

Photo : Robin Duponché

# Champignons contre nématodes lutte biologique au Sénégal

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : B\*12538 Ex : 1

*La fragilité des économies agricoles de nombreux pays du Sud et la nécessité de préserver l'environnement, imposent la recherche de procédés alternatifs à l'utilisation de produits chimiques pour la protection des cultures maraîchères.*

*Parmi les solutions envisagées, la lutte biologique constitue une voie de recherche prometteuse en respectant, en particulier, les principes d'agriculture durable à faibles apports d'intrants. Le laboratoire de nématologie de l'Orstom à Dakar développe depuis quatre ans, en collaboration avec l'Isra (Institut Sénégalais de Recherche Agricole), un programme de recherche fondé sur l'étude et l'utilisation de micro-organismes telluriques indigènes (champignons mycorrhiziens ou nématophages, actinomycètes) antagonistes de nématodes phytoparasites comme ceux du genre Meloidogyne. Parmi tous les résultats acquis, ceux obtenus avec les champignons nématophages sont porteurs de potentialités d'application au niveau des systèmes d'exploitation agricole de la sous-région.*

**Juveniles de second  
stade parasités par  
l'actinomycète  
Pasteuria penetrans.**

.....

Fonds Documentaire ORSTOM



010012538

Racines infectées par *Meloidogyne*. *Ziziphus mauritiana* infecté par *Meloidogyne mayaguensis* (à gauche), témoin non parasité (à droite).

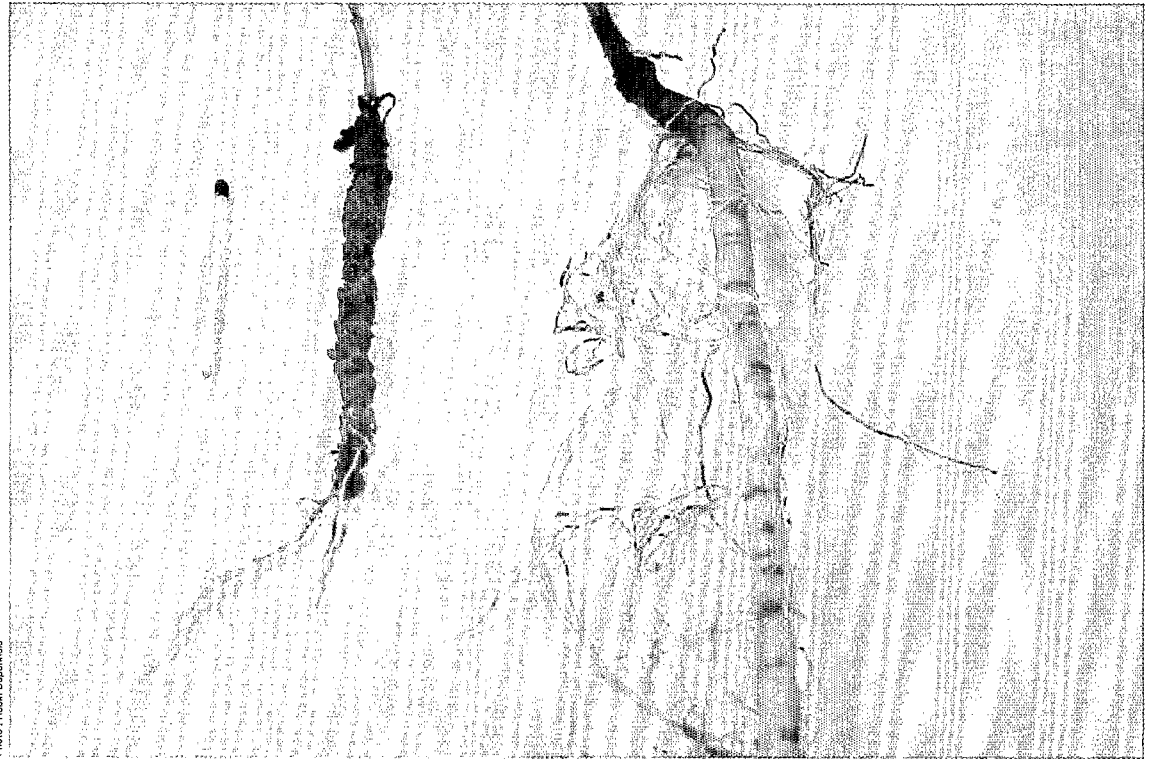


Photo : Robin Duponnel

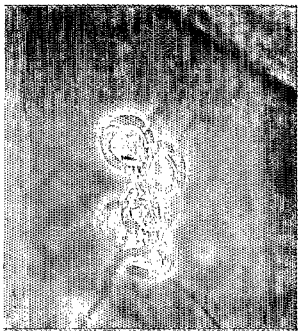
Les *Meloidogyne* sont des nématodes endoparasites\* sédentaires dont les espèces se reproduisent par parthénogénèse mitotique\*. A l'extrémité antérieure s'ouvre la bouche pourvue d'un stylet qui leur permet de se nourrir à partir des cellules végétales. Cet organe perce les parois cellulaires et aspire le contenu des cellules. Leur cycle de développement est divisé en deux phases. Lors de la phase exophyte, les œufs pondus par la femelle sont maintenus dans une masse gélatineuse (masse d'œufs). Ces œufs vont ensuite éclore et donner naissance à des juvéniles de second stade (J2) qui seront libérés dans le sol puis attirés par les exsudats racinaires pour pénétrer dans la racine et débiter la phase endophyte. Cette pénétration se situe en général au niveau de la zone apicale\* des racines en croissance. Les juvéniles se déplacent dans la racine pour atteindre le cylindre central et subissent alors trois mues successives pour se différencier en femelles et plus rarement en mâles. Ces femelles se nourrissent à partir de cellules géantes (cellules hypertrophiées induites par le nématode). La ponte commence environ trois semaines après la pénétration du nématode dans la racine.

Les sécrétions salivaires des nématodes provoquent l'hypertrophie des cellules corticales qui engendre la formation des galles racinaires. Ces galles constituent le seul symptôme typique des attaques de *Meloidogyne*. En revanche, il n'existe pas de symptômes typiques sur les parties aériennes de la plante hôte. Le nématode, inhibant le système métabolique du végétal en réduisant principalement le volume racinaire (diminution de la nutrition minérale) engendre une déficience générale de la plante hôte. Les quatre principales espèces présentes au Sénégal sont : *M. javanica*, *M. arenaria*,

*M. incognita* et *M. mayaguensis*. Très polyphages, elles parasitent pratiquement la totalité des plantes maraîchères, mais aussi de nombreuses espèces ligneuses susceptibles d'être utilisées dans les systèmes agro-forestiers. Le cas de *M. mayaguensis* est exceptionnel. Ce nématode, très peu répandu dans le monde (Afrique du Sud et de l'Ouest), est une espèce très virulente. Une étude réalisée au Sénégal a montré son expansion rapide à toutes les zones prospectées. Comme cette espèce peut parasiter les variétés résistantes aux autres espèces de *Meloidogyne*, elle constitue un problème agronomique très important au Sénégal.

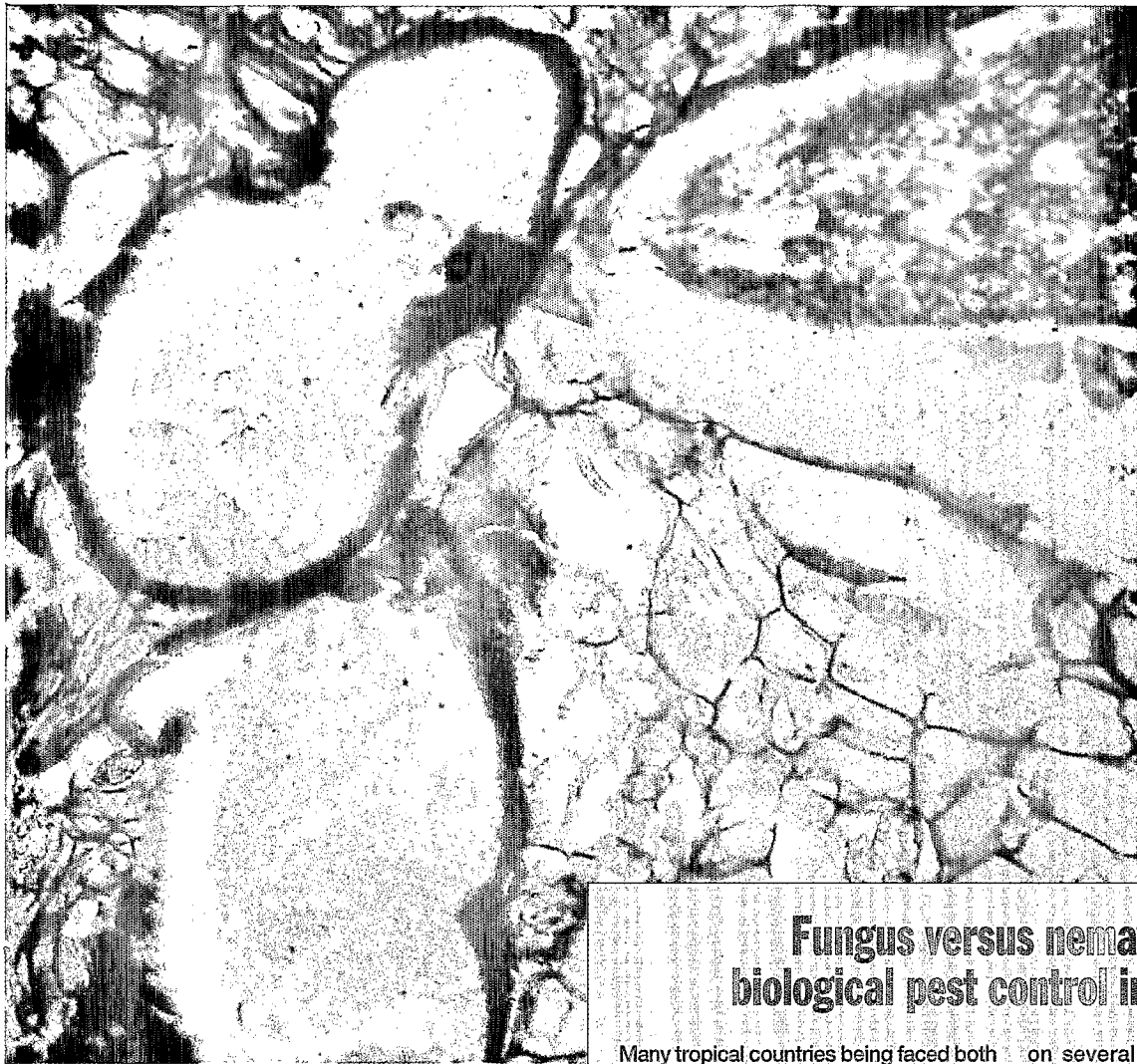
### LES CHAMPIGNONS NÉMATOPHAGES

Les champignons prédateurs de nématodes ont leur thalle\* formé par des filaments fins et grêles (hyphes), ramifiés, dont l'ensemble forme le mycélium. Les hyphes mycéliens\*, de nature eucaryote\*, ont une croissance apicale et présentent des ramifications latérales. Leur mode de reproduction est uniquement de type asexué. Comme ils sont totalement dépourvus de chlorophylle ou de tout pigments analogues, ils sont hétérotrophes\* vis à vis du carbone et ont donc besoin de composés organiques pour assurer leur nutrition carbonée. Les champignons nématophages peuvent être répartis en trois groupes en fonction de leur mode de prédation : les champignons formant des organes de capture (hyphomycètes prédateurs), les champignons à spores collantes et les champignons ovicides. Les recherches se sont axées sur le groupe des hyphomycètes prédateurs. Ce groupe se caractérise par la nature de l'organe de capture qui est, soit des boutons, soit des boucles anastomosées\*, soit des anneaux.



Piège formé par *Arthrobotrys oligospora*.

Photo : Robin Duponnel



Femelles dans une racine avec des cellules nourricières.

Photo T.K. Tawala

## Fungus versus nematode : biological pest control in Senegal

Many tropical countries being faced both with major pest problems and an urgent need to protect the environment, biological pest control is a top research priority. Orstom's nematology laboratory in Dakar and the Institut Sénégalais de Recherche Agricole set out to find indigenous, soil-dwelling organisms capable of controlling the nematodes that parasitise crops. Results obtained on *Meloidogyne* nematodes using a genus of nematode-feeding fungus called *Arthrobotrytis* seem highly promising for practical application in most of West Africa.

*Meloidogyne* nematodes attack a wide range of crop species. Living inside their host plants; they secrete a substance that causes root galls from which they suck their nourishment, so reducing root volume and weakening the plant. One species, *M. mayaguensis*, is particularly virulent.

Orstom and ISRA ran a field study to gather samples of nematode-feeding fungi in market farming areas of Senegal. Testing isolates of *Arthrobotrytis*, they found they mainly trapped juveniles of *M. mayaguensis*. No other natural enemy of this species has ever been found. The scientists then studied the effects

on several *Arthrobotrytis* species of various abiotic soil factors. They found the fungus grows best in alkaline soils, can withstand salinity (a common feature of Senegal's farms), and can survive at temperatures of 30°C. This makes it suitable for most of West Africa's soils. The next step was to find a readily-available, low-cost culture medium. A compost made from abattoir waste proved an excellent substrate; inoculum of the fungus in pressed compost blocks inhibited nematode development in the ground to a spectacular degree.

Orstom's nematology laboratory now has a collection of nematode-feeding fungus strains from research bodies in Senegal, Niger, Côte d'Ivoire and Burkina Faso. Such a network of collaborators is a major asset for bringing this new pest control method to farmers.

In the wild, *Arthrobotrytis* sp., are often found in association with fluorescent *Pseudomonas* bacteria. These have now been shown to stimulate the growth of the fungus and enhance its predation capacity. Future research may make it possible to benefit from this association — especially as these *Pseudomonas* can, in themselves, stimulate growth in the host plant.

## Glossaire

**boucles anastomosées** : boucles réunies par astomose, c'est-à-dire réunies par un tronçon intermédiaire de plusieurs boucles.

**endoparasite** : se dit d'un parasite qui vit à l'intérieur d'une plante.

**eucaryote** : se dit des organismes qui ont un noyau séparé du cytoplasme par une membrane nucléaire, en temps normal, et qui subissent une division de type mitose.

**hétérotrophe** : se dit d'un être vivant qui ne peut utiliser, pour le développement de son propre organisme, que des éléments nutritifs essentiels (azote, carbone)

provenant d'autres organismes vivants.

**mycelium** : élément fondamental constitutif des champignons supérieurs, représentant la partie végétative du thalle des champignons.

**parthénogénèse mitotique** : développement d'un embryon à partir d'un gamète femelle, sans fécondation préalable puis multiplication cellulaire par mitoses successives.

**thalle** : appareil végétatif des champignons, constitué par l'ensemble des hyphes mycéliens.

**zone apicale** : zone formant le sommet d'un organe.

## ÉCOLOGIE DES CHAMPIGNONS EN AFRIQUE DE L'OUEST

Lors d'une enquête réalisée au niveau des zones maraîchères du Sénégal, des champignons nématophages ont été isolés et mis en culture pure au laboratoire. Des tests de piégeage ont été réalisés avec ces isolats fongiques contre les principales espèces de *Meloidogyne* rencontrées au Sénégal. Il s'est avéré que ces champignons pouvaient principalement piéger des juvéniles de *M. mayaguensis*. Ceci est apparu d'autant plus important que cette espèce n'est parasitée par aucun micro-organisme tellurique, ni même par *Pasteuria penetrans* ou certains champignons mycorhiziens qui ne peuvent avoir d'effets antagonistes.

L'effet de facteurs abiotiques du sol a ensuite été étudié sur le développement de plusieurs champignons nématophages du genre *Arthrobotrys*. Il a été montré que les pH basiques étaient favorables à la croissance mycélienne, que le champignon pouvait se développer dans les conditions de salinité fréquemment observées au Sénégal et que ces champignons pouvaient supporter des températures de l'ordre de 30°C. Ces résultats montrent que ces isolats fongiques sont susceptibles d'être utilisés dans la majeure partie des sols cultivés en Afrique de l'Ouest.

Dans les sols fortement colonisés par *Arthrobotrys* sp., il est apparu que ces champignons étaient souvent associés à des bactéries du groupe des *Pseudomonas* fluorescents. Les études qui ont été menées sur ce type d'association ont montré que ces bactéries stimulaient la croissance saprophytique des champignons, mais aussi leur capacité prédatrice vis-à-vis des principales espèces de *Meloidogyne* rencontrées au Sénégal.

### APPLICATION DES CHAMPIGNONS NÉMATOPHAGES À LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE *MELOIDOGYNE*

Les premiers travaux ont été orientés sur des techniques permettant de produire le mycélium fongique. Plusieurs formulations d'inoculum fongique ont été testées comme la vermiculite humidifiée avec différents milieux nutritifs, l'inclusion du mycélium dans un gel d'alginate de calcium. Toutefois, ces techniques sont difficilement compatibles avec les méthodes culturales traditionnellement utilisées au Sénégal. De ce fait, les travaux se sont orientés vers des supports culturaux peu onéreux, classiquement utilisés et issus de compostages de résidus d'abattoirs. Les résultats de ces expériences ont montré que ce type de substrat était très favorable au développement du champignon et que, lorsque l'inoculum fongique était incorporé dans des mottes fabriquées avec ce compost, l'inhibition du développement du nématode était très spectaculaire.

Juvenile piégé  
par *A. oligospora*.



## Hongos v.s. nematodos : control biológico de las pestes en Senegal

Para muchos países tropicales con graves problemas de pestes y donde existe una verdadera necesidad de proteger el medio, el control biológico de las pestes es prioritario en la investigación.

El laboratorio de nematología del Orstom en Dakar y el Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA) colaboran para encontrar organismos telúricos indígenas capaces de controlar los nematodos que invaden los cultivos. Los resultados obtenidos con nematodos *Meloidogyne* y un género de hongo nematófago, el *Arthrobotrytis*, son satisfactorios y la aplicación práctica de estos métodos en casi toda África occidental resulta muy alentadora.

Los nematodos *Meloidogyne* atacan a una amplia variedad de especies de cultivo. Como huéspedes en las plantas, secretan una sustancia que perfora las paredes celulares para aspirar su contenido, reduciendo el tamaño de la raíz y debilitando la planta. La especie *M. mayaguensis* es particularmente virulenta.

El Orstom y el ISRA realizaron una investigación de campo para reunir muestras de hongos nematófagos en las zonas agrícolas de Senegal. Al aislar *Arthrobotrytis* se descubrió que éstos atacan básicamente a *M. mayaguensis* juveniles. Además, hasta ahora no se ha descubierto ningún antagonista natural de esta especie.

Asimismo, los científicos estudiaron los efectos de los suelos abióticos en varias especies de *Arthrobotrytis*. Descubrieron que los hongos se dan mejor en suelos alcalinos, que soportan la salinidad (muy común en las zonas agrícolas de Senegal) y temperaturas de 30°, resultando idóneos para la mayoría de los suelos de África occidental.

El siguiente paso consistió en buscar un medio de cultivo económico y accesible. Una mezcla, producto de desechos de un matadero, resultó ser un sustrato excelente; la inoculación del hongo en bloques comprimidos de estiércol redujo en forma espectacular la reproducción de nematodos en la tierra.

Actualmente el laboratorio del Orstom posee una colección de especies de hongos nematófagos en organismos de investigación en Senegal, Nigeria, Costa de Marfil y Burkina Faso. Esta red de colaboradores es indispensable para llevar los nuevos métodos de control a los agricultores.

En la naturaleza, la *Arthrobotrytis* se encuentra asociada con las bacterias *Pseudomonas* fluorescentes, las cuales estimulan el crecimiento de los hongos y aumentan su capacidad depredadora. Nuevos estudios permitirán aprovechar esta asociación -sobre todo sabiendo que la bacteria en cuestión estimula por sí sola el crecimiento de la planta huésped.

Le laboratoire de nématologie de l'Orstom possède désormais une collection de souches de champignons nématophages isolées au Sénégal (ISRA), au Niger (AGRHYMET), en Côte d'Ivoire (IDEFOR) et au Burkina Faso (INERA). Ce réseau de collaborations dans toute la sous-région est un atout dans la perspective de vulgarisation de cette technique de lutte biologique. De plus, les récentes avancées en matière d'écologie microbienne permettent d'envisager l'utilisation, en association, de plusieurs micro-organismes, de façon à optimiser l'effet du champignon nématophage contre les nématodes. Cette étude des interactions entre les champignons nématophages et des bactéries rhizosphériques (*Pseudomonas fluorescens*) a donné des résultats extrêmement prometteurs pour améliorer l'efficacité des champignons. Il est connu que chacun de ces deux groupes possède des qualités intrinsèques pouvant améliorer la croissance du végétal. Ainsi, les champignons nématophages inhibent l'effet pathogène des nématodes et les *Pseudomonas fluorescens* peuvent stimuler la croissance de la plante hôte.

Ce programme de recherche sera conduit en Afrique de l'Ouest en étroite collaboration avec les instituts nationaux ■

**Robin Duponnois**

Orstom, département "Ressources, Environnement et Développement", programme "Savanes"

**Mathieu Gueye**

Institut Fondamental d'Afrique Noire, département de Botanique, Dakar

**Amadou Mustapha Bâ**

Institut Sénégalais de Recherche Agricole, URA "Productions Forestières",

**Véronique Sène**

laboratoire de nématologie, Dakar.



Photo : Robin Duponnois

**Pour en savoir plus .....**

**Duponnois, R., Mateille, T. et Bâ, A.M.** (1997). Effets potentiels de champignons nématophages sahéliens contre *Meloidogyne mayaguensis* sur tabac (*Nicotiana tabacum* L. var. Paraguay x Claro). Annales du Tabac. Sous presse.

**Duponnois, R., Mateille, T. and Gueye, M.** (1995). Biological characteristics and effects of two strains of *Arthrobotrys oligospora* from Senegal on *Meloidogyne* species (with reference to *M. mayaguensis*) parasitizing tomato plants. Biocontrol Science & Technology, 5, 517-525.

**Duponnois, R., Sene, V., Sawadogo, A., Mateille, T. and Fargette, M.** (1997). Effectiveness of different species of *Arthrobotrys* sp. on the development of *Meloidogyne mayaguensis*

in West Africa. Entomophaga. Sous presse.

**Guenegan, A.** (1996). Effet des bactéries du groupe des *Pseudomonas fluorescens* sur *Arthrobotrys* sp.. Institut Supérieur Agricole de Beauvais. Stage de 3<sup>ème</sup> année. 40 p.

**Gueye, M., Duponnois, R., Samb, P.I. et Mateille, T.** (1997). Etude de trois souches d'*Arthrobotrys oligospora* : caractérisation biologique et effets sur *Meloidogyne mayaguensis* parasite de la tomate au Sénégal. Tropicicultura. Sous Presse.

**Lo, C., Ruelle, S., Mateille, T. et Duponnois, R.** (1995). Etude de l'effet d'un champignon indigène prédateur de nématodes sur le développement des parasites et la croissance de la tomate. Bulletin de liaison FAO n°9 : 85-87.

**Inhibition de la croissance du tabac par *Meloidogyne mayaguensis* (gauche). Témoins non parasités (droite).**

**Fructifications de *Arthrobotrys oligospora*.**



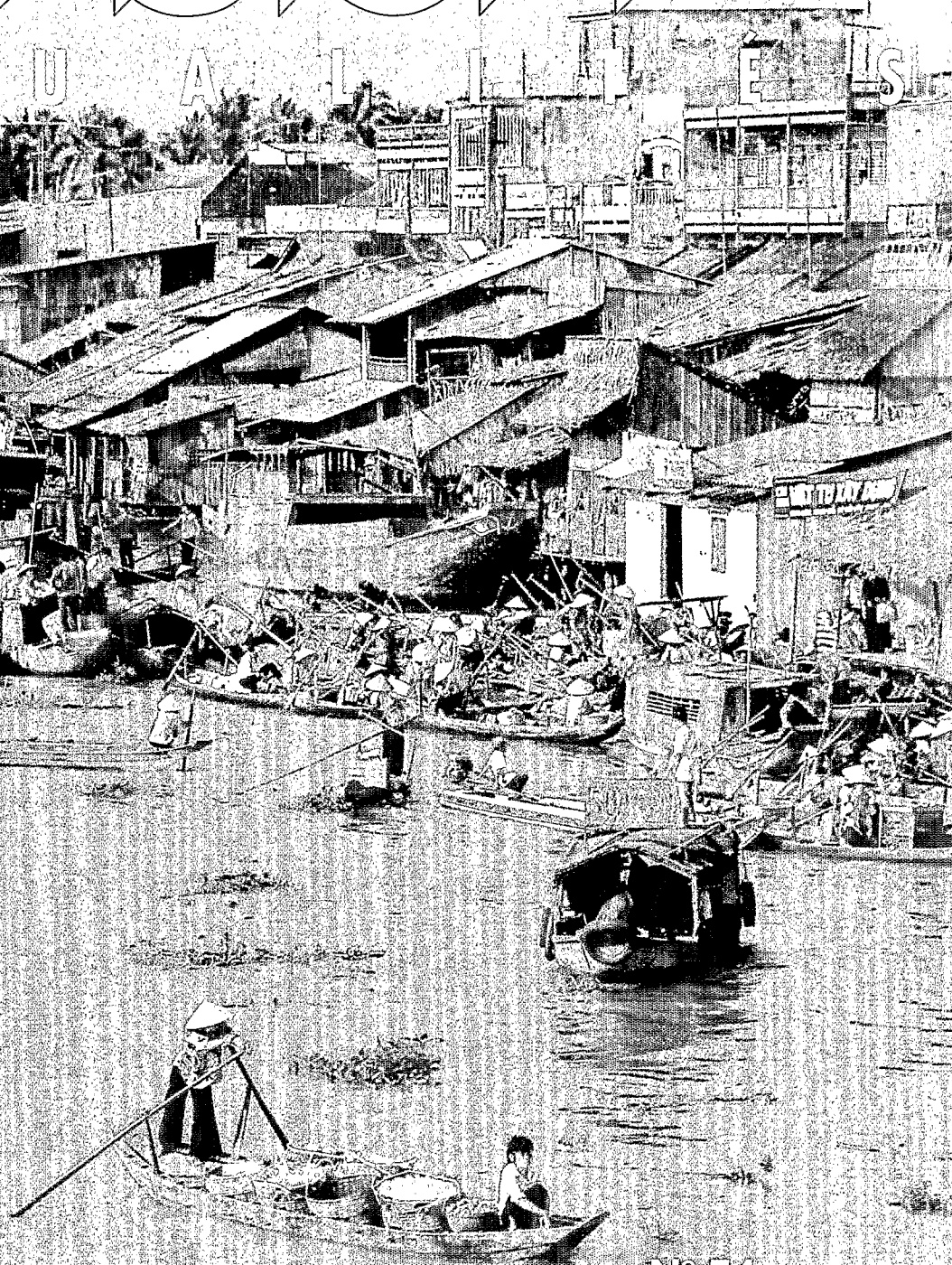
Photo : Robin Duponnois

# ORSTOM

A C T U A L I T É S

B\* 12530 ex 1 à 12638 ex 1

**VNAM  
UN NOUVEAU  
TRANSITIONS  
NODULES  
GENÉTIQUES  
L'ARBRE  
IGNÉE  
MAMPIGNONS  
CONTRE  
NEMATODES  
TOGO : ÉTAT  
DE DÉGRADATION  
DES TERRES  
LES SQUATS,  
ZONES D'HABITAT  
SPONTANÉ À  
NOUMÉA**



**N° 54**  
1997 - 30 F  
L'INSTITUT  
FRANÇAIS  
DE RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
POUR LE  
DÉVELOPPEMENT  
EN COOPÉRATION