

EVALUATION DES PROBLEMES LIES AUX NEMATODES ET AUX NEMATICIDES
DANS LA ZONE SAHELIENNE OUEST AFRICAINE

Pierre BAUJARD
ORSTOM
Laboratoire de Nématologie
B.P. 1386 DAKAR
SENEGAL

Dakar, février 1988

07 NOV. 1990

ORSTOM Fonds Documentaire
N° : 30.889 ex 1
Cote : B 1

1

P21

Les études entreprises par les nématologistes et les microbiologistes de l'ORSTOM concernent essentiellement le bassin arachidier du Sénégal ; cependant des résultats ont été acquis dans d'autres pays de l'arc sahélien : faunistique et traitements nématocides au Mali, études sur la chlorose voltaïque des légumineuses au Burkina.

Ces recherches ont abouti, sur le plan agricole, à la mise au point de techniques de traitement chimique des sols. Ces traitements provoquent des augmentations considérables (doublement) des rendements des cultures pluviales de la zone sahélienne ouest africaine avec une rentabilité économique certaine.

Ces études suggèrent plusieurs réflexions sur les nématodes phytoparasites d'une part, sur les nématocides d'autre part, et enfin sur certaines techniques de lutte culturale (jachère nue) :

- sur les nématodes : les acquis de la recherche nématologique permettent d'estimer qu'une cinquantaine d'espèces de nématodes phytoparasites peuple les sols de la zone sahélienne Ouest Africaine (Sénégal, Mali, Burkina, Niger, Tchad).

Sur cette cinquantaine d'espèces, seules trois sont actuellement connues pour provoquer des dégâts aux végétaux qu'elles parasitent : Aphasmatylenchus straturatus/Arachis hypogea au Burkina, Scutellonema cavenessi/Glycine max au Sénégal, Pratylenchus sefaensis/Zea mays au Sénégal. Pour les autres espèces, nous ne possédons aucune donnée sur leur nocuité éventuelle.

L'analyse des relations hôte-parasite et des facteurs conditionnant ces relations traduit la complexité des phénomènes auxquels sont confrontés les nématologistes. L'aptitude des diffé-

rentes espèces déterminées dans les sols de la zone sahélienne à se développer sur un hôte végétal apparaît être sous la dépendance i) de la température du sol, ii) du taux d'humidité du sol, iii) de l'hôte sur lequel le nématode a effectué son cycle précédent, iv) de l'hôte (espèce et cultivar) sur lequel il effectue son cycle, v) de l'existence d'une quiescence (anhydrobiose) préalable à sa mise en contact avec l'hôte. Il apparaît également que cette dépendance multiple semble caractéristique de chacun des couples nématode-plante envisageables.

Par ailleurs, l'étude des techniques d'analyse nématologique utilisées au laboratoire révèle les contraintes considérables liées au matériel biologique : un minimum de quinze jours est requis pour les analyses de sols, un minimum d'un mois pour les analyses de racines. Ces délais peuvent atteindre 2,5 mois et plus pour certaines espèces phytoparasites.

Ces études ont permis de caractériser les taxons et de déterminer, en première approche, les conditions nécessaires au maintien des différentes espèces au laboratoire ; actuellement, les vingt cinq espèces les plus abondantes et les plus fréquentes de la zone sahélienne sont en élevage permanent au laboratoire, ouvrant ainsi la possibilité d'entreprendre les études liées à la nocuité des nématodes des nématodes vis à vis des cultures pluviales de la zone.

- sur les nématicides : trois nématicides fumigants dibromochloropropane (DBCP), dibromure d'éthylène (EDB), acide methyldithiocarbamique (Vapam) ont permis, dans le cadre de contraintes économiques très sévères (coût du traitement nématicide de l'ordre de 35 000 CFA/ha) d'obtenir des résultats importants. Aux doses testées, ces nématicides permettent d'obtenir l'éradication des peuplements de nématodes phytoparasites de l'ordre des Tylenchida, quelque soit le type de sol. D'autres nématicides fumigants (dichloropropane-dichloropropène, dichloropropène) permettent d'obtenir ces mêmes résultats, mais avec des coûts prohibitifs pour le paysannat local.

Des trois précédents nématicides évoqués, seuls les deux premiers autorisent des augmentations de rendements considérables sur les cultures du bassin arachidier ; ces augmentations sont

obtenues l'année du traitement et également les années suivantes (effet résiduel) sur les cultures de la rotation. Cet effet des nématicides fumigants bromés est général dans les sols squelettiques de la zone (sols dior) ; il ne se manifeste pas dans les sols plus riches en matière organique et/ou en argiles (le pourcentage "seuil" de ces deux composants est encore actuellement inconnu), encore dénommés "sols deck" : trois cas ont été enregistrés au Sénégal lors des expérimentations du laboratoire (Darou Mousty, Dombe, Touba Saloum) et cette situation a prévalu également dans les expérimentations mises en place dans la zone arachidière sous la responsabilité de la Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles dans le bassin du Niger (région de San au Mali). L'analyse des données bibliographiques sur le DBCP suggère l'éventualité d'un blocage des nématicides sur le complexe argilo-humique.

Le DBCP et l'EDB ont des actions différentes suivant les cultures traitées. Les connaissances acquises au laboratoire de nématologie dans le cadre d'expérimentations, au champ se résument ainsi : le DBCP provoque, aux doses testées, des augmentations de rendement sur l'arachide, le niébé et le sorgho. Il a un effet phytotoxique vis à vis du mil au moment de la germination ; en cours de végétation, le traitement n'a aucun effet sur les niveaux des rendements de cette culture. L'EDB possède une action positive sur les rendements de l'arachide, du sorgho et du mil (le cas du niébé n'a pas été abordé).

Au champ, sur arachide, l'action du DBCP présente les principales caractéristiques suivantes :

1) il existe une corrélation positive entre les doses de nématicides injectées et les rendements en gousses et en fanes.

2) plus le semis est décalé par rapport à l'injection du nématicide, moins élevées sont les augmentations de rendement.

3) l'action positive du nématicide sur les rendements est obtenue quelle que soit la date d'injection du produit (actuellement, les traitements ont été testés jusqu'au 34ème jour du cycle végétatif de l'arachide).

4) cette action positive sur les rendements est obtenue en présence ou en absence de nématodes phytoparasites.

L'ensemble de ces données obtenues au champ suggère, en

l'absence de données sur l'action de ces produits sur la microflore bactérienne et fongique, une double action de ces nématicides fumigants bromés : i) une action nématicide qui est obtenue quelque soit la nature du sol dans la zone sahélienne, ii) une action "phytostimulante" qui ne se manifeste pas dans les sols à taux d'argile et/ou de matière organique "élevés". L'hypothèse de la destruction d'un agent pathogène non déterminé (autre que les nématodes phytoparasites), bien que peu probable, ne doit pas être totalement écartée.

Cette action phytostimulante du DBCP a été reproduite au laboratoire sur milieu gélosé stérile avec le niébé. Elle l'a également été avec le niébé en vases de végétation avec les phénomènes secondaires suivants : doublement de la vitesse de germination et disparition des fontes de semis en présence de nématicide.

Les hypothèses élaborées pour expliciter à priori cette action phytostimulante des deux nématicides fumigants bromés (DBCP et EDB) sont de plusieurs types ; elles concernent :

- la fraction active du produit :
 - + soit la matière active
 - + soit un des adjuvants émulsificateurs utilisés
 - + soit un sous produit de la dégradation du nématicide dans le sol
- l'action directe du produit :
 - + en tant que précurseur d'hormone végétale
 - + action du brome (oligo-élément)
 - + autre action
- l'action indirecte du produit :
 - + sur la flore bactérienne (Rhizobium) et certains autres composants de la flore rhizosphérique, notamment les actynomycètes.
 - + sur la flore fongique (ecto- ou endomycorhize)
- sur certaines techniques de lutte culturale (jachère nue) : nous entendons par "jachère nue" la suppression totale de tout couvert végétal pendant la durée de la saison des pluies. Cette technique a été testée dans le bassin arachidier du Sénégal pour

évaluer son efficacité dans la destruction des populations telluriques de nématodes phytoparasites. Menée en 1984, cette expérimentation a démontré que la suppression journalière de toute végétation permettait l'éradication des populations de nématodes phytoparasites. Les études de l'évolution de la microflore tellurique sur les plans quantitatifs et qualitatifs n'ont pas été effectuées. Cette technique induit l'année suivante une péjoration des rendements de l'arachide (baisse de moitié des rendements par rapport au témoin) ; cette péjoration est levée par le traitement nématicide au DBCP qui permet de revenir au niveau des rendements du témoin. Cette péjoration apparaît avec la culture du mil ou du sorgho l'année suivante.

- sur l'inoculation de l'arachide par les souches locales sélectionnées de Rhizobium.

Réalisée par l'équipe de vulgarisateurs du P.L.N. (Projet de Lutte contre les Nématodes, Protection des Végétaux, Ministère du Développement Rural, Dakar, Sénégal). Cette expérimentation multilocale consistait à tester l'effet de l'inoculation des semences d'arachide par deux souches de Rhizobium issues d'une première prospection dans le bassin arachidier. L'inoculation permet un gain supplémentaire de rendement variant de 2 à 40% sur les parcelles dénématisées au DBCP par rapport aux parcelles dénématisées sans inoculation.

L'ensemble de ces résultats conduit à formuler les évaluations suivantes :

1) la nocuité des espèces phytoparasites identifiées dans la zone sahélienne Ouest Africaine doit être déterminée afin d'affiner le diagnostic issu de l'analyse nématologique.

Ces études doivent permettre d'inventorier la nocuité de chacune des espèces phytoparasites vis à vis des cultures pluviales de la zone sahélienne et de déterminer les seuils pathogènes ; ces deux éléments sont indispensables pour utiliser les données de l'analyse nématologique. Ce sont ensuite des données qui autoriseront l'élaboration d'une cartographie des "risques nématologiques" des sols de la zone sahélienne.

2) la détermination de l'aptitude des sols de cette zone à valoriser les traitements nématicides devrait être étudiée, en relation avec le Projet de Lutte contre les Nématodes (projet financé par la CCCE et le FIDA) qui vulgarise les techniques de traitement nématicide au niveau du paysannat sénégalais. Notons que, actuellement, cette vulgarisation passe par un engagement financier du paysan (35 000 CFA soit 700 FF par hectare) et qu'un échec est très lourd à supporter.

3) l'étude de l'effet "phytostimulant" de ces produits, étude qui relève à priori des domaines de la physiologie végétale et de la microbiologie, devrait être entreprise. Elle suppose l'évaluation préalable (prospection) des symbiotes (rhizobium, mycorhizes) des sols de la zone sahélienne. Elle peut conduire à identifier des molécules nouvelles intervenant sur la physiologie de la plante et des souches de symbiotes performantes dans le cadre de l'agriculture sahélienne.

SITUATION ACTUELLE DES PROGRAMMES DE RECHERCHES AU LABORATOIRE DE NEMATOLOGIE

- sur les nématodes : les études sont conduites à l'ORSTOM par M.M. BAUJARD et PARISELLE avec la collaboration technique de M. MARTINY ; le personnel local du laboratoire (12 personnes) y collabore. Ces programmes associent également le Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences de Dakar sur des programmes pour lesquels des financements sont en cours d'obtention.

Les recherches en cours à l'ORSTOM concernant i) la systématique et la faunistique des populations telluriques de nématodes sur l'ensemble de la zone sahélienne, ii) l'écologie des nématodes (influence des facteurs abiotiques - types des sols, température et humidité du sol - et biotiques - hôte, taille du système racinaire - sur les taux et la dynamique des populations ; détermination des risques de recolonisation des zones dénématisées), iii) la biologie des espèces phytoparasites (cycles biologiques, gamme d'hôtes, nocuité).

Les études à entreprendre visent à :

i) évaluer la nocuité des six espèces de la sous famille des Hoplolaiminae vis à vis des quatre principales cultures pluviales

pratiquées dans la zone sahélienne (arachide, mil, niébé et sorgho) ; durée théorique de 12 mois.

ii) déterminer, dans les cas où la nocuité de ces espèces a été prouvée, les seuils pathogènes de ces espèces. Les études devront tenir compte du phénomène d'anhydrobiose auquel sont soumises ces espèces ; durée théorique de 18 mois (cette étude peut être menée concomitamment avec la précédente).

iii) déterminer l'ampleur de l'action pathogène de ces espèces en présence de symbiotes (rhizobium et endomycorhizes) des cultures, puisque les traitements nématocides ont pour effets annexes d'augmenter considérablement les taux de population de ces organismes ; durée théorique de 6 mois.

iv) tenter de cerner le déterminisme de l'action pathogène de ces espèces et notamment leur action au niveau de l'appareil symbiotique de fixation de l'azote atmosphérique des légumineuses (arachide et niébé) ; durée théorique de 6 mois.

Ces études, à confier à un étudiant pour lequel une demande d'allocations de recherches MRES a été déposée, constitueront le support à une soutenance de thèse de doctorat. Elles s'intégreront parfaitement dans la dynamique actuelle du laboratoire de nématologie et bénéficieront de l'environnement intellectuel et technique de ce laboratoire et de celui de microbiologie des sols de l'ORSTOM à Dakar.

- sur les relations sols-nématocides fumigants bromés. Une collaboration s'est instaurée entre les laboratoires ORSTOM "Nématologie" à Dakar et "Matières Organiques" à Montpellier. Cette collaboration a permis de préciser la position du problème, de caractériser les besoins financiers et de déterminer les axes de recherches.

Les études à entreprendre seront effectuées dans deux localisations géographiques séparées :

...au laboratoire Matière Organiques de l'ORSTOM à Montpellier

i) étude préliminaire des analyses par chromatographie ; rendement des extractions, conditions chromatographiques, précision des mesures.

ii) étude comparative des qualités des argiles et matières humiques de deux sols deck et dior représentatifs de ceux où a été

enregistrés ou non un effet phytostimulant du nématicide.

iii) étude expérimentale des isothermes d'adsorption du nématicide sur les argiles et matières humiques identifiées et de l'effet éventuel de l'adsorption sur la structure.

...au laboratoire de nématologie de l'ORSTOM à Dakar :

i) étude de la rémanence du produit en conditions contrôlées sur de petits échantillons de divers sols. Effets des divers paramètres (mode d'application, humidité du sol, température, irrigation) sur la cinétique de disparition du nématicide.

ii) étude de la distribution du nématicide dans le sol en conditions contrôlées et naturelles.

iii) suivi de la rémanence en conditions naturelles.

L'équipe de recherches associe les organismes suivants :

-Laboratoire de Nématologie, ORSTOM, Dakar. Monsieur BAUJARD, responsable scientifique.

-Laboratoire de Chimie et Biochimie des Substances Naturelles, Faculté des Sciences, Université de Dakar. Monsieur FAYE.

-Laboratoire Matières Organiques, ORSTOM, Montpellier. Monsieur PANSU.

-Laboratoire LA.BOT.AIX., Aix en Provence. Monsieur BOTTERMAN en tant qu'expert consultant.

-Société CALLIOPE, Béziers. Monsieur GUILLON. Elaboration de molécules organo-halogénées.

- sur les relations plante-nématicides fumigants bromés. Un poste de VSN a été attribué au Laboratoire de Nématologie pour l'étude de l'effet phytostimulant direct des molécules nématicides sur les cultures pluviales de la zone sahélienne. Le candidat est identifié (Monsieur JACOB) et doit être affecté à Dakar le 01 avril 1988.

remarque : un deuxième poste de VSN a été attribué au laboratoire pour une étude sur l'accumulation des pesticides dans la viande et/ou les viscères du mouton. Doté d'un profil de vétérinaire, ce VSN, (M. JOLY), viendra épauler les deux actions de recherches précédemment décrites au 01 septembre 1988.

- sur les relations nématicides-symbiotes : Les études à entre-

prendre visent à :

- i) réaliser une prospection des sols du bassin arachidier sénégalais pour déterminer les espèces d'endomycorhizes d'une part, les différentes souches de Rhizobium présentes d'autre part ; le potentiel infectieux mycorhizien et l'importance numérique des populations de Rhizobium pourront être évalués.
- ii) évaluer les effets de ces symbiotes sur la plante et, dans le cas des Rhizobium, analyser l'efficacité des différentes souches dans les processus de fixation biologique de l'azote ;
- iii) analyser le comportement de ces symbiotes en présence de nématocide *in vitro* et dans des conditions simulant celles du champ.
- iv) réaliser une étude multilocale des effets de l'inoculation de rhizobium sur sols traités au nématocide.

L'équipe de recherches associera les organismes suivants :

- Laboratoire de nématologie, ORSTOM, Dakar. Monsieur BAUJARD, responsable scientifique du programme.
- Laboratoire de microbiologie, ORSTOM, B.P. 1386, Dakar, Sénégal. M. DREYFUS.
- P.L.N. (Projet de Lutte contre les Nématodes), Direction de la Protection des Végétaux, Ministère du Développement Rural, Sénégal) Monsieur DHERY.
- S.P.I.A. (Société des Produits Industriels et Agricoles, B.P. 3806, Dakar, Sénégal). MM. FAYE et GUILLON.
- B.S.S.F.T. (Biotechnologie des Systèmes Symbiotiques Forestiers Tropicaux), 45 bis Avenue de la Belle Gabrielle 94736 NOGENT SUR MARNE CEDEX, France. M. DOMMERGUES. (expert consultant).
- I.N.R.A., Station de Génétique et d'Amélioration des Plantes, B.P. 1540, 21034 DIJON CEDEX. Mme GIANINAZZI-PEARSON. (expert consultant).

Les recherches à caractère fondamental se dérouleront sur trois années suivant le descriptif suivant :

- i) réalisation de la prospection des sols de la zone pour une durée prévue de 4 mois pendant la saison sèche avec stockage des échantillons au laboratoire.
- ii) mise en culture de l'arachide sur ces échantillons de sols en

conditions contrôlées (température et humidité du sol) pour la réalisation des études de la microflore bactérienne et fongique (durée prévue un an).

iii) isolement et mise en culture in vitro des symbiotes. Caractérisation et étude de l'efficacité des souches de Rhizobium isolées. Etude in vitro des effets d'un nématicide fumigant bromé (durée prévue de 1,5 an).

Ces recherches nécessiteront les personnels suivants :

- i) un chercheur du laboratoire de nématologie à temps partiel (10%) pour la responsabilité scientifique du programme.
- ii) deux VSN du laboratoire de nématologie à temps partiel (20%) pour les manipulations de laboratoire.
- iii) un allocataire de recherche du laboratoire de nématologie à temps complet pendant trois ans. Cet allocataire, pour lequel une demande d'allocation de recherches MRES a été déposée, doit posséder un profil de microbiologiste.
- iv) le personnel de recrutement local du laboratoire de nématologie (12 personnes) à temps partiel (20%) pour l'aide technique.

Les recherches à caractère plus appliqué seront effectuées au cours de l'hivernage 1988 par la mise en place d'une expérimentation multilocale visant à évaluer l'effet de l'inoculation des semences d'arachides par des souches sélectionnées de Rhizobium du bassin arachidier sur le rendement de l'arachide.

Cette expérimentation concernera une superficie totale de 1000 hectares sur l'ensemble de la zone arachidière sénégalaise. S'appuyant sur le dispositif mis en place depuis quatre années par le PLN, cette opération concernera l'ORSTOM pour l'appui scientifique (analyse nématologique et/ou microbiologique de cas douteux) et la logistique nécessaire au déplacement (véhicules), le PLN (Protection des Végétaux) pour le repérage des parcelles, la réalisation des traitements nématicides, l'encadrement des paysans) et la Société CALLIOPE pour le personnel technique de supervision sur le terrain (un technicien sénégalais et trois stagiaires expatriés).

- L'ensemble de ces recherches doit permettre d'aboutir à :
- élaborer une cartographie des peuplements nématologiques de la zone sahélienne.
 - déterminer la nocuité et les seuils pathogènes des espèces de nématodes phytoparasites identifiés, permettant l'établissement d'un diagnostic issu de l'analyse nématologique.
 - inventorier le stock et les potentialités des symbiotes présents dans ces sôls.
 - déterminer le mode d'action des molécules organo-bromées utilisées à l'heure actuelle comme nématicides.