

# NÉMATODES PARASITES OU SOUPÇONNÉS DE PARASITISME ENVERS LES PLANTES DE MADAGASCAR

Par Michel LUC, Maître de Recherches O.R.S.T.O.M.

## INTRODUCTION

**A** la demande du Haut-Commissariat une Mission de trois mois à Madagascar nous avait été accordée par M. le Directeur de l'O.R.S.T.O.M. Elle était essentiellement motivée par l'apparition dans la région de Tuléar d'un flétrissement du Cotonnier ressemblant beaucoup au wilt à *Fusarium vasinfectum*. De grands espoirs sont mis dans la culture cotonnière pour revaloriser les régions assez pauvres du Sud-Ouest de l'île; le «wilt» étant une des plus graves affections du cotonnier, on s'alarme fort justement. Des nématodes ayant été découverts par M. Dadant dans les racines des cotonniers malades, il fut décidé de faire appel à un spécialiste de ce groupe de parasites pour déterminer quelles étaient leurs responsabilités dans la menace qui pesait sur la culture cotonnière malgache.

Nous sommes arrivés à Tananarive le 23 Janvier 1957. Par suite de retards dans la végétation du cotonnier, il fut suggéré par M. Barat, Directeur du Laboratoire de Phytopathologie, d'élargir le cadre de cette mission et, au lieu de la confiner exclusivement à l'étude des nématodes parasites du cotonnier, d'effectuer plusieurs tournées permettant de rapides coups de sonde dans le plus grand nombre de cultures possible afin de préciser si d'autres problèmes nématologiques ne se posaient pas à Madagascar. (1)

C'est le résultat de ces dernières observations qui est donné ici, la question des nématodes parasites du cotonnier et de leurs relations avec le flétrissement observé dans la région de Tuléar ayant été traitée dans une autre publication (LUC, 1958).

La première tournée, du 29 Janvier au 8 Février, en compagnie de M. Barat, permit de prélever des échantillons sur les cultures suivantes : principalement canne à sucre (Ambilobe, Nossi-Be, Ambanja), caféier (Nossi-Be, Ambanja), pamplemoussier (Nossi-Be), ylang-ylang (Nossi-Be), poivrier (Nossi-Be, Ambanja), riz (Ambanja), bananier (Nossi-Be), kapokier (Nossi-Be). Malheureusement cette tournée eut lieu au moment de fortes pluies et le sol très détrempé, inondé même par endroits, n'était pas dans un état très favorable aux prélèvements. Les inondations autour de Majunga ne nous ont pas permis à ce moment d'examiner les cultures de cette région.

Une courte tournée (14-15 Février) au Lac Alaotra, également en compagnie de M. Barat était surtout consacrée au manioc. Des échantillons de riz, de bananier et d'ananas furent également prélevés.

Une tournée au Lac Itasy (18-19 Février), en compagnie de M. Brenière, Entomologiste des Services de l'Agriculture, était destinée à l'étude des sols à Tabac. Ces sols n'étaient pas en culture à cette époque de l'année mais diverses méthodes ont permis cependant de reconnaître la présence d'un nématode parasite grave.

Au cours de notre voyage vers Tuléar nous nous sommes arrêtés à Antsirabe ; sous la conduite du Chef du Service d'Agriculture de cette région nous avons visité le Centre de Multiplication «Armor» où de graves attaques de nématodes sur pomme de terre et autres cultures ont été constatées. Quelques champs autochtones ont été également sondés. A notre retour de Tuléar, quelques échantillons supplémentaires furent prélevés dans la pépinière de la Station d'Antsirabe.

Le séjour dans la région de Tuléar fut essentiellement consacré au cotonnier.

Enfin un bref voyage à Marovoay, en compagnie de M. Barat, avait pour but de vérifier si des introductions, non contrôlées, de riz en provenance des U.S.A. n'avaient pas en même temps introduit des nématodes parasites.

(1) Il nous faut remercier ici tous ceux qui à un titre ou à un autre ont facilité notre mission : MM. Barat, Brenière et Caresche, du Service de l'Agriculture, et MM. Delattre et Martin, de l'I.R.C.T. chez qui nous avons toujours rencontré une aide amicale et compétente ; M. Bossier, Botaniste de l'I.R.S.M., à qui est due la détermination des plantes sauvages ; Florentin Razafindranaivo enfin qui nous seconda efficacement sur le terrain et au Laboratoire.

Une mention particulière est due au Dr Seinhorst, de l'I.P.O. (Wageningen. Hollande) qui, en nous offrant les facilités de travail de son Laboratoire nous a permis de déterminer les échantillons ramenés.

## LES NÉMATODES PARASITES DES PLANTES

CET article traiterait d'organismes phytopathogènes, tels les champignons ou les insectes, qu'aucune introduction ne serait nécessaire, les agronomes étant depuis longtemps au fait de l'importance des dommages causés, de l'aspect général des dégâts et de la biologie de ces parasites ; mais traitant des Nématodes, un chapitre relatif à la biologie et à l'importance économique de ceux-ci est une stricte nécessité tant est grande la méconnaissance de ce groupe de parasites invisibles pour le profane et souvent discrets dans les manifestations extérieures des graves dégâts qu'ils occasionnent.

### LES NEMATODES.

Les Nématodes constituent le groupe zoologique dont la variété d'adaptation semble la plus grande. On a pu dire qu'à l'exception de l'adaptation au vol, ils avaient colonisé tous les biotopes, encore certains d'entre eux se font-ils transporter par les insectes ou les oiseaux. On trouve, en effet, des nématodes marins vivant dans les premières couches de sédiments, depuis les sables côtiers jusqu'aux profondeurs des grandes fosses marines et depuis l'équateur jusqu'aux côtes du Spitzberg et du Continent Antarctique.

D'autres vivent dans les eaux douces, rivières et lacs ; les sources chaudes même possèdent leurs espèces particulières. D'autres dans le sol dont il semble bien qu'aucun type ne soit dépourvu ; les sols suspendus des Broméliacées contiennent même un bon nombre d'espèces. Des groupes différents enfin se sont adaptés au parasitisme des animaux et des végétaux. Pour les premiers, parasites des animaux ou de l'homme (filaires, oxyures, ascaris, etc...), de nombreux travaux ont établi leur importance ; leur parasitisme s'étend à presque tous les groupes zoologiques et il est bien rare qu'à un vertébré ne soit pas infesté par une ou plusieurs espèces (le chat en possède 33, le cheval 69). Pour les seconds, plusieurs milliers de cas de parasitisme envers les plantes ont été relevés et quelques centaines d'espèces décrites dont une bonne vingtaine constituent un véritable danger pour l'agriculture ; danger malheureusement la plupart du temps sous-estimé, comme nous le verrons plus loin.

L'importance numérique même des nématodes dans les différents biotopes est remarquable. Ainsi pour les sables côtiers, ils constituent le groupe zoologique le plus abondamment représenté : on a pu estimer le nombre de nématodes contenus dans les 20 premiers centimètres, en profondeur, du sable d'une plage à 400.000 par mètre carré. Dans les sols, des chiffres de 10 millions pour les 30 premiers centimètres ne sont pas rares. Une seule galle de blé (la « nielle » due à *Anguina tritici*) peut contenir 90.000 individus ; enfin, on a pu compter jusqu'à 5.544 oxyures expulsés par un homme après traitement.

On voit donc que les nématodes constituent un des groupes les plus dignes d'attention à bien des égards.

### LES NEMATODES PHYTOPARASITES.

Dans l'étude des nématodes phytoparasites, il nous faudra distinguer le « parasitisme » de la « pathogénicité ». Est parasite tout être qui vit aux dépens d'un autre être vivant ; par contre, la pathogénicité d'un organisme

est le pouvoir qu'il a de léser le fonctionnement vital d'un autre être vivant. On voit que la distinction entre les deux termes n'est pas nettement limitée, tout parasite lézant quelque peu son hôte. Mais ici nous entendrons par parasite « tout nématode vivant aux dépens d'une plante » et par pathogène, dans une définition plus agronomique que biologique, « tout parasite causant des dégâts visibles, chiffrables sur les cultures. »

Il est rare, en effet, qu'une plante quelconque ne possède pas un cortège de nématodes vivant à ses dépens, mais en général en petit nombre, la plante n'en souffrant apparemment pas (des infections légères de nématodes augmentent même parfois les rendements). Par contre, lorsque le nombre de nématodes est très grand ou l'espèce particulièrement virulente, la plante peut être sérieusement lésée.

Quoique connus depuis fort longtemps (le genre *Anguina* a été décrit par Scopoli en 1777), les nématodes parasites des plantes ne sont l'objet de recherches suivies et d'une grande envergure que depuis une trentaine d'années. Encore l'étendue de leurs ravages est-elle considérablement sous-estimée. Cela provient de plusieurs ordres de faits : la taille des parasites, petits vers de 0,5 à 1 mm, leur mode de vie caché dans le sol ou les fines racelles ; les techniques d'études assez particulières ; le fait également que la nématologie agricole ne soit pas enseignée ou soit traitée comme une question subsidiaire de l'entomologie, sans rapport avec son importance réelle. D'autre part, les dégâts dus aux nématodes ne sont pas toujours évidents ou ne sont pas caractéristiques et peuvent fort bien être attribués à d'autres causes.

En effet, si quelques espèces attaquent les graines (« nielle » du blé due à *Anguina tritici*), les feuilles (*Aphelenchoides ritzemabosi* sur Chrysanthème) ou les bas de tige (*Ditylenchus dipsaci* sur bon nombre de plantes des pays tempérés), la presque totalité des espèces vit aux dépens du système racinaire des plantes. Dans la plupart des cas la pénétration a lieu à l'état de jeunes larves ; cette pénétration peut se faire en un point privilégié, zone sous-apicale par exemple, mais le plus souvent elle a lieu indifféremment tout le long des jeunes racelles. Les larves se développent ensuite en adultes dont les femelles pondent leurs œufs à l'intérieur du tissu racinaire. Quelquefois la pénétration peut également avoir lieu à l'état adulte. Ceci est le type même du développement d'un nématode dit « endoparasite », la majorité de son cycle se passant à l'intérieur des racines. Pour les « ectoparasites » la majorité du cycle se déroule dans le sol ; chez les ectoparasites sédentaires, la partie avant des femelles est seule engagée dans les tissus racinaires où elles puisent leur nourriture, la partie postérieure restant à l'extérieur ; ces femelles pondent leurs œufs directement dans le sol, les larves et les mâles, souvent très différents des femelles, étant libres ; quelquefois même les femelles ne sont reliées au tissu racinaire que par leur stylet très allongé (*Criconemoides* entre autres). Enfin il est un autre type de parasites, dits « ectoparasites migrants » où mâles et femelles vivent entièrement dans le sol et se nourrissent en venant piquer de temps en temps les racines (*Xiphinema*). On conçoit que pour les derniers cas le

repérage des parasites et la démonstration de leur nocivité soient délicats.

Les racines attaquées par les nématodes présentent rarement des symptômes nets ; c'est le cas des attaques de *Meloidogyne* sp. (ex *Heterodera marioni*) ; les femelles de ces espèces sont logées dans les racines qui s'enflent en des galles parfois énormes, très aisément reconnaissables. Parfois les racines présentent des extrémités gonflées, digitées (attaques de certains *Pratylenchus*) ou de petites traces brunes, plus ou moins allongées. En cas d'attaques massives les racines finissent par disparaître par suite de pourritures secondaires.

Les symptômes sur les parties aériennes sont encore beaucoup moins nets. Ces symptômes sont ceux corrélatifs à un affaiblissement du système racinaire provoquant une déficience de l'alimentation en eau et en éléments minéraux, affaiblissement auquel s'ajoute, probablement une intoxication due aux substances sécrétées par le nématode. Cette situation se traduira donc extérieurement par un aspect de flétrissement, de fanaison, de chlorose, ou simplement de rachitisme, et de ce fait l'action propre des nématodes peut fort bien passer inaperçue et les dégâts observés attribués à une carence, une « fatigue » du sol, une trop grande sécheresse, etc... Ainsi le « white-tip » du riz fut-il tenu longtemps pour une carence en divers éléments, malgré les résultats contradictoires des expériences à ce sujet, jusqu'à ce que l'on reconnaisse comme unique responsable le nématode *Aphelenchoides besseyi*. Ces cas sont particulièrement nets dans les régions de monoculture où après un certain nombre d'années un sol est dit « fatigué » de cette culture. Dans la majorité de ces cas, cette « fatigue » est due à l'action nocive d'un nématode spécialisé à la culture en question, nématode dont l'accroissement de population affecte de plus en plus la plante hôte. D'autre part, l'action nocive des nématodes se superpose à celle des mauvaises conditions de culture ou de sol et ne devient souvent très apparente que lorsque ces dernières dépassent un certain seuil.

Une des caractéristiques remarquables des attaques de nématodes est qu'elles sont rarement léthales pour la plante hôte. Il se crée, au contraire, une sorte d'équilibre entre le parasite et l'hôte mais cet équilibre est obtenu aux dépens de la croissance et de la production de la plante. Dans ce cas, si de telles infestations équilibrées sont uniformément réparties sur une région, elles peuvent très bien passer inaperçues.

On voit donc que la nocivité des nématodes est insidieuse, difficilement décelable, facilement confondable avec l'action des facteurs du milieu. Cependant dans les cas de baisses de rendement progressives après plusieurs campagnes, sans réponse aux engrais, dans ceux de nanisme, de chlorose, de flétrissement, on devra toujours soupçonner et rechercher les nématodes.

Ceux-ci peuvent encore agir d'une manière indirecte comme introducteurs d'autres agents pathogènes : dans le cas du « chou-fleur », du fraisier, diverses espèces introduisent des bactéries qui sont responsables des dégâts observés ; les travaux sur le « wilt » du Cotonnier, dû au champignon *Fusarium vasinfectum*, furent longtemps handicapés par l'inconstance des infections expérimentales jusqu'au moment où il fut démontré que, pour les U.S.A. tout au moins, diverses espèces de nématodes servaient d'introducteurs au champignon : le *Fusarium* peut être présent dans le sol, si celui-ci ne contient pas de nématodes parasites du cotonnier, le wilt ne se

produira pas ; mais, inversement, les nématodes seuls ne donnent aucun symptôme de wilt.

Ainsi, également dans les cas de maladie due à un champignon entrant par les racines et dont il est prouvé qu'il ne peut pénétrer seul dans celles-ci, il faudra toujours lui-même présent à l'esprit le rôle possible des nématodes comme introducteurs du parasite principal.

### MOYENS DE LUTTE.

Comme dans tous les cas de maladie des plantes, les moyens de lutte sont de deux ordres : les moyens directs par l'action de produits chimiques contre le parasite lui-même et les moyens indirects visant à établir des conditions de milieu plus favorables pour la plante hôte ou plus défavorables pour le parasite.

### LES MOYENS DIRECTS : NEMATICIDES.

Les nématicides, actuellement en usage, sont des produits chimiques liquides, volatils, que l'on injecte dans les sols infestés où leurs vapeurs toxiques, en saturant ce sol, tuent les nématodes qui y vivent. Les premiers produits employés furent le sulfure de carbone produit cher, très volatil, inflammable, abandonné aujourd'hui et la chloropicrine, efficace, mais très toxique pour l'homme, qui connaît un regain d'actualité.

Le premier nématicide employé sur une vaste échelle fut le « D D » (dichloropropane — dichloropropylène), mis au point en 1942 pour le traitement des sols à ananas aux Hawaï. Il s'agit d'un liquide lourd, volatil, non inflammable, corrosif pour les métaux usuels et la peau, que l'on emploie par injection à 15-20 centimètres de profondeur et à raison environ de 10 trous au mètre carré ; la dose à employer, variant suivant le terrain et la gravité de l'infestation, est de 250 à 600 litres à l'hectare. Notons que seul le dichloropropylène est nématicide ; il s'agit donc d'un produit à 50 p. 100 de matière active. Le « Dowfume N » est un produit de même formule.

Un bon nombre de dérivés chlorés ou bromés des carbures de la série aliphatique sont nématicides ; beaucoup ont été expérimentés positivement, mais peu ont été commercialisés. Citons en dehors du « D D » :

— le « E D B » (dibromure d'éthylène), volatil, non inflammable, s'employant à une dose moindre ; ce produit est commercialisé à des doses variables de produit actif sous les noms de : Dibrométhane, E. D. B. 50, Bromofume 10, Bromofume 20, Bromofume 40, Garden Dowfume, Iscobrome D, Soilfume 80-20, Soilfume 60-40, Dowfume W 40, etc...

— le « E. C. B. » ou chlorobromure d'éthylène donne de bons résultats ;

— le « C. B. P. » ou 1,3 chlorobromopropène également.

Tous ces produits sont **injectables**, c'est-à-dire que déjà coûteux par eux-mêmes, ils nécessitent des appareils spéciaux (pals pour les petites surfaces, charrues légères avec dispositifs d'injection derrière chaque soc pour les traitements en champ), appareils coûteux, précis, d'un entretien délicat, la plupart de ces liquides corrodant assez rapidement les métaux usuels. De plus, ces produits sont *phytotoxiques* et les traitements nématicides devront alors avoir lieu 2 à 3 semaines avant la plantation ; aucun traitement ne pouvant avoir lieu pendant

la croissance des plantes, on se trouvera désarmé dans le cas d'attaques de nématodes sur des plantes arbustives. Des exceptions sont possibles : ainsi on a pu, en Guinée (VILARDEBO 1957) traiter les bananiers en plantation avec du «D D» ou de l'«E. D. B.», moyennant certaines précautions.

On a donc essayé de se libérer de ces deux sujétions : injection obligatoire et phytotoxicité. Pour la première aucun résultat définitif n'a encore été apporté : le 3 P-Chlorophényl 5 méthylrhodanine, commercialisé sous le nom de «Stauffer N-244», est actif en suspension aqueuse et en poudrage du sol, mais son prix de revient en égard à son efficacité ne l'a pas fait finalement préférer aux fumigants classiques ; toutefois son usage pourrait être précieux pour les traitements en milieu aquatiques (rizières). Sur le chapitre de la phytotoxicité, un progrès sensible a été accompli par l'emploi du 1,2 dibromo — 3 chloropropane (ou «Shell-Nemagon») ; c'est, en effet, un produit très actif à des taux relativement faibles (15 litres à l'hectare) et de plus dépourvu de toxicité envers un grand nombre de plantes : Citrus divers, pêcher, figuier, haricot, arachide, cotonnier, etc... Les pieds établis sont d'ailleurs beaucoup moins sensibles que les jeunes plants. Le Nemagon est **actuellement** un des nématicides les plus employés.

La cyanamide calcique fut longtemps utilisée ; elle constituait en même temps un amendement pour certaines terres mais son usage proprement nématicide n'est plus en vigueur actuellement tant par sa faible activité sur les parasites que par sa toxicité envers certaines plantes, les citruses notamment.

Le bromure de méthyle, base de produits commerciaux tels le Dowfume G et l'Iscochrome, est un excellent nématicide. Sa très grande volatilité, sa toxicité redoutable pour l'homme le font employer sous bâche imperméable. Son emploi est donc réservé aux petites surfaces (planches de semis, pépinières, tas de terreau, etc) mais son grand avantage est de tuer, en même temps que les nématodes, les insectes, les champignons et les graines restées dans le sol. On lui adjoint parfois des traces de chloropicrine («Dowfume N C 2») qui préviennent des fuites possibles car le bromure de méthyle lui-même est inodore. Pour les petites surfaces ce produit a avantageusement remplacé les procédés de désinfection par la chaleur sèche ou humide qui nécessitaient un appareillage encombrant et coûteux.

Pour certaines cultures, cotonnier notamment, lors des traitements en plein champ, au lieu de désinfecter uniformément toute la surface, on se contente d'injecter une forte dose de nématicide dans la future ligne de plantation : la quantité totale de produit à l'hectare est diminuée d'environ moitié et l'efficacité reste sensiblement la même. Ce procédé apporte une économie sérieuse de produit et de main-d'œuvre, mais nécessite un repérage soigneux des lignes traitées.

### LES MOYENS INDIRECTS : METHODES CULTURALES.

Toutes les méthodes et façons culturales tendent à favoriser la croissance et la vigueur de la plante-hôte diminueront évidemment les manifestations extérieures des symptômes morbides dus aux nématodes ; mais la plupart de ces façons, labours, sarclages, apports d'engrais, n'ont pas d'action directe sur le peuplement nématologique.

Cependant des apports d'engrais verts, des paillages, peuvent suffisamment modifier les conditions du sol pour entraîner un accroissement de la population des nématodes saprophytes et prédateurs aux dépens des

nématodes phytoparasites. Ainsi de bons résultats ont-ils été enregistrés par des apports d'engrais vert dans la lutte contre les nématodes des poivriers en Indochine (Barat). Mais ces mesures, fort inconstantes dans leurs résultats, ressortissent plus aux palliatifs qu'aux remèdes.

L'exposition prolongée des terres au soleil provoque une baisse du nombre des nématodes, mais appauvrit suffisamment la terre (en dehors du danger d'érosion) pour que le bilan final puisse être négatif.

Le seul point vraiment important auquel devront s'attacher les agronomes dans la lutte contre les nématodes est celui des rotations de cultures. Les nématodes, même ceux dont la pathogénicité est prouvée, ne sont en effet dangereux pour la plante-hôte qu'à partir d'un certain taux dans le sol. On conçoit que si sur le même terrain se succèdent une série de plantes-hôtes, le taux de nématodes parasites dans le sol croîtra régulièrement jusqu'à atteindre un maximum et s'y maintiendra. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire que toutes les plantes qui se succèdent sur un tel terrain présentent des symptômes morbides ; certaines plantes peuvent héberger un nombre considérable de nématodes sans symptômes externes, alors que la plante qui suivra sera gravement atteinte. Si, au contraire, on fait alterner la plante cultivée, sensible, avec des plantes non-hôtes, le taux du nématode parasite considéré baissera dans le sol entre chaque campagne et pourra même être ramené à un taux non dangereux pour la plante cultivée. Ceci peut d'ailleurs être aidé par un vigoureux traitement nématicide les premières années, ramenant brutalement le taux de nématodes à un niveau très bas. Il existe même des plantes qui, non seulement n'hébergent pas les nématodes, mais les combattent de la façon suivante : les œufs éclosent dans le sol sous l'effet des sécrétions radiculaire et les jeunes larves pénètrent dans la plante ; elles s'y développent mais les femelles restent stériles et la seconde génération est ainsi supprimée. Différentes espèces de Crotalaires jouent ce rôle envers les *Meloidogyne* (ex *Heterodera marioni*). L'utilisation de ces plantes est donc très précieuse.

Récemment (Oostenbrink & al., 1957) il a été démontré que d'autres plantes peuvent jouer un rôle strictement nématicide. C'est le cas de *Tagetes patula* L. et *T. erecta* L. envers *Pratylenchus penetrans* : après une culture de l'une ou l'autre de ces espèces la population du nématode décroît de 90 p. 100 dans le sol ; mais, fait beaucoup plus remarquable, si les *Tagetes* sont cultivés en association avec une plante très sensible à *P. penetrans*, le taux du parasite dans le sol et dans les racines de la plante sensible décroît très significativement. Il semble qu'il s'agisse là d'une action proprement nématicide des excréments radiculaire de *Tagetes*. Cette action est efficace contre d'autres nématodes parasites (*Pratylenchus* divers, *Tylenchorhynchus dubius*) mais certaines espèces, notamment *Rotylenchus robustus*, y sont insensibles.

En présence d'une infection à nématodes, la détermination précise de l'espèce parasite sera donc essentielle pour pouvoir rechercher ensuite dans la littérature quelles sont les plantes sensibles à éviter d'introduire dans les rotations et quelles sont les plantes résistantes à employer. Malheureusement ces renseignements sont en général pauvres sur la plupart des nématodes des pays chauds. Aussi un des travaux auxquels nous nous sommes attachés à notre laboratoire d'Adiopodoumé-Abidjan est-il le test du plus grand nombre de plantes tropicales cultivées possible envers les espèces de nématodes phytoparasites les plus communément rencontrées.

Le problème des rotations se complique très souvent

du fait qu'il n'y a pas une mais plusieurs espèces de nématodes en jeu et qu'il est difficile de trouver des plantes présentant les qualités agronomiques requises et, de plus, faiblement sensibles ou résistantes aux différentes espèces de nématodes.

En résumé la lutte contre les nématodes devra porter sur trois points :

— L'emploi de nématicides si l'affection est très grave et si la rentabilité de la culture peut supporter le coût des traitements ;

— L'amélioration des conditions culturales visant, non à lutter directement contre le nématode, mais à donner une plus grande vigueur à la plante ;

— Dans le cas de rotations de cultures, l'emploi exclusif de plantes résistantes entre les campagnes de la plante sensible.

De nombreux cas de réussite prouvent que par ces trois moyens, souvent conjugués, la plupart des affections à nématodes des plantes annuelles peuvent être efficacement et rentablement combattues.

## LES NÉMATODES ASSOCIÉS AUX PLANTES EXAMINÉES

Ce qu'il ne faudra surtout pas perdre de vue dans ce chapitre c'est, qu'à l'exception du problème *Meloidogyne* sur pomme de terre et tabac qui semble bien caractérisé et de celui des nématodes du cotonnier qui ont été étudiés de près, les prélèvements effectués sur les autres cultures ne constituent que des coups de sonde rapides, localisés. De la présence d'une ou plusieurs espèces de nématodes parasites sur telle ou telle plante il ne faudra pas toujours conclure à un danger plus ou moins grave à l'encontre de cette culture. Tout au plus dans certains cas, par référence à des recherches antérieures, avons nous pu préciser le danger représenté par ces espèces, ou, au contraire, leur innocuité probable. Mais ceci n'est pas absolu, car des conditions différentes de climat, de variétés culturales, de mode de cultures, de sol, etc... peuvent entraîner des modifications de la pathogénéicité dans un sens ou dans un autre.

Il s'agit donc là d'une reconnaissance préliminaire que d'ultérieurs travaux devront compléter.

On trouvera ci-dessous, classés par ordre alphabétique du nom commun de la plante, lorsqu'il existe, les résultats des différents prélèvements et examens réalisés.

**Albutilon asiaticum** G. Don. Plusieurs pieds de cette plante prélevés en bordure des champs cotonniers de Betanimena (Tuléar) étaient légèrement attaqués par *Meloidogyne javanica* et *Pratylenchus delatrei*.

**Acacia decurrens** Will. Dans plusieurs champs de pommes de terre aux environs d'Antsirabe, cette plante portait sur ces racines des galles dues à *Meloidogyne javanica*.

**Ambérique** (*Phaseolus mungo* L.) Au centre «Armor» non loin d'Antsirabe, cette plante est gravement atteinte par *Meloidogyne javanica*.

**Ananas** (*Ananas sativus* (Schult.) Deux séries de prélèvements ont été faits : l'un à Ambahidray sur des ananas âgés de plus d'un an et appartenant à la variété Victoria, l'autre à Ambodirina-Mangoro sur des ananas d'environ huit mois, de variété inconnue. Les résultats furent les suivants : à Ambahidray les ananas étaient attaqués par *Pratylenchus brachyurus* et *Helicotylenchus nannus* ; à Ambodirina-Mangoro par *Pratylenchus brachyurus* et *Criconemoides ferniae*. *Pratylenchus brachyurus* est connu notamment aux Hawaï (Godfrey 1929), comme un parasite assez grave de l'ananas. Cette plante n'est pas actuellement cultivée à Madagascar sur une grande échelle. Mais il existe là un danger potentiel qu'il ne

faudrait pas négliger si un jour des cultures étendues étaient envisagées.

**Aubergine** (*Solanum melongena* L.). Des aubergines de la variété «Longue Violette» cultivée à Ambatobe (Tananarive) sont attaquées par *Helicotylenchus nannus* et *Meloidogyne javanica*. Ces deux espèces sont probablement la cause essentielle du wilt observé sur cette plante.

**Bananier** (*Musa paradisiaca* L.). Les deux seuls examens eurent lieu sur des pieds de banane à cuire, l'un à Maralola, l'autre à Nossi-Be. Dans le premier cas les racines ne présentaient aucun symptôme particulier et seuls quelques *Helicotylenchus nannus* furent rencontrés. Dans le deuxième cas, les racines montraient des stries rougeâtres très allongées et des commencements de pourriture : *Helicotylenchus multicinctus* et *Criconemoides citri* furent trouvés associés à ces lésions. La première de ces espèces est un parasite grave des bananiers. De même que pour l'ananas, en cas d'extension des cultures, il y aurait là un parasite dont il faudrait attentivement surveiller l'extension.

**Brède Morelle** (*Solanum nigrum* L.). A Tuléar dans différents jardins potagers cette plante présente de nombreuses galles radiculaires dues à *Meloidogyne javanica*.

**Caféier** (*Coffea canephora* Pierre Var. Kouilau) A Beombatry (Nossi-Be) d'assez nombreux caféiers présentaient un aspect morbide : taille réduite et feuilles jaunâtres en sont les principaux symptômes. Quelques individus de *Pratylenchus coffeae* furent récoltés dans les racines qui présentaient des extrémités pourries et des départs de racines supplémentaires. *P. coffeae* rencontré en Indonésie et au Brésil, est considéré, notamment par Bally et Redon (1931) comme un parasite relativement important des caféiers.

**Canne à sucre** (*Saccharum officinarum* L.). Une trentaine de prélèvements eurent lieu en différentes régions de Madagascar : Ambilobe (SOSUMAV), Nossi-Be (SASNAB) et Ambanja (C. C. C. — Besofa). La moitié des prélèvements furent effectués sur des cannes apparemment saines, l'autre sur des cannes présentant un aspect anormal : pieds plus touffus, entre-nœuds raccourcis, tige plus mince et plus cassante, feuilles souvent plus étroites et parfois chlorosées. Un échantillon provenant de Namakia-Majunga nous fut envoyé plus tard. Il provenait de cannes en première repousse, de variété H-37-1933 présentant un rabougrissement avec infection de la souche par un champignon, *Fusarium moniliforme*.

Le tableau ci-dessous donne le détail des espèces rencontrées dans les racines ou au voisinage de celles-ci ; à la ligne 3 la lettre S signifie : aspect sain ; la lettre M : aspect malade.

LOCALITE	AMBILOBE		NOSSI-BE				AMBANJA	NAMAKIA
VARIETE	NCO 310		B — 37 — 172		B — 34 — 104		B - 34 - 104	H-37- 1933
ASPECT	S	M	S	M	S	M	S	M
<i>Pratylenchus</i> sp.	+			+			+	
<i>Pratylenchus scribneri</i>		+	+					
<i>Helicotylenchus nannus</i>	+		+		+	+		+++
<i>Scutellonema brachyurum</i>		+++		+++		+++		
<i>Helicotylenchus</i> sp. (*)		+				+		
<i>Tylenchorhynchus</i> sp. (*)								
<i>Criconemoides citri</i>	+							

Sept espèces furent donc rencontrées parmi lesquelles cinq sont signalées pour la première fois sur la canne à sucre : *Pratylenchus scribneri*, *Scutellonema brachyurum*, *Helicotylenchus* sp., *Helicotylenchus nannus* et *Criconemoides citri*.

Les individus appartenant à ces espèces n'étaient généralement pas nombreux dans les échantillons à l'exception de ceux appartenant à *Scutellonema brachyurum* et à *Helicotylenchus nannus*, mais pour cette dernière espèce uniquement dans l'échantillon provenant de Namakia-Majunga. Il est possible que *S. brachyurum* joue un rôle dans le rabougrissement des cannes observé à Ambilobe et à Nossi-Be où il n'a pas été rencontré sur les cannes saines. *H. nannus* présent, lui, dans de nombreux échantillons aussi bien sains que malades favorise peut-être par son grand nombre, l'introduction de *Fusarium moniliforme* dans les cannes de Namakia.

Bien qu'une douzaine d'espèces ait été rencontrée associée aux racines de canne dans différentes parties du monde, la plupart des auteurs s'accordent pour affirmer que si les nématodes peuvent jouer un rôle favorisant la pourriture des racines, leur action propre n'est généralement pas grave. Et cependant c'est sur canne à sucre que furent décrits deux des plus graves parasites d'autres plantes : *Meloidogyne javanica* par Treub en 1888, et *Radopholus similis* par Cobb en 1909 ; la première de ces deux espèces est très répandue à Madagascar, mais nous ne l'avons pas observée sur canne. Cependant récemment Birchfield (1953 et 1954), étudiant l'action parasite en Louisiane de *Pratylenchus* sp. et *Tylenchorhynchus martini* Fielding 1956, démontre que ces deux espèces peuvent jouer un assez grave rôle parasitaire sur les racines qui, recouvertes de petites lésions rougeâtres, finissent par pourrir.

Notons que le *Tylenchorhynchus* rencontré à Ambilobe est très proche de *Tylenchorhynchus martini*.

**Carotte** (*Daucus carota* L.). A Ambatobe-Tananarive, Anketraka (Tuléar) et Antsirabe, les carottes montrent des déformations des racines dues à *Meloidogyne javanica*.

**Celeri** (*Apium dulce* Mill.). A Ambatobe les racines de céleri sont attaquées par *Helicotylenchus nannus*, *Pratylenchus* sp. et *Meloidogyne javanica*.

**Chicorée** (*Cichorium intybus* L.). Tous les pieds de chicorée poussant dans les jardins d'Anketraka (Tuléar) sont attaqués par *Meloidogyne javanica*.

*Corchorus acutangulus* Lamk. Cette plante adventice

assez fréquemment rencontrée dans la région de Tuléar est atteinte par *M. javanica* et, plus légèrement, par *Pratylenchus delattrei*.

**Cosmos** (*C. caudatus* H.B.K.). Au centre Armor, près d'Antsirabe, cette plante est gravement attaquée par *M. javanica*.

**Cotonnier** (*Gossypium hirsutum* L.). Une autre publication (Luc 1958) a été consacrée aux nématodes parasites du cotonnier dans le Sud-Ouest de Madagascar et à leur rôle éventuel d'introducteurs des différents *Fusarium* observés dans le flétrissement de cette plante. Notons seulement ici que les espèces *delattrei* le plus fréquemment rencontrées sur le cotonnier sont : *Pratylenchus* et *Hoplolaimus seinhorsti*. Dans le sol on trouve également : *Criconemoides citri*, *Hemicyclophora membranifer*, *Helicotylenchus nannus* et *Aphelenchus avenae*.

**Epinard** (*Spinacia oleracea* L.). A Anketraka (Tuléar), les épinards portent de nombreuses galles radicales dues à *Meloidogyne javanica*. Quelques individus de *Pratylenchus* sp. furent également extraits des racines.

**Grenadellier** (*Passiflora edulis* Sims). Cette plante est assez sensible à *M. javanica* comme nous l'ont prouvé des échantillons provenant des serres d'Ambatobe (Tananarive).

**Kapokier** (*Ceiba pentanara* (L.) Gaernt.). A la C. N. C. C. de Nossi-Be dans une pépinière de kapokiers, certains plants présentaient un développement retardé avec un feuillage moins touffu que normalement et plus pâle. L'examen des racines révèle la présence de galles à *M. javanica* ainsi que des fasciations anormales, mais non dues à l'action de cette espèce ; le responsable en est peut-être *Scutellonema brachyurum* dont de nombreux juvéniles et adultes sont présents dans le sol au voisinage des racines.

**Lupin** (*Lupinus angustifolius* L.). Les lupins cultivés au Centre Armor (près d'Antsirabe) sont gravement atteints par *M. javanica*.

**Maïs** (*Zea mays* L.). Trois séries de prélèvements furent faits sur cette plante : l'un à Ampanihy, les deux autres dans la région de Tuléar : Ankilimadinika et Betanimena. Dans les deux premières séries aucun nématode parasite ne fut observé ; mais à Betanimena une quantité très considérable d'individus appartenant à *Pratylenchus delattrei* fut rencontrée tant dans les racines que dans le sol. Il a été démontré expérimentalement que le maïs est assez sensible à *Hoplolaimus seinhorsti*, parasite du cotonnier.

(\*) espèces nouvelles à décrire ultérieurement.

**Manioc** (*Manihot utilisima* Pohl.). Plusieurs séries de prélèvements eurent lieu sur des Maniocs de la variété Criolina à Ambodirina-Mangoro et à Marovitsika. Dans les deux endroits *Pratylenchus brachyurus* était présent et *Criconemoides citri* à Marovitsika seulement.

**Pamplemoussier** (*Citrus decumana* L.). A Beambatry (Nossi-Be) des pamplemoussiers souffraient d'un dépérissement ressemblant fort à la gommose. L'examen du sol et des racines ne permet de relever que *Aphelenchus avenæ* en tant qu'espèce de nématode parasite. Encore cette espèce est-elle généralement considérée comme à la limite du parasitisme car elle n'attaque que des cellules déjà lésées mais encore vivantes. C'est une espèce répandue dans le monde entier relevée sur des dizaines de plantes, et qui semble, plutôt qu'un parasite, venir en tête du cortège secondaire vivant sur les lésions radicales.

**Persil** (*Petroselinum crispum* (Mill.) Airy Shaw). A Anketraka (Tuléar) les pieds de persil portent de nombreuses galles radicales dues à *Meloidogyne javanica*.

*Phyllanthus niruri* L. Quelques pieds de cette plante sauvage furent à Betanimena (Tuléar) rencontrés porteurs de galles à *M. javanica*.

**Piment** (*Capsicum frutescens* L.). A Ambodihadray plusieurs pieds de piment poussant dans un jardin potager souffraient de rachitisme accompagné d'une décoloration et d'une perte partielle du feuillage. Dans les racines furent trouvés de nombreux individus de *Helicotylenchus nannus* et de *Pratylenchus cf. pratensis*.

**Poivrier** (*Piper nigrum* L.). Trois séries de prélèvements furent effectuées sur cette plante ; deux à Nossi-Be (plantation Genesi à Voririky et à Beambatry), la dernière à Ambanja (C. N. C. C. C.). Dans la plantation Genesi aucun parasite ne fut relevé. A Beambatry les racines de poivrier examinées, ont révélé la présence de gonflements, de galles terminales creuses avec commencement de pourriture, signes auxquels on peut reconnaître une ancienne attaque de *Meloidogyne*. A Ambanja furent extraits des racines un bon nombre d'individus appartenant à *Helicotylenchus sp.* et *Pratylenchus sp.*

Malheureusement ces prélèvements, trop peu nombreux, furent faits dans de très mauvaises conditions, sous une pluie battante qui délavait les échantillons de sol ; la saison d'autre part ne devait pas être favorable aux attaques de nématodes par suite de l'imprégnation du sol en eau. Le fait que des attaques anciennes de *Meloidogyne* aient été relevées sans que des galles récentes soient présentes confirme cette opinion. De nombreux prélèvements avant la saison des pluies seraient nécessaires pour se faire une opinion valable sur le danger que peuvent représenter les nématodes envers le poivrier.

**Pomme de terre** (*Solanum tuberosum* L.). Différentes variétés de pommes de terre sont attaquées dans la région d'Antsirabé par *Meloidogyne javanica* et à un degré moindre par *Pratylenchus brachyurus*. Cette question sera traitée plus longuement plus loin.

**Riz** (*Oryza sativa* L.). Trois séries de prélèvements furent effectuées sur le riz : à Mararana, à Ambanja et à Marovoay. Dans les deux premières localités, les échantillons de sol et de racines furent pris dans des taches où les pieds de riz présentaient une légère chlorose accompagnée d'une diminution de la taille que ne pouvaient expliquer ni les attaques d'insectes ni le man-

que d'eau. Dans les deux cas *Pratylenchus brachyurus* fut rencontré dans les racines, accompagné, chez les échantillons provenant de Mararana, de quelques individus de *Helicotylenchus nannus*. Ces deux premières séries de prélèvements procédaient du type même de «prélèvements pour voir», effectués au hasard des rencontres de zones d'affaiblissement suspectes dans les rizières. La troisième série au contraire répondait à un objectif précis ; l'attention de M. Barat avait en effet été attirée sur des introductions de riz américain de la variété «Century patna» dans la région de Marovoay en 1952 ; cette introduction de l'ordre de plusieurs tonnes, sans mise en quarantaine préalable risquait en même temps d'avoir amené des parasites, entre autre l'agent du «white tip», *Aphelenchoides besseyi* Christie 1942, un nématode parfois connu sous le nom de *Aphelenchoides oryzae* Yokoo 1948, qui cause de graves désordres au Japon et qui a été reconnu aux U. S. A. en 1944 par Cralley et Adair. La variété introduite, Century patna, n'est plus cultivée dans la région de Marovoay, mais on pouvait craindre que les parasites éventuellement introduits ne se soient adaptés aux variétés actuellement utilisées.

Dans les échantillons de sol récoltés aucun exemplaire de *Aphelenchoides besseyi* ne fut trouvé. Toutefois le petit nombre d'échantillons (sept), la submersion des rizières, l'absence de riz en place, font que les individus de cette espèce peuvent exister en très faible nombre seulement et avoir échappé ainsi à l'examen. Cette espèce est en effet beaucoup plus facile à observer dans les racines ou dans les grains de riz que dans le sol surtout si celui-ci est à l'état de boue liquide. Des échantillons de grains de riz, variété locale cultivée sur les zones où avait été introduit le Century Patna ont été également observés ; aucun *Aphelenchoides besseyi* n'y fut rencontré. Il y a donc une forte présomption pour que cette espèce n'existe pas dans cette région de Madagascar.

Par contre dans tous les échantillons de sol furent rencontrés des individus de *Radopholus oryzae* (Van Breda de Haan 1902) Thorne 1949. Cette dernière espèce est un parasite du riz très répandu en Indonésie ; elle existe également au Japon où elle a été décrite sous le nom de *Tylenchus apapillatus* Imamura 1931, et aux U. S. A. où elle a été trouvée par Atkins et al. (1955) dans 4 échantillons de sol sur 39 provenant de rizières du Texas et dans 10 sur 37 provenant de Louisiane. Aux U. S. A. et au Japon cette espèce a été simplement signalée sans que son importance économique soit évaluée. Mais à Java de nombreux travaux se sont succédés au sujet de l'«omo-mentek», maladie du riz à laquelle est liée ce nématode. Les plus récents de ces travaux (Van Der Vecht et Bergman 1952. Van Der Vecht 1953) ont démontré que si les nématodes sont bien liés à la maladie leur rôle et celui propre du milieu sont difficiles à différencier. Aussi en étudiant le parasitisme de *R. oryzae* à Madagascar sur des variétés de riz différentes, des sols différents et sous de tout autres conditions climatiques, pourra-t-on peut-être éclaircir cette question de l'«omo-mentek» ; ceci en dehors de l'intérêt immédiat qu'il y a à savoir si *R. oryzae* est très répandu à Madagascar et quel danger il fait courir à la plus importante culture vivrière de ce pays.

Un échantillon de terre et de racines de riz de la variété Rojomena nous fut plus tard envoyé ; ces pieds de riz provenant de la région de Mananara-Anjozorobe, poussaient sur un marais récemment drainé et présentaient une verse avec pourriture des racines ainsi qu'une

piriculariose nodale et paniculaire. Les racines ne contenaient aucun nématode phytoparasite et dans le sol seuls quelques individus de *Hemicycliophora similis* furent rencontrés. Un autre échantillon de riz, lui aussi atteint de piriculariose, provenant de Ambohirony-Ambatondrazaka ne contenait aucun nématode dans ses racines ; par contre le sol renfermait une quantité moyenne de *Helicotylenchus nannus*.

**Sarrasin** (*Fagopyrum tataricum* Gaernt.). Le sarrasin cultivé au centre Armor est attaqué par *Meloidogyne javanica*.

*Sebaria pallidifusca* Stapf. & Halb : différents pieds de cette plante poussant dans des champs de pommes de terre, dans la région d'Antsirabe, furent trouvés porteurs de galles à *M. javanica*.

**Sevabe** (*Solanum auriculatum* Ait.). A Ambatoasana, en bordure de champs de tabac, et dans la région d'Antsirabe, en bordure de champs de pommes de terre, des pieds de Sevabe portaient de nombreuses galles radiculaires dues à *M. javanica*.

**Soja** (*Glycine soja* Sieb & Zucc.). Le soja cultivé tant au centre Armor que dans les pépinières du Service de l'Agriculture d'Antsirabe sont très gravement atteints par *M. javanica*.

**Sorgho** (*Sorghum vulgare* Pers.). Des pieds de sorgho poussant à Betanimena (Tuléar) au voisinage de maïs très infestés par *Pratylenchus delattrei*, contenaient, eux aussi, quelques individus de cette dernière espèce dans leurs racines, sans que cela présente un danger pour cette plante.

**Tabac** (*Nicotiana tabacum* L.). *Meloidogyne javanica* attaque cette plante. Cette question sera détaillée plus loin.

**Tomate** (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Les tomates aussi bien à Ambatobe (Tananarive) qu'à Anketraka (Tuléar) portent de nombreuses galles radiculaires dues à *M. javanica*. A Mangarivotra-Miandrivozo, *M. javanica* combine ses attaques avec celles de *Pratylenchus* sp.

**Vanillier** (*Vanilia planifolia* And.). Une série de prélèvements sur cette plante fut effectuée à Voririky (Nossi-Be). Aucun nématode phytoparasite ne fut rencontré ; mais de même que pour le poivrier, ces prélèvements eurent lieu dans de mauvaises conditions. Par la suite nous furent envoyés deux échantillons de terre et de racines de vanillier provenant de zones atteintes par la fusariose (due à *Fusarium batatis* Woll., var. *vanillæ* Tucker) : un échantillon originaire de la Station Agricole de l'Ivoloina ne contenait aucun nématode phytoparasite. Par contre dans le second, venant de la plantation Beaulieu à Mahanoro, le sol et les racines contenaient une très importante population de *Helicotylenchus cf erythrinae*.

**Ylang-Ylang** (*Cananga odorata* Hook.). Deux séries d'échantillons de sol furent prélevées : l'une à la S. P. P. M. à Tsimaramara (Nossi-Be) où aucun nématode phytoparasite ne fut rencontré ; l'autre à Beambatry (Nossi-Be), au voisinage de racines d'arbres atteints par une maladie du tronc supposée bactérienne : quelques rares *Helicotylenchus nannus* furent observés.

## LE PROBLÈME MELOIDOGYNE

Au cours du précédent chapitre, le nématode le plus souvent cité est *Meloidogyne javanica*. Aussi cette espèce mérite-t-elle qu'on lui accorde un développement plus étendu.

*Meloidogyne javanica* (Treub 1885) Chitwood 1949 est l'une des onze espèces ou variétés que comprend actuellement le genre *Meloidogyne* Goeldi 1887, lesquelles formaient naguère l'unique espèce *Heterodera marioni* (Cornu 1879) Goodey 1932 (= *H. radiculicola* Müller 1884).

Les *Meloidogyne* sont sans doute les espèces parasites les plus communes : en 1953 leur présence avait été relevée sur 1865 plantes. Elles sont également parmi les plus dangereuses : Steiner estime qu'elles prélèvent aux U. S. A. sur l'ensemble des cultures une véritable dîme au sens étymologique du terme (10%). Les *Meloidogyne* sont les nématodes phytoparasites dont il est le plus facile de repérer la présence (c'est là aussi une des raisons pour lesquelles leur parasitisme est reconnu si étendu) : il suffit d'arracher les plants suspects et d'observer les gonflements de racine atteignant parfois 5 à 6 cm de diamètre ; en cas d'attaque récente ou légère ou suivant les réactions propres à la plante-hôte on aura intérêt à laver le système racinaire et à examiner les jeunes racines ; c'est là que de petits renflements révèlent la présence de *Meloidogyne*.

A Madagascar la première mention faite de *Meloidogyne* semble être celle de François (1927) qui signala

le parasite (sous le nom de *Heterodera marioni*) sur pomme de terre dans la région de Betafo. Dans l'important ouvrage de Bouriquet (1946), *Meloidogyne* est signalé sur aubergine, dahlia, pois du Cap (*Phaseolus lunatus* L.), pomme de terre, patchouli (*Pogostemon heyneanus* Benth.), pêcher et oseille. Un article ultérieur de Bouriquet (1954), faisant état de déterminations effectuées par Reynolds aux U. S. A., précise que c'est l'espèce *M. javanica* qui attaque pêcher, dahlia, pomme de terre, tomate et tabac, et que *M. incognita* var. *acrita* Chitwood 1949 est également rencontrée sur tomate. Nous n'avons pas retrouvé cette dernière espèce au cours de notre mission ; il semble donc bien que *Meloidogyne javanica* doive être considérée comme l'espèce prépondérante à Madagascar.

Nous avons rencontré *M. javanica* en trois principales occasions : les jardins potagers, les champs de pommes de terre de la région d'Antsirabe, enfin les champs et pépinières de tabac du lac Itasy. Ces trois cas seront étudiés séparément.

### 1) — JARDINS POTAGERS

Les jardins potagers examinés étaient situés autour de Tananarive et de Tuléar ; presque toutes les plantes rencontrées y étaient attaquées par *M. javanica* : tomate, aubergine, carotte, persil, épinard, brède morelle, chicorée, céleri. Les piments sont indemnes, car cette plante est en effet résistante à *M. javanica*.

Dans la plupart des cas les dégâts n'apparaissent pas extérieurement ; seules les racines par la présence de nombreuses galles révèlent le parasite. Cependant à Nanisana (Tananarive), les aubergines souffraient d'un wilt qui pourrait fort bien ne pas avoir d'autre cause que cette attaque de *M. javanica* conjuguée ici avec *Helicotylenchus nannus*. Néanmoins l'affaiblissement du système racinaire causé sur les autres plantes par ce nématode réduit certainement les récoltes.

Pour le moment ces jardins potagers étant petits, leur culture familiale, les attaques de *Meloidogyne* sont de peu d'importance économique. Mais il faudrait y porter attention si l'on étendait la culture de telle ou telle des plantes citées plus haut. De graves déboires ont eu lieu ainsi en Afrique du Nord et dans le Midi de la France, au moment où l'on est passé de la culture familiale de la tomate à la culture industrielle en vue de la conserverie.

## 2) — MELOIDOGYNE JAVANICA SUR POMME DE TERRE

C'est sur cette plante que *M. javanica* fut pour la première fois signalée à Madagascar. Ce n'est d'ailleurs par un problème neuf ; dans le Sud des U. S. A. et surtout en Afrique du Sud (Van der Linde 1956) les *Meloidogyne* constituent un grave fléau de cette culture. Sur les tubercules les attaques de *M. javanica* produisent des renflements, des verrues qui peuvent se craqueler et rappeler quelque peu l'aspect des lésions dues à *Spongospora subterranea* (Wallr.) Johnson, agent de la galle poudreuse. Mais si l'on coupe les tubercules, on aperçoit, sous l'écorce des zones vitrifiées paraissant légèrement verdâtres en comparaison des tissus sains ; ces zones représentent les cellules géantes induites par les femelles et les cellules périphériques dont le contenu amylicé est en voie d'hydrolyse ; au centre de ces zones se remarque une petite tache plus ou moins régulière, blanchâtre à aspect brillant de porcelaine : c'est la femelle de *M. javanica*.

Les pommes de terre sont non seulement d'un aspect anormal, ce qui nuit à leur vente, mais également d'un mauvais goût, par suite de l'hydrolyse d'une partie de l'amidon. De plus le parasite présent sur les racines qui portent de nombreuses galles, réduit la production.

Les dégâts les plus graves que nous ayons vus sur cette plante sont ceux que l'on peut observer au «Centre de Multiplication Armor» (ou C. M. A.). Ce centre dépendant des services de l'Agriculture, situé au voisinage d'Antsirabe, est un organisme qui reçoit des pommes de terre de semence d'Europe et les sélectionne ensuite pour les multiplier et les livrer aux producteurs malgaches. Dans ce centre les pertes dues à *M. javanica* doivent certainement atteindre 10 à 20 % de la production ; toutes les variétés dont nous avons examiné les tubercules dans les hangars de stockage sont atteintes, dans des proportions et avec des symptômes variables. Les variétés les plus sensibles semblent «Kerpondy» et «Rosa». D'après le Directeur du C. M. A., la variété «Institut de Beauvais» a pratiquement disparu quelques années après son introduction par suite des attaques de *M. javanica* ; par contre une variété localement dénommée «C. M. A.» semble plus résistante, ceci probablement lié à l'épaisseur de l'écorce des tubercules.

*M. javanica* représente donc au C. M. A. un double danger. Cette espèce en effet diminue les rendements en semences sélectionnées et surtout la distribution de tubercules aux planteurs risque d'étendre les ravages

causés par cette espèce, un tri même minutieux laissant toujours passer des tubercules atteints.

Pour l'instant les champs de pomme de terre indigènes ne semblent pas connaître d'attaques aussi graves. Mais *M. javanica* est cependant présent dans tous ceux examinés ; bien que certains ne fussent pas cultivés en pomme de terre au moment de notre passage on retrouve en effet cette espèce sur différentes plantes sauvages poussant en jachère : *Acacia decurrens* Will., *Solanum auriculatum* Ait. et *Seberia pallidifusca* Stapf. et Hall. notamment.

Comment expliquer que les dégâts soient si importants au C. M. A. alors que les conditions de culture, les soins qui entourent celle-ci y sont nettement supérieurs à ceux de la culture indigène ? Il s'agit là des déboires que peut amener la succession sur un même terrain de plantes toutes sensibles au même nématode. Nous verrons d'ailleurs plus loin que cela était difficile à éviter. En effet, au Centre Armor, une culture de pomme de terre est suivie d'une légumineuse puis d'une plante fourragère ; or toutes les plantes utilisées sont des plantes sensibles à *M. javanica* : lupin, sarrasin, cosmos, ambérique, soja portant tous des galles parfois énormes, le sarrasin de la variété «gris argent» semblant toutefois moins sensible que la variété commune. Il se succède ainsi continuellement sur le même terrain des plantes-hôtes de *M. javanica* ; aussi la pullulation de cette espèce dans le sol atteint un taux élevé qu'en certains endroits des champs plus rien ne pousse, les pieds semés crevant après quelques semaines sous des attaques massives ; à ces endroits le sol reste presque nu, les champs présentant ainsi un aspect lépreux, avec des taches stériles entourées d'une végétation réduite, chlorotique, pauvre.

Les mesures à prendre sont de plusieurs ordres :

- renforcement du contrôle, déjà très sérieux, avant la livraison des tubercules à l'extérieur.
- essai de traitement des champs de multiplication avec un nématicide. De tels traitements appliqués à une culture comme la pomme de terre, même s'ils sont très efficaces, ne seront certainement pas financièrement rentables ; mais ceci pour une station de sélection doit être considéré comme secondaire.
- remplacement des plantes de rotation sensibles par des plantes résistantes à *M. javanica*.

Malheureusement nous nous heurtons ici, comme dans la plupart des affections à nématodes, au petit nombre connu des plantes résistantes ; au regard des espèces ou variétés sensibles à *M. javanica*, 19 espèces résistantes sont seulement relevées dans la littérature (1) et sur celles-ci, quelques unes seulement peuvent être retenues :

*Crotalaria sericea* Retz (= *C. spectabilis* Roth)  
*Crotalaria incana* L.  
*Crotalaria nubica* Benth.  
*Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn.  
*Crotalaria mucronata* Desv. (= *C. striata* D. C.)  
*Arachis hypogea* L.  
*Panicum maximum* Jacq.  
*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees., souche Ermelo.

(1) — On trouvera, en annexe, une liste des plantes-hôtes et des plantes non-hôtes de *Meloidogyne javanica*.

La plupart des Crotalaires sont d'excellentes plantes de rotation au point de vue des *Meloidogyne* ; en effet non seulement elles ne souffrent pas du parasite mais elles les combattent ainsi que nous l'avons vu plus haut. Il faudrait savoir si parmi les espèces de Crotalaires citées, certaines peuvent s'adapter à la région d'Antsirabe et si l'espèce commune à Madagascar, *Crotalaria fulva*, possède elle aussi cette remarquable propriété anti-*Meloidogyne*.

L'arachide, sans être une plante-piège, n'est pas sensible à cette espèce de *Meloidogyne*. Mais sa culture appauvrit le sol et ce végétal ne semble pas particulièrement bien adapté à la région d'Antsirabe, tout au moins la variété Valencia que nous avons pu observer dans les pépinières de la station d'agriculture. De plus l'arachide est assez sensible à *Pratylenchus brachyurus* nématode très répandu à Madagascar, attaquant également la pomme de terre et que nous avons effectivement retrouvé sur certains tubercules provenant du C. M. A. Sans que le danger représenté par ce parasite soit aussi grand que celui dû au *Meloidogyne* il ne conviendrait pas de favoriser sa multiplication.

En Afrique du Sud, Van Der Linde (1956) recommande de faire alterner la pomme de terre avec *Eragrostis curvula* (souche Ermelo) ou *Crotalaria spectabilis* : pour la première espèce il ne faut utiliser que la souche Ermelo, provenant d'Afrique du Sud, certaines autres souches étant sensibles à *M. javanica*.

Des échantillons de sol infestés par *M. javanica* avaient été expédiés à notre laboratoire d'Adiopodoumé-Abidjan (Côte d'Ivoire). La souche isolée a été multipliée et nous sommes actuellement en train de tester les différentes plantes de couvertures et de jachères provenant des collections de la station pour leur sensibilité ou leur résistance à *M. javanica*.

### (3) — MELOIDOGYNE JAVANICA SUR TABAC

Notre attention sur des attaques de *Meloidogyne* envers le tabac avait été attirée par M. Brenière qui nous a montré des échantillons conservés sur lesquels des galles radicaires extrêmement nombreuses, serrées, atteignant parfois 4 cm de diamètre, déforment complètement le système souterrain.

Une tournée fut donc envisagée autour du Lac Itasy une des principales zones de culture du tabac. Bien qu'à cette époque (18-19 Février) le tabac ne fut pas encore en culture, les examens des vieux plants restés en bordure des champs depuis la dernière campagne et des plantes sauvages sensibles à *Meloidogyne* (notamment *Solanum auriculatum*) repoussant sur ces champs ont permis de reconnaître la présence de *Meloidogyne javanica* dans 18 champs différents. Dans les 13 autres champs rencontrés où n'existaient ni vieux pieds de tabac ni plantes sensibles, du sol fut prélevé et ramené au laboratoire de Tananarive-Ambatobe ; sur ce sol des graines de tomate, plante extrêmement sensible à toutes les espèces de *Meloidogyne*, furent semées le 20 Février. Le 5 Avril les plants furent arrachés : sur 13 échantillons 12 portaient des galles radicaires caractéristiques dues à *Meloidogyne javanica*.

On peut donc affirmer que dans la région du Lac Itasy, et surtout dans le district d'Ampefy qui fut notre principal centre d'activité, les champs cultivés en tabac sont pratiquement tous infestés par *Meloidogyne javanica*.

Dans deux pépinières seulement sur les six examinées, les jeunes plants présentaient des galles radicaires. Les pépinières sont d'ailleurs souvent établies sur sol

neuf, ce qui évite l'infestation et d'autre part les plants étaient très jeunes, ce qui permet plus difficilement de reconnaître la présence de *M. javanica*.

Dans l'impossibilité où nous avons été d'observer les tabacs en champ, il nous est difficile de dire si ces infestations à *M. javanica* doivent être considérées comme graves. Cependant d'après M. Brenière, il existerait là un danger sérieux. Cela n'est pas étonnant si l'on se rappelle que les différents *Meloidogyne* sont un des obstacles majeurs à la culture du tabac en Afrique du Sud. (Van Der Linde 1956). D'autre part Lucas dans son récent ouvrage (1958) sur les maladies du tabac considère les nématodes et au premier chef les *Meloidogyne* comme le principal fléau de cette culture.

Les *Meloidogyne* agissent d'ailleurs sur le tabac non seulement par leur action parasite propre, mais également comme introducteurs de différents champignons. Ils favorisent notamment la pénétration de *Phytophthora parasitica* var. *nicotianæ*, agent du «black shank» (Moore et al. 1956) et très probablement celle de *Fusarium oxysporum* var. *nicotianæ* causant le «wilt» (Morgan 1957), maladie qui serait présente à Madagascar (1).

### CONCLUSION

La courte mission que nous avons effectuée à Madagascar a donc permis de relever 70 cas de parasitisme, prouvés ou probables, par des nématodes envers les végétaux cultivés ou sauvages. Dans la plupart de ces cas, les données sont trop fragmentaires, les parasites trop peu connus, pour qu'une évaluation de leur importance économique puisse être avancée.

Cependant certains problèmes parasitaires se trouvent dès à présent posés que nous donnons ci-dessous dans l'ordre de leur importance décroissante, étant bien entendu que ce classement est tout à fait provisoire et que de nouvelles recherches amèneront certainement à le modifier :

- le problème le plus urgent à résoudre nous paraît être celui de *Meloidogyne javanica* sur pomme de terre.
- le parasitisme du *Meloidogyne* sur tabac est également à surveiller, mais ici les données précises manquent.
- les nématodes parasites du cotonnier jouent très probablement un rôle dans le flétrissement observé dans la région de Tuléar, mais c'est l'aspect mycologique de la question qui nous semble devoir être étudié en premier.
- la présence de *Radopholus oryzae* sur riz peut faire craindre l'apparition de l'«omo-mentek» ; des recherches sur l'étendue des zones contaminées, l'incidence du parasite sur les récoltes devront avoir lieu qui permettront peut-être en même temps de mieux comprendre la nature de cette maladie.

### (1) Note de la Rédaction

*Phytophthora parasitica* var. *nicotianæ* et *Fusarium oxysporum* var. *nicotianæ* n'ont jamais été observés à Madagascar. Toutefois un «wilt» dû à une forme de *Fusarium bulbigenum* sévit dans les cultures malgaches. L'extension de la maladie est favorisée par *Meloidogyne javanica*.

- la liaison observée entre la présence de *Scutellonema brachyurum* sur les racines et l'aspect chétif de certaines cannes à sucre seront également à étudier, ainsi d'une façon générale le peuplement nématologique des champs de canne.
- la présence de très fortes quantités de *Helicotylenchus cf. erythrinæ* dans les racines de vanilliers atteints de fusariose, celle de *Pratylenchus coffeæ* sur certains caféiers à aspect maladif devront susciter des recherches plus complètes.
- le fait que les poivriers recèlent plusieurs néma-

todes parasites ne devra pas être négligé dans l'étude de la pourriture de ce végétal.

- enfin les parasites relevés sur ananas et bananier révèlent la présence d'un « danger d'avenir » en cas d'extension de ces cultures.

Cette liste peut en somme être considérée comme l'ébauche d'un programme de recherches sur les nématodes parasites de plantes de Madagascar ; nous ne pouvions en quelques semaines faire plus dans un pays où cette question était presque entièrement neuve.

## ANNEXE I

### Liste des nématodes rencontrés à Madagascar et de leurs plantes-hôtes ou présumées hôtes.

*Aphelenchus avenæ* Bastian 1865 : aubergine, cotonnier, pamplemoussier.

*Criconemoides citri* Steiner 1949 : bananier, canne à sucre, cotonnier, manioc.

*Criconemoides ferniæ* Luc 1959 : ananas.

*Helicotylenchus cf. erythrinæ* (Zimmermann 1904) Golden 1956 : vanillier.

*Helicotylenchus multincinctus* (Cobb 1893) Golden 1956 : bananier.

*Helicotylenchus nannus* Steiner 1945 : ananas, aubergine, bananier, canne à sucre, céleri, cotonnier, piment, riz, ylang-ylang.

*Helicotylenchus spp.* : canne à sucre, poivrier.

*Hemicycliophora membranifer* (Micoletzky 1925) Thorne 1955 : cotonnier.

*Hemicycliophora similis* Thorne 1955 : riz.

*Hoplolaimus seinhorsti* Luc 1958 : cotonnier, (maïs).

*Meloidogyne incognita* var. *acrita* Chitwood 1949 : tomate.

*Meloidogyne javanica* (Treub 1885) Chitwood 1949 : *Abutilon asiaticum* *Acacia decurrens*, ambérique, aubergine, carotte, céleri, chicorée, *Corchorus acutan-*

*gulus*, *Cosmos caudatus*, dahlia, épinard, grenadellier, kapokier, lupin, pêcher, persil, *Phyllanthus niruri*, pomme de terre, sarrasin, *Sebaria pallidifusca*, Soja, *Solanum nigrum*, tabac, tomate.

*Meloidogyne sp.* : oseille, patchouli, pois du cap, poivrier.

*Pratylenchus brachyurus* (Godfrey 1929) Filipjev & Steckhoven 1941 : ananas, manioc, riz.

*Pratylenchus coffeæ* (Zimmermann 1898) Filipjev & Steckhoven 1941 : caféier.

*Pratylenchus cf. pratensis* (De Man 1880) Filipjev 1936 : piment.

*Pratylenchus scribneri* Steiner 1943 : canne à sucre.

*Pratylenchus spp.* : canne à sucre, céleri, épinard, poivrier, tomate.

*Pratylenchus delattrei* Luc 1958 : *Abutilon asiaticum*, cotonnier, *Corchorus acutangulus*, maïs, sorgho.

*Radopholus oryzæ* (Van Breda de Hann 1902) Thorne 1949 : riz.

*Scutellonema brachyurum* (Steiner 1938) Andrassy 1958 : canne à sucre, kapokier.

*Tylenchorhynchus sp.* : canne à sucre.

## ANNEXE II

### Plantes hôtes et plantes non hôtes de *mélodogyne javanica*.

#### A. — PLANTES HOTES

*Abutilon asiaticum* G. Don  
*Acacia decurrens* Will.  
*Agave victoriæ-regiæ*  
*Allium ascalonicum* L.  
*Allium cepa* L.  
*Allium schænoprasum*  
*Amaranthus caudatus*  
*Amaranthus retroflexus* L.

*Amaranthus thunbergi* Mog.  
*Angelica archangelica* L.  
*Antirrhinum majus* L.  
*Apium dulce* Mill.  
*Apium graveolens* Mill.  
*Armoracia rustica* Mill.  
*Asparagus sprengeri*  
*Avena sativa* L.

- Beta cicla L.  
 Beta vulgaris ssp. macrorhiza  
 Beta vulgaris ssp. vulgaris  
 Bidens biternata Merrill. & Sherff.  
 Borreria ruelliae (D C) K. Shum.  
 Brassica oleracea L. var. botrytis  
 Brassica oleracea L. var. gemmifera  
 Bromus inermis Reyss.  
 Buddleia variabilis  
 Calendula sp.  
 Carica papaya  
 Ceiba pentandra (L.) Gaertn.  
 Celosia sp.  
 Cereus sp.  
 Chenopodium sp.  
 Chloris gayana (Kunth.)  
 Chrysanthemum frutescens  
 Chrysanthemum leucanthemum — grandi florum  
 Cichorium intybus  
 Citrullus vulgaris Schrad.  
 Citrus aurantiifolius var. dulcis  
 Cleome monophylla L.  
 Clitoria ternatea  
 Cochlearia armorica  
 Coleus (barbatus Benth. ?)  
 Corchorus acutangulus  
 Cosmos caudatus H. B. K.  
 Cucumis melo var. reticulatus Noud.  
 Cucumis sativus L.  
 Cucurbita pepo L.  
 Cyphomandra betracea Sendt.  
 Dahlia variabilis  
 Daucus carota L. ssp. sativus  
 Delphinium sp.  
 Dianthus caryophyllus L.  
 Dichondra repens  
 Digitaria smutsii Stent.  
 Dimorphotheca pluvialis Moench.  
 Echeveria sp.  
 Ehrarta panicea  
 Eleusine indica (L.) Gaertn.  
 Eleusine tef (Succ.) Trotte  
 Euphorbia pulcherrima  
 Fagopyrum tataricum Gaertn.  
 Fragaria ananassa  
 Fraxinus syriaca  
 Galinsoga parviflora Cav.  
 Gerbera sp.  
 Gladiolus sp.  
 Glycine hispida Max.  
 Glycine javanica L.  
 Glycine soja Sieb & Zucc.  
 Gomphrena sp.  
 Helianthus annuus L.  
 Hibiscus cannabinus L.  
 Hibiscus esculentus L.  
 Hibiscus sabdariffa L.  
 Hordeum vulgare L.  
 Impatiens balsamina L.  
 Ipomoea batatas (L.) Lam.  
 Ipomoea sp.  
 Iris sp.  
 Lactuca sativa  
 Lagenaria vulgaris  
 Lavendula officinalis  
 Lathyrus odoratus L.  
 Lespedeza stipulatea Maxim  
 Lespedeza striata Hook.  
 Linum usitatissimum L.  
 Lobelia erinus L.  
 Luffa aegyptiaca  
 Lupinus angustifolius  
 Lupinus sp.  
 Lycopersicum esculentum Mill.  
 Lycopersicum peruvianum (L.) Mill.  
 Mammillaria sp.  
 Medicago sativa L.  
 Musa nana  
 Musa sapientum  
 Nerium oleander L.  
 Nicandra physaloides Gaertn.  
 Nicotiana glutinosa L.  
 Nicotiana sylvestris Speg. & Comes  
 Nicotiana tabacum L.  
 Nicotiana tabacum x glauca Grah.  
 Olea europea L.  
 Oryza sativa L.  
 Passiflora edulis Sims.  
 Pastinaca sativa L.  
 Petroselinum crispum (Mill.) Airy-Shaw  
 Petunia hybrida Vilm.  
 Phalaris tuberosa L.  
 Phaseolus coccineus L.  
 Phaseolus lunatus L. var. macrocarpus  
 Phaseolus mungo L.  
 Phaseolus vulgaris L.  
 Phyllanthus niruri L.  
 Pisum sativum L.  
 Polyanthes tuberosa  
 Populus alba  
 Portulaca oleracea L.  
 Prunus amygdalus Batsch, var. amara  
 Prunus persica (L.) Bastch, var. Lovell  
 Prunus persica (L.) Bastch var. Shalil  
 Prunus persica (L.) Bastch var. Yunnan  
 Punica granatum  
 Raphanus sativus L.  
 Ricinus communis L.  
 Saccharum officinarum L.  
 Salix viminalis  
 Salvia sp.  
 Scabiosa sp.  
 Scorzonera hispanica  
 Sebaria pallide-fusca Stopf & Halb  
 Secale cereale L.  
 Setaria sphacelata (Schumach.) Stapf.  
 Solanum auriculatum Ait.  
 Solanum melongena L.  
 Solanum nigrum L.  
 Solanum tuberosum L.  
 Solonum villosum  
 Sorghum alnum L.  
 Sorghum vulgare Pers.  
 Spartium sp.  
 Spinacia oleracea L.  
 Stillingia sebifera  
 Stizolobium deeringianum Bort.  
 Steptosolen sp.  
 Triticum vulgare Vill.  
 Triticum aestivum L.  
 Verbascum thapsus  
 Vicia faba L.  
 Vicia sativa  
 Vigna catjang Walp.  
 Vigna sesquipedalis  
 Vigna sinensis  
 Vinca major  
 Vitis vinifera L.  
 Zea mays L.

## B — PLANTES NON HOTES

- Ambrosia artemisiifolia L.  
 Arachis hypogea L.  
 Capsicum annuum L.  
 Capsicum frutescens L.  
 Crotalaria incana L.  
 Crotalaria longirostrata Hook. & Arn.  
 Crotalaria mucronata Desv. (= *C. striata* D C)  
 Crotalaria nubica Benth.  
 Crotalaria sericea Retz (= *C. spectabilis* Roth)  
 Cucumis anguria.  
 Eragrostis curvula (Schrad.) Nees, Ermelo strain  
 Eragrostis lehmanniana Nees  
 Fragaria vesca L.  
 Gossypium hirsutum (L.) Merr.  
 Panicum maximum Jacq.  
 Pelargonium sp.  
 Pennisetum glaucum (L.)  
 Rhododendron sp.  
 Strophantus sarmentosus D. C.

## BIBLIOGRAPHIE

- ATKINS J.G., FIELDING M.J., HOLLIS J.P.** 1955 — Unusual record of plant disease. A new nematode on rice in Texas and Louisiana — *Pl. Dis. Rep.*, 39, 69.
- ATKINS J.G., FIELDING M.J., HOLLIS J.P.** 1955 — Parasitic or suspected plant parasitic nematodes found in rice soils from Texas and Louisiana — *Pl. Dis. Rep.*, 39, 221-2.
- BALLY W. et REYDON** — 1931 — De tegenwoordige stand van het vraagsstrik van de wortelaaltjes in de koffiekultuur — *Arch. Koffiek.*, 5. 23-216.
- BIRCHFIELD W.** — A parasitic nematode found on deteriorating roots of sugarcane — *Pl. Dis. Rep.*, 37, 38.
- BIRCHFIELD W.** — Parasitic nematode associated with diseased roots of sugarcane — *Phytop.*, 43, 289.
- BIRCHFIELD W.** — 1954 — The reproduction of *Tylenchorhynchus* sp. from sugarcane soils on different plants. — *Proc. Ass. South. Agric. Work.*, 51 st Conv., 152-3.
- BCURIQUET G.** — 1946 — Les maladies des plantes cultivées à Madagascar — 538 pp. Ed. Le Chevalier. Paris.
- BOURIQUET G.** — 1954 — L'étude des Nématodes nuisibles aux plantes cultivées dans les territoires français d'Outre-Mer — *Agr. trop.* 9, 84.
- CHITWOOD B. G.** — 1949 — Root-knot Nematode — Part I. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi 1887 — *Proc. Helm. Soc. Wash.* 16, 90-104.
- FRANÇOIS E.** — 1927 — Sur deux ennemis de la pomme de terre à Madagascar — *Rev. Bot. appl. Agr. Trop.*, 172-5.
- GODFREY G. H.** — A destructive root disease of pineapples and other plants due to *Tylenchus brachyurus* n. sp. — *Phytopathology*, 19, 611-629.
- LUC M.** — 1958 — Les Nématodes et le flétrissement des cotonniers dans le Sud-Ouest de Madagascar — *Cot. Fib. Trop.*, 13, 239-256.
- LUCAS G. B.** — 1958 — Diseases of Tobacco — New-York, 500 pp.
- MOORE E. L., DROLSON P. N., TODD F. A. & CLAYTON E. E.** — 1956 — Black shank resistance in flue-cured tobacco as influenced by tolerance to certain parasitic nematodes — *Phytopathology*, 46, 545-550.
- MORGAN O. D.** — 1957 — Control of *Fusarium* wilt and root-knot nematodes of tobacco with soil fumigants — *Pl. Dis. Rep.*, 41, 27-32.
- OOSTENBRINK M., KUIPER K. & S'JACOB J. J.** — 1957 — *Tagetes* als Feindpflanzen von *Pratylenchus* Arten — *Nematologica*, 2, Suppl., 424-433.
- VAN DER LINDE J.** — 1956 — The *Meloidogyne* problem in South Africa — *Nematologica*, 1, 177-183.
- VAN DER VECHT J.** — 1953 — The problem of the mentek disease of rice in Java — *Cont. Gen. Agric. Res. Sta. Bogor*, N° 137, 88 pp.
- VAN DER VECHT J. & BERGMAN B. H. H.** — 1952 — Studies on the nematode *Radopholus oryzae* (Van Breda De Haan) Thorne and its influence on the growth of the rice plant. — *Cont. Gen. Agric. Res. Sta. Bogor*, 82 pp.
- VILARDEBO A.** — 1957 — Premiers essais de lutte contre les nématodes du bananier en Guinée Française IV° Congr. Int. Lutte Enn Pl ;, Hambourg, 7 pp. dact.

(Travail du Laboratoire de Nématode de l'Institut d'Enseignement et de Recherches Tropicales d'ABIDJAN. (Côte-d'Ivoire).

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

# INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES DE MADAGASCAR



BULLETIN N° 3

— 1959 —



COMMUNAUTÉ

---

REPUBLIQUE MALGACHE

Fahafahana — Tanindrazana — Fandrosoana

---

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

---

# INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES DE MADAGASCAR

BULLETIN N° 3

— 1959 —