne. La valorisation peut donc être satisfaisante dès la première année ; de plus, un reliquat de fumure dans le sol est probablement encore assez actif pour la culture suivante.

En supposant qu'il n'y ait pas d'interaction entre la dose de potasse et l'application de nématocide, on

Tableau 6. — Essai combiné de traitement nématocide, de doses et d'application potassique. Rendements (en kg/ha, c.gr.)

	Traité	Non traité
Non fumé	366,2	73,5
Fumure de base (FB) ..	408,2	197,5
FB + 50 KCl	898,7	510,2
FB = (2 × 25) KCl	1 089,5	731,0
FB + 100 KCl	1 067,2	622,5
FB + (2 × 50) KCl	1 103,7	616,5
FB + 200 KCl	1 326,2	1 008,0
FB + (2 × 100) KCl ...	1 376,7	1 179,0
Analyse de variance		
F blocs	3	1,29 N.S.
F fumure (dose)	7	14,66 **
F nématocide	1	24,58 **

montre que la différence moyenne entre « traité au nématocide » et « non traité » serait :
 $891 - 685,4 = 205,6$ kg/ha.

La difficulté matérielle de l'exécution d'une désinfection du sol n'autorise pas la prise en charge d'une telle opération, dans la situation présente. Pour un résultat équivalent dans l'immédiat, mieux vaut investir sous forme de fumure potassique (par exemple, le surplus d'environ 200 kg/ha, évalué plus haut pour le traitement du sol, serait aussi bien obtenu avec environ 50 kg/ha d'engrais potassique).

Toutefois, à plus long terme, une végétation améliorée d'année en année par la fumure potassique entraînera un accroissement des populations de *Meloidogyne* qui, finalement, pourrait contraindre à une désinfection du sol, si l'on voulait maintenir une culture répétée de cotonniers.

Essais combinés de traitements nématocides et de variétés d'*H. cannabinus* et d'*H. sabdariffa*

Les résultats à la récolte sont donnés en t/ha de tiges vertes (tabl. 7). Pour *H. cannabinus*, les effets « blocs » F (4-12) = 11,8 et les effets « traitement » F (1-2) = 11,4 montrent des différences hautement significatives entre les trois variétés.

La répartition des nématodes dans le sol est donc, à l'origine, très hétérogène ; ensuite, les variétés n'ont pas la même sensibilité aux parasites. Le traitement produit une excellente élimination des populations de *Meloidogyne* puisqu'il ne subsiste que 20 individus par 100 g de racines sur les parcelles traitées, contre 16 500 pour les parcelles témoin ; corrélativement, on observe une augmentation substantielle des rendements (tabl. 7).

Pour *H. sabdariffa*, l'effet « bloc » F (4-12) = 6,6 montre des différences significatives à 5 %, donc une hétérogénéité dans la répartition des nématodes ;

mais l'effet des traitements n'est apparent ni sur les populations de *Meloidogyne* (de niveau très bas sur les parcelles témoins, comme aussi sur les parcelles traitées), ni pour les rendements (tabl. 7), ce qui exprime bien que les variétés de ce groupe d'*Hibiscus* ne sont pratiquement pas influencées par les nématodes, même si le sol en contient des réserves considérables.

Test d'inoculation de *Meloidogyne* à *H. cannabinus* et *H. sabdariffa*

Les résultats des inoculations de *Meloidogyne* (tabl. 8) montrent que les 20 variétés d'*H. cannabinus* de l'essai sont toutes sensibles à *Meloidogyne*, mais à des degrés assez variables, tandis que les 5 variétés d'*H. sabdariffa* peuvent être considérées comme tout à fait résistantes, sinon immunes.

Tableau 7. — Essai combiné de traitement nématicide et de variétés d'*Hibiscus*

<i>H. cannabinus</i>	Traité	Non traité	<i>H. sabdariffa</i>	Traité	Non traité
	BG 52-1	22,5		16,0	Pokeo
Soudan précoce	23,1	13,9	THS. 2	29,1	26,8
Cuba 108	22,5	16,6	THS. 3	29,9	27,0
	—	—	THS. 4	29,3	27,6
Analyse de variance					
F blocs	11,86 **			6,62 *	
F nématicides	11,14 **			0,70 N.S.	
F variétés	0,89 N.S.			1,95 N.S.	
F (némat. × var.) ...	1,44 N.S.			0,02 N.S.	

Tableau 8. — Tests d'inoculation de *M. incognita* sur *H. cannabinus* et *H. sabdariffa*

Variétés	Indice infestation maximum	Nombre maximal de larves par g de racines	0	
			: non sensible x : peu sensible xx : sensible xxx : très sensible	
<i>H. cannabinus</i>	ASM-9	4	2 410	xx
	ASM-14	3	10 900	xxx
	BG 52-1 FE	4	9 900	xxx
	BG 52-19	3	17 700	xxx
	BG 52-20	2	6 300	xxx
	BG 52-22	4	3 500	xx
	BG 52-36	4	8 800	xxx
	BG 52-44	3	3 200	xx
	BG 52-45	3	5 500	xxx
	BG 52-52	2	13 600	xxx
	BG 52-57	4	9 700	xxx
	BG 52-71	3	2 200	xx
	BG 52-104-FD ...	2	4 300	xx
	BG 52-104-FE ...	3	2 630	xx
	BG 52-122	2	6 550	xxx
	BG (52-90)	4	6 500	xxx
	(52-55)	4	6 500	xxx
	BG 53-75-FE ...	4	16 500	xxx
	BSM-13	2	4 700	xx
	BSM-27	4	6 500	xxx
Kenaf 129	2	2 000	xx	
<i>H. sabdariffa</i>	Pokeo	0	0	0
	THS. 2	0	76	0
	THS. 12	0	147	x
	THS. 22	0	88	0
	THS. 30	0	33	0

Discussion

Pour le cotonnier, notre étude sur les peuplements de nématodes a montré que le taux de présence, au Bénin, de *Rotylenchulus reniformis* est relativement faible; ce nématode peut être considéré, dans le cas présent, comme un parasite d'importance secondaire. Par ailleurs, la rotation « maïs-cotonnier », généralement pratiquée au Bénin, contribue à limiter alternativement et assez efficacement la pullulation de *Meloidogyne* et celle de *Pratylenchus*.

En effet, en suivant sur trois années l'évolution des populations de ces deux groupes de nématodes au cours de chacune des deux cultures, on a montré que le maïs est défavorable au développement de *Meloidogyne*, et le cotonnier à celui de *Pratylenchus*.

Le principal problème nématologique au Bénin, tout particulièrement dans les terres légères de la zone Sud, est relatif à *Meloidogyne*. On est ici en présence d'une situation certes difficile, mais relativement simple, comparativement à celles d'autres contrées où ces parasites racinaires peuvent avoir une action synergique entre eux (BIRD et GAY, 1973), ou en favorisant les maladies vasculaires du type « fusariose ». L'incidence intrinsèque des nématodes, notamment dans les terres de barre, demeure considérable: les rendements sont facilement doublés après un traitement dont l'efficacité nématicide est assez banale, par exemple le DBCP (tabl. 3, 4, 6); les autres produits nématicides, aux doses essayées, agissent sur les populations de nématodes et sur les rendements (tabl. 2, 5) avec un degré d'efficacité comparativement moindre que celui du DBCP.

L'apport de fumure potassique permet en soi une rapide augmentation des rendements; la différence entre les parcelles traitées au nématicide et les témoins non traités, assez forte pour les doses modérées de potasse, s'estomperait un peu avec les fortes doses de KCl (tabl. 6).

Sur *Hibiscus*, le contraste entre la sensibilité à *Meloidogyne* de *H. cannabinus* et la résistance de *H. sabdariffa* à ce même groupe, signalé ailleurs par de nombreux auteurs (ADAMSON *et al.*, 1975; SING et GILL, 1975), s'observe également au Bénin. Les tests variétaux de sensibilité à *Meloidogyne*, réalisés en conditions de laboratoire (tabl. 8), ainsi que les essais de traitements nématicides au champ (tabl. 7), ont donné des résultats concordants: sensibilité élevée et variable pour *H. cannabinus*, et sensibilité faible à nulle pour *H. sabdariffa*.

Conclusion

En pratique, sur cotonnier, les problèmes dus à *Meloidogyne* se posent avec une réelle acuité, mais sur des zones bien localisées, et plus uniformément sur *H. cannabinus*, mais sur une aire plus vaste. Les moyens de lutte chimique directe contre ce parasite, bien que techniquement efficaces, ne sont pas économiquement vulgarisables dans les conditions africaines d'exploitation du cotonnier ou des plantes à fibres. Dans le cas des *Hibiscus*, une méthode de lutte, sur un plan purement nématologique, peut être préconisée en substituant à la culture de l'espèce sensible (*H. cannabinus*) celle de l'espèce résistante (*H. sabdariffa*) quand cela est possible. On peut aussi envisager (BOULANGER, 1980) des tentatives de transfert génétique des gènes de résistance d'une espèce botanique à l'autre, par la voie de l'hybridation interspécifique, en utilisant comme géniteurs les descendances de l'hexaploïde (*H. cannabinus* × *H. sabdariffa*) (WILSON et MENZEL, 1967). De même, *H. ectvelidianus* est utilisé dans les nombreux travaux de SUMMERS *et al.* (1958, 1963, 1966, a, b, c), en Floride.

Dans le cas du cotonnier, toutes les variétés cultivées au Bénin sont plus ou moins fortement attaquées par *Meloidogyne*; la sélection ne sera possible que dans la mesure où l'on renouvellera le fonds héréditaire pour introduire des caractères de moindre sensibilité ou, mieux, de résistance, en provenance de certains groupes de *G. hirsutum* ou de *G. barbadense*, ainsi que l'a suggéré SHEPHERD (1974).

D'après des travaux très récents, le mécanisme de résistance du cotonnier aux nématodes comporterait, entre autres, une production d'aldéhydes terpénoïdes en réponse à l'infection des racines; il y aurait une corrélation entre la quantité produite et le niveau de résistance de l'hôte. On a aussi montré que ces substances sont toxiques ou inhibitrices pour le stade parasite du nématode; leur synthèse dans la racine a lieu à l'endroit et au moment propices pour contrer le développement du parasite. D'autres indications concordantes sur le rôle actif de ces substances sont obtenues par les données toxicologiques et histochimiques (VEECH, 1980 b). Une meilleure connaissance des mécanismes de résistance et de leur transmission héréditaire ouvrira sans doute la voie à des progrès rapides dans la création de variétés non sensibles aux nématodes.

BIBLIOGRAPHIE

1. Anonyme, 1963. — Compte rendu d'activité 1961-1962. Station de Bambari. *Cot. Fib. trop.*, 18, 1, 57.
2. Anonyme, 1967. — Compte rendu d'activité 1965-1966. Station de Bambari. *Cot. Fib. trop.*, 22, 1, 31.
3. Anonyme, 1968. — Compte rendu d'activité 1966-1967. Station de Bambari. *Cot. Fib. trop.*, 23, 1, 29.
4. ADDOH P.G. and S.Y. AMANQUAH, 1968. — The effectiveness of Temik, a systemic pesticide, for controlling root-knot Nematodes and its influence on the growth and seed yield of kenaf, *Hibiscus cannabinus* H. *Ghana J. agric. Sci.*, 1-1, 55-57.
5. ABO EL DAHAB M.K., 1961. — Relationship of root-knot Nematodes and *Fusarium* wilt of cotton in Egyptian soils. *Phytopath. médit.*, 1, 61-65.
6. ADAMSON W.C., E.G. STONE and N.A. MINTON, 1974. — Field resistance to the javanese root-knot Nematode in kenaf. *Crop. Sci.*, 14, 2, 334-335.
7. ADAMSON W.C., J.A. MARTIN and N.A. MINTON, 1975. — Rotation of kenaf and roselle on land infested with root-knot Nematodes. *Plant Dis. Rep.*, 59, 130-132.
8. ATKINSON G.F., 1892. — Some diseases of cotton. *Polytech. Inst. Agr. expt. Sta. Bull.*, 41, 61-65.

9. BAQRI Q.H. and M.S. JAIRAPURI, 1969. — Two known and three new species of Nematodes associated with fibrous crops in India. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 1, 3, 327-337.
10. BERNARD E.C. and R.S. HUSSEY, 1979. — Population development and effects on the spiral Nematode *Helicotylenchus dihystra* on cotton in micro-plots. *Plant Dis. Repr.*, 63, 10, 807-810.
11. BIRCHFIELD W. and J.E. JONES, 1961. — Distribution of the reniform Nematode in relation to crop failure of cotton in Louisiana. *Plant Dis. Repr.*, 45, 671-673.
12. BOULANGER J., 1980. — Activité I.R.C.T. 1979. Département des fibres longues. *Cot. Fib. trop.*, 35, 1, 10.
13. BRIDGE J., E. JONES and L.J. PAGE, 1976. — *Meloidogyne acrona* associated with reduced growth of cotton in Malawi. *Plant Dis. Repr.*, 60, 1, 5-7.
14. BRODIE B.B. and W.E. COOPER, 1964. — Relation of parasitic Nematodes in post emergence damping-off of cotton. *Phytopath.*, 54, 1023-1027.
15. CAUQUIL J., 1961. — Premiers résultats sur l'étude du rôle des Nématodes dans l'infection fusarienne du cotonnier en République Centrafricaine. *Cot. Fib. trop.*, 16, 3, 321-323.
16. CAUQUIL J. et P. MILDNER, 1965. — La situation actuelle de la fusariose du cotonnier en République Centrafricaine. *Cot. Fib. trop.*, 20, 4, 550-554.
17. CAUQUIL J. and R.L. SHEPHERD, 1970. — Effects of root-knot Nematode fungi combinations on cotton seedling disease. *Phytopath.*, 60, 448-451.
18. CAVENESS F.E., 1967. — Nematology Studies, 1960-1965. *Lagos Min. of Agric. and Resources, Western Region Nigeria and U.S.A. Agency for International Development Nigeria*, revised edition, VI + 135 p.
19. CURI S.M. y A. DE BONA, 1972. — Ocorencia do nematode reniforme, *Rotylenchulus reniformis* em cultura de algodão e maracuja no Estado de São Paulo, *O Biológico*, 38, 4, 127-128.
20. DALMASSO A., G. BRANCA-LACOMBE et M.C. MUNCK-CARDIN, 1971. — Rôle des nématodes dans la dissémination et le développement des maladies des plantes. In " *Les nématodes des cultures* ". Acta, Paris.
21. DELATTRE R., J. GIANNOTTI et D. CZARNECKY, 1974. — Maladies du cotonnier et de la vigne liées au sol et associées à des cochenilles endogées. *C.R. Acad. Sc., Paris*, 279 D, 315.
22. EL GINDI A.Y., B.A. OTEIFA and A.S. KHADR, 1974. — Interrelationships of *Rotylenchulus reniformis*, *Fusarium vasinfectum* and potassium nutrition of cotton (*G. barbadense*). *Potash Review*, 5.
23. EMBABI M.S., A.B. BOTROS and A.A. SALEM, 1976. — Susceptibility of Egyptian cotton to the root-knot Nematode, *Meloidogyne incognita*. *Agric. Res. Rev.*, 54, 2, 163-165.
24. ENDO B.Y., 1975. — Pathogenesis of Nematode infected plants. *Ann. Rev. Phytopath.*, 13, 213-238.
25. GARBER R.H., E.C. JORGENSEN and S. SMITH, 1979. — Interaction of population levels of *Fusarium vasinfectum* and *Meloidogyne incognita* on cotton. *J. Nematology*, 2, 2, 133-137.
26. GAY C.M. and G.W. BIRD, 1973. — Influence of concomitant *Pratylenchus brachyurus* and *Meloidogyne* spp. on root penetration and population dynamics. *J. Nematology*, 5, 212-217.
27. GERMANI G., 1968. — Taxonomie et biologie du genre *Rotylenchulus*, Lindf. et Oliv. Mise au point bibliographique. *Document polycopié non diffusé*.
28. GERMANI G. et G. MERNY, 1972. — Etudes nématologiques effectuées en 1970 et 1971 sur le cotonnier et diverses plantes à fibres au Dahomey. *O.R.S.T.O.M.*; rapport polycopié non diffusé.
29. GERMANI G., 1973. — Etude nématologique sur le cotonnier et les plantes à fibres dures au Dahomey. *O.R.S.T.O.M.*, mars 1973; rapport polycopié non diffusé.
30. GERMANI G., 1974. — Résultats agronomiques obtenus de l'expérimentation nématologique sur les cotonniers et plantes à fibres dures au Sud Dahomey. *O.R.S.T.O.M.*, mars 1974; rapport polycopié non diffusé.
31. GERMANI G., 1975. — Etudes nématologiques sur le cotonnier et les plantes à fibres dures au Dahomey. *O.R.S.T.O.M.*, mars 1975; rapport polycopié non diffusé.
32. GERMANI G. et M. LUC, 1976. — Deux nouvelles espèces africaines de *Criconematidae* : *Hemicycliophora dahomensis* n. sp. et *Criconemoides parakouensis* n. sp. *Cahiers O.R.S.T.O.M., ser. Biol.*, 11, 3, 203-208.
33. HEWITT W.B., D.J. RASKI and A.C. GOHEEN, 1958. — Nematode vector of soilborne fan leaf virus of grape vines. *Phytopath.*, 48, 586-595.
34. HYER A.H., E.C. JORGENSEN, R.H. GARBER and S. SMITH, 1979. — Resistance to root-knot Nematode in control of root-knot Nematode-*Fusarium* wilt disease complex in cotton. *Crop Sc.*, 19, 6, 898-901.
35. JOHNSON A.W. and C.J. NUSBAUM, 1973. — The activity of *Pratylenchus brachyurus*, *Trichodorus christiei* and *Helicotylenchus dihystra* in single and multiple inoculations on cotton. *2nd Int. Congr. Plt Pathol. Minneapolis*, 1973, Paper n° 0405.
36. KIRKPATRICK T.L. and J.N. SASSER, 1980. — Infection and reproduction of *Meloidogyne incognita* on cotton as influenced by cultivar, temperature, and Nematode host race. *Beltwide Cott. Prod. St Louis (Mi)*, 6-10 janvier 1980, *Nat. Cotton Council of America Pub.*
37. KIRKPATRICK T.L. and J.N. SASSER, 1981. — Evaluation of selected nematicides and a resistant cultivar for control of *Meloidogyne incognita* on cotton. *Beltwide Cott. Prod. Res. Conf.*, 4-8, 1981; New Orleans, 22.
38. KRAUS H. and S.A. LEWIS, 1979. — *Scutellonema brachyurum* : Host plants and pathogenicity on cotton. *Plant Dis. Report.*, 1979, 63, 10, 688-691.
39. LAGIERE R., 1952. — Possibilités de transmission de la fusariose du cotonnier par les graines. *Cot. Fib. trop.*, 7, 2, 146-148.

40. LAGIÈRE R., 1960. — Le flétrissement fusarien ou fusariose du cotonnier dû à *Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum* (Atk.) Snyder et Hans. *Phytiatrie et Phytopharm.*, 9, 223-226.
41. LEWIS S.A., F.H. SMITH and W.M. POWELL, 1976. — Host-parasite relationships of *Hoplostaimus colombus* on cotton and soybean. *J. Nematol.*, 9, 2, 141-145.
42. LUC M., G. MERNY et C. NETSCHER, 1964. — Enquêtes sur les nématodes parasites des cultures de la R.C.A. et du Congo-Brazzaville. *Agron. trop.*, 19, 723-746.
43. MAC DANIEL M.C., 1981. — Report of the Nematode and fumigation Committee 1981. *Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.* January, 4, 8, 1981, New Orleans, Nat. Council of America, 9.
44. MARTIN W.J., L.D. NEWSON and J.E. JONES, 1956. — Relationship of Nematodes to the development of *Fusarium* wilt in cotton. *Phytopath.*, 46, 277-280.
46. MERNY G., 1969. — Rapport de mission. O.R.S.T.O.M.; document photocopié non diffusé.
47. MINTON E.B., A.L. SMITH and E.J. CAIRNS, 1964. — Population dynamics of seven Nematodes species in their effects on ten cottons. *Cott. Dis. Council. Memphis, 24th meeting*, 124-125 and *Phytopath.*, 54, 6, 625.
48. MINTON W.A., W.C. ADAMSON and G.Z. WHITE, 1970. — Reaction of kenaf and roselle to three root-knot Nematodes species. *Phytopath.*, 60, 12, 1844-1845.
49. MINTON E.B. and W.R. MEREDITH, 1981. — Response of cotton cultivar to Nematodes in Mississippi Delta. *Beltwide Cotton Prod. Conf.* Jan. 4-8, 1981, New Orleans. Nat. Cotton Council of America, 23.
50. MOTSINGER R.E., J.L. CRAWFORD and S.S. THOMPSON, 1974. — Survey of cotton and soybean fields for lance Nematodes in East Georgia. *Plant Disease Repr.*, 58, 4, 369-372.
51. ORR C.C., 1973. — Economics of root-knot Nematode control on cotton by DBCP fumigant on the Texas High Plains. *J. Nematology*, 53, 69-71.
52. ORR C.C., 1980. — Interrelationships between Nematodes and other disease causing agents. *Beltwide Cotton Prod.*, St Louis (Mi), 6-10 janv., 1980. *Nat. Cotton Council of America Pub.*, 27-28.
53. OTEIFA B.A. and W. DOSS, 1961. — The problem of plant parasitic Nematodes in relation to cotton wilt. *Agric. Res. rev.*, 39, 1-9.
54. OTEIFA B.A., 1962. — Species of root lesion Nematode commonly associated with economic crops in the Delta of UAR. *Plant Dis. Repr.*, 46, 572-575.
55. PATE E.O., T.E. SUMMERS and F.D. WILSON, 1958. — a) Extent of susceptibility of kenaf (*H. cannabinus* L.) to root-knot Nematodes. *Plant Dis. Repr.*, 42, 591-593.
56. PATE J.B., T.E. SUMMERS and M.Y. MENDEL, 1958. — b) Resistance of *Hibiscus ectveldiamus* to root-knot Nematodes and the possibilities of its use.
57. PEACOCK F.C., 1956. — The reniform Nematode in the Gold Coast. *Nematologica*, 1, 4, 307-310.
58. REYNOLDS H.W. and R.G. HANSON, 1957. — *Rhizoctonia* disease of cotton in presence or absence of the cotton root-knot Nematode in Arizona. *Phytopath.*, 47, 256-261.
59. RIGGS R.D., 1974. — Lance Nematode (*Hoplostaimus columbus*). A new problem in Arkansas cotton and soybeans. *Ark. Farm. Res.*, 23, 2-8.
60. SEINHORST J.W., 1950. — De Betekenis van de grond voor het optreden aanstasting door het stengelaaltje, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev. *Tijdschr. Pl. Ziekt.*, 56, 291-340.
61. SHEPHERD R.L., 1974. — Breeding root-knot resistant *Gossypium hirsutum* L. using a resistant wild *G. barbadense*. *Crop Sc.*, 14, 687-691.
62. SHEPHERD R.L., 1980. — Breeding root-knot Nematode resistant cotton *Beltw. Cott. Prod. Conf.* Jan. 6-10, 1980, St Louis (Missouri). *Nat. Cott. Council of Amer. Pub.*
63. SHERBAKOFF C.D., 1939. — Retent field observations on tomato and cotton root-knot Nematodes. *Plant Dis. Rptr.*, (suppl.), 124-139.
64. SINGH A.L. and R. GILL, 1975. — Pathology of *Meloidogyne javanica* (Treub, 1875) Chitwood, 1949, in *Hibiscus cannabinus* Lin. *Geobios*, 2, 112-114.
65. SMITH A.L., 1940. — Distribution and relation of meadow Nematode, *Pratylenchus pratensis*, to *Fusarium* wilt of cotton in Georgia. *Phytopath.*, 30, 710.
66. SNEDECOR G.W. and W.C. COCHRAN, 1967. — Statistical Methods. *Iowa State Univ. Press.*, sixth Ed., 593 p.
67. SOUDAKOVA I.M. et V.K. TIMOFEEVA, 1972. — Rôle des nématodes dans l'infection du cotonnier par la verticilliose. *Défense des plantes* (en russe), 8, 48.
68. SUMENKOVA N.I., 1971. — Faune des nématodes du cotonnier et importance des prédécesseurs dans sa formation sur les champs attaqués par le *Verticillium*. *Trudy Helminthol. Lab. Akad. Nauk. SSSR*, 21, 214-223.
69. SUMMERS T.E., J.B. PATE and D. WILSON, 1958. — Extent of susceptibility within kenaf, *Hibiscus cannabinus* L. to root-knot Nematodes. *Plant Dis. Repr.*, 42, 5, 591-593.
70. SUMMERS T.E. and C.E. SEALE, 1958. — Root-knot Nematodes, a serious problem of kenaf in Florida. *Plant Dis. Repr.*, 42, 6.
71. SUMMERS T.E., F.D. WILSON and J.F. JOYNER, 1963. — Effect of *Meloidogyne incognita acrita* on kenaf and use of photoperiodism in selecting for resistance. *Phytopath.*, 53, 5, 613-614.
72. TADYIBAEV T. et N.U. SVESHMIKOVD, 1971. — Utilisation des nématicides dans la lutte contre les nématodes du kénaf. *Chimie dans l'agriculture. U.R.S.S.*, 9, 5, 34-35.
- TU C.C. and Y.H. CHENG, 1971. — Interaction of *Meloidogyne javanica* and *Macrophomina phaseoli* in kenaf root-knot. *J. of Nematology*, 3, 39-40.

- TU C.C., 1972. — An investigation on cotton Nematodes of Taiwan... (Reniform Nematode, root-knot Nematode and stubby-root Nematode on cotton). *Plant Prot. Bull.*, 14, 3, 95-109.
75. VEECH J.A., 1980. — a) The root-knot Nematode in cotton: How its happens. *Root-Knot Nematode Symp., Beltwide Cotton Production Conf.* Jan. 6-10, 1980, St Louis (Missouri), *National Cotton Council of America Pub.*, 26.
76. VEECH J.A., 1980. — b) Report of the disease and pathogens physiology Committee (Comp. by Bell, A.A. and Drawer, P.O.), *ibid.*, 8.
77. VILARDEBO A. et R. DELATTRE, 1971. — Les nématodes du cotonnier. In « Les nématodes des cultures ». *Association de coordination technique et agricole (A.C.T.A.)*, Paris (France), 519-530.
78. WILSON F.D. and T.E. SUMMERS, 1966. — Reaction of kenaf, roselle and related species of *Hibiscus* to root-knot Nematode. *Phytopath.*, 56, 6.
79. WILSON F.D. and M.Y. MENZEL, 1967. — Interspecific hybrids between kenaf (*H. cannabinus*) and roselle (*H. sabdariffa*). *Euphytica*, 16, 33-34.
80. WILSON F.D. and W.C. ADAMSON, 1970. — Reaction to the cotton root-knot Nematode and the pollen and seed fertility of kenaf-roselle (*Hibiscus cannabinus* and *H. sabdariffa*) allohexaploids. *Euphytica*, 19, 349-355.
81. YASSIN A.M., 1974. — Role of *Pratylenchus sudanensis* in the syndrome of cotton with reference to its vertical distribution. *Sudan Agric. J.*, 9, 48-52.

SUMMARY

During three seasons of cotton and jute fibre cultivation in Benin, an attempt has been made to evaluate:

- the status of the nematode populations present in the fields or parasitizing the roots;
- the geographical variations of their fauna composition;
- the level of damage found on various varieties;
- the results obtained with nematocide treatment applied to the soil.

The variations of the inventory of the species found along the North-South dividing line, where 19 species were identified (including one new species) are discussed; three important genera: *Meloidogyne* (frequent on cotton, *Corchorus* spp., *Hibiscus cannabinus*, absent on *H. sabdariffa*), *Pratylenchus* and *Rotylenchulus*.

In Benin, nematodes are not associated with root disease of the fusariosis type. They have a great economic incidence in the province of Mono (« terres de barre »). Treatments of these soils give direct effectiveness classification results of the active ingredients tested on nematodes (DBCP better than aldicarb and ethoprophos). After treatment, the differences in the reaction of the six varieties of cotton were well marked, both as regards the size and yield,

which indicates certain varietal susceptibility to nematodes. A combined soil fumigation and potassium fertilisation trials at four levels (potash in one or several applications) show that the cotton plants in infested fields react very definitely either to a disinfection of the soil, or large doses of potash.

On *H. cannabinus*, the great reduction of populations of nematodes after treatment is concurrent with a substantial increase in the yields. On *H. sabdariffa* the nematode populations are very small before and after disinfection; the yield is therefore not influenced by the chemical treatment. A test, performed on plants in pots with various groups of *Hibiscus* has enabled 26 varieties of *H. cannabinus* to be classified according to their susceptibility, and confirm that the 5 varieties of *H. sabdariffa* do not suffer attacks from nematodes.

The chemical control of nematodes on cotton cannot be envisaged economically. Alternating maize and cotton reduces the proliferation of the two principal species of nematodes harmful to either crop, as the cotton plant does not favour the development of *Pratylenchus*, the maize parasite, while maize does not favour *Meloidogyne* spp., the cotton plant parasite.

RESUMEN

Durante tres temporadas de cultivo del algodón y de otras plantas de fibra, en el Benin, se ha intentado evaluar:

- la importancia de las poblaciones de nemátodos presentes en el campo o que parasitan las raíces;
- las variaciones geográficas de su composición faunística;
- el nivel de los daños comprobados en diversas variedades;
- los resultados obtenidos mediante tratamientos nematicidas aplicados al suelo.

Se discuten las variaciones del inventario de las

especies listadas a lo largo de una línea trazada de Norte a Sur, donde se identificaron 19 géneros (con una especie nueva). 3 géneros son importantes: *Meloidogyne* (frecuente en el algodón, *Corchorus* spp. e *Hibiscus cannabinus*, ausente en *H. sabdariffa*), *Pratylenchus* y *Rotylenchulus*.

En el Benin, los nemátodos no se encuentran asociados a enfermedades de las raíces de tipo fusariosis, sin embargo tienen una fuerte incidencia económica en la provincia de Mono (« terres de barre »). Los tratamientos, en estos suelos, suministran resultados positivos en cuanto a la eficacia directa de las

materias activas probadas sobre los nemátodos (DBCP superior a aldicarb y a ethoprophos); después de tratamiento, las diferencias de reacción de seis variedades de algodónero son muy evidentes, tanto en cuanto se refiere al tamaño como al rendimiento, lo cual indica una cierta diferencia de sensibilidad varietal a los nemátodos. Pruebas combinadas de fumigación del suelo y de fertilización potásica de cuatro niveles (con o sin fraccionamiento), muestran que los algodóneros en los campos infestados reaccionan muy netamente ya sea a una desinfección del suelo, ya sea a una fuerte dosis de potasio.

En *H. cannabinus*, la fuerte reducción de las poblaciones de nemátodos después de tratamiento está emparejada con un aumento substancial de los rendimientos. En *H. sabdariffa*, las poblaciones de nemá-

todos son muy bajas antes y después de la desinfección, y por consiguiente, el rendimiento no está influenciado por el tratamiento químico. Una prueba, efectuada en cultivos en tiestos con diferentes grupos de *Hibiscus*, permite la clasificación de las 26 variedades de *H. cannabinus* según su sensibilidad y confirme que las 5 variedades de *H. sabdariffa* no sufren ataques de nemátodos.

La lucha química contra los nemátodos del algodónero no puede ser enfocada económicamente. La alternancia del maíz y del algodónero permite limitar las poblaciones de las dos especies principales de nemátodos nocivos para el uno o el otro de estos cultivos, puesto que el algodónero es desfavorable al desarrollo del *Pratylenchus* parásito del maíz, mientras que el maíz es desfavorable a los *Meloidogyne* spp. parásitos del algodónero.