

Nématodes parasites des cultures pluviales en zone semi-aride

Essai nématicide sur arachide au Sénégal. Au premier plan, parcelle sans nématicide ; au deuxième plan, parcelle avec nématicide.

Vingt ans de recherches nématologiques dans les zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest mettent en évidence la complexité de l'action des nématodes phytoparasites sur le rendement des cultures pluviales sahéliennes. Ces recherches, menées principalement par les nématologistes de l'Orstom, montrent la même complexité à propos de l'utilisation des nématicides employés pour les détruire. Le développement des recherches sur les nématodes paraît alors essentiel pour la sécurisation de la production alimentaire.*

Depuis une vingtaine d'années, les nématologistes de l'Orstom, les agronomes du Cirad et les phytopathologistes de l'Icrisat* expérimentent l'utilisation des nématicides* dans les régions sahéenne et sahélo-soudanienne de l'Afrique de l'Ouest (Burkina Faso, Mali, Niger, Sénégal). Elle s'est généralement traduite par des augmentations spectaculaires du rendement des cultures pluviales telles que l'arachide, le maïs, le mil, le niébé* et le sorgho. La vulgarisation de cette technique en milieu paysan dans le bassin arachidier du Sénégal a démontré les potentialités considérables des traitements nématicides pour l'augmentation du rendement des cultures pluviales sahéennes.

NÉMATICIDE OU PHYTOSTIMULANT ?

L'analyse des résultats des recherches expérimentales menées dans ces régions montre que l'utilisation des nématicides, principalement les nématicides fumigants, peut induire la réduction, voire l'éradication des populations de nématodes phytoparasites dans le sol. Elle provoque également de fortes



PHOTO : FREDERIC BARRICQ

hausse du rendement des cultures pluviales, mais il n'y a pas de relation constante entre ces deux effets. Les augmentations des rendements dues aux nématicides varient dans le temps - à dose constante elles diffèrent d'une année à l'autre - et dans l'espace, car l'action des nématicides sur la végétation change en fonction de la localisation des essais et/ou des types de sol. Certains nématicides ont une action stimulante directe sur les légumineuses herbacées et arborescentes, tant "au champ" qu'en laboratoire ; ils provo-



PHOTO : FREDERIC BARRICQ

Xiphinema savanicola, parasite du mil et du sorgho au Mali. La longueur de la partie antérieure saillante du stylet mesure 52 µm.



quent une augmentation du développement du végétal (vitesse de croissance, rendement) en l'absence de tout autre organisme biologique. Cette action des nématicides sur le développement végétal a déjà été mise en évidence vis-à-vis d'autres plantes dans d'autres régions du monde.

Les effets des nématicides sur les rendements des cultures pluviales ne peuvent donc s'expliquer uniquement par la destruction des nématodes phytoparasites.

STRUCTURE ET DYNAMIQUE DES PEUPELEMENTS

Les prospections nématologiques ont montré que la structure des peuplements de nématodes dans les sols de la région sahélienne est généralement homogène. Outre les espèces phytoparasites, de nombreuses autres espèces mycétophages*, bactériophages, algophages* ou prédatrices ont été identifiées. Le groupe des phytoparasites est constitué par plus de soixante espèces dont les caractéristiques écologiques et la nocuité vis-à-vis des cultures pluviales sahéliennes sont le plus souvent inconnues.

Au Sahel, l'alternance d'une saison des pluies et d'une longue saison sèche rythme la dynamique des peuplements de nématodes dans les sols. On enregistre une augmentation régulière et rapide des niveaux de populations dès le début de la saison des pluies jusqu'aux premiers jours de la saison sèche. Ensuite, ces niveaux de populations diminuent, brutalement pendant les 15-30 premiers jours, puis lentement jusqu'à la fin de la saison sèche. L'arachide apparaît comme un hôte médiocre pour la plupart des espèces. Par contre, la culture des céréales (maïs,



Scutellonema cavenssi : femelle engagée dans une racine d'arachide.

Parasitic nematodes of rainfed crops in semi-arid regions

Orstom, Cirad and Icrisat have been carrying out nematology research and experimenting with nematocides in the Sahelian and Sahelo-Sudan zones of Africa for twenty years now. With the nematocides, yield increases in groundnut, maize, millet, cowpea and sorghum are sometimes spectacular, and extension work in the Senegal groundnut belt has produced very promising results. The nematocides not only reduce or entirely eradicate nematode populations but also, independently of this action, stimulate the growth of herbaceous and ligneous legumes - a factor which, with further research, may be extremely valuable for reforestation and soil conservation work.

There are over sixty plant-parasitic species of nematode present, most of them little known and hard to identify. Our research has concerned, for example, their life cycles, reproduction, population structures and cycles, how they survive drought, how they affect the crop and its ability to resist drought, and each species' preferred plant hosts. We have found that the nematodes that feed on Sahelian crops belong either to families usually regarded as minor pests, or to families whose frequency and abundance were hitherto underestimated, since the usual

sampling techniques do not reach the depths at which they live in the dry soils of the Sahel.

Most species are restricted to two to four plant host species. 46% feed on groundnut and more than 90% on cereals, sorghum being a favourite food for 59%. Cowpea and fallow land are also vulnerable, while some species may live on trees and shrubs.

Studies also showed that, unlike the developed countries, the Sahelian zone always has more than one species present in the soil. The synergy and antagonisms of the cohabiting species and the effect of these on pathogenicity are still unknown.

Further research needed to characterise the species inventoried (morphobiometry, ecology and pathogenicity), map their distribution, identify the biotic and abiotic factors that determine their presence and abundance, and draw up an identification guide for nematologists in the Sahelian crop protection services.

With the laboratory culture methods we have developed, it should be possible to produce an inoculum for research into the comparative pathogenicity of single- and multi-species populations, varietal resistance, thresholds of pathogenicity, etc.



Effets des traitements nématocides sur le développement végétatif de l'arachide en grande surface. A gauche, zone non traitée ; à droite, zone traitée au nématocide.

***Aphasmatylenchus straturatus*, parasite de l'arachide au Burkina Faso.**

Pour en savoir plus

- Baujard P.** 1994. Nématocides, nématodes phytoparasites et rendements des cultures pluviales dans la zone sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. *Afro-Asian J. Nematol.*, 4 : 129-146.
- Baujard P., Chabrier C., Martiny B., Meunier L., Pariselle A. & Sarr E.** 1989. Comparaison de sept nématocides et étude du profil d'utilisation du dibromochloropropane pour la culture de l'arachide dans la zone sahélienne du Sénégal. *Revue Nématol.*, 12 : 293-299.
- Baujard P. & Martiny B.** 1994. Etudes nématologiques au Mali, Afrique de l'Ouest. 1. Prospections de deux zones arachidières. *J. afr. Zool.*, 108 : 217-224.
- Baujard P. & Martiny B.** 1995. Ecology and pathogenicity of the Hoplolaimidae from the sahelian zone of West Africa. 1. Field studies on *Scutellonema cavinessi* Sher, 1964. *Fundam. appl. Nematol.*, 18 : 261-269.
- Baujard P. & Martiny B.** 1995. Ecology and pathogenicity of the Hoplolaimidae from the sahelian zone of West Africa. 2. Laboratory studies on *Scutellonema cavinessi* Sher, 1964. *Fundam. appl. Nematol.*, 18 : 335-345.
- Baujard P. & Martiny B.** 1995. Characteristics of the soil nematode populations from the peanut cropping area of Senegal. *J. Afr. Zool.*, 109 : 51-69.
- Baujard P., Martiny B., Jacob Y. & Ferret R.** 1991. Phytostimulation de l'arachide par un nématocide fumigant, le dibromochloropropane (DBCP). C. r. 2ème Réunion. ICRISAT Arachide Afr. Ouest, 11-14 sept. 1990, Niamey, Niger : 46 (Abstr.).
- Baujard P., Martiny B. & Tostain S.** 1995. Nématodes associés à *Pennisetum glaucum* dans les régions semi-arides de Mauritanie et du Niger, Afrique de l'Ouest. *J. afr. Zool.*, 109 : sous presse.
- Cazet M.** 1987. Plantations en ligne et cultures intercalaires sur les sols sableux dégradés de la zone centre nord du Sénégal. Premiers résultats de l'expérimentation conduite à Thienaba depuis 1985. *Compte rendu partiel. ISRA, DRPF, Dakar, Sénégal*, 15 p.
- Germani G., Baujard P. & Luc M.** 1985. La lutte contre les nématodes dans le bassin arachidier sénégalais. Orstom, 1985, 8 p.
- Sarr E., Baujard P. & Colonna J.P.** 1989. Etudes sur les nématodes, les nématocides et le niébé (*Vigna unguiculata*) dans la zone sahélienne du Sénégal. 2. Résultats des expérimentations de laboratoire. *Revue Nématol.*, 12 : 265-268.
- Sharma S.B.** 1990. Further investigations on the role of plant parasitic nematodes in crop growth variability of groundnut in Niger. *Legumes Pathology Progress Report*, 8, ICRISAT, India, 61 p.



Effets des traitements nématocides en grande surface sur les rendements de l'arachide (O,N : sans et avec nématocide respectivement).

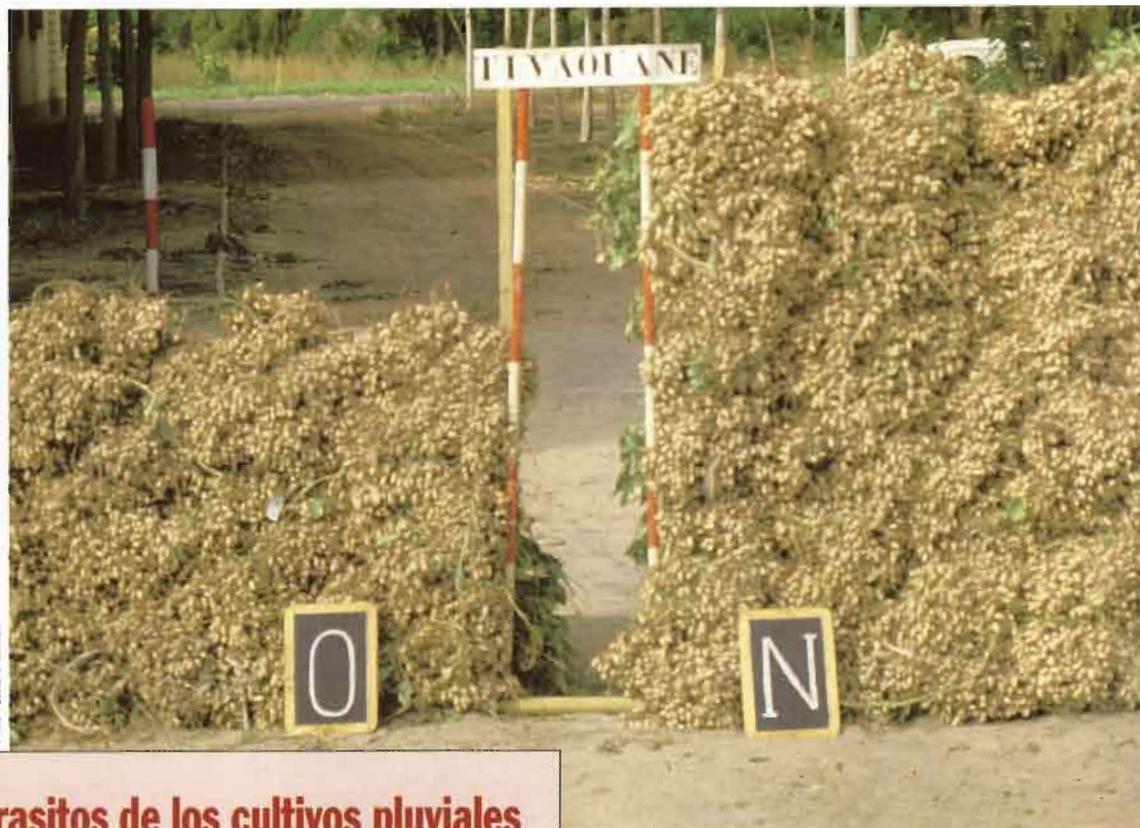


Photo : G. G. G. G.

Nématodos parasitos de los cultivos pluviales en zonas semiáridas

Orstom, Cirad e Icrisat efectúan investigaciones en nematología y experimentan con nematodos en las zonas saharianas y saharianosudanesas desde hace ya 20 años. Con los nematocidas, la producción de cacahuete, maíz, mijo, caupí y sorgo llega a ser a veces espectacular y la extensión de su uso en la franja de caupí en Senegal ha dado buenos resultados. Los nematodos no sólo disminuyen o erradican las colonias de nematodos sino que, independientemente de su acción, estimulan el crecimiento de leguminosas herbáceas y arbóreas -un factor que, de profundizarse su estudio, sería de gran ayuda para la reforestación y la conservación del suelo.

Existen más de 60 especies de nematodos fitoparásitos; la mayoría son poco conocidas y difíciles de identificar. Nuestro estudio se ha enfocado por ejemplo en su ciclo vital, sus estructuras de reproducción, su resistencia a la sequía, sus efectos nocivos en el cultivo y su preferencia por ciertas plantas huéspedes.

Hemos descubierto que los nematodos que invaden los cultivos saharianos pertenecen, ya sea a familias por lo general consideradas como plagas secundarias, o a familias cuya frecuencia y abundancia se habían hasta ahora subestimado, pues las técnicas de muestreo empleadas no alcanzan la profundidad donde viven, en

los suelos áridos del Sahara.

La mayoría de las especies se limitan a dos o cuatro plantas huéspedes. El cacahuete es huésped del 46% y el cereal lo es para más del 90%, siendo que el sorgo es preferido por el 59% de los parásitos. El caupí y las tierras sin cultivar son vulnerables, mientras que algunas especies pueden alojarse en árboles y arbustos.

Los estudios también mostraron que, a diferencia de los países desarrollados, la zona sahariana siempre tiene más de una especie presente en el suelo. La sinergia y los antagonismos de las especies cohabitantes y los efectos de éstas en la patogenicidad son aún desconocidos.

Se necesita más labor de investigación para caracterizar las especies inventoriadas (morfobiometría, ecología y nocividad), localizar su distribución, identificar los factores bióticos y abióticos que determinan su presencia y abundancia y el establecimiento de una guía para la identificación, destinada a los nematólogos de los servicios de protección de cultivos en el Sahara.

Gracias a los métodos de cultivo desarrollado en laboratorio, es posible imaginar la producción de inoculum, para estudiar el poder patógeno de las colonias mono o poliespecíficas, la resistencia a la variedad, el grado de nocividad, etc.

UN POUVOIR PATHOGENE SOUS-ESTIMÉ

La mise au point de techniques d'élevage en laboratoire pour les nématodes phytoparasites a permis de constater que la majorité des espèces de nématodes peuplant les sols de la zone sahélienne est parfaitement adaptée aux conditions écologiques de cette région. Elles sont capables de se multiplier à des températures élevées (30-36°C), à des humidités faibles à moyennes (5-11%), aux dépens des racines de deux (pour 30% des espèces), trois (30%) ou quatre (40%) plantes hôtes différentes. Plus de 60% d'entre elles peuvent entrer en anhydrobiose et donc survivre à la dessiccation des sols. L'arachide n'est plante hôte que pour 46% des espèces étudiées, ce qui confirme les observations précédemment réalisées au champ. Les céréales sont hôtes pour plus de 90% de ces espèces de nématodes phytoparasites, le sorgo étant le meilleur hôte de la gamme étudiée pour 59% des espèces.

Les expérimentations conduites en laboratoire sur la nocuité de 35 de ces espèces montrent que des diminutions supérieures ou égales à 20% du poids des racines et/ou des parties aériennes sont observées avec 34, 48, 66 et 43% des espèces respectivement pour l'arachide, le mil, le sorgo et le niébé. L'analyse des résultats révèle que les diminutions de poids peuvent dépasser 50% et que les céréales, plus particulièrement le sorgo, sont beaucoup plus sensibles à ces parasites que l'arachide. Il est donc probable que les nématodes soient un des principaux facteurs

limitant la culture du sorgho dans les sols squelettiques du bassin arachidier du Sénégal. Alors que les nématodes phytoparasites affectent de manière égale les organes souterrains et aériens des légumineuses, les diminutions de poids sont deux à trois fois plus fréquentes pour les racines que pour les parties aériennes quand il s'agit des céréales. Il est à noter que la destruction des systèmes racinaires s'accompagne généralement d'une diminution de la consommation hydrique de la plante, conduisant probablement, "au champ", à limiter la capacité de résistance de la plante aux déficits hydriques, phénomènes fréquents pendant la saison des pluies en zone sahélienne.

Il faut retenir que les nématodes identifiés ici comme pathogènes vis à vis des cultures sahéliennes appartiennent soit à des familles (Tylenchidae, Belonolaimidae) généralement considérées comme des parasites mineurs, soit à des familles (Longidoridae, Trichodoridae) jusqu'à présent sous-estimées, tant en fréquence qu'en abondance, par les techniques de prélèvement en usage en raison de leur localisation en profondeur dans les sols sahéliens.

NÉMATOLOGIE TROPICALE

Les recherches développées sur les nématodes phytoparasites de la zone sahélienne ouest africaine permettent de formuler plusieurs réflexions.

Plus d'une soixantaine d'espèces différentes de nématodes phytoparasites peuplent ces sols, la plupart d'entre elles étant mal caractérisées et difficilement identifiables. Pour plus de la moitié de ces taxons*, nous ne possédons aucune donnée sur la biologie et le pouvoir pathogène vis à vis des cultures pratiquées dans ces biotopes. Pourtant les recherches ont démontré que certaines de ces espèces possèdent, en laboratoire, un pouvoir pathogène "direct" vis à vis des cultures de cette zone. Il se traduit par une diminution du développement du système aérien de la plante. En outre, la plupart des espèces étudiées provoquent une destruction du système racinaire des plantes cultivées diminuant ainsi probablement leurs capacités de résistance à la sécheresse. Enfin, à la différence de l'agriculture des pays développés, il n'existe jamais de peuplement monospécifique de nématodes phytoparasites dans les sols de la zone sahélienne. Les antagonismes et les synergies produits sur la dynamique des populations et sur le pouvoir pathogène de ces organismes au sein de tels peuplements sont actuellement inconnus.

Dans le cadre de la nématologie et de l'agriculture pluviale sahélienne, il paraît donc nécessaire de privilégier les recherches visant à caractériser les espèces recensées sur le plan de la morpho-biométrie*, de l'écologie et de la nocuité. Les résultats obtenus permettront de dresser la cartographie de la répartition de ces organismes, de déterminer les facteurs biotiques et abiotiques* conditionnant leur présence et

leur abondance, d'établir un guide d'identification destiné aux nématologistes des services de la protection des végétaux.

La maîtrise des conditions d'élevage de ces organismes en laboratoire permet d'envisager la production d'inoculum* pour des recherches sur le pouvoir pathogène des peuplements mono- ou polyspécifiques dans un premier temps, puis sur l'existence éventuelle de résistance variétale au sein des espèces végétales cultivées. Parallèlement, la détermination des seuils de nocuité "au champ" s'avère indispensable à la détermination de l'aptitude des sols de cette région à supporter une spéculation agricole particulière.

CARACTÉRISATION DES NÉMATOCIDES

Certains nématocides ont une action "phytostimulante" sur les légumineuses herbacées (arachide, niébé) et arborées (*Acacia* spp., *Faidherbia albida*), ce qui complique l'évaluation "au champ" des pertes dues aux nématodes phytoparasites. La détermination en laboratoire du pouvoir pathogène des espèces recensées paraît donc nécessaire. Par ailleurs, certains nématocides permettent d'éradiquer les populations de nématodes phytoparasites ; cette éradication ouvre la voie aux recherches expérimentales sur la nocuité de ces organismes "au champ" par le biais de la réinoculation de populations mono- ou polyspécifiques.

Les recherches sur la phytostimulation des légumineuses dans la zone sahélienne ne relèvent pas de la nématologie proprement dite. Elles intéressent non seulement les légumineuses herbacées cultivées, mais également les légumineuses arborées, qui sont un des éléments essentiels de la politique de protection des sols et de reboisement développée par les pays sahéliens. Le déterminisme de cette action phytostimulante devrait être étudié en se donnant trois objectifs principaux : une meilleure compréhension des phénomènes biologiques en jeu dans les sols sahéliens, la possibilité d'identifier des molécules nouvelles jouant un rôle dans l'amélioration des rendements des cultures sahéliennes, l'élaboration d'une cartographie des sols sahéliens apte à valoriser les traitements nématocides et/ou l'apport du "facteur phytostimulant" ■

Pierre Baujard et Bernard Martiny

Département "Milieux et Activité Agricole" - UR "Bases biologiques de la protection des plantes"



Expérimentations "au champ" pour l'optimisation de l'utilisation des nématocides sur la culture de l'arachide.

Sigle

Icrisat : International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Organisme de recherches international

possédant deux centres de recherches, l'un à Hyderabad en Inde, l'autre à Niamey au Niger.



Mise en évidence du pouvoir pathogène de *Xiphinema savanicola* sur sorgho en laboratoire. A gauche, témoin sans nématode; au centre et à droite, 65 et 130 nématodes par tube respectivement.

Glossaire

Algophage : qui s'alimente aux dépens d'algues.

Anhydrobiose : suspension temporaire des activités vitales permettant à un organisme animal ou végétal de supporter une période de dessiccation.

Facteurs biotiques et abiotiques : caractéristiques de l'écosystème influant sur le développement de l'organisme étudié ; pour les nématodes phytoparasites, les facteurs abiotiques sont représentés principalement par les caractéristiques physico-chimiques (texture, structure, pH, composition chimique) et climatiques (température, humidité) alors que les principaux facteurs biotiques sont représentés par le couvert végétal, la microflore et la microfaune du sol.

Gradient thermique tellurique : taux de variation de la température du sol sur une distance. En Afrique de

l'Ouest sahélienne, il existe une augmentation régulière de la température du sol d'Ouest en Est.

Inoculum : ensemble des parasites mis en contact de l'hôte pour en étudier les caractéristiques biologiques et les effets sur le développement de l'hôte. Ici, la quantité de nématodes injectés expérimentalement à la plante hôte pour étudier les facteurs affectant les taux de multiplication, la capacité à entrer en anhydrobiose, les effets sur le développement de la plante.

Morpho-biométrie : les caractéristiques morpho-anatomiques et les mensurations des organismes permettant leur caractérisation et leur identification.

Mycétophage : qui s'alimente aux dépens de champignons.

Nématocide : molécule utilisée pour détruire les nématodes phytoparasites. On distingue

différents types de nématocides suivant leur formulation (solide, liquide, gazeuse), leur état dans le sol après incorporation (les nématocides fumigants sont sous phase gazeuse après leur incorporation), leur modes d'action (on distingue alors les nématocides de contact qui agissent directement sur le nématode, des nématocides systémiques qui pénètrent dans la plante et agissent sur les nématodes après ingestion lors des périodes d'alimentation du parasite). L'usage de la plupart des nématocides est maintenant interdit dans le monde en raison des risques liés à la pollution de l'environnement.

Nématode : principale classe des némathelminthes, vers cylindriques non annelés. Les nématodes colonisent tous les milieux terrestres et aquatiques ; on distingue généralement les nématodes parasites de

l'homme et des vertébrés (oxyures, filaires, ...) des nématodes dits libres (parasites des organes aériens et souterrains des plantes, parasites d'invertébrés, parasites de champignons, bactériophages, algophages, prédateurs ; de nombreuses espèces de nématodes libres ont un régime alimentaire inconnu). Les nématodes constituent un des groupes zoologiques les plus diversifiés et abondants ; aucun autre, à l'exception des arthropodes n'a un tel impact sur la santé humaine et sur les productions agricoles.

Niébé : légumineuse herbacée, voisine du haricot vert, entrant dans l'alimentation humaine (haricot frais et sec) et animale (fanés), cultivée dans les zones subtropicales (*Vigna unguiculata*, cowpea).

Taxon : unité systématique telle qu'une famille, un genre, une espèce.



Prototype d'injecteur de nématocide destiné à la vulgarisation des traitements nématocides en milieu paysan.

Beaujard Pierre, Martiny Bernard

Nématodes parasites des cultures pluviales en zone semi-aride

ORSTOM Actualités, 1995, (48), p. 8-14. ISSN 0758-833X