Complexe sol-racines : les ravageurs

Contrairement à beaucoup de plantes dont la culture souffre d'attaques de nombreux ennemis, l'ananas n'est la proie que d'un nombre restreint de ravageurs, mais chacun peut être de grande importance économique. On y trouve des arthropodes (insectes, acariens et myriapodes) et des nématodes.

LES ARTHROPODES

Insectes.

Parmi eux, les différentes espèces de cochenilles *Pseudococcidae*, inductrices du Wilt, ont le plus d'importance. Les traitements de lutte contre cet insecte, donc indirectement contre le Wilt, sont maintenant connus. Pratiquement il n'est plus fait de recherches à l'IRFA sur ce sujet. Cela explique l'absence de documents relatifs à ce ravageur.

Les études de BEARDLEY ont montré que les races sexuées et asexuées qui existent aux Hawaï sont en fait deux espèces distinctes. Il s'agit de *Dysmicoccus neobrevipes* (sexuée), de coloration grise, provoquant le «Green spotting», et *Dysmicoccus brevipes* (asexuée), de coloration rose, ne provoquant pas le «Green spotting».

Des échantillons prélevés en Martinique, en Côte d'Ivoire, à Madagascar, ont été examinés par BEARDLEY et identifiés comme étant *D. brevipes* mais il s'agit cette fois de populations à reproduction sexuée. Cela est apparu dans les élevages conduits au laboratoire. Mais ces populations sont probablement capables d'avoir une reproduction parthénocarpique étant donné la rareté ou même l'absence de mâles dans des colonies importantes présentes sur les plants ou les fruits dans les champs d'ananas.

Notons que la découverte en 1987 du caractère viral du Wilt est susceptible d'engendrer de nouvelles recherches sur cette maladie.

Acariens.

L'espèce *Steneotarsonemus ananas* est souvent citée comme étant responsable des taches noires dans le fruit et du Leathery pocket, dus à *Penicillium funiculosum*. Mais ces affirmations ont été faites sans une étude approfondie apportant des preuves précises sur le rôle de cet acarien.

Les recherches conduites en Côte d'Ivoire par X. MOURICHON ont montré que taches noires et Leathery pocket sont deux affections causées par le même champignon mais selon deux processus différents. L'étude de la dynamique des populations de *S. ananas* met en évidence une relation étroite entre le niveau des infestations de cet acarien et la présence de Leathery pocket quelques semaines plus tard.

Dolichotetranychus floridanus BANKS est un autre acarien très répandu. Il a été trouvé en Martinique, Côte d'Ivoire, la Réunion. Les attaques sont très sporadiques. Le rôle déterminant d'un facteur sur le développement des attaques n'est pas apparu. Il semble que la prolifération des populations de cet acarien ne puisse pas intervenir sur des plants situés en bonnes conditions de développement. Par contre, un stress hydrique ou nutritif pourrait créer chez la plante un environnement favorable, notamment par écartement des feuilles au niveau de leur base, avec création d'un espace libre et d'un microclimat particulier.

Les symptômes d'attaques sont spectaculaires. La structure de la feuille est profondément altérée. En général, seules les feuilles les plus anciennes sont attaquées ; celles du coeur présentent une croissance normale. Quand cesse le stress, suite à une pluie ou à une fertilisation appropriée, les colonies diminuent généralement.

La longue sécheresse de 1982-1983 en Côte d'Ivoire est sans doute la cause de la très forte prolifération de cet acarien qui a envahi les couronnes des fruits après la floraison. M. KEHE indique les résultats expérimentaux de traitements chimiques de lutte. Il recommande deux pulvérisations à 10 jours d'intervalle d'un acaricide. Le diméthoate et le chloropyriphos-éthyl ont donné de bons résultats en vraie grandeur.

Myriapodes.

Les symphyles *Hanseniella ivorensis* en Côte d'Ivoire et *Hanseniella* sp. en Martinique constituent le problème majeur actuel. Un programme de recherches approfondies sur ces deux espèces apparaît comme une nécessité avec, comme finalité, une méthode de lutte efficace. Pour des raisons majeures, aucun programme permanent de recherches n'a pu être entrepris en Martinique. En Côte d'Ivoire, par contre, un important travail a été réalisé par M. KEHE.

Les conséquences de l'alimentation des symphyles aux dépens des apex racinaires sont précisées. La réduction de

Photo 47. Cochenilles sur repousses à partir de vieilles tiges.

résulte une baisse du rendement par hectare.

La lutte chimique est usuellement employée pour combattre les symphyles. Ethoprophos, fonofos, isophenphos sont les produits les plus utilisés bien qu'assurant un contrôle pas toujours suffisant. Mais des interventions bio-écologiques sont également possibles et proposées par M. KEHE. L'une d'elles est l'établissement de périodes d'interculture plus longues afin de tenter de réduire la population résiduelle. Une bonne préparation du sol, sans formation de mottes, après destruction de la masse végétale de la culture précédente, aurait le même effet.

Des techniques de laboratoire adaptées aux études de la biologie des symphyles ont été mises au point par A. VILARDEBO.

Les élevages individuels peuvent se faire en petites boîtes dans lesquelles du plâtre noirci par du charbon animal a été coulé. Il est imprégné d'eau assurant une surface humide sans eau libre qui serait néfaste. L'alimentation est assurée par des rondelles de carotte ou de la laitue. Les symphyles pondent sur ce substrat. Tout le cycle biologique peut ainsi être observé : temps d'incubation des oeufs, nombre et durée de chaque stade larvaire puis des périodes intermues des adultes. Les mâles déposent leur spermatophore sur ce substrat. Cette technique d'élevage permet donc également des recherches sur la fécondation.

Une grande quantité de symphyles peut être obtenue par des élevages de masse réalisés dans des boîtes de 1,5 litres. Le fond est formé d'un tamis fin recouvert d'une

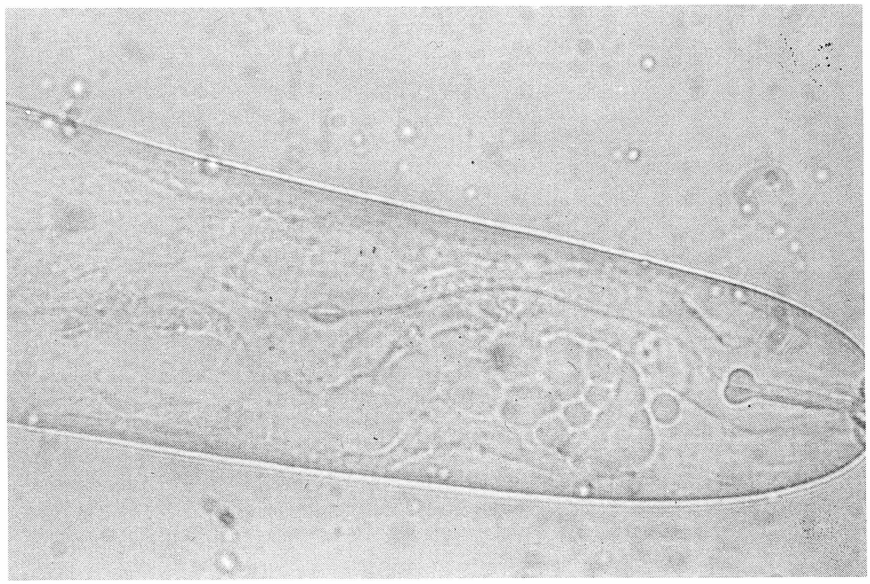

Photo 48. *Pratylenchus brachyurus.*

l'élongation racinaire est d'autant plus importante que les attaques sont précoces. C'est principalement au cours des premiers mois du cycle végétatif que la protection de la plante doit être la plus intense.

Les attaques de symphyles entraînent une réduction du nombre de feuilles émises, du poids moyen des feuilles D, du poids du fruit, une augmentation des petits fruits. Il en

couche de sable qui constitue une barrière infranchissable par les symphyles. La boîte est remplie à mi-hauteur avec une terre gravillonneuse. Deux ouvertures latérales fermées par du tamis fin permettent une bonne aération de l'ensemble. L'enracinement de grains de maïs fournit la nourriture nécessaire.

L'extraction des symphyles se fait en les chassant vers

la surface en faisant monter lentement de l'eau dans cet ensemble. Lorsque tout le substrat est immergé, les symphyles qui surnagent peuvent être aspirés avec une trompe à eau. Ils sont séchés en versant l'ensemble sur du plâtre sec. Cette technique permet d'avoir simultanément plusieurs milliers d'individus avec des manipulations simples.

Ces populations sont nécessaires à l'étude du comportement des symphyles dans des colonnes de sol : étude des migrations pour la recherche de l'alimentation, en fonction du facteur hygrométrique du sol, etc. ainsi que pour des recherches sur l'efficacité de pesticides.

Ces mêmes études de comportement pourraient contribuer à élucider les pullulations de ces parasites.

LES NEMATODES

Effet des nématodes sur la croissance et le développement de l'ananas.

Par nématodes, il faut entendre *Pratylenchus brachyurus* qui est le principal parasite de l'ananas en Côte d'Ivoire (et dans bien d'autres régions du monde).

• Effets sur le cycle végétatif et le fruit.

Ils ont été étudiés au cours d'un essai en plein champ dans lequel seul l'inoculum de départ était modulé par des traitements de fumigation à l'EDB. Cet inoculum a induit l'évolution ultérieure des populations.

Les résultats montrent que les infestations de nématodes (évaluées mensuellement) influencent les différentes étapes du développement et de la croissance. Ainsi les paramètres tels que la taille des plants au moment de l'induction florale ou le nombre d'yeux des fruits sont fortement corrélés aux infestations plus précoces. Mais tout n'est pas joué au TIF et les infestations plus tardives influencent des paramètres tels que le remplissage des yeux ou la croissance de la couronne. Ces résultats devraient permettre d'intégrer le paramètre nématodes dans le schéma d'élaboration du rendement mis au point par E. MALEZIEUX.

Il existe aussi une relation linéaire stricte entre les niveaux d'infestation observés deux mois après la plantation (figure 19) et l'intervalle de temps entre le TIF et la récolte du fruit. Cette relation linéaire entre un paramètre qui paraît plutôt déterminé tardivement et une variable précoce est assez surprenante. En fait, l'intervalle TIF-récolte est très lié au poids du fruit (selon une relation du type a/x^n+b) (figure 20). La relation avec la variable d'infestation à deux mois vient du fait que dans cette étude aucun agent extérieur n'a modifié l'évolution du parasitisme. De ce fait, la dynamique observée n'est qu'une conséquence du niveau de l'inoculum de départ.

Le fait que les fruits les plus gros soient récoltés en premier est en contradiction sur des essais antérieurs, avec un assainissement chimique par des produits systémiques (phénamiphos notamment). Ceci démontre une action directe de ce type de produit sur la physiologie du fruit (équilibre hormonal ?), entraînant un retard de maturation.

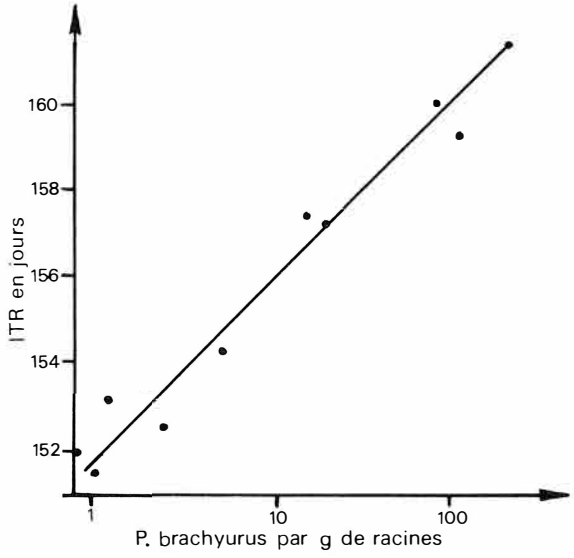

Fig. 19 • Relation entre l'infestation racinaire deux mois après plantation et l'intervalle TIF-Récolte.

• Effets de traitements sur la production de rejets après récolte.

Cette partie regroupe les résultats de divers essais d'application de nématicides systémiques en plein champ.

Des doses variables de phénamiphos ont très nettement un effet favorable (en relation avec la diminution des infestations de nématodes) sur la dynamique des rejets (figure 21). L'importance du climat est également très grande. En cas de récolte des fruits en début de saison sèche, les écarts dans la production de rejets sont très importants selon l'état sanitaire des plants. Par contre, en période climatique plus favorable, les écarts sont moins marqués.

La nature du produit nématicide joue un rôle important. Malgré une meilleure efficacité nématicide, le carbofuran

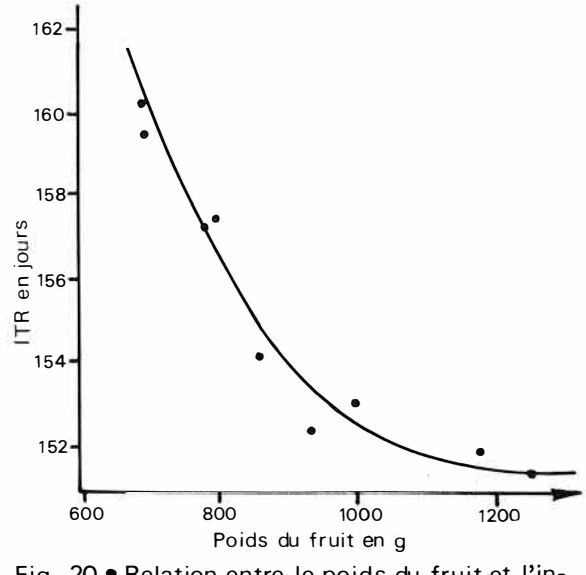

Fig. 20 • Relation entre le poids du fruit et l'intervalle TIF-Récolte.

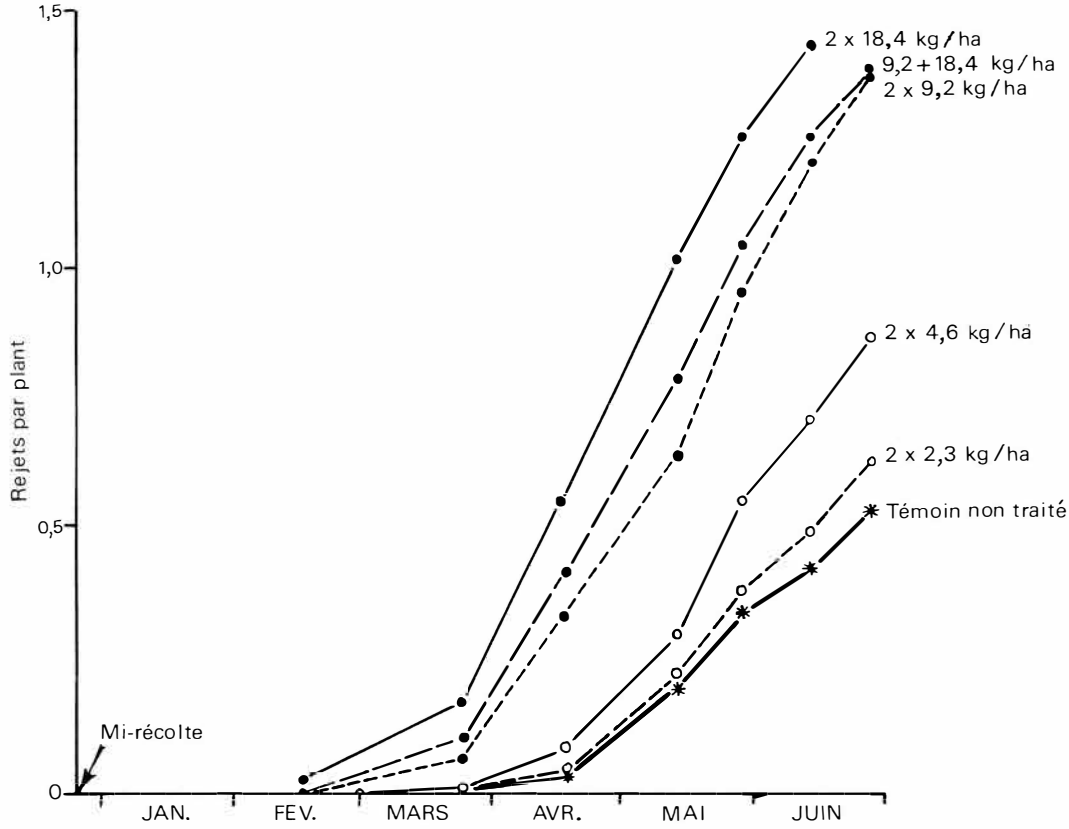

Fig. 21 • Effet du phénamiphos sur l'émission de cayeux en saison sèche.

TABLEAU 4 - **Effet d'une jachère sur les infestations racinaires de** *Pratylenchus brachyurus* **et la croissance précoce de l'ananas.**

	Avant plantation		six mois après plantation	
	P. brachyurus par l de sol	*P. brachyurus* par g de racines	*P. brachyurus* par g de racines	Poids de feuille D
Antécédent				
Ananas	123	295	470	42,0
Eupatorium	2	4	78	44,8
Panicum	29	6	358	51,2

TABLEAU 5 - **Nombre de** *P. brachyurus* **pour 100 g de racines de divers vivriers dans plusieurs essais d'association avec l'ananas ou de culture pure.**

Manioc				18 800	
Maïs	820	3 000		9 200	44 700
Riz			49 200		
Patate				3 700	
Piment	180	1 570			
Gombo	650	380	8 500		
Igname				1 100	
Arachide	310	420	5 800	600	
Tomate	340	610	1 100		

ne permet pas d'améliorer significativement la production de rejets par rapport au témoin non traité. Ceci peut s'expliquer par des perturbations physiologiques persistantes provoquées par le carbofuran.

En conclusion, tous ces résultats montrent l'importance du parasitisme racinaire par les nématodes durant toute la période du cycle de la culture. De ce fait, une simple protection de départ permettant d'assurer un bon démarrage

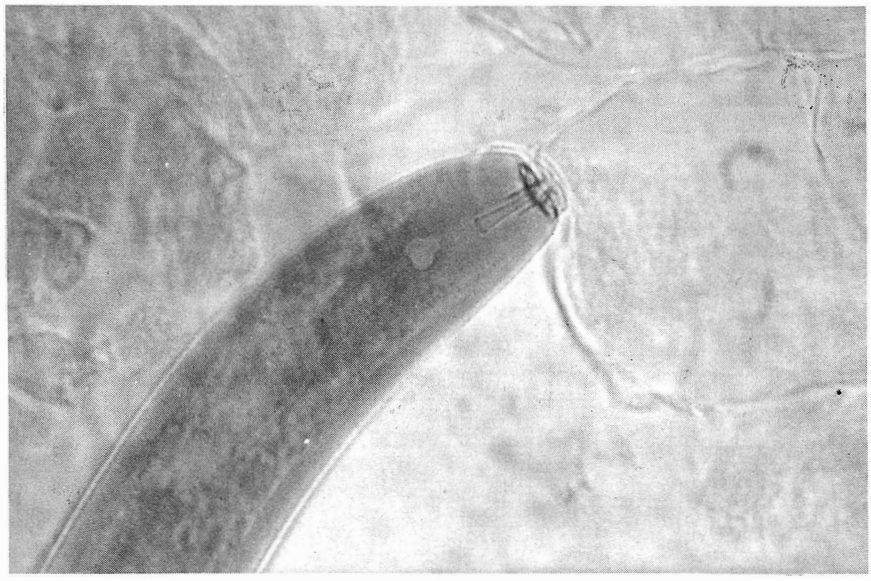

Photo 49. *Pratylenchus brachyurus* attaquant une cellule.

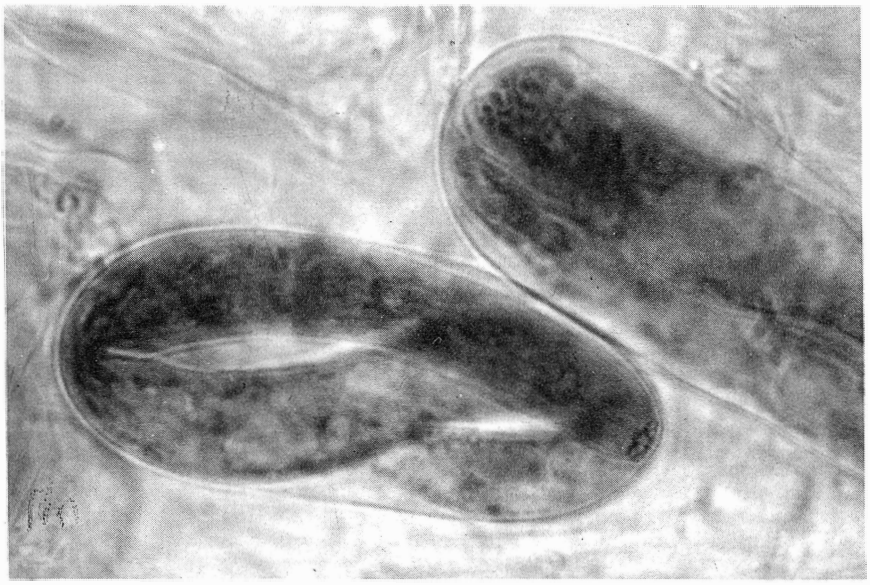

Photo 50. Larve de *Pratylenchus brachyurus* prête à éclore.

Photo 51. Pontes de *Pratylenchus brachyurus* dans la racine.

TABLEAU 6 - Analyses nématologiques effectuées sur la collection de l'Anguédédou : (nombre de *P. brachyurus* pour 100 g de racines, moyennes de quatre dates de prélèvements entre novembre 1982 et février 1986

Genre	Espèce	Groupe	Nombre de clones	Moyenne des comptages	Moyenne des maximums
Ananas	Comosus	Cayenne	17	38 000	87 000
		Pernambuco	8	43 000	97 000
		Spanish	14	48 000	103 000
		Queen	6	74 000	188 000
	Ananassoides		6	51 000	126 000
	Nanus (*)		1	12 000	19 000
	Bracteatus		3	70 000	207 000
Pseudananas			1	54 000	101 000

(*) - une seule date de comptage.

est indispensable mais elle est insuffisante. Les armes chimiques, malgré leur efficacité, se révèlent limitées et très coûteuses. Le recours à des méthodes culturales ou biologiques de lutte pourra seul permettre, dans un avenir plus ou moins proche, d'obtenir des plants suffisamment sains tout au long du cycle pour assurer une production (et donc un revenu) optimum aux planteurs.

Méthodes de lutte non chimique.

Les limites et les dangers de la lutte chimique sont bien connus. Il n'est, bien entendu, pas question de l'éliminer complètement mais de la faire entrer dans un processus bien compris de lutte intégrée, de façon à défendre la culture de façon optimum.

• Mesures prophylactiques.

Elles comprennent toutes les mesures permettant d'éviter la propagation des infestations de nématodes : nettoyage des outils, irrigation avec de l'eau non contaminée, élimination des parties contaminées du matériel végétal de replantation. Dans le cas de l'ananas, les rejets doivent être débarrassés des racines qui auraient pu être en contact avec le sol avant la plantation.

Les techniques de désinfection du sol telles que l'inondation ou la solarisation sont assimilables à des mesures prophylactiques.

• Méthodes culturales.

- Interruption de la monoculture.

La suppression des plantes-hôtes entraîne la diminution de la population résiduelle. Plus cet abaissement de l'inoculum est important et plus la réinfestation de la culture suivante est retardée.

Le schéma le plus simple est la jachère nue. Toutefois si l'effet sur les nématodes est intéressant, on constate une baisse de la fertilité du sol, dont l'abaissement du potentiel endomycorhyzogène est une des composantes (figure 22). Il vaut mieux faire appel à une plante de couverture non-hôte du parasite de la culture principale. On parle de jachère si la plante de couverture n'a pas d'intérêt intrinsèque ou de rotation culturale si la plante utilisée apporte un revenu complémentaire.

Pour les jachères, des plantes telles que l'*Eupatorium odoratum* (Composée) ou *Panicum maximum* (Graminée) paraissent intéressantes pour l'ananas (tableau 4). Il est rappelé que dans le passé l'intérêt de légumineuses telles que *Flemingia*, *Crotalaria* ou *Stylosanthes* avait été démontré (R. GUEROUT).

L'effet de la jachère sur les nématodes peut être amélioré en utilisant des plantes toxiques telles que *Tagetes* contre les *Pratylenchus* ou *Asparagus* contre les *Trichodorus*. *Tagetes* a été testé sans grand succès dans le cas de l'ananas en Côte d'Ivoire. Par contre, *Eupatorium* pourrait être intéressant, à condition d'enfouir une très grande quantité de matière fraîche.

On peut également utiliser des plantes pièges qui sont très infestées et que l'on arrache avant que le cycle de développement du nématode ne soit achevé. Cette technique est surtout applicable au genre *Meloidogyne*.

Dans le cadre d'études de rotations culturales, des contrôles nématologiques ont été effectués dans des essais de rotations de l'ananas avec des productions vivrières menés en Côte d'Ivoire. Les vivriers qui paraissent les plus intéressants du point de vue nématologique sont l'igname, l'arachide et la tomate. Par contre le riz, le manioc et le maïs sont très infestés par *P. brachyurus*.

- Influence du pH.

Des contrôles sanitaires dans un essai vivrier dans des conditions de pH du sol variant de 4 à 6,5 ont montré que les infestations diminuent quand le pH augmente (figure 23). Un essai de confirmation est en cours actuellement sur ananas. En fait, il est peu probable que ce soit le pH en lui-même qui intervienne, mais des modifications chimiques induites, défavorables aux nématodes, ou des changements dans le peuplement d'antagonistes (J.C. CAYROL).

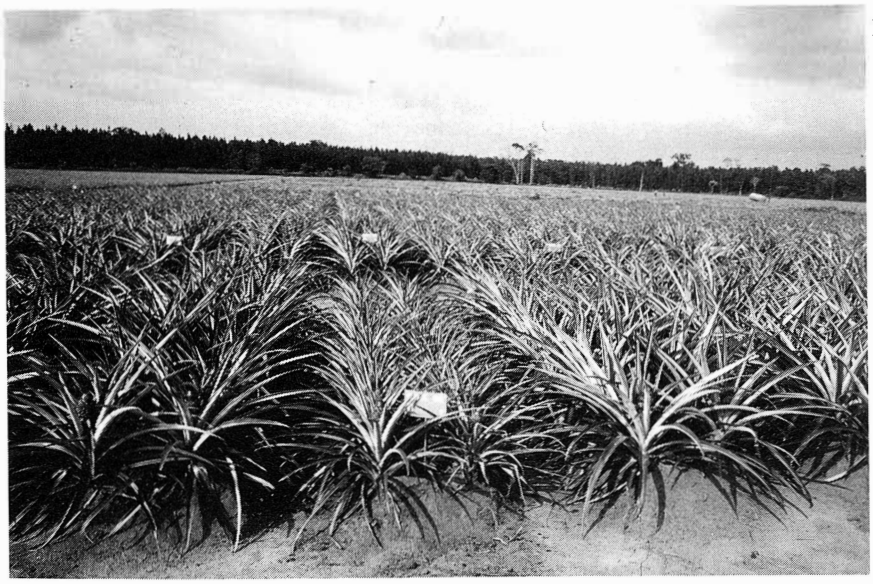

Photo 52. Effet du traitement nématicide en Côte d'Ivoire.

Photo 53 . Phytotoxicité Télone.

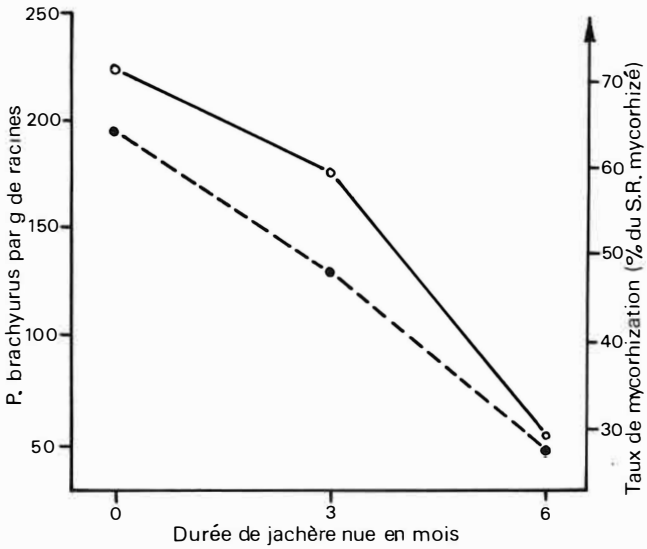

Fig. 22 • Effet de la durée de la jachère nue sur la colonisation des racines d'ananas après replantation.

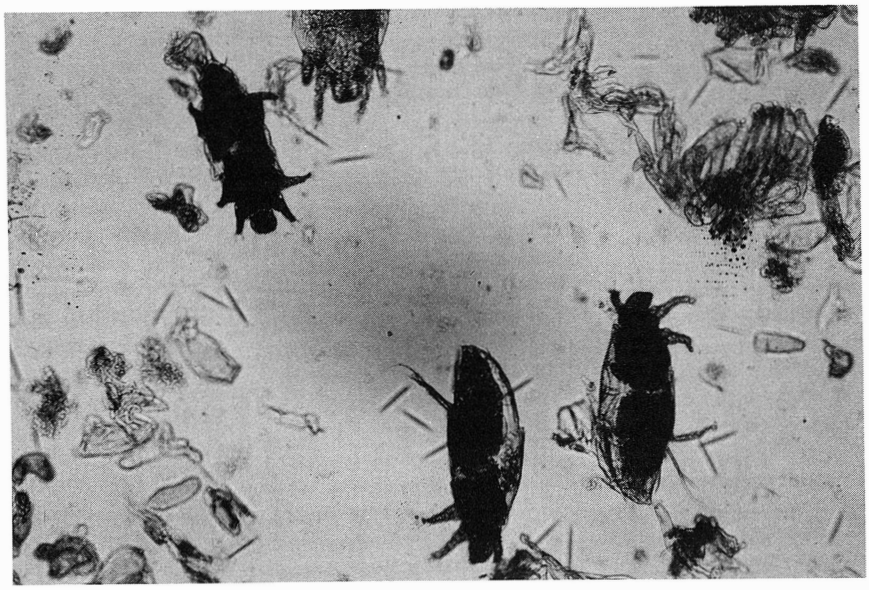

Photo 54. *Steneotarsonemus ananas.*

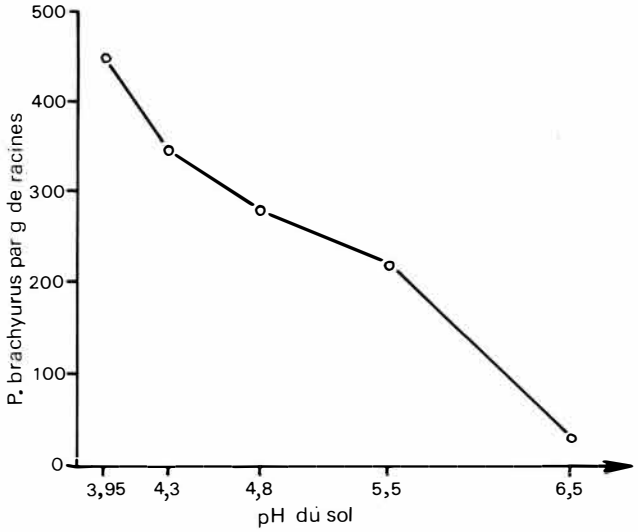

Fig. 23 • Relation entre le pH du sol et le niveau d'infestation racinaire du maïs.

Le principal problème est que, dans la pratique, on ne peut remonter trop fortement le pH du fait de risques d'attaques par *Phytophthora*.

• Lutte biologique.

Ses principes ont été exposés par J.C. CAYROL, de l'INRA. Elle consiste à utiliser les ennemis naturels des nématodes, et ils sont nombreux (amibes, bactéries, arthropodes, nématodes, champignons ...).

Du point de vue pratique, ce sont surtout les agents fongiques qui ont été étudiés et qui ont commencé à être utilisés. On en distingue de très nombreux genres regroupés en deux types : les prédateurs et les parasites.

- Champignons prédateurs.

Ces champignons se trouvent à l'état naturel dans tous les sols, particulièrement ceux qui ne sont pas traités (prairies, forêts). Leur mycélium porte des organes de capture engluants (anneaux, boucles, boutons) qui piègent les nématodes venant à leur contact. La réaction se fait entre une lectine de la substance engluante et un sucre de la cuticule du nématode. Cette réaction est irréversible et le nématode ne peut se libérer. La réaction lectine-sucre est spécifique. De ce fait, chaque espèce de champignon capture de préférence une espèce ou un genre donné de nématodes. Actuellement les travaux ont surtout été orientés pour la lutte contre *Meloidogyne* avec notamment *Arthrobotrys tortor* ou *A. irregularis* (commercialisé sous le nom de S-350). D'autres champignons sont à l'étude pour lutter contre *Pratylenchus (Candelabrella)* ou *Ditylenchus* (cultures maraîchères).

Le principal inconvénient vient de la faible sporulation de ces espèces. On ne peut donc les produire que sous forme de culture de mycélium sur support végétal (millet cuit par exemple). Le produit ainsi obtenu est fragile, supportant mal la chaleur. Les doses d'emploi sont élevées (près de 1,5 tonnes par hectare) et malgré cela le mode d'action est lent. Il faut environ quatre ans (avec une dose d'entretien chaque année) pour parvenir à un seuil de non nuisibilité. De plus, l'action est très variable selon les sols, parfois le champignon ne réussit pas à s'installer et il faut réinoculer régulièrement. Il est notamment sensible au pH qui doit être supérieur à 6.

- Les champignons parasites.

Les champignons du genre *Hirsutella* ont des spores qui se fixent aux nématodes et qui développent alors leur mycélium à l'intérieur de l'animal. La fixation doit se faire en milieu sec mais les nématodes se déplacent dans l'eau du sol. Cependant si les pores du sol sont suffisamment grands, l'eau est localisée autour des particules et la spore peut se maintenir au sec au centre du pore.

D'autres espèces sont parasites des oeufs de nématodes. *Verticillium chlamydosporium* parasite les oeufs d'*Heterodera* et *Paecilomyces lilacinus* est utilisé contre *Globodera* ou *Meloidogyne*. L'efficacité est d'autant plus grande que les oeufs se présentent groupés en masses compactes (cas des nématodes sédentaires). Il y aurait également une possibilité d'action à distance par des mycotoxines, ce qui intéresse beaucoup les industriels. Les espèces produisant ces toxines ont l'avantage de sporuler abondamment (1 gramme = 7,5 10^{10} spores). La poudre obtenue peut être épandue comme n'importe quel produit chimique.

- Perspectives pour l'ananas.

Au moins trois genres (prédateurs) ont d'ores et déjà été mis en évidence dans les sols ivoiriens : *Arthrobotrys, Candelabrella* et *Monacrosporium*. Toutefois il convient de se montrer modérément optimiste quant aux chances de succès. Il s'agit d'un organisme vivant et non d'un produit chimique et il ne suffit pas de l'appliquer pour qu'il s'installe obligatoirement. Les facteurs abiotiques du sol et des antagonistes naturels pourront s'opposer à son développement. De plus *P. brachyurus* peut développer son cycle complet à l'intérieur des racines sans être inquiété par d'éventuels antagonistes du sol. En supposant que l'on réussisse à implanter une souche, celle-ci ne pourra agir que par réduction de l'inoculum avant plantation.

• Utilisation de variétés résistantes.

La notion de résistance recouvre un grand nombre de mécanismes possibles, intervenant à plusieurs niveaux des relations plante-parasite. La résistance pourra alors être qualifiée de pré ou post-infectieuse. Enfin la notion de résistance n'implique pas le tout-ou-rien. Entre les plantes les plus sensibles et celles totalement résistantes, il existe toute une graduation dans les niveaux de parasitisme et dans les dégâts qui en découlent.

- Résistance pré-infectieuse.

La pénétration des parasites est empêchée, sans qu'une barrière physique ne soit en cause. La plante secrète des substances répulsives ou toxiques ou simplement n'attire

pas le parasite considéré. Ces mécanismes expliquent une grande partie des phénomènes de spécificité des attaques.

- Résistance post-infectieuse.

La pénétration dans la plante est possible, mais le développement du parasite est empêché ou fortement perturbé. L'accumulation de substances toxiques (alcaloïdes, phytoalexines ...) peut en être responsable, mais le mécanisme le plus répandu est celui de l'hypersensibilité. Les réactions nécrotiques de la plante sont si rapides que le nématode n'a pas le temps de se développer complètement. Ce mécanisme est parfois défavorable à la plante concernée qui se comporte alors comme une plante-piège utilisée pour assainir le sol et donc la production est sacrifiée.

- Perspectives pour l'ananas.

Des études ponctuelles effectuées sur la collection de l'Anguédédou n'ont pas permis de mettre en évidence des différences entre les populations du nématode *P. brachyurus*. Il semble qu'aucun gène dominant ne soit détectable dans ce peuplement. D'éventuels phénomènes de tolérance pourront apparaître à la faveur de croisements. C'est en fait l'interaction plante-nématodes qu'il faut prendre en compte pour l'amélioration variétale. Il convient de mettre au point des tests de détection au stade le plus précoce possible dans le programme d'hybridation en cours.

La recherche de mécanisme de tolérance pour les endoparasites migrateurs semble plus complexe que pour les sédentaires. De plus d'autres espèces que *P. brachyurus* sont susceptibles d'attaquer l'ananas. On risque un transfert de parasitisme. Enfin rien ne dit que les barrières de résistance ne puissent être contournées (risque à très long terme semble-t-il). La mesure de ces risques doit être bien prise en compte dans le programme en cours.

En conclusion, les meilleures armes, non chimiques, dont on dispose sont d'ordre cultural. L'utilisation de jachères entretenues de 1 à 2 ans avec des plantes non hôtes, accompagnées d'enfouissement massif de matière verte et du contrôle du pH, doit permettre un abaissement important de l'impact économique des nématodes (cet impact doit inclure le coût de la lutte).

Dans le futur, la lutte biologique et l'utilisation de variétés résistantes (tolérantes ...) devraient permettre de diminuer le recours à la lutte chimique.