

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

(O. R. S. T. O. M.)

DÉPARTEMENT DE NÉMATOLOGIE

**Etude de quelques problèmes posés par
les nématodes parasites des plantes**

à

Madagascar

Rapport de mission

par

Georges de GUIRAN

Novembre 1965

Laboratoire de Nématologie - O. R. S. T. O. M. - B. P. 20 - ABIDJAN - CÔTE D'IVOIRE

ETUDE DE QUELQUES PROBLEMES
POSES PAR LES NEMATODES PHYTOPARASITES
A MADAGASCAR

Rapport de Mission

par

Georges de GUIRAN

Nématologiste à l'O.R.S.T.O.M.

Novembre 1965

I N T R O D U C T I O N

A la demande de l'I.R.A.T., nous avons effectué en 1963 une mission de trois mois à Madagascar.

Une première mission nématologique avait été accomplie par M. Luc en 1957. Elle était motivée par l'apparition, dans les cultures de cotonnier du Sud-Ouest, de taches de flétrissement dont on voulait savoir dans quelle mesure les nématodes étaient responsables.

Parallèlement à cette étude, M. Luc avait mis à profit son séjour dans la Grande Ile pour examiner de nombreuses plantes cultivées, ce qui lui avait permis de déceler un certain nombre d'attaques de nématodes. Les plus graves étaient sans conteste celles de Meloidogyne sur différentes plantes, dont la pomme de terre et le tabac.

Cette deuxième mission avait pour principal objectif, comme la précédente, de tenter d'élucider le rôle joué par les nématodes dans une grave épiphytie : la fusariose sévissant sur le vanillier dans la région d'Antalaha. En second lieu, elle avait pour but d'étudier les facteurs conditionnant les attaques de Meloidogyne sur tabac dans la Grande Ile et d'indiquer les moyens à mettre en oeuvre pour tenter de résoudre ce grave problème.

Ces deux objectifs étaient ceux qui nous avaient été désignés par M. le Directeur de l'I.R.A.M. à notre arrivée à Madagascar.

En outre, à l'occasion de déplacements effectués dans l'Ile, il a été possible d'examiner les attaques de nématodes sur une culture de développement récent : le bananier dans la région de Tamatave et de compléter les observations faites par M. Luc en 1957 sur la canne à sucre par des prélèvements d'échantillons dans des zones qu'il n'avait pu visiter (région de Brickaville).

... /

Cette mission s'est déroulée sous les auspices conjoints de l'I.R.A.T. et de l'O.R.S.T.O.M. Son programme avait été mis au point sous la direction du Professeur Viennot-Bourgin, chef de la division de Protection des Plantes à l'ORSTOM, de M. H. Barat, chef de la Défense des Cultures à l'IRAT, et de H. Luc, chef du Laboratoire de Nématologie de l'ORSTOM.

Arrivé à Tananarive le 30 mars, nous avons tout d'abord pris contact avec les personnalités intéressées par notre mission, et installé à Tsimbazaza un laboratoire provisoire.

Nous avons ensuite effectué dans l'Ile les déplacements suivants :

4 avril	: Ambatolampy
8 au 26 avril	: Antalaha
3 mai	: Ampefy
5 au 9 mai	: Brickaville - Tamatavo
15 au 17 mai	: Antalaha
20 au 22 mai	: Ambalavao
4 au 8 juin	: Hampikony
14 juin	: Ampefy
15 au 28 juin	: Antalaha
5 juillet	: départ pour Abidjan.

Les périodes comprises entre les déplacements ont été occupées par le dépouillement des échantillons au laboratoire de Tsimbazaza.

Nous avons été accueilli à Tananarive par M. Roche, Directeur de l'I.R.A.M., Aimé, Directeur de l'IRSM, et Baudin, Directeur de la division de Pathologie Végétale à l'I.R.A.M. Tous trois, en mettant à notre disposition

..... /

le maximum de moyens, tant en personnel technique qu'en matériel, ont grandement facilité notre tâche. Nous tenons à leur exprimer pour cela nos vifs remerciements.

Nous voulons également remercier tout particulièrement M. Déclert, phytopathologiste à la Station de la Vanille d'Antalaha, ainsi que son assistant, M. Hingand. Leur constant dévouement et leur aide efficace ont permis malgré l'absence du Directeur de la Station, M. Theodose, d'accomplir à Antalaha un travail très important dans un temps relativement court.

Nos remerciements vont au Directeur et au personnel de la Mission S.E.I.T.A. à Madagascar, sans l'aide desquels les études sur le tabac n'auraient pu être menées à bien.

Nous remercions aussi M. Trupin, Directeur de l'I.F.A.C. à Tamatave et son adjoint M. Robin, qui ont permis l'étude nématologique des bananeraies de la Côte Est.

Nous sommes reconnaissant aux planteurs qui nous ont reçu sur leurs propriétés et nous ont permis d'effectuer les observations et les prélèvements nécessaires, notamment à MM. Fontaine et Guinet à Antalaha, Azoma, Bonal, Butez et Stephan à Mampikony.

Nous voulons enfin remercier le personnel de l'I.R.A.M. et celui de l'I.R.S.M. pour son aide et particulièrement MM. Ranaivoarison et Ramonjy.

o o O o o

Les Nématodes et la Fusariose du Vanillier
dans la région d'Antalaha

S O M M A I R E

	Pages
- Introduction - Généralités	1
- Techniques d'études employées	4
- Nématodes phytoparasites associés au vanillier	5
Les peuplements sur terres noires	7
Les peuplements sur sables littoraux	10
- Etudes quantitatives	12
Plantation Nosy	13
Plantation Fontaine	14
- Expériences d'inoculations combinées.....	15
- Conclusion	19

L'étude du rôle joué par les nématodes dans la propagation de la fusariose du vanillier a été la raison principale de notre voyage à Madagascar. Elle a constitué l'essentiel de notre activité et de nos préoccupations pendant notre séjour dans la Grande Ile.

Nous avons donc effectué trois séjours à Antalaha :

Le premier nous a permis de mettre au point, avec M. Déclert, un programme de recherche et d'en commencer la réalisation. Au cours du second séjour, de très courte durée, nous avons accompagné M. Barat pendant son voyage à Antalaha. Il nous a ainsi été possible d'examiner avec lui sur le terrain les données du problème et de recueillir ses conseils. Enfin, un dernier séjour en fin de mission nous a donné l'occasion de compléter certaines informations et de mettre au point avec M. Déclert un programme de travail pour les mois suivants.

Généralités

La fusariose du vanillier est caractérisée par une pourriture des racines qui provoque le flétrissement de la partie aérienne et la mort de la plante.

Le premier effet visible de la pourriture des racines sur la partie aérienne est l'arrêt de la croissance végétative. Elle se traduit par l'absence de "coeurs" ou bourgeons terminaux en activité.

A mesure que le système racinaire continue à se dégrader, les premiers symptômes de flétrissement apparaissent : manque de turgescence des feuilles et cannelure des entre-noeuds. Ces symptômes peuvent

..... /

parfois être liés, non à la fusariose, mais à d'autres causes : lésions mécaniques des racines, très sensibles, pendant les travaux, défaut ou excès d'humidité du sol, etc..., et l'appréciation des premiers signes d'apparition de la maladie dans une plantation est assez délicate.

A un stade plus avancé, les symptômes de flétrissement s'accroissent : les feuilles prennent d'abord un aspect chlorotique puis toute la partie aérienne jaunit et pend sur le tuteur avant de se dessécher complètement et de mourir.

La fusariose du vanillier est réputée se propager par taches. Néanmoins, l'apparition des pieds malades dans une parcelle semble généralement assez diffuse. De véritables taches ne sont décelables qu'à un stade plus avancé ; mais leurs limites ne sont pas toujours nettes et, sur leur pourtour, il arrive souvent qu'un ou plusieurs pieds sains soient intercalés sur une ligne entre deux pieds malades.

Fusarium bulbigenum var. batatas form. vanillae, isolé des racines atteintes, est reconnu comme agent causal de la maladie. Son inoculation à des racines saines reproduit sur la liane les symptômes décrits ci-dessus.

Toutefois, il a été constaté que ce champignon était un hôte normal du sol et qu'il était présent dans toutes les plantations, dans les zones saines comme dans celles atteintes de fusariose.

La question se posait donc de savoir quelles étaient les causes qui permettaient au champignon d'envahir les racines et de provoquer la mort des lianes,

..... /

La propagation par tache de la maladie suggérait qu'un autre agent pathogène lésant les racines de vanillier, et permettant par là l'introduction du Fusarium existait aux endroits où apparaissaient les cas de fusariose.

D'autre part, la découverte par M. Luc en 1958, dans des racines de vanillier en provenance de Mahanoro, de nombreux Helicotylenchus, permit de supposer que les nématodes étaient peut-être ces agents **introduceurs**, la propagation par taches s'expliquant par le fait que les nématodes quittaient les racines malades incapables de les nourrir et migraient vers les lianes voisines saines.

Les cas sont en effet nombreux où des relations existent entre Fusarium et nématodes phytoparasites : "wilts" fusariens du cotonnier, du tabac, de la tomate, fusariose de l'oeillet, du gombo etc ..., et il était nécessaire de vérifier à fond l'hypothèse nématologique dans le cas de la fusariose du vanillier.

Le plan de travail adopté dans ce but a été le suivant :

- inventaire de la faune nématologique associée au vanillier sur les deux principaux types de sols cultivés dans la région d'Antalaha : sols noirs des terrasses alluviales et sables littoraux;

- études quantitatives visant à comparer les populations des zones saines et malades des plantations atteintes ;

- enfin, expériences d'inoculations combinées destinées à définir la sensibilité du vanillier aux nématodes rencontrés et à établir les relations de causalité entre la présence des nématodes et l'introduction du Fusarium dans les racines de vanillier.

.... /

Ce programme n'a pu être réalisé que grâce à la présence à Antalaha de M. Déclert qui avait suivi un court stage d'initiation aux techniques nématologiques.

M. Déclert a ainsi pu procéder à un premier travail de sondage avant notre arrivée, puis, une fois le programme de travail tracé en commun, participer à sa réalisation et en assurer la poursuite après notre départ. Ceci, seul, a permis de pouvoir mener cette étude assez loin pour obtenir des résultats intéressants.

Une grande partie du programme ayant été réalisée en commun, il est impossible de séparer, dans ce rapport, le travail fait par chacun de nous, ce qui nuirait à sa clarté.

Techniques d'études employées

Pour ses premiers sondages, M. Déclert avait employé l'entonnoir de Baermann.

Après notre arrivée à Antalaha, il a été possible d'employer la méthode dite " des Deux Erlenmeyers " de Seinhorst, plus rapide et plus constante dans ses résultats, ce qui a permis de procéder à des études quantitatives.

Des échantillons de sol ont également été rapportés à Tananarive et analysés, dans un but qualitatif à l'éluvriateur de Seinhorst.

Les terres noires alluviales, très argileuses ont dû être dispersées à l'oxalate de sodium, avant analyse.

..... /

Pour la recherche des nématodes à l'intérieur des racines, nous avons employé la coloration au lactophénol-fuchsine acide, les racines étant ensuite disséquées sous le stéréomicroscope.

(Pour toutes ces techniques voir Goodey, 1963)

Nématodes phytoparasites associés au Vanillier

Comme nous l'avons mentionné plus haut, les plantations de vanille de la région d'Antalaha sont installées sur deux types de sol principaux : d'une part les terres noires, riches en éléments fins, occupant les terrasses alluviales de deux rivières ; l'Ankavia et l'Ankavana (la Station de la Vanille est installée sur ce type de sol, au voisinage de l'Ankavia) ; d'autre part, les sables littoraux qui occupent la bande côtière.

Vanilla fragrans (Salisb.) Ames. (= V. planifolia Andrews) est l'espèce cultivée dans toute la région d'Antalaha. Gliricidia maculata H.B. et K. est employé comme tuteur sur la quasi totalité des plantations installées sur les terrasses alluviales. Sur les sables littoraux les lianes sont en général tuteurées sur Filaos (Casuarina spp), mais là encore le Gliricidia commence à se répandre.

La couverture végétale est à prédominance de graminées (Stenotaphrum , Paspalum. Panicum).

Pour établir un premier inventaire des nématodes phytoparasites associés au vanillier, des prélèvements ont été effectués dans les endroits suivants :

..... /

Terres noires alluviales :

Plantations Nosy, Fontaine, Roche, Sata (village d'Ambohitsara)

Sables littoraux :

Plantations Tortel (Mandeny), Guinet (Ambinany), Maheryfody, Ambodikakazo.

Les espèces suivantes ont été retirées des échantillons de sol :

- Terres noires alluviales

Criconemoides n. sp.

Helicotylenchus cf. dihystera (Cobb, 1893) Sher, 1961

Meloidogyne sp. (juvéniles 2ème stade)

Pratylenchus coffeae (Zimmermann, 1898) Goodey 1951

Scutellonema sp.

Tylenchus sp.

Xiphinema n. sp.

Xiphinema elongatum Schuurmans-Stekhoven & Teunissen, 1938

- Sables littoraux

Helicotylenchus cf. erythrinae (Zimmermann, 1904) Golden, 1956

Helicotylenchus cf. multicinctus (Cobb, 1893) Golden, 1956

Hemicriconemoides cocophilus (Loos, 1949) Chitwood & Birchfield, 1957

Meloidogyne sp. (juvéniles 2ème stade)

Pratylenchinae n.gen.

Radopholus similis (Cobb, 1893) Thorne, 1949

..... /

Rotylenchulus reniformis Lindford & Oliveira,
1940

Scutellonema bradys (Steiner & Le New, 1933)
Andrassy, 1958

Tylenchus spp.

Xiphinema brevicolle Lordello & Da Costa, 1961

Lors des dissections de racines colorées, aucun
nématode n'a été découvert à l'intérieur des tissus radi-
culaires du vanillier.

Les peuplements sur terres noires alluviales

Les genres prédominants sont
Helicotylenchus, Xiphinema et Tylenchus.

Les Helicotylenchus trouvés dans les quatre plan-
tations échantillonnées sur terres noires appartenant
à un même type déterminé comme H. dihystera. Cette déter-
mination est toutefois assez approximative du fait de la
situation taxonomique très confuse à l'intérieur de ce gen-
re.

La biologie et le mode de parasitisme de ces
nématodes, particulièrement répandus en milieu tropical,
varient selon les espèces et les plantes hôtes, allant
d'un ectoparasitisme bénin à un endoparasitisme pouvant
provoquer d'importants dégâts.

Au voisinage des vanilliers poussant sur terres
noires, les populations d'H. cf. dihystera sont en géné-
ral de faible importance.

Dans une parcelle de la plantation Fontaine,
les chiffres de population vont de quelques individus à

.... /

6.400 par litre de sol. La moyenne de 82 échantillons prélevés dans cette parcelle donne 572 Helicotylenchus par litre de sol. 12 échantillons seulement sur 82 ont une population atteignant ou dépassant 1000 Helicotylenchus et 5 seulement dépassent 2.000 par litre de sol.

Dans la plantation Nosy, les chiffres sont légèrement plus élevés. On arrive à une moyenne de 1260 Helicotylenchus au litre de sol sur 20 échantillons. Il s'agit encore là, cependant, de populations assez faibles.

Les Xiphinema, nématodes ectoparasites migrants, ont vu leur importance révélée ces dernières années avec la mise en évidence de leur pouvoir vecteur dans de nombreuses maladies à virus. Il n'a par contre pas encore été signalé de cas d'associations entre Xiphinema et champignons parasites des plantes.

La détermination spécifique des Xiphinema rencontrés au cours de cette étude est due à l'obligeance de M. Luc. Deux espèces sont presque constamment associées, en proportions variables, sur terres noires : X. elongatum et Xiphinema n. sp.

La plus forte population globale de Xiphinema que nous ayons rencontrée dans ce milieu est de 4200 individus au litre de sol, ce qui constitue un niveau assez élevé pour ce genre, mais de telles populations sont rares et la moyenne se situe à un niveau très inférieur : elle est de 872 au litre dans la parcelle de la plantation Fontaine déjà mentionnée.

Tous les échantillons prélevés sur terres noires contenaient une ou deux espèces de Tylenchus. Celles-ci n'ont pas été déterminées. La moyenne des populations se situe aux alentours de 1500 individus au litre de sol.

..... /

Les Tylenchus sont donc, en moyenne, plus abondants que les Helicotylenchus et les Xiphinema, mais leur pathogénicité généralement faible ne les ferait classer qu'au troisième rang du point de vue de l'importance des dégâts qu'ils pourraient causer au vanillier.

Les genres Helicotylenchus, Xiphinema et Tylenchus constituent donc la base du peuplement nématologique des vanilleraies sur terre noire. Ils ont été rencontrés dans pratiquement tous les échantillons, mis à part ceux prélevés sur la plantation Roche qui ne contenaient pas de Xiphinema.

Les autres nématodes mentionnés dans la liste donnée au début de ce chapitre n'ont été rencontrés que très occasionnellement.

Le plus fréquent est encore Criconemoides n. sp. rencontré d'autre part aux environs de Tamatave sur bananier et canne à sucre, mais ses populations n'exèdent pas ici 100 à 200 individus au litre de sol.

Les larves de Meloidogyne sont certainement en relation, non pas avec le vanillier, sur les racines duquel aucune galle n'a jamais été vue, mais avec quelques unes des nombreuses plantes spontanées formant la couverture végétale.

Il en est de même de Pratylenchus coffeae qui est endoparasite, mais qui n'a pas été trouvé dans les racines de vanillier.

Quant à Scutellonema sp., il n'a été rencontré que dans un seul échantillon.

L'impression générale qui se dégage de ce peuplement nématologique sur terres noires est celle d'une faune assez pauvre, en nombre d'espèces comme en niveau de population, et peu spécialisée, ce qui indique que, au cas où l'une des espèces rencontrées attaquerait réelle-

.... / .

ment le vanillier, celui-ci n'y serait que peu sensible.

Les peuplements sur sables littoraux

Les différences qui existent entre ce milieu et les terrasses alluviales, spécialement les différences de nature du sol, se reflètent dans leurs faunes nématologiques respectives.

Des espèces déterminables, aucune n'est commune aux deux zones, et lorsqu'un genre est représenté dans les deux zones, il l'est par des espèces différentes.

On notera par exemple que, chez les Helicotylenchus, H.cf.dihystera qui est seul et partout présent sur terres noires, est absent sur les sables littoraux où l'on trouve par contre H.cf. multicaudatus et H.cf. erythrinae. De même Xiphinema n. sp et X.elongatum que l'on rencontre sur terres noires sont absents des sables littoraux où l'on retrouve presque partout X.brevicolle.

Si les niveaux de populations sont également très faibles sur sables littoraux, on note par contre un plus grand nombre d'espèces dans chaque échantillon. Ceux prélevés sur la plantation Tortel contiennent ainsi 9 des 10 espèces énumérées plus haut ; seul manque Radopholus similis.

L'espèce la plus fréquente dans ce milieu est Hemicriconeoides cocophilus. Elle a été retrouvée dans toutes les plantations visitées, à des taux variant de quelques individus à 1400 par litre de sol. H.cocophilus est un nématode ectoparasite très abondant en milieu tropical, particulièrement dans la rhizosphère des graminées.

..... /

Une autre espèce de Tylenchida, également très répandue, appartenant à la sous famille des Pratylenchinae représente un genre nouveau montrant des affinités avec le genre Radopholus.

Ce nouveau genre a été trouvé dans deux des quatre plantations échantillonnées sur sables littoraux, la population la plus forte étant de 768 individus au litre de sol.

Rien n'est évidemment connu de la biologie de ces nématodes, mais il est probable, vu ses caractères morphologiques et la position taxonomique qui en découle, qu'il soit endoparasite, comme les Pratylenchus et les Radopholus. Il ne serait probablement pas, dans ce cas, en relation avec le vanillier puisqu'il n'a pas été trouvé dans les racines.

Les Helicotylenchus sont moins abondants que sur terres noires, les populations maxima étant de 200 H. multincinctus et 300 H.cf.erythrinae par litre de sol.

En ce qui concerne cette dernière espèce, on se souvient que Luc (1959) l'a trouvée en abondance dans les racines de vanillier expédiées de Mahanoro. Dans la zone côtière d'Antalaha, elle a été trouvée dans les quatre plantations visitées, mais dans deux seulement (Arbo-dikakazo, Maheryfody), elle atteignait le niveau mentionné plus haut ; dans les deux autres plantations, il n'a été trouvé que 10 à 30 individus au litre de sol. Mais nulle part il n'a été trouvé à l'intérieur des tissus radiculaires du vanillier, ce qui peut paraître surprenant puisqu'il semble endoparasite dans la région de Mahanoro.

La seule explication réside dans l'éventualité de l'existence, à Mahanoro, d'une /

race biologique particulièrement agressive envers le vanillier par rapport à celle d'Antalaha.

Radopholus similis, trouvé à l'état de traces, et Rotylenchulus reniformis ne sont vraisemblablement pas en relation avec le vanillier dont les racines étaient indemnes de ces parasites.

Scutellonema bradys n'était présent que dans la plantation Tortel à des taux assez faibles (25 à 160 par litre de sol).

Les Tylenchus sont beaucoup moins abondants que sur terres noires : un seul échantillon en contient environ 400 par litre de sol, quatre autres en contiennent de très faibles quantités.

Xiphinema brevicolle est assez constamment présent dans ce milieu, mais à des taux très faibles.

En résumé, si la faune des sables littoraux paraît plus variée que celle des terres noires, elle semble, en revanche, encore moins spécialisée, aucune espèce n'atteignant de développement important. L'espèce la plus digne d'attention quant à ses relations éventuelles avec le vanillier est Hemicriconemoides cocophilus, à la fois par sa fréquence et par les niveaux de populations qu'elle atteint.

Etudes quantitatives

Le but de ces études a été de vérifier s'il existait une relation entre l'apparition des cas de fusariose et la répartition des nématodes phytoparasites, ceux-ci devant être, dans ce cas, plus abondants dans les zones malades que dans les zones saines.

..... /

Pour cela deux séries d'analyses ont été effectuées dans deux plantations voisines de la Station de la Vanille : la plantation Nosy et une parcelle de la plantation Fontaine.

Dans la plantation Nosy, les études ont été faites dans une parcelle plantée depuis cinq ans où existait une tache fusarienne importante localisée à une extrémité de la parcelle tandis que l'autre était parfaitement saine.

La parcelle étudiée dans la plantation Fontaine était plantée depuis trois ans. Des cas de fusariose y étaient apparus plus ou moins groupés en certains endroits laissant entre eux de larges zones totalement indemnes.

Le travail a été facilité, dans ces deux parcelles, par les relevés effectués par M. Déclert en vue de la localisation précise des pieds atteints.

Plantation Nosy -

Dix prélèvements ont été effectués dans chacune des zones. Les moyennes des chiffres obtenus sont les suivantes :

	zone à fusariose	zone saine
H.cf. dihystra	1170	1350
Tylenchus spp.	2700	1750
Xiphinema spp.	270	610
Larves de Meloidogyne	30	30
Phytoparasites totaux	4170	3740

Les chiffres moyens d'Helicotylenchus cf. dihystra et de Xiphinema spp tendraient à infirmer l'hypothèse d'une transmission par les nématodes. Seules les populations de Tylenchus spp pourraient aller dans

..... /

le sens de cette hypothèse, mais il s'agit dans les deux cas de populations assez peu importantes.

L'écart entre les moyennes de phytoparasites totaux est assez faible et ne permet pas de confirmer le rôle des nématodes dans l'introduction du champignon.

On constate de plus dans le tableau I :

- que de faibles populations existent en zone malade ;
- que des populations relativement élevées ne suffisent pas à provoquer l'apparition de la maladie.

Plantation Fontaine

D'après les relevés effectués dans la parcelle étudiée par M. Déclert, trois zones saines et trois zones malades ont été délimitées. 81 analyses de sol ont été effectuées en tout dans cette parcelle. Nous ne donnerons pas le détail des résultats d'analyses, mais des comparaisons de moyennes : (en nombre de nématodes par litre de sol).

	Pieds sains en zones saines (22 pieds)	Pieds sains en zones malades (46 pieds)	Pieds malades en zones mala des (13 pieds)
H.cf.dehystera	621	666	192
Tylenchus spp.	1448	1548	1103
Xiphinema spp	691	867	1194
Phytoparasites totaux	2760	3104	3120

- On constate que les moyennes de phytoparasites totaux sont équivalentes dans les 3 cas ;
- que les Xiphinema sont légèrement plus abondants dans les zones malades ;
 - que les populations d'Helicotylenchus et de Tylenchus sont équivalentes au voisinage de pieds sains en zo-

..... /

nes saines et en zones malades ;

- que ces mêmes populations sont plus faibles au voisinage de pieds malades qu'au voisinage de pieds sains, que ces derniers se trouvent en zones saines ou en zones malades.

Il y aurait donc peut-être une possibilité pour que la présence des Xiphinema soit liée à l'apparition des cas de fusariose, Mais, d'une part, une telle corrélation, pour être concluante, doit être confirmée par des expériences d'inoculations combinées avec nématodes et fusarium, d'autre part, la plus forte moyenne de Xiphinema apparaissant au voisinage de pieds malades dont les racines sont généralement déjà décomposées, il se peut que les nématodes de ce genre soient en liaison, non pas avec le vanillier, mais avec les plantes adventices.

Par contre, les faibles taux d'H. dihystra et de Tylenchus au voisinage de pieds malades peuvent indiquer que ces nématodes sont bien en relation avec le vanillier et ont quitté les pieds malades en quête d'autre nourriture. Mais, là encore, des expériences d'infestations artificielles doivent confirmer ce résultat pour qu'il soit valable.

Expériences d'inoculations combinées Nématodes - Fusarium

En vue d'étudier d'une manière plus précise et plus contrôlée le rôle éventuellement joué par les nématodes dans la fusariose du vanillier, une expérience d'inoculations combinées avait été mise en route à la fin de notre premier séjour à Antalaha.

Le protocole en était le suivant :

...../

Des boutures de vanillier de 4 noeuds avaient été plantées trois mois auparavant en flacons à lait sur du terreau stérilisé.

Ces boutures furent réparties en 4 lots qui reçurent les traitements suivants :

- Lot N : Inoculation "Nématodes"
- Lot F : Inoculation "Fusarium"
- Lot N F : Inoculation "Nématodes
+ Fusarium"
- Lot T : Témoin non inoculé

Chaque lot étant constitué par 9 boutures.

Pour constituer l'inoculum "Nématodes" un lot de terre avait été prélevé dans une plantation voisine en un endroit où de précédentes analyses avaient révélé la présence d'une faune nématologique assez représentative de celle habituellement associée au vanillier dans cette région. Ce lot de terre avait été traité par la méthode des 2 orlemeyers pour en extraire les nématodes. Ces derniers furent inoculés à l'état de suspension dans l'eau, à raison de :

280 Helicotylenchus cf. dihystra

100 Tylenchus spp.

10 Xiphinema spp. par flacon

Un inoculum plus important aurait été souhaitable, mais la pauvreté des sols de vanilleraies en nématodes et les moyens techniques localement disponibles n'ont pas permis de l'obtenir.

La base de l'inoculum "Fusarium" était constituée par une culture de Fusarium bulbigenum sur nidine liquide ; le thalle étant dilacéré puis dilué 5 fois et inoculé à raison de 10 cc par flacon.

..... /

L'expérience a été analysée 3 mois plus tard par les soins de M. Déclert, d'un double point de vue : nématologique et phytopathologique.

Pour l'analyse nématologique, la totalité de la terre a été passée à l'éluutriateur alors installé à Antalaha et les nématodes comptés dans les suspensions extraites.

Pour l'analyse pathologique, M. Déclert avait appliqué une "note de nécrose" de 0 à 10 rendant compte de l'ampleur des surfaces nécrosées sur le système racinaire de chaque bouture.

Résultats :

1 - Populations finales de Nématodes :

Lot N		Lot N F	
Helicotylenchus	Tylenchus	Helicotylenchus	Tylenchus
110	30	30	10
10	0	100	20
60	0	20	10
60	0	0	0
40	0	20	0
0	0	0	0
40	0	60	0
50	0	20	0
60	0	0	0

Aucun Xiphinema n'a été retrouvé.

2 - Nécrose des racines :

Lots	N	F	N F	T
	8	2	0	0
	0	2	0	1
	0	2	10	0
Notes de	0	2	0	0
Nécrose	8	2	8	0
	0	0	5	0
	0	8	0	8
	0	0	2	0
	0		2	0
Moyennes	1,8	2,25	3	1

..... /

L'analyse nématologique permet d'évaluer la sensibilité du vanillier aux espèces de nématodes inoculés en comparant populations initiales et populations finales. Dans le cas d'une forte sensibilité, les nématodes doivent en effet se multiplier dans le sol. On constate ici qu'il n'en est rien puisqu'aucune espèce ne s'est même maintenue à son niveau initial. Il est donc très probable que le vanillier ne soit pas attaqué par Xiphinema spp et soit, au maximum, très peu sensible à Helicotylenchus dihystra et moins encore à Tylenchus spp.

L'analyse des racines du point de vue de l'infection fusarienne ne rend pas compte d'un rôle évident des nématodes, l'écart entre les moyennes de F et N F étant très faible.

Théoriquement, si les nématodes jouent un rôle, seul le lot N F doit donner des symptômes de fusariose. Si les nématodes ont été contaminés par le *Fusarium* avant d'être inoculés, on aura alors les lots N et N F positifs, mais dans aucun des deux cas le lot F ne doit donner de réponse positive.

On constate ici que si le lot N F possède la plus forte proportion de racines nécrosées, une assez forte nécrose s'est également produite dans le lot F, ce qui semble indiquer que la présence de nématodes phytoparasites n'est pas indispensable à l'infection fusarienne des racines de vanillier.

La technique consistant à cultiver les boutures de vanillier dans des flacons à lait pouvait avoir été défavorable à la multiplication des nématodes, le milieu étant assez asphyxique. Aussi, pour confirmer ce test, M. Déclert avait-il mis en route

..... /

une autre expérience d'inoculations combinées employant cette fois des boutures poussant en pots sur terre stérilisée, milieu beaucoup plus favorable aux nématodes.

L'inoculum "nématodes" était cette fois plus important mais limité à Helicotylenchus dihystrera espèce ayant le plus de chance d'être réellement en rapport avec le vanillier.

Cette nouvelle expérience a confirmé les résultats du premier test en ce qui concerne la sensibilité du vanillier à Helicotylenchus dihystrera. Cette sensibilité reste cependant faible et il serait nécessaire, pour la préciser, de comparer les populations finales sur terre nue et sur terre plantée en vanille.

Quant au rôle des nématodes, il n'est pas apparu plus clairement que dans le premier test. Il existait une différence significative de nécrose entre les racines du lot "Nématodes + Fusarium" et celles du lot témoin, mais la différence entre les lots N et N + F d'une part et le lot F d'autre part n'était pas significative.

On ne peut donc, d'après ces deux expériences, conclure que les nématodes jouent un rôle dans l'introduction du Fusarium à l'intérieur des racines de vanillier.

C o n c l u s i o n

Nous avons donc vu successivement :
- qu'un certain nombre d'espèces de nématodes phytoparasites se retrouvait fréquemment dans la rhizosphère du vanillier.

.... /

- que ces espèces étaient différentes sur terres noires et sur sables littoraux;
- que la faune était plus variée sur sables littoraux que sur terre noire mais que dans les deux cas, les niveaux de populations restaient faibles;
- qu'aucun nématode n'avait été découvert dans les racines du vanillier ;
- que les analyses effectuées en plantation n'avaient pu dégager de corrélation entre l'importance des populations de nématodes phytoparasites et l'apparition des cas de fusariose ;
- que les expériences d'inoculations combinées Nématodes - Champignon pathogène n'avaient pu mettre en évidence le rôle des nématodes comme introducteur du *Fusarium* dans les racines du vanillier ;
- que les résultats de ces expériences ne traduisaient pas une forte sensibilité du vanillier aux espèces de nématodes rencontrés sur terre noire.

De ces constatations, négatives dans l'ensemble, on ne peut évidemment conclure à un rôle des nématodes dans le dépérissement du vanillier communément appelé "Fusariose".

Il reste à savoir si elles permettent d'affirmer que les nématodes ne jouent pas de rôle dans cette affection.

Les cas les plus probants d'associations entre nématode et Fusarium phytopathogènes sont ceux où les nématodes du genre Meloidogyne sont en cause. Il s'agit là en effet d'un genre endoparasite dont la pathogénicité et le pouvoir de reproduction sont très grands. Par contre les cas d'associations entre nématodes ectoparasites et champignons sont peu nombreux et moins évidents.

.... /

Il est probable qu'un double seuil de pathogénicité des nématodes et de sensibilité de la plante doive être atteint pour que l'interaction nématodes-champignon se produise.

Or nous n'avons trouvé dans la région d'Antalaha que des nématodes assez peu pathogènes auxquels le vanillier ne semble pas être très sensible.

On pourrait admettre que ce double seuil soit, dans le cas présent, situé très bas. Néanmoins le Fusarium étant partout présent et les cas de fusariose n'étant pas liés à une plus grande abondance des nématodes, il n'y a à priori aucune raison pour que ces derniers introduisent davantage le champignon dans les zones atteintes que dans les zones saines.

Un autre facteur entre donc certainement en jeu, et il serait nécessaire de connaître de façon plus précise les conditions dans lesquelles apparaissent les cas de fusariose.

S'il est peu probable que les nématodes soient nécessaires au déclenchement de la maladie (celle-ci apparaissant sur des vanilliers cultivés sur du gravillon de quartz très grossier arrosé de solution nutritive), ils peuvent toutefois constituer un facteur favorisant l'infection fusarienne une fois ces conditions réalisées.

Il semble donc préférable de mettre l'accent sur les recherches concernant l'étiologie de la maladie.

Si l'on désire poursuivre parallèlement l'étude du rôle des nématodes, un nouveau test d'inoculations combinées nématodes - Fusarium devra alors être mis en place en recherchant cette fois-ci un double but :

- préciser la sensibilité du vanillier aux nématodes phytoparasites ;

..... /

- déterminer leur part de responsabilité dans l'apparition de la fusariose.

Il n'aura de chances de donner des résultats que si l'inoculum "Nématodes" est, cette fois, beaucoup plus abondant, et il faut, pour cela, disposer de très importantes populations de nématodes phytoparasites que l'on pourra obtenir par une multiplication préalable sur certaines plantes convenablement choisies.

On mesurera la sensibilité du vanillier aux différentes espèces en comparant les populations finales des pots plantés et des pots de terre nue et l'on pourra également inclure dans ces expériences les nématodes rencontrés sur sables littoraux, entre autres Hemicriconemoides cocophilus.

Si les résultats ne sont pas davantage positifs, l'effort devra alors être porté sur un autre aspect du problème.

B I B L I O G R A P H I E

- DELASSUS M., 1962. Rapport sur les maladies du vanillier à Madagascar. IRAT, 21 pp. dactyl.
- GOODEY J.B., 1963. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Minist. Agric. Techn. Bull. 2. H.M.S.O. London. 72 pp.
- LUC M., 1959. Nématodes parasites ou soupçonnés de parasitisme envers les plantes de Madagascar. Bull. inst. Rech. agron. Madagascar, 3, 89-102.
- TONNIER J.P., 1960. La fusariose du vanillier à Madagascar. Rapport IRAM, 109 pp. dactyl.

Les Nématodes Parasites du Tabac

S o m m a i r e

	Pages
I - Introduction	25
II - Les nématodes du genre <u>Meloidogyne</u>	27
1/ Cycle	
2/ Ecologie	29
3/ Taxonomie et plantes hôtes	31
4/ <u>Meloidogyne</u> sur tabac: symptômes, dégâts, importance écono- mique	34
III - Le Problème <u>Meloidogyne</u> sur tabac à Madagascar	37
A - La culture du tabac dans la Grande Ile	
B - Les infestations dans les différentes régions	39
1 - Hauts Plateaux	40
a- Région d'Ambatolampy	41
b- Région du Lac Itasy	42
c- Région d'Ambalavao	44
d- Le problème des pépinières	
2 - Côte Ouest	48
a- Infestations en pépinières	49
b- Infestations aux champs	50
C - Moyens de lutte	52
1 Généralités sur les moyens de lutte	53
a- Traitements aux champs traitements chimiques rotations culturales pratiques culturales	

..... /

b- Désinfection des pépinières	57
Moyens physiques	
Moyens chimiques	
2 Mode d'Application des Méthodes de lutte à Madagascar	59
a- Travaux préliminaires de laboratoire	59
b- Hauts Plateaux	67
Désinfection des terrains de culture	
Moyens chimiques	
Rotations culturales	
Désinfection des semis	71
c- Cultures de décrue de la Côte Ouest	72
Traitements des pépinières	
Terrains de culture	
<u>IV - Conclusion</u>	75

I N T R O D U C T I O N

Les nématodes parasites du tabac ont constitué le second des deux principaux problèmes abordés au cours de notre mission à Madagascar.

En l'absence de nématologistes, des spécialistes d'autres disciplines intéressant la défense des cultures avaient signalé l'existence de nématodes parasitant le tabac dans la Grande Ile et, instruits par l'exemple d'autres pays producteurs, pressenti l'acuité du problème (Bouriquet, 1946, 1954 ; Brénière, 1958).

Au cours de la première mission nématologique effectuée à Madagascar, Luc (1958) avait décelé la présence de ces mêmes parasites dans le sol de nombreux champs de tabac et montré la nécessité d'étudier plus à fond la question, ce qui n'avait pu, l'époque étant défavorable, être fait sur le moment.

Les nématodes constituent en effet le problème numéro un des planteurs de tabac dans les régions de grosses productions des zones tempérées chaudes et tropicales. Les Etats-Unis, la Rhodésie, l'Afrique du Sud consacrent de très importantes sommes et un nombreux personnel à la recherche et à la lutte contre ces parasites et les résultats obtenus dans l'augmentation et l'amélioration de la production ont prouvé la rentabilité de ces investissements.

Les principaux nématodes parasites du tabac appartiennent aux trois genres suivants, par importance décroissante : Meloidogyne, Pratylenchus, Tylenchorhynchus.

..... /

Les espèces du genre Meloidogyne sont de loin les plus répandues et les plus graves. Les producteurs sont depuis longtemps, hélas, familiarisés avec les boursoufflures caractéristiques provoquées sur les racines par ces parasites. Dans les régions subtropicales, les Meloidogyne sont pratiquement présents dans toutes les terres cultivées ou cultivables : la liste des plantes attaquées par ces parasites comprend en effet à ce jour plus de 2.000 espèces et de nouveaux hôtes sont sans cesse découverts. Le très grand pouvoir reproducteur de ces nématodes fait que leurs populations augmentent rapidement lorsqu'une plante très sensible, comme le tabac, est cultivé continuellement sur un sol où ils sont présents à l'origine, et qu'ils finissent par supplanter les autres espèces de nématodes.

De sorte que dans les pays, tel Madagascar, où les moyens de lutte contre les nématodes ne sont pas encore employés d'une façon systématique et rationnelle, le problème des nématodes parasites du tabac se ramène, en fait, à celui posé par les différentes espèces de Méloidogyne.

Dans d'autres régions, par contre, les nématodes du genre Pratylenchus posent un problème qui, pour être moins grave, n'en est pas pour autant négligeable. Ces nématodes, creusent dans le parenchyme cortical des cavités où ils vivent et se reproduisent, mais peuvent également, une fois la racine détruite, migrer à tous les stades de leur cycle vers des racines saines. Les lésions ainsi provoquées se développent sur le système racinaire et il apparaît une affection connue sous le nom de "Brown Root Rot". Les dégâts causés par les Pratylenchus sont augmentés du fait que ces parasites favorisent l'apparition de maladies dues à d'autres agents pathogènes : Black Shank (Phytophthora parasitica var. nicotianae) Black Root Rot (Thielaviopsis basicola) etc..

Les Tylenchorhynchus sont des nématodes ectoparasites dont certaines espèces causent au tabac un affaiblissement du système racinaire et un rabougrissement de la partie aérienne.

Il existe également une maladie du tabac due aux "Nématodes des Tiges" (Ditylenchus dipsaci) mais cette affection est limitée aux régions tempérées froides.

Nous traiterons donc essentiellement dans ce rapport du problème posé par Meloidogyne sur tabac à Madagascar.

Après un rappel sur la biologie de ces parasites, nous examinerons la façon dont le problème se pose dans les différentes régions de la Grande Ile et les divers moyens de lutte actuellement disponibles pour tenter de le résoudre ou tout au moins d'atténuer sa gravité.

II Les Nématodes du genre Meloidogyne

Les Meloidogyne comptent au nombre des quelques nématodes phytoparasites qui sont connus en dehors des spécialistes de la nématologie. Il font en effet partie des rares espèces dont le parasitisme se traduit sur les plantes attaquées par des symptômes aisément perceptibles et reconnaissables. Encore la localisation de ces symptômes sur le système racinaire les fait-elle souvent passer inaperçus.

1/ Cycle -

Les larves de 2ème stade constituent le stade infestant du parasite.

..... /

Ces larves sont filiformes, longues de 0,3 à 0,5 mm, mobiles et munies à leur partie antérieure d'un stylet qui peut saillir à l'extérieur de la cavité buccale.

Elles sont libres dans le sol et sont attirées par les extrémités des racines en voie d'allongement.

Grâce à leur stylet, elles détruisent les parois cellulaires, se fraient un chemin dans le cortex et viennent se loger le long du cylindre central, la tête fixée dans ses assises externes.

La pénétration a lieu préférentiellement dans la zone ^{sous}apicale, et si plusieurs larves pénètrent à cet endroit dans une jeune racine, la croissance de cette dernière est généralement stoppée.

Les larves injectent dans les tissus de l'hôte, à travers leur stylet creux, des produits de sécrétion salivaire qui provoquent l'hypertrophie des tissus environnants et l'apparition de "cellules géantes". Les tissus conducteurs sont également atteints et très déformés.

Extérieurement ce phénomène se traduit par la formation de galles caractéristiques pouvant atteindre, dans les cas les plus graves, plusieurs centimètres de diamètre et envahir la totalité des racines d'une plante. D'où le nom de "Nématodes des Racines noueuses" ou "Nématodes cécidogènes" donné à ces parasites ("Root-Knot" des Anglo-Saxons).

En même temps que les tissus de la racine subissent ces déformations, la larve se renfle, perd sa motilité et subit trois mues qui aboutissent à la formation, soit d'un mâle, filiforme et mobile, soit d'une femelle piriforme à globuleuse de 1 à 1,5 mm de diamètre.

.... /

Les mâles peuvent redevenir libres dans le sol. Leur rôle parasitaire est très effacé. Il n'est pas prouvé qu'ils soient attirés par les racines et se nourrissent à leurs dépens.

Les femelles pondent de 500 à 2000 oeufs inclus dans une masse gélatineuse qui saille à l'extérieur des galles de petites dimensions et peut être incluse à l'intérieur des tissus lorsque la galle est plus volumineuse.

Une première mue a lieu dans l'oeuf qui libère à l'éclosion une larve de 2ème stade. Cette larve peut redevenir libre dans le sol où elle ira parasiter une autre racine. Elle peut aussi accomplir son développement dans la même galle qui devient alors volumineuse et peut contenir des individus à tous les stades ainsi que des masses d'oeufs. Plusieurs générations peuvent ainsi se succéder à l'intérieur d'une même galle.

Le cycle complet dure de deux à trois semaines selon les conditions.

2/ Ecologie

Différents facteurs externes exercent une influence sur Meloidogyne : humidité, nature du sol, température, etc....

Le taux d'humidité du sol le plus favorable au développement des infections sur une plante hôte n'a pas été déterminé de façon précise, essentiellement parcequ'il est difficile de séparer l'influence qui s'exerce directement sur le parasite ou indirectement par l'intermédiaire de la plante hôte. Selon les auteurs, l'optimum se situe entre 20 et 60 % de la capacité de rétention. Mais il est certain qu'un optimum existe et

... /

qu'une humidité trop forte ou trop faible défavorise également le développement de l'infection. Mais l'influence essentielle de l'humidité du sol envers Meloidogyne est celle qui s'exerce sur l'éclosion des oeufs. Des masses d'oeufs conservées dans un sol sec ou sous une pression osmotique suffisamment forte voient leur éclosion inhibée. Par contre, il suffit de mettre ces masses d'oeufs dans l'eau pour que tous les oeufs éclosent. Les sécrétions radiculaires n'exercent qu'un effet supplémentaire très limité sur l'éclosion.

Il en résulte que lorsque les oeufs sont émis à l'extérieur de la racine, pendant le cycle végétatif de l'hôte, dans un sol suffisamment humide, ils éclosent et les larves ainsi libérées vont parasiter d'autres racines.

Par contre, les oeufs émis en fin de cycle, dans un sol plus sec, voient pour une grande part leur éclosion inhibée. Une grande partie survivra à la saison sèche. Lors des pluies suivantes, ils écloreont, les larves allant parasiter les racines des plantes hôtes qui sont alors semées ou repiquées.

La nature du sol est également un facteur important dans le développement des infections. Toutefois des données précises manquent encore à ce sujet. Tous les observateurs sont cependant unanimes à déclarer que les infections sont toujours plus fortes dans les sols sableux que dans les sols argileux. Les teneurs élevées en matière organique sont considérées comme défavorables à la multiplication des nématodes phytoparasites. Une des raisons en serait que les nématodes prédateurs se multiplient alors activement au détriment des formes phytophages. Mais là encore, des données précises manquent et il ne semble pas que l'on puisse exploiter cette propriété dans l'élaboration d'un moyen de lutte efficace.

La température joue également un rôle, l'optimum étant de 27°C. Le froid ralentit le développement et diminue le taux de reproduction, mais ce facteur joue surtout à la limite, et on peut estimer que **dans les zones** intertropicales, même dans les régions d'altitude, la température n'est jamais suffisamment basse pour empêcher que de graves attaques se produisent.

3/ Taxonomie et Plantes hôtes

Faisant autrefois partie du genre Heterodera, les nématodes cecidogènes étaient groupés sous l'appellation d'Heterodera marioni (= H. radiculicola). Chitwood les en sépara en 1949, ne laissant dans le genre Heterodera que les nématodes qui ne provoquent pas de galles sur les racines, mais dont le corps renflé de la femelle durcit à maturité et se transforme en kyste à l'intérieur duquel les oeufs et les larves résistent aux conditions extérieures défavorables. Pour H. marioni dont les femelles ne se transforment pas en kyste et qui provoquent des galles sur les racines, Chitwood rétablit le genre Meloidogyne à l'intérieur duquel il distingue cinq espèces et une variété. Les caractères permettant de distinguer ces espèces sont basés sur la morphologie de la région péri-néale. Ils sont difficiles à apprécier et sujets à une importante variabilité à l'intérieur d'une même espèce.

Plusieurs autres espèces ont néanmoins été décrites **d**epuis sur les mêmes caractères.

Une certaine spécificité parasitaire semblait au début, recouvrir ces distinctions morphologiques. Il devint toutefois peu à peu évident que de nombreuses races physiologiques existaient à l'intérieur de ces espèces, certaines plantes se révélant sensibles à une espèce donnée dans une région et pas dans une autre.

.... /

Le mécanisme de la résistance de certaines plantes envers Meloidogyne peut en grande partie expliquer l'existence de ces races physiologiques.

Différents degrés de résistance envers Meloidogyne existent en effet chez les plantes : si certaines sont totalement immunies en ce sens que les larves ne peuvent pénétrer à l'intérieur des tissus, d'autres peuvent voir leurs racines envahies, mais les larves ayant pénétré, ne peuvent poursuivre leur développement et meurent avant d'avoir pu arriver à maturité et se reproduire. C'est notamment le cas de certaines cro-talaires et des variétés résistantes de plantes habituellement sensibles.

Mais il arrive parfois qu'une larve ayant pénétré à l'intérieur d'une plante de ce type arrive à compléter son cycle et donne une femelle qui pond un certain nombre d'oeufs. La descendance de cette femelle est alors capable d'attaquer la plante en question. Il s'établit ainsi un biotype appelé "race B", ayant brisé la résistance de la plante, et qui se multiplie d'autant plus rapidement qu'aucune concurrence ne limite son extension et qu'il trouve à sa disposition une abondante nourriture, sa nouvelle plante hôte n'ayant pas vu son développement limité par des attaques précédentes de Meloidogyne.

Cette propriété des Meloidogyne de donner naissance à des races biologiques agressives vis-à-vis de plantes réputées résistantes, est d'une très grande importance dans la mise au point des procédés de lutte par rotations culturales ou par emploi de variétés résistantes sur lesquelles les races B apparaissent le plus souvent.

.... /

Un autre phénomène peut faire douter de la valeur de ces caractères morphologiques utilisés comme critères pour séparer les espèces de Meloidogyne : si ces critères semblent posséder un certain caractère héréditaire, il existe également de fortes présomptions pour qu'une hybridation puisse se produire entre les différentes espèces actuellement reconnues, comme l'indiquent les changements d'ornementation périnéale qui apparaissent dans des populations, ou la présence d'ornementation de type intermédiaire entre deux espèces.

Il est donc possible que l'ornementation périnéale d'une part et l'agressivité vis-à-vis de certaines plantes de l'autre, soient deux caractères ayant une valeur héréditaire, que ces caractères soient parfois liés, mais qu'ils n'aient pas forcément valeur de caractères spécifiques.

Quoi qu'il en soit, nous avons vu plus haut que plus de 2000 espèces de plantes étaient sensibles à Meloidogyne. Cette sensibilité affecte évidemment différents degrés selon les plantes. C'est ainsi que les graminées sont considérées comme une famille peu attaquée par Meloidogyne. Mais nombreux sont ses représentants qui possèdent une légère sensibilité : les femelles ne sont trouvées qu'en petit nombre sur leurs racines qui portent rarement de grosses galles. Une telle infection, bien que discrète, est dangereuse parcequ'elle passe souvent inaperçue, mais contribue néanmoins à maintenir l'infestation dans le sol.

D'autres plantes possèdent un degré de sensibilité très prononcé. La famille des Solanacées en comprend justement un très grand nombre : Tabac, tomate pomme de terre, aubergine etc sont tous gravement attaqués , et leurs racines sont couvertes de galles, souvent volumineuses, lorsqu'elles sont cultivées sur une terre infestée.

.... /

4/ Meloidogyne sur tabac

Symptômes - Dégâts - Importance économique

Le symptôme primaire de l'infection du tabac par Meloidogyne est la présence de galles sur les racines. Le nombre et la taille de ces galles dépend du taux d'infestation et de l'âge de la plante. En début de cycle, ou si l'infestation est faible, on trouve surtout de petites galles ou de légères boursouflures sur les jeunes racines. Sur des plants plus âgés poussant sur un sol très infesté, le système racinaire entier est généralement atteint. Dans les cas extrêmes, le chevelu disparaît et les racines principales sont remplacées par quelques moignons boursoufflés.

Les galles ouvertes à l'aide d'un fin canif, laissent apparaître de petites perles blanchâtres de la grosseur d'une demi tête d'épingle qui sont les femelles du parasite.

Les oeufs sont souvent visibles sous forme de masses gélatineuses brun clair accolées à la surface des racines.

Les symptômes observés sur la partie aérienne et partant les dégâts occasionnés au tabac, sont donc ceux qui découlent d'un affaiblissement du système racinaire.

L'alimentation en eau et la nutrition minérale sont gravement perturbés.

Lors des périodes de sécheresse, la plante entière accuse des symptômes de flétrissement qui sont particulièrement marqués durant les heures chaudes de la journée et disparaissent généralement pendant la nuit pour réapparaître le lendemain.

Lors d'attaques graves, les symptômes de flétrissement peuvent même apparaître alors que la plante a suffisamment d'eau à sa disposition.

Les plantes de tabac ont une allure générale chétive. Les feuilles perdent leur couleur vert-franc pour prendre une teinte générale chlorotique. Souvent même les feuilles de la partie inférieure jaunissent puis se dessèchent à leur extrémité et sur leur pourtour, ce symptôme pouvant couvrir le tiers et parfois même la moitié de la surface de la feuille.

Pour éviter ces inconvénients, les feuilles sont récoltées vertes et donnent alors un produit de piètre qualité.

Ceci concerne les dégâts aux champs. Mais un autre aspect particulièrement important concerne les infestations en pépinières. Elles sont d'autant plus dangereuses qu'elles passent souvent inaperçues : au moment de la transplantation, très peu de femelles ont en effet complété leur cycle et les galles que portent les racines sont de petite taille. Mais cette légère infestation suffit déjà pour ralentir la venue des pieds en pépinière. D'autre part, l'on transporte ainsi en plein champ une source d'infestation, et compte tenu du grand pouvoir de reproduction des Meloidogyne, (nous avons vu qu'une femelle pond couramment de 500 à 1000 oeufs), l'infection ne tarde pas à se répandre à tout le système racinaire au fur et à mesure de son extension. Les pieds de tabac ont alors du mal à reprendre après leur transplantation et les symptômes décrits plus haut ne tardent pas à apparaître sur la partie aérienne de la plante.

L'intensité de ces symptômes et les pertes de rendement qui en découlent sont généralement fonction du temps depuis lequel le tabac est cultivé sur le terrain considéré.

.... /

On doit en effet tenir compte dans l'action pathogène des nématodes envers les plantes, de la notion de population.

Lorsqu'une nouvelle culture s'installe sur un terrain légèrement infesté au départ, de graves dégâts n'apparaissent pas immédiatement mais seulement après que le parasite se soit suffisamment multiplié et que la population ait atteint un certain niveau dans le sol. La hauteur de ce niveau et la vitesse avec laquelle il est atteint dépendent de plusieurs facteurs : nature du sol, climat, sensibilité de la plante cultivée etc.. Dans le cas du tabac, plante très sensible à Meloidogyne, et lorsque les conditions environnantes sont les plus favorables au parasite, la production peut baisser considérablement dès la 2ème année. Mais, c'est en général au bout de trois ou quatre années que le maximum de dégâts se fait sentir. Généralement un état d'équilibre est atteint entre le parasite et sa plante hôte. Il arrive cependant que cet état soit rompu sous l'effet de causes encore mal connues (sans doute des causes climatiques) et que de brusques explosions se produisent supprimant presque toute production sur un terrain pendant une campagne.

En dehors de ces cas extrêmes, les pertes dues aux Meloidogyne dans la culture du tabac ont été chiffrées dans certains pays.

Daulton (1963) signale en Rhodésie du Sud des pertes allant de 200 à 350 kg/ha, et pouvant dans certains cas atteindre 1.100 Kg/ha.

Un an plus tard le même auteur donnant les résultats d'expériences de traitements combinés par rotations culturales et injections de produits nématicides indique pour le traitement le plus favorable un rendement de 2.129 Kg/ha, alors que le témoin n'est que de 493 Kg/ha, ce qui implique

encore plus élevée que celle signalée plus haut.

Le total des pertes causées par Meloidogyne javanica en Rhodésie du Sud est estimé annuellement à 9 à 12.000 tonnes sur une production totale de 118.000 tonnes, soit une perte de 9 %, ceci bien que des traitements nématocides soient appliqués à 56 % de la surface des terres plantées en tabac, et que 88% des planteurs traitent leurs pépinières contre les nématodes (Daulton, 1964).

Aux Etats-Unis, c'est à 20 millions de dollars que l'on estimait en 1956, pour le seul état de la Caroline du Nord, les pertes dues aux nématodes du genre Meloidogyne, en ne considérant que les baisses de rendement et de qualité et sans compter les frais occasionnés par les traitements et procédés culturaux appliqués contre ces parasites ni le manque à gagner consécutifs aux rotations anti-nématodes (Lucas, 1957).

En Géorgie, on estime les pertes à 8 à 12% de la récolte annuelle (Jenkins et al., 1963).

III Le Problème Meloidogyne sur tabac à Madagascar

A - La culture du tabac dans la Grande Ile -

Deux systèmes de cultures du tabac sont pratiqués à Madagascar et se répartissent grossièrement en deux zones climatiques distinctes : la culture artisanale rencontrée en grande majorité sur les Hauts Plateaux et la culture industrielle qui occupe certaines terres de l'Ouest subcontinental.

Sur les Hauts Plateaux, le tabac est le plus souvent produit par de petits cultivateurs qui exploi-

.... /

tent eux-mêmes, avec des moyens fort modestes, un champ de dimensions réduites. Le système de partage des terres fait que ces cultivateurs possèdent leur champ et ne peuvent exploiter que celui-là. Le tabac constitue de plus pour eux la seule source d'argent liquide, les autres cultures étant des cultures vivrières destinées à la consommation familiale. La conséquence en est que le tabac est cultivé de façon continue sur le même sol avec toutes les suites fâcheuses que cela comporte du point de vue de l'infection par Meloidogyne.

Il s'agit généralement d'une culture pluviale : les semis ont lieu pendant la fin de la saison sèche, (Août-Septembre), et le repiquage au moment des premières pluies. La récolte s'étage sur les derniers mois de la saison des pluies. C'est là un calendrier global qui peut comporter localement des modifications en fonction du climat de chaque région, lui-même généralement fonction de l'altitude.

Les cultures industrielles de l'Ouest subcontinental sont par contre pratiquées uniquement en saison sèche sur terres de décrue. De vastes dépressions appelées "Baiboho" inondées en saison des pluies sont labourées et plantées en tabac au fur et à mesure de leur assèchement. Le tabac est ici produit par de grosses sociétés disposant de grandes surfaces de plantation et, en général, de larges possibilités d'investissement en matériel et en produits.

Dans certaines zones des Hauts Plateaux (Ambalavao), on trouve également, en plus de la culture pluviale, une culture de saison sèche sur terres de décrue ; mais il s'agit toujours de culture artisanale.

..... /

Deux facteurs s'interpénètrent dans la production du tabac à Madagascar ; facteur climatique et facteur socio-économique. Ces deux facteurs seront également d'une importance capitale en ce qui concerne le problème Meloidogyne. Le facteur climatique influence sur les données de ce problème et sur la gravité avec laquelle il se pose dans les différentes régions; le facteur socio-économique, lui, dictera le choix à effectuer parmi les moyens qui se présentent pour tenter d'y apporter une solution.

B/ Les infestations dans les différentes régions -

Il faut tout d'abord souligner ici la difficulté de se faire une idée exacte au cours d'un bref passage, de la gravité des attaques de Meloidogyne sur tabac à Madagascar.

Cultivé en saison des pluies sur les Hauts Plateaux, le tabac l'est en saison sèche sur la Côte Ouest. De plus, sur les Hauts Plateaux, le cycle s'intercale à des époques différentes selon les régions. L'idéal serait de pouvoir rester un an sur place afin de pouvoir effectuer des observations aux différentes époques du cycle dans chacune des régions climatiques distinctes.

Il est de plus délicat d'arracher dans un champ de tabac en cours de production un nombre important de pieds ce qui provoque le mécontentement non seulement du cultivateur mais encore du représentant de l'organisation chargée de l'achat de la récolte.

.... /

Force est donc de se contenter d'observations éparses et peu nombreuses ou d'analyses de sol qui, dans le cas de Meloidogyne ne donnent pas de renseignements quantitatifs précis, et de tenir compte des observations des producteurs ou des spécialistes d'autres disciplines.

Le but de cette mission a néanmoins été rempli en ce qu'il a été possible de se rendre compte des différents facteurs qui influent sur le problème Meloidogyne et de ceux qui gouvernent les possibilités d'appliquer les divers moyens de lutte actuellement disponibles.

Sur les Hauts Plateaux, trois régions tabacoles ont été visitées : Ambatolampy, Itasy, Ambalavao ; chacune de ces régions se distinguant par un certain nombre de caractères qui se reflètent dans les infections par Meloidogyne.

Dans l'Ouest subcontinental, qui sera désigné par la suite sous le terme de "Côte Ouest", seule la région de Mampikony a pu être visitée. Nous pensons néanmoins que, au niveau de gravité près, le problème se pose dans les mêmes termes dans le reste de cette zone et que les conclusions tirées des observations effectuées à Mampikony, surtout en ce qui concerne les moyens de lutte, sont extrapolables à l'ensemble de la Côte Ouest.

1 - Hauts Plateaux -

Les conditions sont ici, dans l'ensemble, favorables aux attaques de Meloidogyne. Nous avons vu que dans la majorité des cas, le tabac revient chaque année sur ^{le} même terrain. L'infestation initiale tend alors à croître et la vigueur végétative du tabac à diminuer. Au bout d'un certain temps un équilibre est

..... /

atteint entre le parasite et l'hôte, équilibre parfois rompu par de brusques poussées parasitaires.

Un autre facteur contribue au développement de l'infection et à son maintien une fois qu'elle est établie. Le tabac est en effet cultivé ici en saison des pluies. Les oeufs émis en fin de cycle demeurent dans le sol en saison sèche et, leur éclosion étant en grande partie inhibée, constituent une réserve d'infection pour la campagne suivante.

Si, dans certaines régions, il n'existe pas à proprement parler de saison sèche, et qu'une végétation spontanée occupe le sol en intercampagne, il faut s'attendre à ce que, parmi cette dernière, existent une ou plusieurs plantes hôtes de Meloidogyne qui maintiennent l'infestation.

a - Région d'Ambatolampy -

Les variétés cultivées dans cette région de haute altitude (environ 1800 mètres) et donc de climat assez froid, sont surtout des tabacs "corsés" riches en nicotine (Hofakondry, Rambotana)... destinés à produire des tabacs à chiquer dont les populations locales font une grande consommation. Mais ces variétés tendent actuellement à être remplacées par des tabacs plus légers (Burley, Spaka) pour la production de tabacs à fumer.

Paradoxalement le froid est, dans cette région un facteur d'aggravation des attaques de Meloidogyne. Il contribue en effet à allonger le cycle végétatif du tabac qui reste en terre jusqu'à 6 mois. Ceci prolonge donc la période de multiplication du parasite que les basses températures ne suffisent pas à ralentir de façon notable. On assiste alors à des attaques très marquées en fin de cycle et la région d'Ambato-

..... /

lampy est une de celles où le tabac est le plus attaqué par Meloidogyne à Madagascar.

Pour maintenir la production les cultivateurs buttent les pieds avec un mélange de terre et de fumier. Les racines émises dans cette butte rencontrent un milieu peu favorable au nématode et l'infection ne s'y développe que modérément. A l'arrachage, le système racinaire apparaît alors constitué à la partie supérieure d'un chevelu assez abondant et généralement exempt de galles et à la partie inférieure de plusieurs racines portant des galles en chapelet de 1 à 2 cm de diamètre.

Les tabacs corsés supportent cet apport supplémentaire d'engrais organique et l'augmentation de teneur en nicotine qui en résulte, mais la même pratique sur les tabacs à fumer risque de donner un produit de mauvaise qualité.

Les tabacs corsés présentent d'ailleurs une sensibilité moindre aux attaques de Meloidogyne que les tabacs légers. C'est ainsi qu'à Ankeniheny, des pieds de la variété Paraguay présentaient un système racinaire très atteint tandis que les racines de pieds voisins des variétés Rambotana et Hofakondry portaient beaucoup moins de galles.

Le remplacement progressif des tabacs corsés par des tabacs à fumer risque donc de poser de façon plus aiguë le problème des attaques de Meloidogyne dans la région d'Ambatolampy.

Des racines de tabac prélevées dans cette région, seul Meloidogyne javanica a été retiré.

b - Région du Lac Itasy -

Plusieurs facteurs contribuent ici à rendre le problème moins grave que dans la région d'Ambatolampy.

.... /

L'altitude moins élevée (environ 1000 m), fait que la température moyenne est ^{plus/}haute et le cycle du tabac plus court. Ce dernier ne reste en terre que 4 à 5 mois. La période de multiplication du parasite est donc moins longue.

Les sols d'origine volcanique, sont plus riches. Le tabac a donc une vigueur végétative plus grande qui lui permet de mieux résister aux attaques de Meloidogyne.

Enfin, la principale variété cultivée dans cette région est le Maryland, tout au moins dans le canton d'Ampefy seul visité. Or cette variété semble présenter localement un certain degré de résistance à Meloidogyne par rapport aux autres variétés: dans un essai de comportement variétal de la station du SEITA à Ampefy, les parcelles de Maryland étaient beaucoup moins attaquées que les parcelles plantées avec d'autres variétés récemment introduites (Paraguay, Rio Grande, Spaka). Cette "résistance" plus grande de Maryland peut s'expliquer par le fait que les semences sont généralement récoltées sur les pieds les plus vigoureux, donc ceux qui, à priori, souffrent le moins d'attaques de Meloidogyne. Une certaine sélection a donc dû s'opérer à la longue dans le sens d'une moindre sensibilité à Meloidogyne.

Il n'est donc pas étonnant que les champs de tabac que nous avons visités dans l'Itasy ne soient en général que moyennement infestés par Meloidogyne. Néanmoins, le problème est loin d'être absent puisque, ainsi que Luc (1958) l'avait observé, et ainsi que nos observations l'ont confirmé, tous les champs de la région sont infestés.

Le problème risque d'ailleurs de s'aggraver avec le remplacement progressif du Maryland.

.... /

Dans un échantillon prélevé à la station du SEITA, il a été déterminé une femelle de Meloidogyne incognita acrita. Dans tous les autres échantillons, seul Meloidogyne javanica a été rencontré. On peut donc estimer que Meloidogyne javanica est l'espèce très largement prédominante dans la région du Lac Itasy.

c - Région d'Ambalatava -

Deux cycles de culture du tabac existent dans cette région située à la limite sud des Hauts Plateaux: l'un en saison des pluies au flanc des collines ou "tanetys", l'autre en saison sèche sur terres de décrue ou "baiboho". A l'époque de notre visite, les tabacs cultivés sur tanetys étaient en fin de cycle tandis que ceux cultivés sur baiboho venaient d'être repiqués. Nos observations ont donc surtout porté sur les cultures de tanetys.

Les cultures de tabacs corsés (tabacs à chiquer) tendent à être concentrées autour d'Ambalavao. Nous avons vu que ces tabacs présentent, à Ambatolampy un certain degré de résistance envers Meloidogyne javanica par rapport aux tabacs à fumer (Paraguay, Burley). On pouvait donc s'attendre à ce que le problème Meloidogyne sur tabac ne se pose pas de façon très grave dans cette région.

Nos observations ne permettent pas d'établir un diagnostic aussi optimiste. Si certains champs étaient indemnes, de nombreux autres par contre se sont révélés gravement attaqués, entre autres à Bengira, Mahasahira, Andravindrahy, Fihidy, Tsitonga.

A Andravindrahy, nous avons compté, dans le sol avoisinant les racines d'un pied de tabac "Rambo-tana" gravement atteint, 145.000 larves de Meloidogyne par litre de sol. Cette souche étudiée en laboratoire

à Abidjan s'est montrée particulièrement virulente : sur 100 infections monolarves, 50 se sont révélées positives alors que les chiffres habituellement obtenus sont de 5 % environ (communication personnelle de C. Netscher).

Aux dires de l'agent du SEITA en service à Ambalavao, les attaques de Meloidogyne ne se seraient développées que récemment dans cette région.

Nous n'avons rencontré que Meloidogyne javanica dans les échantillons prélevés à Ambalavao, mais le développement récent d'attaques graves sur des variétés habituellement peu sensibles, suggère qu'une race physiologique particulièrement virulente de ce parasite soit ici dans une phase de multiplication. Le problème risquerait alors d'aller en s'aggravant au cours des années à venir.

Les tabacs cultivés sur baiboho dans la région d'Ambalavao étaient trop jeunes pour être valablement examinés. Les quelques pieds dont nous avons pu observer le système racinaire ne présentaient pas de galles dues à Meloidogyne, mais leur nombre étaient trop restreint pour que l'on puisse en tirer une conclusion.

Par contre, un échantillon de terre prélevé sur baiboho à Mahasahira contenait 3650 Pratylenchus au litre de sol.

Certains Pratylenchus induisent, nous l'avons vu, sur le tabac une "Pourriture brune des Racines" (Brown root rot), dont les dégâts sont estimés au dixième de ceux occasionnés par Meloidogyne. Mais ils sont surtout craints dans certains pays producteurs de tabac parcequ'ils favorisent l'introduction de maladies bactériennes et cryptogamiques transmises par le sol : wilt fusarien dû à Fusarium oxysperum var. nicotianae. wilt bactérien dû à Pseudomonas

solanacearum, pourriture noire des racines due à Thielaviopsis basicola.

L'espèce rencontrée ici a été déterminée comme Pratylenchus zeae Graham , 1951,

Dans une pépinière voisine du village de Bengira, nous avons également rencontré, à l'état de traces, Pratylenchus brachyurus (Godfrey, 1929) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941.

Ces deux espèces sont précisément celles qui ont été dénoncées par Graham (1951) comme responsables de la pourriture brune des racines de tabac dans l'Est des Etats-Unis.

Si un programme de recherche était consacré aux nématodes du tabac à Madagascar, il serait très utile d'effectuer, sur les cultures de décrue de la région d'Ambalavao, une série de sondages en fin de cycle accompagnés d'inoculations expérimentales afin de voir quelle extension et quelle importance ont ces deux espèces de Pratylenchus.

d - Le problème des pépinières -

Sur les Hauts Plateaux, les pépinières de tabac destinées aux cultures pluviales sont semées en fin de saison sèche ou en début de saison des pluies. Il n'a donc pas été possible d'en faire un examen détaillé.

Néanmoins, dans l'Itasy et à Ambalavao, quelques planches portant des plants résiduels ont pu être examinées. Les infestations se sont révélées assez irrégulières, certaines planches étant dépourvues de Meloidogyne tandis que sur d'autres les plants examinés portaient des galles sur lesquelles les masses d'oeufs étaient visibles.

La terre de planches ne portant plus de plants de tabac a été analysée à l'éluutriateur, dans quelques

..... /

cas cette terre contenait des larves de Meloidogyne dans des proportions allant de quelques individus à 450 par litre de sol.

Dans la région d'Ambalavao, des pépinières destinées aux cultures de décrue ont été examinées. En plantations artisanales, au voisinage de Bengira, elles se sont révélées indemnes. Par contre, dans les plantations semi-industrielles de la société "Ny Ambaniandro", des planches semées avec la variété Souffi contenaient des larves de Meloidogyne et Pratylenchus brachyurus à l'état de traces.

Ces infestations irrégulières dans l'ensemble peuvent trouver leur explication dans le fait que, sur les Hauts Plateaux, les pépinières sont généralement installées chaque année sur terrain neuf, soit en bordure des champs, soit à proximité d'un point d'eau.

L'infestation au départ dépend alors essentiellement des plantes, cultivées ou spontanées, qui poussaient précédemment sur le terrain.

Une abondante matière organique est généralement incorporée aux pépinières. Ceci rend le milieu moins favorable aux nématodes et peut faire croire que l'infection est supprimée. En fait, les symptômes ne sont que masqués : leur apparition est retardée, leur fréquence et leur intensité diminuées, mais ce moyen ne suffit pas à éliminer complètement le parasite.

Or le problème de l'infestation des pépinières est un problème qualitatif et non pas quantitatif. Même une légère infestation suffit à disséminer le parasite dans les champs qui pourraient en être indemnes au départ ou qui en auraient été débarrassés par désinfection chimique ou rotation culturale.

..... /

Nous verrons au chapitre consacré aux moyens de lutte que la désinfection des pépinières est le corollaire indispensable de la désinfection des terrains de culture.

En résumé, le parasitisme de Meloidogyne envers les tabacs cultivés sur les Hauts Plateaux pose un problème grave en raison de l'infestation quasi générale des terrains de culture. Cette infestation n'est pas égale sur tous les champs, et dans chacune des régions visitées sa gravité dépend, nous l'avons vu, d'un certain nombre de facteurs. Mais il semble que le problème ne soit nulle part absent puisque, outre les observations effectuées sur place, nous avons reçu, en provenance d'Ambatondrazaka, des racines de tabac fortement parasitées par Meloidogyne javanica et de graves infestations nous ont été signalées à Belantra.

Il est impossible de chiffrer les pertes de récolte dues à Meloidogyne sur des observations aussi fragmentaires. Leur évaluation nécessiterait la mise en place d'un essai de traitements nématicides à dose massive sur un terrain infesté et la comparaison de la récolte obtenue avec celle de parcelles non traitées. Mais il est certain qu'une amélioration sensible de production, en qualité et en quantité, suivrait la mise en pratique de méthodes de lutte dont les modalités d'application seront examinées plus loin.

2 - Côte Ouest -

Nous sommes ici dans une zone de culture industrielle pratiquée en saison sèche sur terres de décrue (baiboho).

..... /

La variété Maryland était jusqu'à ces dernières années presque exclusivement cultivée. Actuellement on assiste, en vue de l'ouverture de nouveaux marchés, à une tentative de reconversion en tabac "flue cured" (tabacs dits "de Virginie": variétés White Gold et Hicks principalement).

Dans la région de Mampikony, où nous avons séjourné du 5 au 8 juin, les plantations suivantes ont été visitées :

- Ambodimanga (Station du S.E.I.T.A)
- Antsirrasira
- Tanetylava
- Tsimijaly
- Tsararivotra

A cette époque le tabac était en cours de repiquage. La plupart des bourrelets étaient déjà plantés mais dans leur partie basse, les baibohos venaient d'être labourés et n'étaient pas encore cultivés, sauf dans de rares exceptions.

Nos observations ont donc surtout porté sur les pépinières et sur les bourrelets déjà mis en culture. Toutefois dans ce dernier cas, seuls quelques coups de sonde étaient possibles. Les sociétés, après avoir effectué les labours, divisent en effet leurs terres en petites parcelles exploitées en métayage par des cultivateurs malgaches auxquels elles fournissent les plants de pépinière. Si la perte due à l'arrachage de quelques plants reste sans conséquence pour la société, elle est beaucoup plus vivement ressentie à l'échelle du métayer.

a - Infestations en pépinières -

Les pépinières de tabac, de vastes dimensions, sont ici installées chaque année sur les mêmes terrains.

..... /

Dans quatre des cinq plantations visitées, nous avons constaté qu'elles étaient infestées par Meloidogyne et dans certains cas de façon très grave. Les variétés les plus atteintes étaient les tabacs dits "de Virginie" et en particulier la variété Hicks dont des planches entières ont été trouvées très fortement attaquées par Meloidogyne dans deux plantations. La variété White Gold est également très attaquée en pépinière. Quant au Maryland, il n'est pas exempt d'infection puisque des plants portant des galles ont été relevés dans les pépinières de deux plantations.

Il est d'autre part certain que l'infection se maintient sur ces pépinières d'une année à l'autre. Si des plants de tabacs résiduels sont laissés sur les planches après le repiquage, ils favorisent la multiplication de Meloidogyne. Nous avons d'autre part relevé parmi les plantes spontanées couvrant le sol des pépinières après que les derniers plants aient été enlevés, une prédominance de Portulaca oleracea, plante hôte de Meloidogyne qui contribue à maintenir le parasite dans le sol.

b - Infestations aux champs -

Comme nous l'avons dit précédemment, les terrains de culture ou "baibohos" sont inondés en saison des pluies. Ceci est très important en ce qui concerne le problème Meloidogyne.

Nous avons mentionné en effet que l'éclosion des oeufs de Meloidogyne était inhibée dans un sol au voisinage du point de flétrissement, mais que ces oeufs placés dans l'eau éclosent en totalité. L'inondation des baibohos a donc pour résultat de faire éclore les oeufs qui pourraient se trouver dans le sol. Les larves ainsi libérées ne survivent qu'en nombre très li-

... /

mité et le tabac planté l'année suivante pousse dans un sol assaini.

On peut donc escompter que le tabac ne subira pas de graves dommages dans ces terres de décrue.

Mais la réinfestation est assurée chaque année dans de nombreux cas par les plants issus de pépinières infestées.

Lorsque ces plants sont repiqués dans les parties basses des dépressions, l'infection ne se développe que lentement. Ces zones sont en effet constituées le plus souvent d'un sol lourd où prédominent les éléments fins, qui en font un milieu peu favorable à la multiplication des nématodes. Aux dires des planteurs, ces zones sont en général peu atteintes. Les quelques observations que nous avons pu effectuer dans ces parties basses ont confirmé cette impression.

Par contre les bourrelets sont en général constitués par un sol à texture beaucoup plus grossière où les nématodes se multiplient beaucoup plus facilement. Lorsque des pieds de tabacs issus de pépinières infestées sont repiqués sur ces parties sableuses, l'infection se développe beaucoup plus rapidement et s'étend à tout le système racinaire au fur et à mesure de son extension. Les dégâts peuvent alors être très marqués.

Sur tous les bourrelets examinés, les plants prélevés portaient des galles dues à Meloidogyne. Ces galles étaient encore peu développées car les plants de tabac étaient jeunes mais de nombreux cas nous ont été cités où toute production était supprimée dans certaines zones sableuses.

Du point de vue des déterminations spécifiques, alors que sur les Hauts Plateaux on ne rencontre pour ainsi dire que Meloidogyne javanica, l'espèce la plus

..... /

souvent déterminée dans la région de Manpikony a été Meloidogyne incognita acrita. Meloidogyne javanica est également présent mais moins fréquemment. Enfin, dans un prélèvement Meloidogyne arenaria a été déterminé.

En vue de régénérer les sols, certains producteurs plantent une année sur quatre un engrais vert : l'Antaque (Dolichos lablab L.). Cette plante est sensible à Meloidogyne javanica et à Meloidogyne incognita acrita : des pieds d'Antaque prélevés à Antsirrasira portaient des galles et les infections expérimentales réalisées à Abidjan avec les souches de Meloidogyne javanica et Meloidogyne incognita acrita en provenance de Madagascar se sont toutes révélées positives comme nous le verrons plus loin. L'usage de cet engrais vert risque donc de maintenir, voire même d'accroître, les infestations dans les zones où les inondations de saison des pluies ne sont pas suffisantes pour débarrasser le sol du parasite.

-:-:-:-

Le problème majeur des culture de décrue est donc l'infestation des pépinières. Leur désinfection et par conséquent le repiquage de plants sains permettrait d'éviter la dissémination de Meloidogyne dans les baibohos. Il est probable cependant que certaines zones, en particulier les terrains sableux demeurent infestés. Un programme de désinfection pourra alors être envisagé sur ces terrains.

-:-:-:-

C/ Moyens de lutte

Plusieurs méthodes s'offrent aux producteurs de tabac pour combattre Meloidogyne. Elles diffèrent

..... /

selon qu'il s'agit de terrains de culture ou de pépinières.

1 - Généralités sur les moyens de lutte -

a - Traitements aux champs -

Lorsque les terrains de culture sont très infestés au départ, leur désinfection est une nécessité absolue. Aucune méthode rentable ne permet de les débarrasser entièrement du parasite. On cherchera cependant à avoir dans le sol au moment du repiquage une population de Meloidogyne la plus basse possible. Le développement atteint par le parasite pendant la période de production sera alors suffisamment faible pour ne pas compromettre la récolte.

Les deux méthodes actuellement les plus efficaces pour arriver à ce résultat sont; la désinfection chimique des sols et les rotations culturales.

Traitements chimiques -

La principale qualité recherchée dans un produit nématicide est une bonne diffusion dans le sol. On utilise donc le plus souvent des fumigants qui s'évaporent et saturent tous les interstices. (On doit éviter cependant que cette évaporation soit trop rapide et que le produit ne s'élimine avant d'avoir agi complètement sur les nématodes).

Les produits nématicides actuellement les plus utilisés en grande culture sont des dérivés halogénés de carbures d'hydrogènes. Tous ne sont cependant pas utilisables sur le tabac. C'est ainsi que le D.B.C.P. (vendu sous le nom de Nemagon, Nematox, Nemapaz etc..) dont l'agent actif est le 1 - 2 dibromo 3 chloropropène, et qui est très utilisé sur certaines cultures en raison de sa faible toxicité envers la plupart des

..... /

plantes cultivées, est par contre toxique pour les plantes de la famille des Solanacées et particulièrement pour le tabac. Sa grande rémanence dans le sol empêche de plus de l'employer en laissant un laps de temps suffisant entre le traitement et le repiquage comme cela est pratiqué avec les autres nématocides de ce groupe qui sont tous phytotoxiques.

Les deux produits les plus employés jusqu'à ces derniers temps sur le tabac ont été l'E.D.B. (Dibromure d'Ethylène) et le D.D. (mélange de Dichloropropane et de Dichloropropène). Ces produits doivent être injectés dans le sol à l'aide d'appareils qui diffèrent selon les surfaces à traiter.

En Rhodésie commence à être utilisé un mélange de D.D. et E D B. Il a surtout pour but de lutter plus efficacement contre les nématodes autres que Meloidogyne (Pratylenchus brachyurus, Scutellonema brachyurum) (Daulton, 1963). Mais le problème le plus urgent à résoudre à Madagascar étant le problème Meloidogyne, et le D.D. et l'E D B étant aussi actif l'un que l'autre envers ce parasite, l'emploi de l'un ou l'autre de ces produits en formulation simple semble pour l'instant suffisant.

Enfin, un nouveau nématocide organophosphoré dénommé Nellite *, a récemment vu le jour et est dit avoir une action particulièrement efficace contre Meloidogyne. Ses essais sur le tabac en Rhodésie (Daulton, 1963) n'ont cependant pas montré une supériorité sur l'E D B.

Rotations culturales -

Les nématodes du genre Meloidogyne sont des parasites obligatoires. En l'absence d'une plante hôte les larves libres se trouvant dans le sol finissent par

* Marque déposée de la DOW Chemical.

mourir d'inanition. En cultivant sur un sol infesté pendant un temps suffisant une plante non hôte du parasite, on arrivera alors à faire baisser sa population dans le sol au-dessous du niveau de pathogénicité pour le tabac. C'est sur ce principe qu'est basée la méthode de lutte par rotation culturale.

Les plantes à utiliser dans ce but devront, outre leur résistance à Meloidogyne, avoir un enracinement suffisamment puissant et couvrir au maximum le sol pour empêcher la croissance d'autres plantes parmi lesquelles risquent de se trouver des plantes hôtes de Meloidogyne. Elles devront également laisser le sol dans un état favorable à la culture du tabac. Enfin, dans la mesure du possible, elles devront avoir un intérêt économique. Nous verrons plus loin que de telles plantes sont rares.

Le temps durant lequel la plante résistante devra être maintenue sur le sol avant de cultiver à nouveau du tabac dépendra du taux d'infestation du sol au départ. Si le sol est très infesté, il sera nécessaire de cultiver une plante résistante pendant trois ou quatre ans. On peut ensuite envisager une rotation plus courte, mais le type de rotation à utiliser doit être adapté aux conditions locales.

Un facteur complique sérieusement la technique de lutte par rotations culturales : l'adaptation des Meloidogyne aux plantes résistantes. Comme nous l'avons vu plus haut, il arrive parfois qu'une femelle de Meloidogyne arrive à compléter son cycle sur une plante résistante et à pondre un certain nombre d'oeufs. Les larves issues de ces oeufs sont alors capables de se multiplier sur la plante en question. Il s'est constitué une race biologique, appelée "Race B", agressive envers la plante réputée résistante.

..... /

Un type de rotation culturale ne peut donc pas être établi une fois pour toute pour lutter contre Meloidogyne. La résistance des plantes utilisées en rotation doit être contrôlée par des examens ^{périodiques/} du système racinaire et des expériences d'inoculations artificielles en laboratoire. Au besoin les types de successions culturales devront être changés pour éviter l'apparition et la multiplication de "races B". C'est ce que les Anglo-Saxons expriment par le conseil suivant "Rotate the rotation".

Pratiques culturales -

Il est évident que tout ce qui contribuera à donner de la vigueur au tabac lui permettra de résister davantage aux attaques de Meloidogyne. Les plants de pépinières, sains et vigoureux, devront être plantés à temps. Toutes les pratiques culturales recommandées pour le tabac devront être appliquées avec soin. Enfin, dès que la récolte est terminée, les pieds devront être arrachés et leurs racines exposées à la lumière directe du soleil. Les oeufs se trouvant à la surface des racines ou à l'intérieur des tissus, ne résistent pas à ce traitement. Ce moyen n'est évidemment pas assez efficace pour rendre inutile les traitements chimiques ou les rotations culturales, mais on évitera ainsi de laisser le parasite continuer à se multiplier sur la plante et une part non négligeable de l'infestation sera éliminée. Todd et Bennett (1957) estiment que par ce moyen la population dans le sol est réduite de 90 %, ce qui nous paraît très optimiste, mais il est certain que les traitements nématicides appliqués ensuite seront plus efficaces.

.... /

b - Désinfection des pépinières -

Une fois les terrains de culture débarrassés dans toute la mesure du possible de Meloidogyne, il est essentiel de veiller à ce qu'ils ne soient pas réinfestés. La désinfection des pépinières est donc une nécessité absolue si l'on veut éviter cette réinfestation. De plus la levée des semis est retardée et parfois supprimée dans une notable proportion si la pépinière est très infestée par Meloidogyne. Traitements aux champs et traitements en pépinières sont donc deux moyens de lutte complémentaires qui ne doivent pas aller l'un sans l'autre.

Les surfaces à traiter étant ici considérablement réduites, le critère de rentabilité n'a plus la même importance et l'on pourra mettre en oeuvre des moyens matériels ou utiliser des doses de produits dont l'emploi en grande culture aurait été prohibitif.

Les sols des pépinières devant être d'autre part débarrassés des champignons bactéries et mauvaises herbes, on cherchera à combiner tous ces traitements en un seul. Pour ce faire, on peut employer des moyens physiques ou chimiques.

Moyens physiques -

La chaleur est le moyen physique le plus efficace pour traiter le sol des pépinières. Toutefois le mode d'application est ici très important.

C'est ainsi que la méthode artisanale consistant à chauffer en l'arrosant le terreau sur une plaque de tôle, au-dessous de laquelle est entretenu un feu de bois, est un moyen insuffisant. On arrive ainsi à diminuer notablement l'infestation mais il s'agit en pépinière de l'éliminer complètement, la désinfection des pépinières posant nous l'avons dit, un pro-

..... /

blème qualitatif et non quantitatif.

En fait, la seule méthode efficace de traitement des pépinières par la chaleur consiste à injecter de la vapeur sous pression. D'après Daulton (1957), la pression doit être au minimum de 6 à 7 kg /cm². Il faut que dans les 30 premiers centimètres de sol la température atteigne 80°C pendant 30 minutes.

Ceci nécessite un appareillage compliqué qui peut à la rigueur être utilisé en culture industrielle mais certainement pas en culture artisanale.

Nous ne parlerons pas des moyens de désinfection par l'électricité qui posent des problèmes pratiques encore plus difficilement solubles, et dont l'efficacité n'est pas nettement prouvée.

Moyens chimiques -

Le produit chimique le plus efficace pour la désinfection totale des pépinières est actuellement le Bromure de Méthyle. Il permet de débarrasser le sol des nématodes, insectes, bactéries, champignons et mauvaises herbes.

Son emploi hors des stations de désinfection spécialement aménagées était autrefois extrêmement délicat du fait des transvasements dangereux à cause de sa forte toxicité pour l'homme.

Cet inconvénient est maintenant levé par le conditionnement du bromure de méthyle en "bombes" de une livre permettant de traiter 10 m² de semis sous bâche de polyéthylène sans aucun transvasement. Le même système permet de percer la bombe et de laisser échapper le gaz sous la bâche sans qu'il se répande à l'extérieur.

Notons que le bromure de méthyle a été utilisé en 1963 par 56 % des planteurs de tabac en Rhodésie

.... /

du Sud pour la désinfection des pépinières et que ce pourcentage croît chaque année.

Une autre série de produits est réputée avoir une action à la fois fongicide, bactéricide, herbicide et nématicide ; ce sont ceux libérant dans le sol l' Isothiocyanate de Méthyle.

Parmi ces produits, le plus utilisé est sans doute le Méthyle-dithiocarbamate de Soude (Vapam). Son action nématicide en climat chaud ne semble pas être très complète (Ritter, 1963) et son action herbicide laisserait à désirer sur les Hauts Plateaux de Madagascar. Il a été toutefois utilisé avec succès en Côte d' Ivoire sur pépinières de tabac, mais des contrôles de population devraient être effectués de façon précise en climat tropical pour juger de son efficacité nématicide.

En l'absence de moyens permettant d'agir à la fois sur les champignons, bactéries, mauvaises herbes et nématodes, un traitement uniquement nématicide doit être appliqué en plus des autres traitements. Le D D et l'E D B peuvent être alors utilisés à forte dose.

2 - Mode d'Application des méthodes de lutte à Madagascar -

a - Travaux préliminaires de laboratoire

Ces travaux ont eu essentiellement pour but de servir de base à la mise en pratique des procédés de lutte par rotation culturale.

Dans ce but un certain nombre de souches de Meloidogyne a été rapporté des différentes régions tabacoles visitées dans l'Ile. Sur chacune de ces souches avait été effectuée une détermination spécifique en prélevant vingt femelles sur les racines du pied

de tabac échantillonné. Il existe un risque que des femelles appartenant à une autre espèce aient échappé aux déterminations dans un échantillon. Les recouplements permis par l'examen de plusieurs échantillons prélevés dans une même zone ont réduit ce risque au minimum. Pour l'éliminer complètement lors des travaux de laboratoire et pour que ces travaux concernent le peuplement global d'un endroit donné, les souches ont été multipliées en mélangeant plusieurs échantillons prélevés dans des champs voisins.

Les inoculations successives, tout d'abord sur la tomate pour la multiplication des souches, puis sur les plantes à tester, ont été faites avec des larves obtenues en faisant éclore ensemble le plus grand nombre de masses d'oeufs possible, ceci pour éviter de sélectionner, en ne faisant éclore qu'un petit nombre de masses d'oeufs, une espèce ou un biotype de Meloidogyne qui ne représenterait pas l'ensemble du peuplement.

Les souches suivantes ont été testées :

- une souche de provenance de la région du Lac Itasy multipliée à partir d'échantillons prélevés sur la Station du S E I T A à Ampefy, appelée souche "Ampefy".

Les femelles déterminées à partir de ces échantillons appartenaient à Meloidogyne javanica sauf une déterminée comme M. incognita acrita.

Les tests réalisés sur cette souche revêtent une particulière importance du fait que c'est sur la Station d'Ampefy que devraient être mis en place les essais de rotations culturales.

- deux souches provenant de la région d'Ambalavao, l'une venant d'échantillons prélevés à Mahasahira, l'autre d'échantillons prélevés à Andravindrahy.

.... /

toutes deux déterminées comme M. javanica, et appelées respectivement "Ambalavao 1" et "Ambalavao 2".

- une souche provenant de la région d'Ambatolampy et prélevée à la Station du S E I T A à Ambohimandroso, (souche "Ambatolampy").

- deux souches provenant de la région de Mampikony, l'une prélevée à Ambodimanga (Station S E I T A), l'autre à Tanetylav, toutes deux déterminées comme M. incognita acrita et appelées "Mampikony 1" et "Mampikony 2".

La liste des plantes à tester avec ces souches a été dressée à la suite d'un entretien avec J. Bosser, Agrostologue de l'ORSTOM à Madagascar, et sur les conseils de P. Baudin, Phytopathologiste à l'IRAM.

Elle comprenait les plantes suivantes :

- Antaque (Lablab niger Medick = Dolichos lablab. L.)
- Arachide (var. Mwitunde)
- Brachyaria ruziziensis Germain
- Cenchrus ciliaris L.
- Crotalaria fulva Roxb.
- Crotalaria grahamiana Wight
- Eragrostis chloromelas Steud
- Glycine javanica L.
- Melinis minutiflora P.B.
- Stylosanthes gracilis H.B. & K.

Les tests ont été opérés en pots. L'inoculum était au minimum de 2.000 larves par pot. Dans certains cas les tests ont été répétés avec un inoculum plus important. Au bout de deux mois les pots ont été déterrés. Les racines ont été tout d'abord soumises à un examen macroscopique ; puis une partie en a été colorée au bleu coton-lactophenol en vue de leur examen microscopique,

le res-
..... /

te étant mis à l'extracteur à brouillard pour comptage des larves sortant des racines. Une extraction à l'élutriateur a également été faite sur la terre de chacun des pots pour comptage des larves se trouvant dans le sol avoisinant les racines.

Voici, résumés en une suite de tableaux les résultats de ces tests :

	Souches testées	Examen des racines		larves recueillies	
		Macroscopique	microscopique	dans les racines	dans le sol
Antaque	Ampefy	nombreuses galles	♂♂ adultes et œufs	xxx	xxx
	Ambal. 1	"	"	xx	xx
	Ambal. 2	"	"	xxxx	xxxx
	Ambatol.	"	"	xxxx	xxx
	Mampik. 1	"	"	xxxx	xxxx
	Mampik. 2	"	"	xxxx	xxx
Arachide	Ampefy	négatif	négatif	x	x
	Ambal. 1	"	"	0	0
	Ambal. 2	"	"	x	x
	Ambatol.	"	"	x	x
	Mampik. 1	"	"	x	x
	Mampik. 2	"	"	x	x
Brachyaria ruziziensis	Ampefy	quelques petites galles	♂♂ immatures	x	xx
	Ambal. 1	"	"	x	x
	Ambal. 2	négatif	"	x	x
	Ambatol.	"	"	x	xx
	Mampik. 1	"	négatif	x	xx
	Mampik. 2	"	♂♀ adultes et œufs	xx	xx

xxxx larves très abondantes
 xxx larves moyennement abondantes
 xx larves peu abondantes
 x traces

..... /

Souches testées	Examen des racines		larves recueillies	
	Macroscopique	microscopique	dans les racines	dans le sol
Cenchrus ciliaris	Ampefy	quelques très petites galles négatif	très rares o o immatures négatif	x 0
	Ambal.1	"	"	0 0
	Ambal.2	"	"	x x
	Ambatol.	"	"	x xx
	Mampik.1	"	"	0 0
	Mampik.2	"	"	x xx
Crotalaria fulva	Ampefy	négatif	négatif	x x
	Ambal.1	"	"	0 0
	Ambal.2	"	"	0 x
	Ambatol.	"	1 o immature	x 0
	Mampik.1	"	négatif	x 0
	Mampik.2	"	"	0 x
Crotalaria grahaniana	Ampefy	négatif	o o immatures	0 x
	Ambal.1	"	"	0 0
	Ambal.2	"	"	0 x
	Ambatol.	"	"	x 0
	Mampik.1	"	négatif	0 0
	Mampik.2	"	o o immatures	0 x
Eragrostis chloromelas	Ampefy	très légères galles	nombreuses o o immatures	xx
	Ambal.1	négatif	négatif	0 0
	Ambal.2	quelques petites galles	o o adultes et oeufs	x x
	Ambatol.	négatif	négatif	o x
	Mampik.1	////////////////////	////////////////////	////////////////////
	Mampik.2	négatif	négatif	x xx

Souches testées	Examen des racines		larves recueillies		
	Macroscopique	Microscopique	dans les racines	dans le sol	
Glycine javanica	Ampefy	négatif	négatif	x	x
	Ambal.1	"	"	0	0
	Ambal.2	"	"	x	x
	Ambatol.	"	"	x	0
	Mampik.1	"	"	0	0
	Mampik.2	"	"	x	0
Melinis minutiflora	Ampefy	nombreuses gal- les	♀ ♀ adultes + et oeufs	xxxx	xxxx
	Ambal.1	"	"	xx	xx
	Ambal.2	"	"	xxx	xxx
	Ambatol.	"	"	xxxx	xxxx
	Mampik.1	"	"	xxx	xxx
	Mampik.2	"	"	xxxx	xxxx
Stylosanthes gracilis	Ampefy	négatif	♀ ♀ immatures	x	x
	Ambal.1	"	négatif	0	0
	Ambal.2	"	"	0	0
	Ambatol.	"	♀ ♀ immatures	0	0
	Mampik.1	"	négatif	0	x
	Mampik.2	"	"	x	x

Deux espèces se dégagent tout d'abord :

l'Antaque et Melinis minutiflora. Toutes deux se sont montrées sensibles à toutes les souches testées, les racines portaient en abondance des femelles adultes, et des masses d'oeufs. Ces deux plantes doivent être proscrites à priori de toute rotation culturale sur les terres à tabac.

Brachyaria ruziziensis et Eragrostis chloromelas peuvent être considérées comme étant à la limite de sensibilité: dans la plupart des tests les racines de ces

..... /.

plantes contenaient des femelles immatures parfois en assez grand nombre et dans deux cas des femelles adultes et des oeufs. La terre des pots contenait en outre fréquemment des larves en quantité non négligeable. Il semble donc préférable d'éviter ces espèces en rotation avec le tabac. Elles risquent de favoriser sinon la multiplication, du moins le maintien des populations de Meloidogyne dans le sol et donc d'aller à l'encontre du but recherché.

Un groupe particulier est représenté par les crotalaires auxquelles on peut également adjoindre Stylosanthes gracilis.

On sait que dans de nombreux cas, les racines de crotalaires sont envahies par les larves de Meloidogyne, mais que ces dernières ne peuvent arriver à maturité et meurent peu après leur pénétration (de Guiran, 1960). Ces plantes pourraient alors servir de "plantes pièges" mais cet effet n'a pas encore été étudié quantitativement.

Au cours des tests réalisés ici, on a pu constater que Crotalaria fulva et C. grahamiana étaient toutes deux résistantes aux souches de Meloidogyne rapportées de Madagascar. Toutefois, alors que des femelles immatures ont été trouvées dans tous les cas sauf un sur C. grahamiana, elles n'ont été trouvées que dans un seul cas sur C. fulva. Le degré de résistance de C. grahamiana est donc moindre, mais il ne semble pas à craindre que les larves ayant pénétré dans les racines de cette espèce puissent terminer leur développement et se reproduire. Dans les deux cas en effet, en fin de test, les racines et le sol avoisinant ne contenaient de larves qu'à l'état de traces.

L'effet "piège" de ces deux espèces de crotalaires a été vérifié par des inoculations massives de larves de Meloidogyne. Il a été constaté que leurs racines

étaient en effet envahies par de nombreuses larves qui dégénèrent peu après leur pénétration. Chez C. grahamiana quelques larves continuent leur développement jusqu'à un stade plus avancé mais il n'a pas été observé de femelles adultes ni d'oeufs.

Ces deux crotalaires en particulier C. fulva peuvent donc être utilisées en rotation avec le tabac. Toutefois il serait plus prudent de contrôler périodiquement la résistance de C. grahamiana pour voir si une "race B" ne s'est pas développée sur cette espèce.

Enfin trois plantes se sont montrées hautement résistantes : l'Arachide, Cenchrus ciliaris et Glycine javanica. La première et la troisième ont donné des résultats entièrement négatifs avec toutes les souches testées. Les racines de C. ciliaris contenaient de très rares femelles immatures dans un seul test. Cette plante est d'ailleurs maintenant conseillée en Afrique du Sud et de l'Est pour les rotations culturales contre Meloidogyne (Anonyme, 1963).

Cas de Eragrostis curvula -

La variété d'Eragrostis curvula utilisée à Madagascar dans des essais de rotations contre Meloidogyne a également été testée, malheureusement la levée extrêmement difficile des graines disponibles n'a permis de la tester qu'avec la souche "Ampehy" provenant précisément de l'endroit où sont effectués les essais. Ce test s'est révélé positif. Il est donc probable que la variété utilisée n'est pas la variété Ermelo, seule résistante à Meloidogyne javanica. Des graines de la variété Ermelo ont été obtenues auprès des nématologistes travaillant à Salisbury (Kutsaga) et Prétoria sur les nématodes du tabac. Testées avec la souche "Ampefy" et la souche

..... /

"Ambalavao 2", elles se sont révélées résistantes.

Une série de mesures peut donc être maintenant conseillée en vue de lutter contre Meloidogyne dans les cultures de tabac à Madagascar.

Elles sont basées d'une part sur les tests réalisés au laboratoire, d'autre part sur les résultats acquis dans d'autres pays producteurs, particulièrement en Afrique du Sud et en Rhodésie où les conditions sont les plus proches de celles réalisées à Madagascar. Signalons à ce propos deux entretiens que nous avons eus en Afrique du Sud à notre retour de Madagascar : l'un avec le Dr. Van der Linde, Directeur de l'Institut de Protection des Plantes à Prétoria, autorité mondiale en matière de nématodes parasites du tabac, l'autre avec le Dr. Milne, nématologiste à la station du tabac de Rustenburg. De ces deux entretiens, ont été tirés de précieux enseignements quant aux mesures à mettre en pratique à Madagascar.

Ces mesures diffèrent selon qu'on aura à les appliquer sur les cultures artisanales des Hauts Plateaux ou sur les cultures industrielles de la Côte Ouest.

b - Hauts Plateaux

Désinfection des terrains de culture.

Les terrains de culture étant très souvent gravement infestés sur les Hauts Plateaux, la production ne pourra y être rétablie qu'après une désinfection du sol. Cette désinfection peut se faire par des moyens chimiques ou des rotations culturales.

Moyens chimiques

Deux produits sont utilisables sur le tabac : le D D et l' E D B (cf. plus haut : généralités sur les moyens de lutte). Ces produits seront appliqués à l'aide d'un pal injecteur.

.... /

Si l'infestation est très forte au point de supprimer pratiquement toute production, on devra appliquer un traitement sur toute la surface du terrain. Mais les larves ne migrant que lentement dans le sol, on peut le plus souvent se contenter de traiter aux endroits où seront repiqués les pieds de tabac.

Pour le traitement à l'E D B, on utilisera une dose de 30 kg/ha de matière active s'il s'agit d'un traitement sur toute la surface du terrain, à raison de 9 injections au m².

Si l'on traite seulement aux endroits de repiquage on injectera 1,8 gr de M.A. à chacun de ces endroits.

Le traitement au D D se fera de la même manière à raison de 200 kg/ha (traitement sur toute la surface) ou de 8 cc de produit pur par endroit de repiquage.

Quel que soit le produit, le traitement devra être appliqué sur un sol suffisamment meuble et d'une humidité moyenne. Une humidité trop faible favorise une évaporation trop rapide du produit, et une humidité trop forte empêche sa diffusion dans le sol. Il est donc préférable de traiter après les premières pluies. Si le sol est trop sec le produit devra être injecté à 35 cm de profondeur. Si l'humidité est convenable, une profondeur de 20 cm est suffisante. Dans tous les cas on devra laisser s'écouler une période de trois semaines entre le traitement et le repiquage.

Les doses sont données ici à titre indicatif. Il serait bon, toutefois, que des essais soient mis en place pour déterminer si, dans les conditions locales d'utilisation, des doses différentes ne seraient pas plus efficaces.

Ces essais permettraient également de juger de la rentabilité de ces traitements. Malgré leur prix de revient élevé, ils devraient se révéler rentables dans les cas de forte infestation.

.... /

En se basant sur un prix de vente du D D supérieur de 20 % à celui ayant cours en Afrique de l'Ouest, un traitement sur toute la surface (200 kg/ha) revient à 24.000 Frs CFA l'hectare. En se limitant aux endroits de repiquage, le prix de revient n'est plus que de 12.000 Frs. Ces traitements sont couverts respectivement par des augmentations de rendement de 270 et 135 kg/ha (à raison de 90 Frs le Kg de tabac vendu par le producteur). Or, Daulton (1964) signale en Rhodésie des améliorations de rendements de l'ordre de 1.000 kg/ha obtenus par traitements nématicides. Il est donc probable qu'en cas de forte infestation, les traitements seront rentables sur les Hauts Plateaux de Madagascar.

Rotations culturales

Lorsque, pour des raisons techniques, économiques ou autres, les traitements chimiques ne pourront être appliqués, on aura recours aux rotations culturales.

Lorsqu'on désirera désinfecter un champ gravement infesté par ce seul moyen, il sera nécessaire d'y installer une plante résistante et de l'y maintenir pendant quatre ans. C'est seulement au bout de ce laps de temps que la population dans le sol sera suffisamment basse pour qu'une nouvelle culture de tabac puisse être faite sans dommage. Il est préférable dans ce cas d'utiliser une graminée ou une légumineuse pérennes qui couvre suffisamment le sol pour éviter son érosion ainsi que la levée de plantes spontanées. Si la variété de tabac cultivée supporte une teneur élevée du sol en azote, on pourra employer une légumineuse. Crotalaria grahamiana est susceptible de pousser dans toutes les régions des Hauts Plateaux. Dans la région d'Ambatolampy, on pourra également planter Glycine javanica qui est susceptible de bien venir sur les sols désaturés et

acides de l'Ankaratra. Dans la région du Lac Itasy, pourra être cultivée Stylosanthes gracilis qui possède l'avantage de pouvoir être consommé par le bétail en pâturage ou en fourrage.

Si la variété de tabac ne supporte pas de teneur élevée en azote, les graminées devront être préférées aux légumineuses. On pourra employer Eragrostis curvula à condition que la variété utilisée soit bien la variété Ermelo, seule résistante. Dans le doute, et lorsque les conditions locales le permettront, on préférera employer Cenchrus ciliaris, ces deux espèces pouvant également être utilisées comme paturage.

Sur les Hauts Plateaux, où les cultivateurs possèdent leurs champs et où le tabac constitue dans bien des cas leur seule source d'argent liquide, il sera parfois difficile d'occuper pendant aussi longtemps un terrain voué à cette culture avec une plante sans intérêt économique. Aussi nous semblerait-il préférable d'appliquer un traitement nématicide chaque fois que cela sera possible. Un traitement limité aux endroits de repiquage ne grèverait pas trop le budget du paysan malgache. Ce traitement pourrait alors être combiné avec une rotation culturale comportant l'Arachide lorsqu'elle est cultivable (la variété Mwitunde testée en laboratoire est cultivable dans la région du Lac Itasy), et la patate douce qui est résistante à Meloidogyne javanica, Crotalaria fulva, espèce annuelle subsistante, pourrait également être incluse dans une rotation ainsi que les espèces de graminées et de légumineuses citées plus haut.

La longueur de la rotation, le type de succession culturale, les doses de nématicides à mettre en oeuvre avant la culture du tabac, devraient alors faire l'objet d'un essai agronomique. Les précautions suivantes devront être prises pour cet essai.

..... /

- n'utiliser, pour le repiquage, que des plants de tabac parfaitement sains ;

- installer l'essai sur un terrain aussi plat que possible et séparer les parcelles par des banquettes anti-érosives afin d'éviter le transport de terre d'une parcelle à l'autre ;

- éliminer soigneusement toutes les plantes spontanées parmi lesquelles peuvent se trouver des plantes-hôtes.

Désinfection des semis -

Cette désinfection est le corollaire indispensable des mesures destinées à assainir les terrains de culture.

On devra chercher à employer au maximum le Bromure de Méthyle dans son nouveau conditionnement en "bombes" d'une livre permettant de traiter sous bâche de polyéthylène 10 m² de semis (Dowfume M C 2 fabriqué par Dow Chemical). Si ce produit n'est pas disponible, on traitera alors les pépinières, en plus des méthodes de désinfection habituelle par la chaleur, avec l'EDB à raison de 18 à 24 gr de M.A. au m² selon la méthode d'application. On peut également utiliser le D D en injectant 8 cc de produit pur à 20 cm de profondeur tous les 35 cm, trois semaines avant le semis.

Des essais avec le vapam devront être entrepris pour vérifier son action sur les divers agents pathogènes et sur les mauvaises herbes.

La dénématization des semis, combinée ou non avec d'autres traitements doit devenir une pratique courante sur des Hauts Plateaux.

o o 0 o o

... /

Des problèmes techniques seront certainement posés par l'application des traitements nématicides en pépinières comme aux champs. Leur mise en oeuvre exige en effet un matériel spécialisé et un minimum de soins et de précautions à cause de la toxicité des produits.

Ces difficultés pourraient être surmontées en concentrant au maximum les semis. Des équipes spécialisées pourraient alors être constituées, qui se chargeraient de les traiter. Les mêmes équipes pourraient également se charger des traitements aux champs. Une subvention gouvernementale pourrait aider au démarrage de cette campagne sur les Hauts Plateaux.

c - cultures de décrue de la Côte Ouest

Le problème essentiel est ici la désinfection des semis. Leur contamination par Heloidogyne est en effet responsable de la dissémination du parasite dans les terrains de culture (que l'inondation devrait suffire à assainir en grande partie chaque année), et de la plus grande part des dommages qu'il cause au tabac.

La grande concentration des semis qui couvrent d'importantes surfaces, les disponibilités budgétaires plus importantes, la présence d'une main d'oeuvre qualifiée et encadrée permettent ici d'envisager les moyens les plus modernes et les plus efficaces.

Traitements des pépinières

Ce traitement devra se faire au Bromure de Méthyle de préférence à toute autre méthode.

Utiliser le Dowfume M C 2 et suivre les recommandations suivantes :

.... /

- Labourer l'aire à traiter à 30 cm et briser les grosses mottes;

- si le sol est très sec, l'arroser quelques jours avant ;

- traiter par bandes de 10 m² recouvertes d'une bâche de polyéthylène exempte de perforation et soutenue par tout objet dépourvu d'aspérités ;

- enterrer le bord de la bâche sur tout son pourtour en faisant passer dessous le tuyau relié à l'appareil perforateur. L'extrémité libre de ce tuyau devra reposer sous la bâche dans un récipient plat placé à la partie la plus haute de la surface à traiter ;

- appliquer le traitement en dehors des heures chaudes de la journée;

- laisser la bâche en place 48 heures. Passé ce délai, les semis peuvent en principe être effectués aussitôt. Pour plus de sécurité on pourra retourner le sol et le laisser s'aérer 24 heures. On peut rabattre la bâche sur un de ses côtés pour traiter la bande voisine. Les consignes de sécurité indiquées par le fabricant devront être suivies scrupuleusement.

Le Dowfume M C 2 contient d'ailleurs une certaine proportion de Chloropicrine qui sert d'agent avertisseur au cas où une fuite de gaz se produirait, et moyennant un certain nombre de précautions, il peut être utilisé sans danger.

En attendant que le Dowfume M C 2 soit disponible, on devra traiter les semis au D D ou à l'E D B aux doses indiquées plus haut (cf. page 71).

Le vapam pourrait également être utilisé, mais des essais devraient d'abord être effectués pour contrôler son efficacité sur les nématodes.

.... /

Terrains de culture -

Malgré le traitement systématique des pépinières, la désinfection de ces terrains sera peut-être nécessaire sur les bourrelets^{ou/} dans les zones sableuses, lorsque l'inondation n'a pas été suffisante pour éliminer les nématodes.

La reconversion éventuelle en tabac flue-cured ("Virginie") nécessitera des terres le moins riche possible en azote. Il faudra alors envisager une rotation culturale avec Cenchrus ciliaris. Cette graminée doit pousser facilement sur les bourrelets. Sa venue sera plus difficile dans les bas-fonds où le sol est plus lourd mais ces zones sont le plus souvent exemptes d'infection et le seront de plus en plus si les plants de repiquage sont sains.

L'Antaque, plante sensible à Meloidogyne javanica et à M. incognita acrita devra être proscrite de ces rotations.

On pourra également envisager des traitements nématicides dans les zone très infestées. Le D D ou l'E D B seront utilisés aux doses indiquées plus haut (cf. pages 67-68). Si de très grandes surfaces doivent être traitées, ces produits peuvent être injectés à l'aide d'appareils tractés, mais ces appareils sont délicats à mettre au point et se détériorent très vite en raison de la nature corrosive des produits nématicides. Une main d'oeuvre abondante et peu onéreuse supplée avantageusement à ces appareils.

.... /

IV - C o n c l u s i o n

Malgré la brièveté du séjour effectué à Madagascar, il a donc été possible de se rendre compte des données du problème Meloidogyne sur tabac. Ce problème se pose avec une acuité différente selon les régions. De plus, à l'intérieur de chaque région, les infestations sont parfois irrégulières, mais le problème n'est nulle part absent.

Si la présence des nématodes est décelée depuis longtemps, si leur gravité est reconnue, si enfin les spécialistes du tabac dans la Grande Ile sont unanimes à reconnaître la nécessité de les combattre, aucune politique de lutte n'a encore été mise sérieusement en pratique.

Il est désormais possible en joignant les efforts des services du Ministère de l'Agriculture, des instituts de recherche et de la Mission des Tabacs, de mettre en route une campagne de lutte contre ces parasites basée sur les observations et les recommandations consignées dans ce rapport, quitte à corriger, en fonction de l'expérience acquise au contact des réalités locales, les modes d'application.

Le but est de parvenir à faire rentrer les méthodes de lutte dans la routine, **comme** c'est le cas et toutes proportions gardées, dans des pays tels que les Etats-Unis ou le Sud de l'Afrique.

L'exemple de ces pays montre que ces méthodes sont hautement rentables. Leur mise en oeuvre à Madagascar peut laisser espérer une substantielle amélioration de production, en quantité et en qualité.

En culture artisanale, cette amélioration contribuerait au relèvement du niveau de vie des cultivateurs.

..... /

En culture industrielle, elle permettrait peut-être l'ouverture plus facile de nouveaux marchés, objectif de première importance à l'heure où l'économie malgache cherche de nouveaux débouchés pour ses produits.

o o 0 o o

B i b l i o g r a p h i e

- Anonyme, 1963. Annual report of the secretary for agricultural technical service 1961-62.
Pretoria, Govern. Printer, 102 pp.
- BOSSER J., 1956. Considérations sur les plantes de couverture, engrais verts, plantes fourragères en pays intertropicaux et plus particulièrement à Madagascar.
Inst. Rech. sci. Madag. , Vol. hors série, 59 pp.
- BOURIQUET G., 1946. Les maladies des plantes cultivées à Madagascar.
Paris, Paul Lechevalier ; Encycl. mycol., vol.12, 546 pp.
- BOURIQUET G., 1954. L'étude des nématodes nuisibles aux plantes cultivées dans les territoires français d'outre-mer.
Agron. trop. Nogent, 2 , 84.
- BRENIERE J., 1959. Les insectes nuisibles au tabac à Madagascar.
Inst. Rech. agron. Madagascar, Bull. n°3, 102-146.
- DAULTON R. A. C., 1957. Soil treatment for weed and eelworm control.
Tobac. Res. board. Rhodesia Nyasaland, Bull.6, 15-19.
- DAULTON R. A. C., 1962. Survey of land use and Plant Parasitic Nematode Control practices in the southwestern flue-cured tobacco area of Rhodesia.
Rhod. agric. J., 59, 216-217.

..... /

- DAULTON R. A. C., 1963. The behaviour and control of the root-knot nematode Meloidogyne javanica in tobacco as influenced by crop rotation and soil fumigation practices.
Proc. 3rd World Tobac. Sci. Congr., Salisbury, 1963.
- DAULTON R. A. C., 1964. Effect of soil fumigation on tobacco in Southern Rhodesia.
Biokemia, 5, 10-15.
- GRAHAM T. W., 1951. Nematode root-rot of tobacco and other plants.
S. Carol. agric. Exper. Sta. Bull. 390, 25 pp.
- GUIRAN G. de, 1960. Etude comparative de la pénétration des larves de Meloidogyne javanica (Treub, 1885) Chitwood, 1949 et de Meloidogyne incognita acrita Chitwood, 1949, dans les racines des plantes hôtes et non hôtes. Résultats préliminaires.
Meded. Landbouoges. Gent., 25, 1047-1056.
- JENKINS Jr. S.F., DUKES P.D. & THOMPSON S.S., 1963. Flue cured tobacco diseases in Georgia 1959-1962.
Pl. Dis. Rep. , 47, 96-98.
- LUC M., 1959. Nématodes parasites ou soupçonnés de parasitisme envers les plantes de Madagascar.
Inst. Rech. agron. Madagascar, Bull. n° 3, 89-101.
- LUCAS G. B., 1958. Diseases of tobacco
Scarecrow Press Edit., New York, 498 pp.
- RITTER M. & SCOTTO LA MASSESE C., 1963. Valeur nématicide du N-Méthylcithiocarbamate de Na et du Méthylisothiocyanate dans les conditions de cultures méditerranéennes.
Meded. Landbouoges. Gent., 28, 649- 662.
- TODD F. A. & BENNETT R. R., 1957. Nematode control and tobacco production.
N. Carol. agric. Ext. Serv., Ext. Circ. n° 409, 15 pp.

o o 0 o o
o 0 o
0

Nématodes parasites du bananier

dans la région de Tamatave

Au cours d'une tournée effectuée dans la région de Tamatave, il nous a été donné, grâce à M. Trupin, Directeur de l'I.F.A.C à Madagascar, et guidé par son Adjoint, M. Robin, de visiter un certain nombre de plantations de bananiers.

La culture du bananier en vue de l'exportation des fruits est en effet récemment apparue sur la Côte Est, et tend actuellement à se développer. Les plantations groupées aux environs de Tamatave où se fait l'embarquement sont réparties le long des routes de Fénériver au Nord, et de Brickaville au Sud, ainsi que dans les parties basses des vallées côtières.

Les plantations suivantes ont été visitées :

- | | |
|-------------------------|--|
| - Vallée de l'Ivoloina | Station I F A C
Plantation NATIVEL |
| - Route de Brickaville | Plantations CHAN KWAI CHUNG
ENITA
LOUTE
ERICA |
| - Embouchure de l'Onybe | Plantations CHETAIL
IFAC |

Les pieds échantillonnés appartenait principalement à la variété Poyo. Quelques échantillons ont également été prélevés au pied de variétés Petite Naine, Lakatan et d'une "Sélection" locale (Americany).

Les échantillons récoltés ont été traités au laboratoire provisoire de Tananarive. La terre a été passée à l'éluutriateur de Seinhorst.

En l'absence d'asperseurs, les échantillons de racines ont été traités de deux manières : une petite partie en a été colorée au lactophenol-fuchsine acide, puis

..... /

		Radopholus similis	Mesotylus taomasinae	Pratylenchus coffeae	Helicotylenchus sp.	Rotylenchulus reniformis	Tylenchus sp.	Meloidogyne sp.*	Criconemoides n. sp.
I F A C	1	1.100			+		2.500	1.200	
	2			800			800	3.800	
	3	200		+	100	5.400	500	2.200	100
NATIVEL	4	13.400	1.000		2.200	1.200	400	8.000	200
CHAN	5			500	100			100	
	6	200			1.400			1.600	100
	7	1.800			600				
ENITA	8				100	7.200	300	2.200	
	9				600	16.800		2.900	
LOUTE	10	300	1.700		10.900	300	100	2.400	
ERICA	11	900	1.500		200		400	900	
Chetail	12				700	2.300		3.400	
	13			100	500			700	
	14				100	3.500		1.500	
IFAC Onybé	15	1.100							

* juvéniles 2ème stade.

+ traces.

chiffres correspondant au nombre d'individus par litre de sol.

TABLEAU 1 - Nématodes contenus dans les sols de bananeraie de la région de Tanatave.

disséquée sous le stéréomicroscope. Le reste de l'échantillon a été broyé au "Mixer" technique dont les résultats ne sont pas d'une grande précision, et ont pour cela été traduits par une échelle d'appréciation de 1 à 7.

Les espèces observées.

De l'ensemble de ces échantillons les espèces suivantes ont été retirées :

- Criconemoides n. sp.
- Helicotylenchus cf. africanus (Micolatzky, 1916)
Andrassy, 1958
- H. cf. erythrinae (Zimmermann, 1904) Golden, 1956
- H. cf. multinctus (Cobb, 1893) Golden, 1956
- Meloidogyne arenaria (Neal, 1889) Chitwood, 1949
- Mesotylus taomasinae de Guiran, 1963
- Pratylenchus coffeae (Zimmermann, 1898) Filipjev &
Schuurmans Stekhoven 1941
- Radopholus similis (Cobb, 1893) Thorne 1949
- Rotylenchulus reniformis Linford & Oliveira, 1940
- Tylenchus sp.

Le tableau 1 donne la répartition des espèces dans les échantillons de sol, le tableau 2 dans les échantillons de racines.

Un premier groupe de trois espèces peut tout d'abord être considéré ensemble, ce sont : Radopholus similis, Pratylenchus coffeae et Mesotylus taomasinae.

Nous renvoyons, en ce qui concerne les données générales sur le parasitisme envers le bananier des formes endoparasites (Pratylenchus, Radopholus) ainsi que celui des autres espèces de nématodes, aux études réalisées dans l'Ouest africain (Luc & Vilardebo, 1961) et aux Iles Canaries (de Guiran et Vilardebo, 1962).

.... /

Rappelons simplement que R. similis et P. coffeae sont deux parasites graves du bananier qui vivent et se reproduisent dans des cavités creusées dans l'épaisseur du cortex des racines et provoquent de très importants dégâts consécutifs à l'affaiblissement du système racinaire des plants attaqués.

Mesotylus taomasinae a été rencontré pour la première fois dans les bananeraies de la région de Tamatave. Le genre Mesotylus a d'ailleurs été créé pour recevoir cette espèce et une espèce parasite de la vigne dans le midi de la France, alors en cours de description.

Rien n'était évidemment connu de la biologie de ce parasite. Toutefois, nous l'avons groupé avec R. similis et P. coffeae car il a été rencontré dans des lésions identiques à celles provoquées par ces deux espèces. Il est donc certain qu'il soit endoparasite et probable qu'il possède les mêmes caractéristiques biologiques que les deux autres, et provoque les mêmes dégâts. Il serait toutefois très intéressant d'effectuer une étude expérimentale visant à préciser les aspects du parasitisme de M. taomasinae envers le bananier.

Du point de vue de la répartition des espèces, on remarque que R. similis est présent dans l'un au moins des échantillons prélevés sur chacune des plantations examinées. En effet, si dans certaines plantations (ENITA, CHETAIL), il n'a pas été trouvé dans le sol, il était par contre présent dans les racines. Les taux de populations dans le sol sont en général moyens, toutefois le taux de 13.400 au litre de sol rencontré sur la plantation NATIVEL peut être considéré comme très élevé. Dans les racines il a parfois été rencontré de très fortes infestations (Nativel, Chan, I F A C, Onybé).

.... /

Pratylenchus coffeae semble peu répandu. Il n'a été rencontré que dans trois plantations sur huit, et à des taux assez faibles. Les tableaux 1 et 2 semblent indiquer une certaine proportionnalité inverse entre les taux de P. coffeae et de R. similis. Les échantillons sont évidemment trop peu nombreux pour que cette affirmation soit valable, mais il serait néanmoins intéressant de vérifier un plus grand nombre de comptages, si ces deux espèces ne s'excluent pas mutuellement.

Mesotylus taomasinae étant une espèce jusqu'alors inconnue, il est difficile de porter une appréciation sur les niveaux de populations qui ont été rencontrés. Il semble assez répandu, ayant été rencontré dans cinq plantations sur huit. Il ne semble pas y avoir d'incompatibilité entre M. taomasinae et R. similis.

Origine des espèces endoparasites

En dehors de cette région, R. similis, n'a été rencontré à Madagascar qu'à l'état de traces dans une vanilleraie proche d'Antalaha. Encore n'était-il probablement pas en relation avec le vanillier.

Il n'est donc certainement pas préexistant à l'état endémique dans l'Ile, mais y a probablement été introduit avec du matériel végétal infecté. Son extension dans la zone bananière de Tamatave suggère que cette introduction se soit faite par l'intermédiaire des rejets importés en vue de la mise en place des plantations. Le même phénomène avait dû se produire dans la région d'Antalaha.

Pratylenchus coffeae est, lui, plus répandu à Madagascar. Luc (1959), l'avait rencontré à Nossi-Bé dans des racines de caféier, mais il peut s'agir d'une race biologique différente de celle parasitant le bananier.

.... /

Nous l'avons également trouvé à plusieurs reprises dans des racines de bananiers poussant en bordure des plantations de vanillier de la région d'Antalaha. Il devait donc préexister à Madagascar sur les bananiers utilisés pour la consommation locale et s'être répandu dans certaines plantations à la faveur de l'utilisation des variétés locales pour leur établissement.

Mesotylus taomasinae avait de fortes chances d'être passé de la végétation spontanée locale sur le bananier puisque sa présence n'avait été jusqu'ici décelée nulle part ailleurs. La faune nématologique associée au bananier est en effet bien connue dans les différentes régions où cette plante est cultivée et il est impossible que ce parasite fût passé inaperçu.

Nos recherches se sont tournées vers le Ravenala (Ravenala madagascariensis Gmel.), plante appartenant comme le bananier à la famille des Musacées et poussant en abondance à l'état spontané dans la région. Une analyse de sol prélevé au voisinage des racines de cette plante avait en effet révélé des traces de M.taomasinae. L'analyse ayant été faite en même temps que celles des échantillons de bananier, il aurait pu s'agir d'individus restés sur les tanis lors de précédentes extractions. Pour dissiper toute équivoque à ce sujet, nous nous sommes fait envoyer à Abidjan des échantillons de racines de Ravenala et de terre avoisinante qui ont été prélevés sur différents types de sol dans la région de Tanatave et expédiés par les soins obligeants de M. Robin. Les racines ont ainsi pu être traitées à l'aspersion qui permet de récupérer plus complètement les nématodes inclus dans les tissus. Les racines de Ravenala, très grosses et très lignifiées peuvent en effet difficilement être disséquées sous la loupe après coloration.

Aucun Mesotylus taomasinae n'a été rencontré dans les échantillons de sol; par contre, dans un échan-

tillon prélevé dans la vallée de l'Ivondro, les racines en contenaient quelques individus.

Il est donc établi que M.taomasinae parasite le *Ravenala* dans la région de Tamatave. Il est certainement passé sur le bananier lors de l'installation de cette culture sur des terres de *Ravenala* récemment défrichées.

-:-:-

Parmi les autres espèces rencontrées, celles appartenant au genre Helicotylenchus présentent le plus d'intérêt.

Ces nématodes qui provoquent sur les racines de bananier de petites lésions superficielles sont en général considérées dans les bananeraies comme des parasites de second plan, l'essentiel des dégâts étant causé par les endoparasites migrants (Radopholus, Pratylenchus, etc..). Toutefois, dans les zones où ils sont prédominants, ils peuvent provoquer des pertes de rendement très sensibles. L'espèce la plus répandue sur bananier est H. multicinctus. Elle est considérée comme la plus dangereuse, pouvant atteindre dans le sol des populations de 100.000 individus au litre de sol et même davantage (Luc & Vilardebo, 1961). Aux Canaries, H. africanus peut également atteindre des niveaux de population assez importants de l'ordre de 50.000 au litre de sol (de Guiran et Vilardebo, 1962), mais on est encore peu renseigné sur la part de responsabilité de cette espèce dans les dommages causés aux bananiers aux Canaries.

Dans la région de Tamatave, si les Helicotylenchus semblent assez répandus, ils ne paraissent pas atteindre de fortes populations ; le chiffre maximum observé est de 10.900 individus par litre de sol. Quant à leur détermination spécifique, déjà très délicate en raison de la situation systématique très confuse du genre, elle semble ici être encore plus difficile : Nous avons en effet trouvé dans un seul échantillon tous les types de profils d'extrémité postérieure : depuis le profil arrondi d'H. multicinctus jusqu'à l'

... /

extrémité allongée munie d'une pointe longue et mucronée d'H. africanus en passant par le type H. erythrinae. Nous avons donc énuméré ces trois espèces sous toute réserve dans la liste des nématodes associés aux bananiers, mais il est clair que la question devra être étudiée de plus près une fois la systématique du genre mise en ordre.

A. Vilardebo qui a effectué en 1964 une mission à Madagascar et étudié un plus grand nombre d'échantillons, estimait après un premier et rapide examen que H. multincinctus n'était pas présent à Tamatave, mais que par contre une des espèces se rapprochait beaucoup d'H. erythrinae (in litt.)

Meloidogyne semble assez répandu au vu du nombre de larves extraites des échantillons de sol. Mais ces larves peuvent provenir de femelles ayant parasité des racines de plantes adventices et on ne peut se baser sur ces chiffres pour conclure à de fortes attaques de Meloidogyne sur bananier. Ces attaques se manifestent d'ailleurs par des symptômes facilement reconnaissables : la présence de galles caractéristiques sur les racines. Dans deux plantations nous avons observé ces symptômes sur de jeunes racines. Les galles étaient parfois craquelées en surface avec un début de nécrose des tissus.

Dans les deux cas, les femelles extraites des racines ont été déterminées comme Meloidogyne arenaria. Mais il est très probable que d'autres espèces existent sur bananier dans cette région.

Les Meloidogyne sont d'ailleurs rarement prédominants en bananeraies, leur pullulation étant généralement limitée par l'action des endoparasites migrants.

Rotylenchulus reniformis, trouvé dans la moitié environ des échantillons de sol n'a à notre connaissance jamais été signalé sur bananier. Les chiffres donnés se rapportent aux femelles préadultes, mâles et juvéniles qui sont les formes libres du parasite. Les femelles adultes qui vivent fixées sur les racines, n'ont par con-

tre été observées dans aucun des échantillons de racines examinés après coloration. Il est donc probable que sur la Côte Est, R. reniformis soit associé, non pas au bananier, mais aux plantes adventices poussant dans les plantations.

-:-:-

L'espèce de Tylenchus rencontrée ici n'a pas été déterminée, la systématique du genre étant des plus confuses. Il ne semble pas d'ailleurs que l'on doive attacher une grande importance économique à ces nématodes dont le parasitisme n'a pas été jusqu'ici prouvé de façon nette.

L'espèce de Criconemoides, probablement nouvelle, a été également trouvée dans la région d'Antalaha, au voisinage des racines de vanillier. Sa rareté, et le petit nombre d'individus trouvés dans chaque échantillon, ne permettent de tirer aucune conclusion quant à son parasitisme éventuel envers le bananier.

-:-:-

Le caractère essentiel des peuplements nématologiques dans les bananeraies de la Côte Est, apparaît être, après ce premier examen, leur richesse en espèces endoparasites migratrices (Radopholus similis, Mesotylus taomasinae, Pratylenchus coffeae). C'est la première fois que l'on constate la présence dans une même plantation, parfois sur le même bananier, de trois différents nématodes de ce type.

Dans les autres régions de grande culture, en effet, une espèce domine en général très largement : R. similis en Afrique de l'Ouest et en Equateur, Pratylenchus goodeyi aux Canaries etc

.... /

Faut-il du fait de la présence de ces trois espèces, considérer la situation des bananeraies de la Côte Est comme grave ?

Au moment de notre passage, l'état sanitaire global des bananeraies ne semblait pas alarmant ; nulle part nous n'avons vu de bananiers ayant leur système racinaire presque entièrement détruit comme cela s'observe dans les régions où cette culture est pratiquée depuis longtemps sans traitements nématicides. Cet état est sans doute lié à la jeunesse des plantations malgaches, dont la plus âgée que nous ayons visitée n'avait que six ans.

On peut également considérer que la fréquence sinon égale, du moins comparable, de ces trois espèces est également due au caractère récent de la culture bananière dans cette région ; l'une de ces trois espèces n'aurait pas eu le temps d'établir sa prédominance sur les deux autres.

Enfin, cette jeunesse des plantations se reflète dans les résultats des comptages : si l'on rencontre toujours au moins une et fréquemment plusieurs espèces dangereuses, si certaines sont même parfois très abondantes, le niveau des populations paraît en général moyen. Cela est surtout visible pour les Helicotylenchus.

Le danger dans les bananeraies malgaches, apparaît surtout potentiel. Il est à craindre en effet qu'avec le temps, une ou plusieurs des espèces présentes ne prennent un grand développement. Les dégâts dus à la moindre résistance à la **sécheresse** ne seraient pas à craindre dans une région où il tombe 3 m 50 de pluie par an répartis à peu près uniformément sur toute l'année, mais il pourrait se produire d'importantes baisses de rendement.

En vue de les prévenir, il serait nécessaire d'étudier dès à présent les modalités d'application des traitements nématicides dont on sait que, rentrés dans la

.... /

routine de la culture bananière dans l'Ouest Africain, ils y ont apporté de substantielles augmentations de production.

Il sera en effet nécessaire d'adapter les méthodes de traitements employés dans d'autres pays aux conditions locales, entre autres au régime des pluies et aux sols de la région de Tamatave dont certains, de type alluvionnaire, sont très lourds et ne faciliteront pas l'emploi des fumigants. L'expérience acquise par l'I F A C dans ce domaine permettra certainement de venir à bout de ces difficultés et empêchera que la jeune production bananière malgache, qui cherche à s'ouvrir des marchés internationaux, ne subisse en plus du handicap de l'éloignement les méfaits de parasites dangereux lorsqu'on sous-estime leur importance.

B I B L I O G R A P H I E

GUIRAN G. de & VILARDEBO A., 1962. Le bananier aux Iles Canaries. IV. Les Nématodes parasites du bananier. Fruits, 17, 263-277.

GUIRAN G. de , 1963. Mesotylus : nouveau genre de Pratylen chineae (Nematoda : Tylenchoidea). Nematologica, 9 , 567-575.

LUC M., 1959. Nématodes parasites ou soupçonnés de parasitisme envers les plantes de Madagascar. Bull. Inst. Rech. agron. Madagascar, 3 , 89-102.

LUC M. & VILARDEBO A., 1961. Les nématodes associés aux bananiers cultivés dans l'Ouest africain. Fruits, 16, 205 - 219, 261-279.

o o O o o

NEMATODES ASSOCIES A LA CANNE A SUCRE

---:---

A la faveur de déplacements effectués dans l'Ile, des échantillons de sol ont été prélevés au voisinage de cannes à sucre dans les régions suivantes ;

- Côte Est (région de Tamatave et de Brickaville)
- Nossi-Bé
- Hauts Plateaux

Sur la Côte Est et à Nossi-Bé, il s'agissait de cultures à grande échelle destinées à l'exploitation industrielle. Sur les Hauts Plateaux, les prélèvements ont été effectués dans des champs de petites dimensions destinés à la production de "canne de bouche".

Les échantillons ont été analysés qualitativement, les champs visités étant trop peu nombreux pour permettre un travail quantitatif valable.

Les nématodes suivants ont été retirés des échantillons de sol :

Côte Est :

- Criconemoides n. sp.
- Helicotylenchus cf. dihystra (Cobb, 1893) Sher, 1961
- Helicotylenchus cf. erythrinae (Zimmermann, 1904) Golden, 1956
- Hemicycliophora cf. membranifer Micoletzky, 1925
- Hoplolaimus seinhorsti Luc, 1958
- Meloidogyne sp. (juveniles 2° stade)
- Pratylenchus zeae Graham, 1951
- Pratylenchus cf. coffeae-brasiliensis Lordello 1956

.... /

Tylenchorhynchus martini Fielding 1956
Tylenchus sp.
Xiphinema spp. (dont une espèce nouvelle)
Xiphinemella sp.

Nossi-Bé :

Helicotylenchus cf. dihystra
Meloidogyne sp.
Pratylenchus zeae
Scutellonema brachyurum (Steiner, 1938) Andrassy,
1958
Tylenchorhynchus martini
Tylenchus sp.
Xiphinema elongatum Schuurmans-Stekhoven &
Teunissen, 1938

Hauts-Plateaux :

Helicotylenchus cf. dihystra
Meloidogyne sp.
Pratylenchus zeae
Tylenchus sp.
Xiphinema brevicolle Lordello & Da Costa, 1961

La canne à sucre est toujours accompagnée par un cortège de nématodes phytoparasites dont l'importance pathologique est inégale. Dans la liste ci-dessus, nous distinguerons ainsi certaines espèces dont le rôle pathogène envers la canne a été établi ou dont les caractéristiques biologiques peuvent avoir une influence sur l'état sanitaire de cette culture.

On constate tout d'abord que Pratylenchus zeae est présent dans toutes les régions visitées. On sait que les Pratylenchus creusent, dans l'épaisseur du cortex des racines, des cavités où ils vivent et se reproduisent. Outre

..... /

les troubles qui en résultent pour le fonctionnement du système racinaire, les lésions ainsi provoquées peuvent constituer des portes d'entrée pour divers autres parasites (champignons, bactéries) et favoriser ainsi le développement de graves epiphyties.

Le parasitisme et le rôle pathogène de P. zeae envers la canne a été démontré (Khan, 1959), les lésions décrites ci-dessus aboutissant à un retard de croissance de la partie aérienne.

Dans l'Océan Indien, cette espèce semble assez répandue : Williams (1963) signale son abondance dans la plupart des champs de canne de l'Ile Maurice, et nous l'avons retirée d'échantillons de sol prélevés sur cette culture dans l'Ile de la Réunion.

Tylenchorhynchus martini est également un parasite connu de la canne à sucre. Les travaux de Birchfield et Martin, 1956, ont prouvé sa pathogénicité envers la canne en Louisiane où il est particulièrement abondant. A Madagascar, il est présent dans les principales zones de production puisque nous l'avons trouvé sur la Côte Est et à Nossi-Bé et que Luc (1959) l'avait précédemment rencontré à Ambilobe.

La canne à sucre est un hôte de Meloidogyne qui peut occasionner sur cette culture des diminutions de rendement. Dans les champs examinés, ce parasite devait exister de façon diffuse car, si nous avons trouvé des larves dans le sol, nous n'avons pas constaté la présence de galles sur les racines. Toutefois, il se pourrait que lorsque le milieu est plus favorable à sa pullulation (sols sableux), Meloidogyne puisse prendre localement plus d'importance et causer quelques dégâts.

La présence de deux espèces de Xiphinema dans la région de Brickaville mérite également d'être relevée. Ces

.... /

deux espèces ont été isolées au voisinage de pieds atteints de "Stries chlorotiques", maladie à virus transmise par le sol. Or les nématodes du genre Xiphinema ont été, dans de nombreux cas, reconnus comme responsables de la transmission de viroses végétales. Il y aurait donc une possibilité pour que l'un ou l'autre de ces Xiphinema, voire une autre des espèces de nématodes présents, jouent un rôle dans la propagation des stries chlorotiques.

-:--:-

Il existe donc, de par la présence de ces espèces un problème "nématodes" sur la canne à sucre à Madagascar. Pour en évaluer l'étendue et la gravité, un plus grand nombre d'analyses devront être effectuées et leurs résultats, ayant cette fois un caractère quantitatif, comparés avec les rendements obtenus.

Ces analyses, jointes à des expériences d'infestations artificielles, permettront également de juger de l'importance des autres espèces de nématodes rencontrés, dont on ne peut savoir à priori dans quelle mesure elles affectent la canne.

Des essais de traitements nématicides peuvent également être mis en place dans un terrain infesté pour voir dans quelle mesure les rendements peuvent être améliorés en supprimant l'action prédatrice des nématodes.

Des analyses ont été effectuées sur le sol des parcelles de la station d'essais de l'Ivoloina plantées en cannes à sucre en vue de déterminer leur aptitude à recevoir un tel essai nématicide.

Ces parcelles contenaient dans l'ensemble une faune assez pauvre et non caractéristique de la canne à sucre qui y était installée depuis trop peu de temps.

Seule la parcelle de collection, plantée en cannes depuis trois ans et qui contenait :

..... /

300 *Pratylenchus zeae*
500 *Tylenchorhynchus martini*
et 11.600 *Helicotylenchus cf. dihystra*

par litre de sol, présentait un intérêt à ce point de vue. Mais le sol très lourd de cette parcelle, empêchant la diffusion des produits nématicides, la rend impropre à recevoir de tels essais.

Il est donc préférable d'attendre qu'un peuplement nématologique en relation avec la canne à sucre se soit suffisamment développé sur les autres parcelles, après que cette culture y aura été pratiquée pendant quelques années, pour y effectuer ces essais.

Des recherches sur le rôle des nématodes dans la pénétration de divers champignons ou bactéries pathogènes à l'intérieur des racines, ainsi que sur celui des Xiphinema dans la transmission des stries chlorotiques pourraient également être entreprises avec intérêt.

B I B L I O G R A P H I E

BIRCHFIELD W. & MARTIN W.J., 1956

Pathogenicity on sugar cane and host plant studies of a species of Tylenchorhynchus.
Phytopathology, 46, 277-279.

KHAN S.A., 1959.

Pathogenic effects of Pratylenchus zeae on sugar cane.
Phytopathology, 49, 543.

L U C M. 1959

Nématodes parasites ou soupçonnés de parasitisme envers les plantes de Madagascar.
Bull. Inst. Rech. agron. Madagascar, 3, 89-102.

.... /

WILLIAMS J.R. 1963

Investigations in Mauritius on the soil inhabiting
nematodes associated with sugar cane.

Proc. 11th Congr. int. Sug. Cane Techn., Mauritius
1962, 717-722.

o o 0 o o
o 0 o
0