

## LE PROBLÈME MELOIDOGYNE SUR TABAC A MADAGASCAR

PAR

G. DE GUIRAN \*

### RÉSUMÉ

*Au cours d'une mission effectuée par l'auteur en 1963 à Madagascar, le problème Meloidogyne sur tabac a été plus particulièrement abordé.*

*Ce problème se présente différemment dans les différentes régions de la Grande Ile.*

*Sur les Hauts Plateaux, où se pratique une culture artisanale sur des surfaces réduites, les terrains de culture sont très infestés, principalement par *M. javanica*.*

*Sur la côte ouest, région de culture industrielle, ce sont surtout les pépinières qui sont atteintes. Les plants de pépinière parasités transportent l'infection dans les terres de décrue (« baibohos ») où ils sont repiqués. Dans les parties basses des baibohos, où le sol est lourd, l'infection reste très limitée. Mais, dans les parties hautes (bourrelets) où le sol est sableux, cette infection se développe rapidement, occasionnant parfois de graves dégâts. L'inondation annuelle suffit généralement à éliminer l'infection. *M. incognita* a surtout été trouvé sur la côte ouest.*

*Différents moyens de lutte sont envisagés, consistant en traitements chimiques ou en rotations culturales pour lesquelles plusieurs plantes ont été testées vis-à-vis des souches de Meloidogyne prélevées dans les différentes régions de l'île.*

*Sur les Hauts Plateaux, outre les traitements appliqués aux pépinières, les terrains de culture devraient être, soit traités à l'E.D.B. ou au D.D. à l'aide d'un pal injecteur, soit soumis à des rotations culturales pour lesquelles différentes plantes sont proposées, en particulier l'arachide et *Eragrostis curvula* souche Ermolo.*

*Sur la côte ouest, les pépinières devraient être systématiquement traitées par le bromure de méthyle. Les bourrelets des baibohos où l'infestation persisterait d'une année sur l'autre, pourraient être soumis à une rotation culturale employant par exemple *Cenchrus ciliaris*. L'essai de variétés résistantes mises au point dans d'autres pays est également conseillé.*

### SUMMARY

*During a three months stay in Madagascar in 1963, the author studied the Meloidogyne problem on tobacco.*

*This problem presents itself differently in the different parts of the island.*

---

\* Laboratoire de Nématologie, Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé, B.P. 20, Abidjan (Côte d'Ivoire).

*In the Highlands, where tobacco is grown by peasant farmers tending individually small plots, fields were found to be heavily infested, mainly by *M. javanica*.*

*On the West Coast, where tobacco cultivation is practised on an industrial scale, especially seedbeds are infested, but spread of infection may occur when affected seedlings are transplanted later in the fields. These fields are established in low-lying areas (baibohos), which are naturally flooded in the rainy season, but fall dry progressively as the dry season advances. In the heavy soils of the lower parts of these areas the degree of infection remains low, but in the higher parts (bourrelets) with lighter, sandy soils infection may build up rapidly, sometimes causing heavy losses. The annual inundation of the terrain will normally suffice to eliminate infection. In this area mostly *M. incognita* is found.*

*Control methods are suggested, either by chemical means or by crop rotations including various crops tested against different *Meloidogyne* isolates sampled in different parts of the island.*

*In the Highlands, in addition to seedbed treatment, nematodes in tobacco fields should be controlled either by injecting E.D.B. or D.D. fumigant in the soil or by adopting crop rotations including different crops, especially groundnuts and love grass (*Eragrostis curvula*, Ermelo strain).*

*On the West Coast, seedbeds should be treated systematically with methyl bromide. In the higher parts of the baiboho, where nematode infection is liable to persist from one year to the other, crop rotation should be used including for example *Cenchrus ciliaris* as an alternative crop. Varieties of « fluecured » tobacco found resistant in other countries should be tried out.*

## INTRODUCTION

Les nématodes parasites du tabac ont été l'un des principaux problèmes abordés au cours d'une mission d'étude sur les nématodes phytoparasites effectuée par l'auteur à Madagascar en 1963.

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 phytosanitaire la plus grave 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 dépenses.

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 boursouflures caractéristiques provoquées sur les racines par ces parasites. Dans les régions subtropicales, les *Meloidogyne* sont pratiquement présents dans toutes les terres cultivées ou culti-

vables : 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 cultivée 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 *Meloidogyne*.

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 au « nématode des tiges » (*Ditylenchus dipsaci*), mais cette affection est limitée aux régions tempérées froides.

Le présent article traitera donc essentiellement du problème posé par *Meloidogyne* sur le tabac à Madagascar. On aura intérêt, avant d'en poursuivre la lecture, à consulter la mise au point rédigée par DE GUIRAN et NETSCHER (1970) où l'on trouvera, sur la biologie de ces parasites, les généralités qui éclaireront les données particulières à ce problème tel qu'il se pose dans la Grande Ile.

## I. — 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 œufs 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 perturbées. 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 plants de tabac atteints 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* (une femelle pond couramment de 500 à 1 000 œufs), 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. De graves dégâts n'apparaissent que lorsque le parasite s'est suffisamment multiplié et que la population a atteint un certain niveau dans le sol, ce qui ne se produit, en général, qu'après quelques années de culture. Dans les terrains très anciennement cultivés en tabac la population atteint généralement un niveau d'équilibre qu'elle ne peut dépasser faute de nourriture suffisante. Certaines années, cependant, cet équilibre peut être rompu sous l'effet de causes diverses (forte multiplication l'année précédente suivie d'une bonne conservation dans le sol entre les deux campagnes) et les jeunes plants de tabac trouvent dans le sol une population telle que leur croissance est stoppée et que la production est pratiquement nulle.

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 celui du témoin n'est que de 493 kg/ha, ce qui implique des pertes encore plus élevées que celles signalées plus haut.

Le total des pertes causées au tabac 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 nématicides soient appliqués à 56 % des surfaces 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 consécutif aux rotations anti-nématodes (LUCAS, 1957).

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

## II. — LE PROBLÈME *MELOIDOGYNE* SUR TABAC A MADAGASCAR

### A. — La culture du tabac dans la Grande Ile.

Deux systèmes de cultures du tabac étaient pratiqués à Madagascar en 1963 et se répartissaient 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 exploitent 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 « Bai-bohos », 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 donc 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 influe 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. 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.

Il a néanmoins 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 disponibles.

Sur les Hauts Plateaux, trois régions de culture du tabac 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. Il est néanmoins probable 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*. On a vu plus haut 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 œufs 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 tendaient 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 six 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'Ambatolampy 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 d'un à deux centimètres 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 des tabacs corsés par des tabacs à fumer risquerait 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 quatre à cinq 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 était 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 de 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 du Maryland peut s'expliquer par le fait que les semences sont généralement récoltées sur les pieds les plus vigoureux, donc ceux qui, a 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 risquait d'ailleurs de s'aggraver avec le remplacement progressif du Maryland qui était projeté.

Dans un échantillon prélevé à la station du SEITA, il a été déterminé une femelle de *Meloidogyne incognita*. 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'Ambalavao.*

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 « baibohos ». A l'époque de notre visite, les tabacs cultivés sur tanetys étaient en fin de cycle tandis que ceux cultivés sur baibohos venaient d'être repiqués. Nos observations ont donc surtout porté sur les cultures de tanetys.

Les cultures de tabacs corsés (tabacs à chiquer) tendaient à l'époque à être concentrées autour d'Ambalavao. On a vu que ces tabacs présentaient, 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.

Les observations n'ont pas permis d'établir un diagnostic aussi optimiste. Si certains champs étaient indemnes, de nombreux autres par contre, se sont révélés gravement attaqués.

On a pu compter, dans le sol avoisinant les racines d'un pied de tabac « Rambotana » 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 avec la même technique sont de 5 % environ (C. NETSCHER, comm. pers.).

Aux dires des spécialistes du tabac de la région d'Ambalavao, les attaques de *Meloidogyne* étaient de développement récent dans cette région.

Les échantillons prélevés à Ambalavao ne contenaient que *Meloidogyne javanica*, mais le développement d'attaques graves sur des variétés habituellement peu sensibles, suggère qu'une race physiologique particulièrement virulente de cette espèce était ici dans une phase de multiplication.

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 était trop restreint pour que l'on puisse en tirer une conclusion.

Par contre, un échantillon de terre prélevé sur baiboho contenait 3 650 *Pratylenchus* au litre de sol.

Certains *Pratylenchus* induisent, on l'a 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 parce qu'ils favorisent l'introduction de maladies bactériennes et cryptogamiques transmises par le sol : Wilt fusarien dû à *Fusarium oxysporum* 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 zae* Graham, 1951.

Dans une pépinière ont été également rencontrés quelques individus de *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.

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'œufs 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 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 quelques *Pratylenchus brachyurus*.

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.

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 d'un certain nombre de facteurs. Mais il semble que le problème ne soit nulle part absent.

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.

On est ici dans une zone de culture industrielle pratiquée en saison sèche sur terres de décrue (baibohos).

La variété Maryland était précédemment presque exclusivement cultivée. Au moment de cette enquête, on assistait à une tentative de reconversion en tabac « flue cured » (tabacs dits « de Virginie » : variétés White Gold et Hicks principalement).

Le tabac était à l'époque 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. Les 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.

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, 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*. D'autre part, parmi les plantes spontanées couvrant le sol des pépinières après que les derniers plants aient été enlevés, on a pu constater une prédominance de *Portulaca oleracea*, plante-hôte de *Meloidogyne*, qui contribue à maintenir le parasite dans le sol.

b) *Infestations aux champs.*

Les terrains de culture ou « baibohos » sont inondés en saison des pluies. Ceci est très important en ce qui concerne le problème *Meloidogyne*.

L'éclosion des œufs de *Meloidogyne* est inhibée dans un sol sec et peut reprendre, dans une certaine mesure, après réhumidification. La sécheresse du sol tend donc à conserver l'infestation. Dans un sol saturé d'eau, l'éclosion est également inhibée par le manque d'oxygène. Si ces conditions asphyxiques se prolongent, les embryons sont tués. Ce phénomène est sans doute responsable de la très importante baisse d'infestation presque constamment constatée après l'inondation d'un terrain.

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 effectuées dans ces parties basses ont confirmé cette impression.

Par contre les bourrelets sont en général constitués par un sol beaucoup plus sableux où les nématodes se multiplient beaucoup plus facilement. Lorsque des pieds de tabac 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 importants.

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 ont été signalés 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 Mampikony a été *M. incognita*. *M. javanica* est également présent mais moins fréquemment. Enfin, dans un prélèvement, *M. arenaria* a été déterminé.

En vue de régénérer les sols, certains producteurs plantent une année sur quatre, un engrais vert : l'Antaque (*Lablab niger* Medick. = *Dolichos lablab* L.). Cette plante est sensible à *M. javanica* et à *M. incognita* : des pieds d'Antaque prélevés dans une plantation portaient des galles et les infections expérimentales réalisées à Abidjan avec les souches de *M. javanica* et *M. incognita* en provenance de Madagascar se sont toutes révélées positives. 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 cultures 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 pourrait donc 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 ne 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-chloropropane, 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 même en

laissant un laps de temps suffisant entre le traitement et le repiquage, comme cela est pratiqué avec les autres nématicides 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'éthylène) 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.

On a également utilisé sur le tabac un mélange de D.D. et de 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 actifs l'un que l'autre envers ce parasite, l'emploi de l'un ou l'autre de ces produits en formulation simple semble suffisant.

Enfin, depuis quelques années ont vu le jour des produits organophosphorés ou de la famille des thiocarbamates, qui ont une action systématique et semblent doués d'une bonne efficacité. Leur emploi est cependant subordonné à des essais préalables.

#### *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 mourir d'inanition. En cultivant sur un sol infesté, pendant un temps suffisant, une plante non hôte du parasite, on arrivera à faire baisser sa population en dessous du niveau de pathogénie 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. Les plantes réunissant toutes ces conditions sont malheureusement 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. Il arrive parfois, en effet, qu'une femelle de *Meloidogyne* arrive à compléter son cycle sur une plante résistante et à pondre un certain nombre d'œufs. Les larves issues de ces œufs 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 toutes 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 œufs 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 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 œuvre des moyens matériels ou utiliser des doses de produits dont l'emploi dans les terrains de culture serait 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 problème qualitatif et non quantitatif.

En fait, la seule méthode efficace de traitement des pépinières par la chaleur consiste à injecter dans le sol de la vapeur sous pression. D'après DAULTON (1957), la pression doit être au minimum de 6 à 7 kg/cm<sup>2</sup>. Il faut que, dans les 30 premiers centimètres du 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 » d'une livre, permettant de traiter 10 m<sup>2</sup> de semis sous bâche de polyéthylène sans aucun transvasement. Le même dispositif 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 était déjà 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 & SCOTTO LA MASSESE, 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. — 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 de culture du tabac visitées dans l'île. 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 recoupements 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'œufs possible, ceci pour éviter de sélectionner, en ne faisant éclore qu'un petit nombre de masses d'œufs, une espèce ou un biotype de *Meloidogyne* qui ne représenterait pas l'ensemble du peuplement.

Les souches suivantes ont été testées :

— Une souche provenant de la région du lac Itasy, appelée souche « Ampefy ». Les femelles déterminées à partir de ces échantillons appartenaient à *Meloidogyne javanica* sauf une déterminée comme *M. incognita*.

— Deux souches provenant de la région d'Ambalavao, toutes deux déterminées comme *M. javanica*, et appelées respectivement « Ambalavao 1 » et « Ambalavao 2 ».

— Une souche provenant de la région d'Ambatolampy (*M. javanica*).

— Deux souches provenant de la région de Mampikony, toutes deux déterminées comme *M. incognita* et appelées « Mampikony 1 » et « Mampikony 2 ».

Les plantes suivantes, susceptibles de rentrer en rotation avec le tabac, ont été testées sur ces souches (liste dressée d'après les indications de J. BOSSER, botaniste O.R.S.T.O.M. et P. BAUDIN, phytopathologiste I.R.A.M.) :

— *Lablab niger* Medick = *Dolichos lablab*. L. (Antaque).

— Arachide (var. Mwitunde).

— *Brachyaria ruziziensis* Germain.

— *Cenchrus ciliaris* L.

— *Crotalaria fulva* Roxb.

— *Crotalaria grahamiana* Wight.

— *Eragrostis chloromelas* Stend.

— *Glycine javanica* L.

— *Melinis minutiflora* P.B.

— *Stylosanthes gracilis* H.B. & K.

Les tests ont été effectués 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 reste étant mis à l'extracteur à brouillard (asperseur de Seinhorst) pour comptage des larves sortant des racines. Une extraction à l'éluatriateur de Seinhorst a également été faite sur la terre de chacun des pots pour comptage des larves se trouvant dans le sol avoisinant les racines.

Les résultats de ces tests sont résumés dans le tableau figurant p. 203 et 204.

Deux espèces se dégagent tout d'abord : *Lablab niger* (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'œufs. Ces deux plantes doivent être proscrites a 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 œufs. 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 que quelques larves.

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'œufs.

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 « Ampefy » 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'était pas la variété Ermelo, seule résistante à *Meloidogyne javanica*. Des graines de la variété Ermelo (obligeamment fournies par R. A. C. DAULTON et P. VAN DER LINDE) testées avec la souche « Ampefy » et la souche « Ambalavao 2 », se sont révélées résistantes.

### 3. — MODE D'APPLICATION DES MÉTHODES DE LUTTE A MADAGASCAR.

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

Elles sont fondées, 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. 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.



Plantes testées	Souches de <i>Meloidogyne</i>	Examen des racines		Larves recueillies	
		Macroscopique	Microscopique	dans les racines	dans le sol
<i>Lablab niger</i> (Antaque)	Ampefy	Nombreuses galles	♀ ♀ adultes et œufs	× × ×	× × ×
	Ambal. 1	»	»	× ×	× ×
	Ambal. 2	»	»	× × × ×	× × × ×
	Ambatol.	»	»	× × × ×	× × × ×
	Mampik. 1	»	»	× × × ×	× × × ×
Mampik. 2	»	»	× × × ×	× × × ×	
Arachide	Ampefy	Négatif	Négatif	×	×
	Ambal. 1	»	»	0	0
	Ambal. 2	»	»	×	×
	Ambatol.	»	»	×	×
	Mampik. 1	»	»	×	×
Mampik. 2	»	»	×	×	
<i>Brachyaria ruziziensis</i>	Ampefy	Quelques petites galles	♀ ♀ immatures	×	× ×
	Ambal. 1	»	»	×	×
	Ambal. 2	Négatif	»	×	×
	Ambatol.	»	»	×	× ×
	Mampik. 1	»	Négatif	×	× ×
Mampik. 2	»	♀ ♀ adultes et œufs	× ×	× ×	
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Ampefy	Quelques très petites galles	Très rares ♀ ♀ immatures	×	0
	Ambal. 1	Négatif	Négatif	0	0
	Ambal. 2	»	»	×	×
	Ambatol.	»	»	×	× ×
	Mampik. 1	»	»	0	0
Mampik. 2	»	»	×	× ×	
<i>Crotalaria fulva</i>	Ampefy	Négatif	Négatif	×	×
	Ambal. 1	»	»	0	0
	Ambal. 2	»	»	0	×
	Ambatol.	»	1 ♀ immature	×	0
	Mampik. 1	»	Négatif	×	0
Mampik. 2	»	»	0	×	

× × Larves peu abondantes.

× Traces.

Plantes testées	Souches de <i>Meloidogyne</i>	Examen des racines		Larves recueillies	
		Macroscopique	Microscopique	dans les racines	dans le sol
<i>Crotalaria grahamiana</i>	Ampefy	Négatif	♀ ♀ immatures	0	×
	Ambal. 1	»	»	0	0
	Ambal. 2	»	»	0	×
	Ambatol.	»	»	×	0
	Mampik. 1	»	Négatif	0	0
	Mampik. 2	»	»	♀ ♀ immatures	0
<i>Eragrostis chloromelas</i>	Ampefy	Très légères galles	Nombreuses ♀ ♀ immatures		×
	Ambal. 1	Négatif	Négatif	0	0
	Ambal. 2	Quelques petites galles	♀ ♀ adultes et œufs	×	×
	Ambatol.	Négatif	Négatif	0	×
	Mampik. 1	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
	Mampik. 2	Négatif	Négatif	×	×
<i>Glycine javanica</i>	Ampefy	Négatif	Négatif	×	×
	Ambal. 1	»	»	0	0
	Ambal. 2	»	»	×	×
	Ambatol.	»	»	×	0
	Mampik. 1	»	»	0	0
	Mampik. 2	»	»	×	0
<i>Melinis minutiflora</i>	Ampefy	Nombreuses galles	♀ ♀ adultes et œufs	× × × ×	× × × ×
	Ambal. 1	»	»	× ×	× ×
	Ambal. 2	»	»	× × ×	× × ×
	Ambatol.	»	»	× × × ×	× × × ×
	Mampik. 1	»	»	× × ×	× × ×
	Mampik. 2	»	»	× × × ×	× × × ×
<i>Stylosanthes gracilis</i>	Ampefy	Négatif	♀ ♀ immatures	×	×
	Ambal. 1	»	Négatif	0	0
	Ambal. 2	»	»	0	0
	Ambatol.	»	♀ ♀ immatures	0	0
	Mampik. 1	»	Négatif	0	×
	Mampik. 2	»	»	×	×

× × × × Larves très abondantes.

× × × Larves moyennement abondantes.

× × Larves peu abondantes.

× Traces.

a) *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 si forte qu'elle supprime pratiquement toute production, on devra appliquer le traitement à toute la surface du terrain. Mais les larves ne migrant que lentement dans le sol, on peut le plus souvent se contenter de traiter les 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 m<sup>2</sup>. Si l'on traite seulement aux endroits de repiquage, on injectera 1,8 g de matière active 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.

*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 pérenne 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 cultivé *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 une teneur élevée du sol 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 pâturage.

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 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 subspontanée, 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 œuvre, avant la culture du tabac, devraient alors faire l'objet de divers essais agronomiques.

#### *Désinfection des semis.*

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

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 m<sup>2</sup> de semis (par exemple, le Dowfume M C 2 de 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'E.D.B. à raison de 18 à 24 g de matières actives au m<sup>2</sup>, 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 de tabac, combinée ou non avec d'autres traitements, devrait devenir une pratique courante sur les Hauts Plateaux.*

#### b) *Cultures de décrue de la Côte Ouest.*

Le problème essentiel est ici la désinfection des semis. Leur contamination par *Meloidogyne* 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'œuvre 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 bromure de méthyle en bombe 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 m<sup>2</sup> recouvertes d'une bâche de polyéthylène exempte de perforation et soutenue par tout objet dépourvu d'aspérité ;
- 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 passer 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 bromure de méthyle en bombe contient d'ailleurs généralement une très faible proportion de chloropicrine qui sert d'agent avertisseur au cas où une fuite de gaz se produirait et, certaines précautions étant prises, ce produit peut être utilisé sans danger.

Si le bromure de méthyle en bombe n'est pas disponible, on devra traiter les semis au D.D. ou à l'E.D.B. aux doses indiquées plus haut.

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.

Dans le cas d'une culture de tabac « flue cured » (Virginie), les terres doivent être le moins riche possible en azote. Il faudra alors envisager une rotation culturale avec *Cenchrus ciliaris* qui 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.

On aurait également intérêt à se procurer des semences de variétés de tabac « flue cured » résistantes aux *Meloidogyne* récemment mises au point aux Etats-Unis et en Afrique du Sud, et à les essayer sur les terres de décrue de l'ouest malgache.

*Lablab niger* (antaque), plante sensible à *Meloidogyne javanica* et à *M. incognita* devra être proscrite de ces rotations.

On pourra également envisager des traitements nématicides dans les zones très infestées. Le D.D. ou l'E.D.B. seront utilisés aux doses indiquées plus haut. 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'œuvre abondante et peu onéreuse supplée avantageusement à ces appareils.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME — 1963 — *Annual report of the secretary for agricultural technical service 1961-62*. Pretoria, Govt Printer, 102 p.
- 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. H.S., 59 p.
- BOURIQUET (G.) — 1946 — *Les maladies des plantes cultivées à Madagascar*. Paris, Paul Lechevalier ; *Encycl. mycol.*, vol. 12, 546 p.
- BOURIQUET (G.) — 1954 — L'étude des nématodes nuisibles aux plantes cultivées dans les territoires français d'outre-mer. *Agron. trop.*, *Nogent* 9, 84.
- BRENIERE (J.) — 1959 — Les insectes nuisibles au tabac à Madagascar. *Bull. Inst. Rech. agron. Madagascar* 3, 102-146.
- DAULTON (R. A. C.) — 1957 — Soil treatment for weed and eelworm control. *Bull. Tob. Res. Bd Rhod. Nyasald* 6, 15-19.
- DAULTON (R. A. C.) — 1962 — Survey of land use and Plant Parasitic nematode control practices in the south-western flue-cured tobacco area of Rhodesia. *Rhodes. J. agric. Res.* 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 p.
- 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. Landbouwhoges. OpzoekingsStns Gent* 25, 1047-1056.
- GUIRAN (G. de), NETSCHER (C.) — 1970 — Les nématodes du genre *Meloidogyne*, parasites de cultures tropicales. *Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Biol.*, n° 11, n° spécial Nématol., 151-185.
- JENKINS (S. F. Jr.), DUKES (P. D.), THOMPSON (S. S.) — 1963 — Flue cured tobacco diseases in Georgia 1959-1962. *Pl. Dis. Repr* 47, 96-98.
- LUC (M.) — 1959 — Nématodes parasites ou soupçonnés de parasitisme envers les plantes de Madagascar. *Bull. Inst. Rech. agron. Madagascar* 3, 89-101.
- LUCAS (G. B.) — 1958 — Diseases of tobacco. Scarecrow Press Edit., New York, 498 p.
- RITTER (M.), SCOTTO LA MASSESE (C.) — 1963 — Valeur nématicide du N-Méthylthiocarbamate de Na et du Méthylisothiocyanate dans les conditions de cultures méditerranéennes. *Meded. Landbouwhoges. OpzoekingsStns Gent* 28, 649-662.
- TODD (F. A.), BENNETT (R. R.) — 1957 — Nematode control and tobacco production. *N. Carol. agric. Ext. Serv., Ext. Circ.* 409, 15 p.