

## Les nématodes.

J.L. SARAH et R. HUGON

Dans la littérature de très nombreuses espèces de nématodes ont été signalées associées à l'ananas à travers le monde. Toutefois la plupart d'entre elles n'ont que peu d'impact sur la culture, du fait d'un pouvoir pathogène faible, ou d'une présence occasionnelle voire accidentelle. Le tableau 1 expose les principales espèces ayant une grande importance économique dans diverses régions du monde.

Le chapitre rédigé par E.P. CASWELL, J.L. SARAH et W.J. APT (1990) consacré à l'ananas dans l'ouvrage sur les nématodes des cultures tropicales et subtropicales, fait le point sur les problèmes et les remèdes actuels dans de nombreuses zones de production. On abordera essentiellement ici les principaux acquis de la recherche menée en Côte d'Ivoire sur *Pratylenchus brachyurus* au cours des dernières années.

### DYNAMIQUE DES POPULATIONS

Des études ont été menées sur des parcelles plantées mensuellement sur une période de six ans (1984-1989). Le suivi régulier des niveaux d'infestation racinaire dans ces parcelles a permis d'affiner les connaissances sur la dynamique des populations de *P. brachyurus* dans les racines d'ananas en fonction des facteurs climatiques et du déroulement de la culture.

### Approche descriptive.

L'évolution des populations au cours du cycle de la culture est très dépendante de la date de plantation, donc de la séquence climatique que va subir le complexe plante-nématode. Toutefois on observe une interaction avec le stade de développement de l'ananas, c'est-à-dire que la réponse des populations de nématodes aux facteurs climatiques sera fonction de l'âge de la plante, vraisemblablement en liaison avec la dynamique racinaire. Plus on se rapproche de la fin du cycle (maturité des fruits), plus les populations de nématodes dans les racines seront sensibles aux facteurs défavorables et moins elles seront aptes à réagir aux facteurs favorables. De plus, l'importance du stade de la plante sera d'autant plus grande que le facteur climatique considéré sera moins «puissant».

L'observation des variations saisonnières de population fait apparaître le facteur hydrique comme principal facteur explicatif (figure 1). Les déficits (saison sèche de mi-décembre à fin février) et les excès (juin) entraînent une baisse des populations établies et un ralentissement, pouvant aller jusqu'à l'arrêt, de la phase initiale d'installation des parasites dans les racines. Lorsque le bilan hydrique est favorable (mars à mai et septembre à novembre), les populations croissent rapidement pour atteindre des niveaux maximums en juillet et en janvier. Il y a généralement une période de

TABLEAU 1 - Principales espèces de nématodes parasites de l'ananas. Toutes ces espèces sont cosmopolites et cohabitent généralement dans la plupart des zones de production. Toutefois leur importance économique est différente selon les conditions locales. Pour chaque espèce est indiqué le lieu où elle est la plus importante.

<b>Pratylenchidae</b>	
<i>Pratylenchus brachyurus</i>	Endoparasite migrateur. Important en Afrique et au Brésil.
<b>Hoplolaimidae</b>	
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	Semiendoparasite sédentaire. Important à Hawaï, Philippines, Caraïbes.
<b>Heteroderidae</b>	
<i>Meloidogyne javanica</i>	Endoparasite sédentaire. Important en Afrique du Sud et en Australie.
<i>Meloidogyne incognita</i>	Important à Puerto Rico et au Mexique

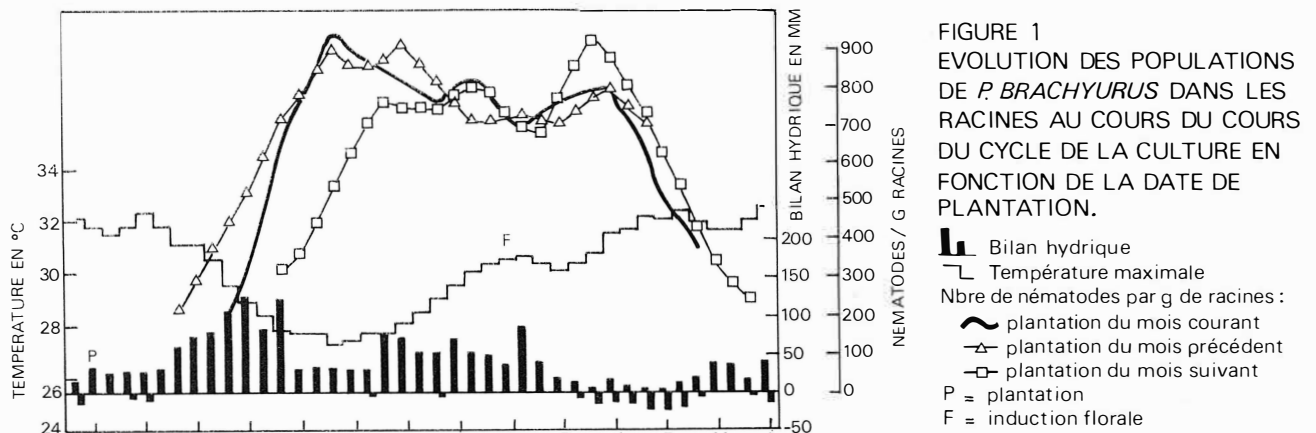


FIG. 1a ↑  
PLANTATION DE MARS.

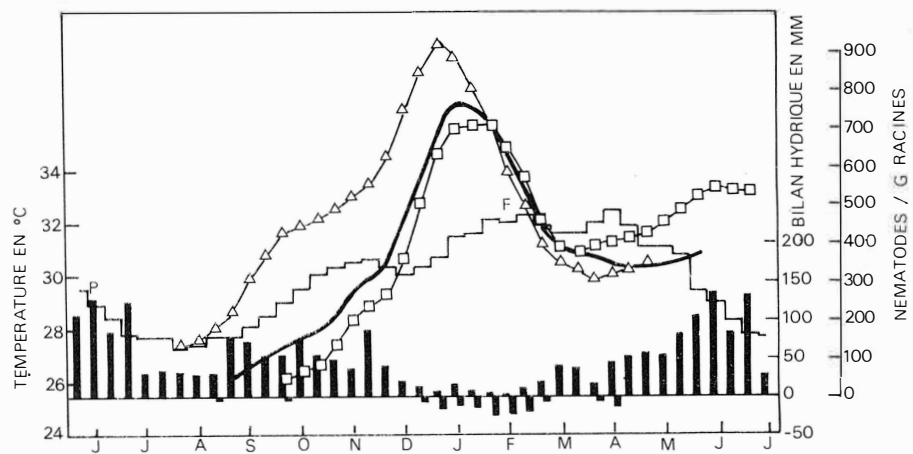


FIG. 1b →  
PLANTATION DE JUIN.

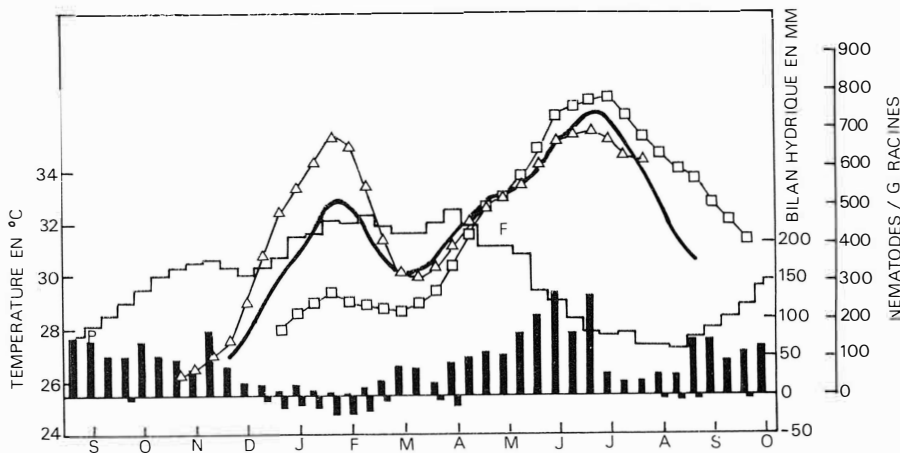


FIG. 1c ↑  
PLANTATION DE SEPTEMBRE.

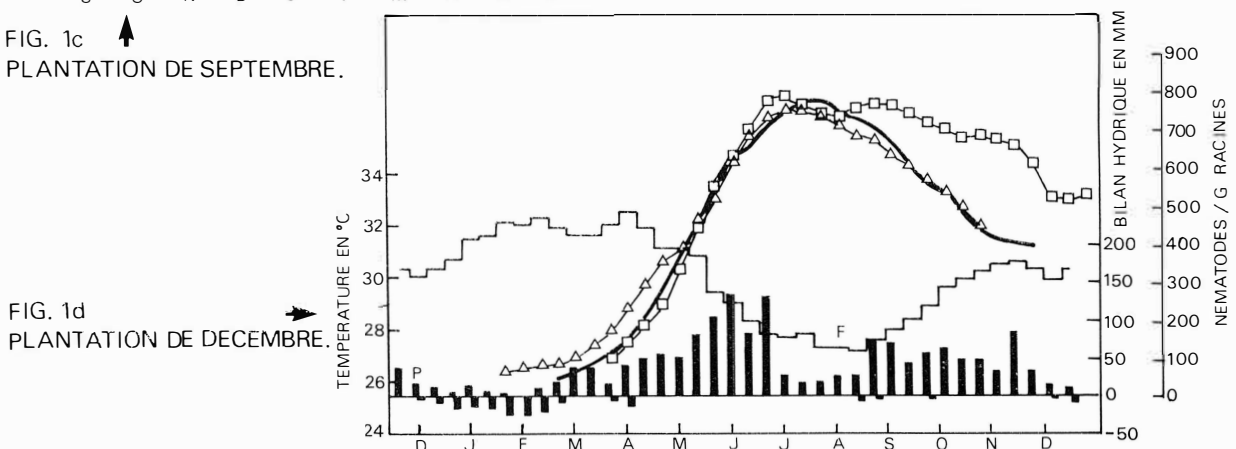


FIG. 1d →  
PLANTATION DE DECEMBRE.

latence d'environ un mois entre le facteur explicatif supposé et la réponse observée au niveau des densités d'infestations racinaires.

#### Approche analytique.

L'influence de facteurs tels que la température et le rayonnement n'apparaît pas aussi clairement, à la fois parce que certaines variations saisonnières sont relativement de faible amplitude (températures) et parce qu'elles sont très corrélées aux variables hydriques. Une approche analytique a été tentée pour essayer : 1) de mieux séparer et évaluer l'importance des différentes variables climatiques, 2) d'ébaucher un modèle explicatif.

Il est apparu, après plusieurs tentatives d'analyses classiques peu fructueuses, que l'approche la plus heuristique était d'analyser les nuages de points rendant compte des relations entre populations de nématodes et les diverses variables climatiques des décades précédentes, en recherchant la courbe enveloppe supérieure la plus basse possible, traduisant ainsi l'effet limitant le plus fort (MALEZIEUX, 1989). La figure 2 donne un exemple de la figure optimale obtenue pour la variable «déficit hydrique».

Cette analyse donne un poids explicatif pratiquement équivalent aux variables hydriques (déficit hydrique, niveau de la réserve utile du sol, et excès de précipitation) et à l'ensemble des autres variables climatiques considérées (températures minimales et maximales et rayonnement global). Mais du fait de l'absence d'indépendance entre ces diverses variables, il est pratiquement impossible de faire le lien entre les relations (mathématiques) observées et les relations (biologiques) réelles.

Le modèle élaboré apparaît relativement satisfaisant, mais il doit encore pouvoir être perfectionné et son pouvoir prédictif confronté aux données futures qui seront collectées.

#### IMPACT DE *P. BRACHYURUS* SUR L'ELABORATION DU RENDEMENT

Cette étude a également été menée sur le dispositif des plantations mensuelles, par comparaison entre parcelles traitées chimiquement contre les nématodes et parcelles non traitées.

Quelle que soit la composante du rendement considérée, on observe une décroissance linéaire de la potentialité maximale (courbe enveloppe maximale) en fonction du niveau moyen de population de nématodes (figure 3).

Les variations de rapport entre le poids potentiel du plant à 8 mois calculé par le modèle élaboré par MALEZIEUX (1988) et le poids observé, sont en grande partie expliquées par les moyennes de populations de nématodes (figure 4). La courbe de régression obtenue a pour équation :

$$e = -0,074 \text{ Log}(N) + 1,37$$

avec  $e$  = rapport entre poids du plant théorique et observé,

$N$  = moyenne des populations de nématodes pour 100 grammes de racines durant la croissance végétative.

Le coefficient de détermination ( $r^2$ ) est égal à 0,6.

Ces résultats ne constituent pour le moment qu'une première approche. Une analyse plus détaillée des données obtenues et des données à venir au cours des prochaines années, devrait permettre une estimation plus précise de l'impact de *P. brachyurus* sur la culture de l'ananas dans les conditions de Côte d'Ivoire.

#### EFFET DU pH DU SOL SUR LES RELATIONS PLANTE-NEMATODE

L'effet dépressif de l'élévation du pH du sol sur les niveaux de *P. brachyurus* dans les racines de certaines cultures vivrières (Anon., 1987) a été confirmé dans le cas de l'ananas.

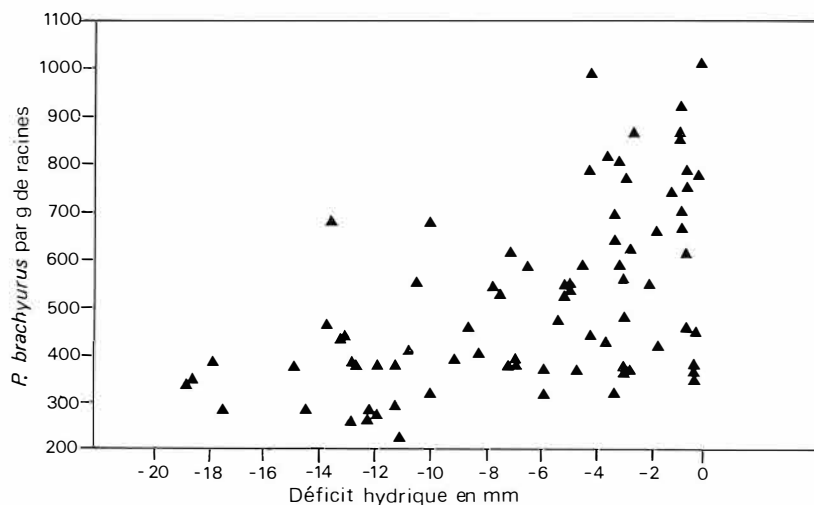


FIG. 2 • RELATION ENTRE LES POPULATIONS DE *P. BRACHYURUS* ET LE DEFICIT HYDRIQUE CUMULE OBSERVE 40 ET 70 JOURS PLUS TOT.

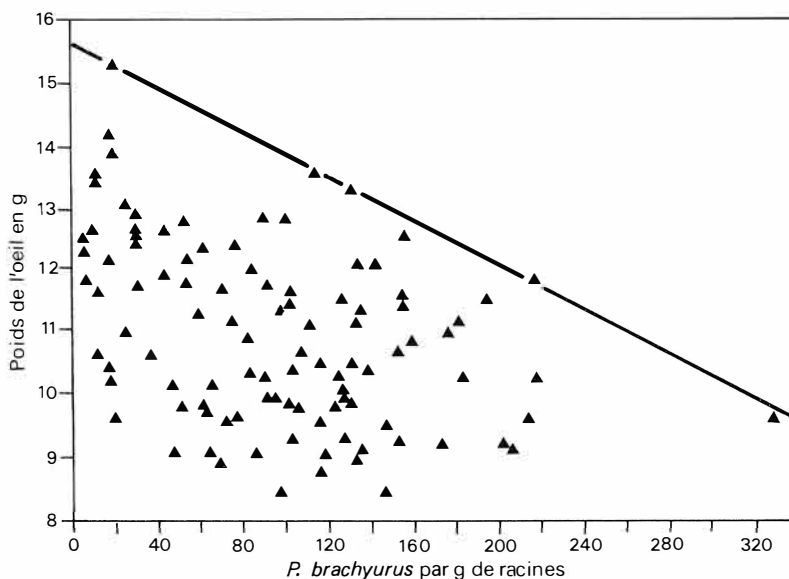


FIG. 3 • RELATION ENTRE LE POIDS MOYEN D'UN OEIL ET LE NIVEAU DE POPULATION DE NEMATODES DANS LES RACINES, CUMULE JUSQU'A LA RECOLTE.

Cet effet est surtout marqué sur les niveaux d'infestation les plus précoces (figure 5). Par la suite les populations s'élèvent progressivement et après le traitement d'induction florale il n'y a plus de différences de niveau d'infestation quel que soit le pH. On peut donc penser que ce facteur va surtout jouer sur la phase de pénétration des nématodes dans les racines.

Des observations histologiques, ont permis de mettre en évidence que le sclérenchyme se développe plus rapidement - ou que l'élongation racinaire est ralentie - à pH élevé. Ce sclérenchyme est susceptible de constituer une barrière physique pouvant empêcher la pénétration des nématodes. La partie de la racine favorable à la pénétration des nématodes serait donc plus développée en sol acide pouvant expliquer ainsi le développement plus rapide des populations.

Ces différences de niveau d'infestation se répercutent sur la croissance et le développement des plants. Les écarts moyens de poids de fruit entre les parcelles traitées et non traitées sont maximums dans les sols les plus acides et quasiment nuls à pH 6 (figure 6). Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour la lutte contre les nématodes par modulation du pH du sol (apports d'amendements calciques). Toutefois cette possibilité est limitée par les effets dépressifs du pH sur la croissance et le développement de l'ananas (GODEFROY *et al.*, 1976 ; MARCHAL, 1980) et par les risques d'apparition de pourriture du coeur à *Phytophthora* (FROSSARD, 1976 ; GODEFROY *et al.*, 1976).

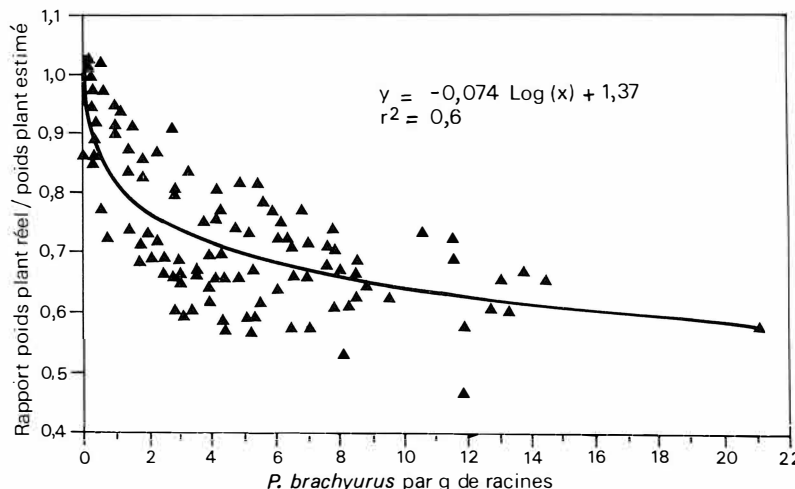


FIG. 4 • EFFET DES NEMATODES SUR L'ELABORATION DE LA MASSE VEGETATIVE DU PLANT.

**Commentaires** - Cette figure représente la variation du rapport du poids du plant observé à 8 mois et le poids du plant estimé par le modèle climatique de MALEZIEUX (1988), en fonction des populations de nématodes cumulées au moment du TIF.

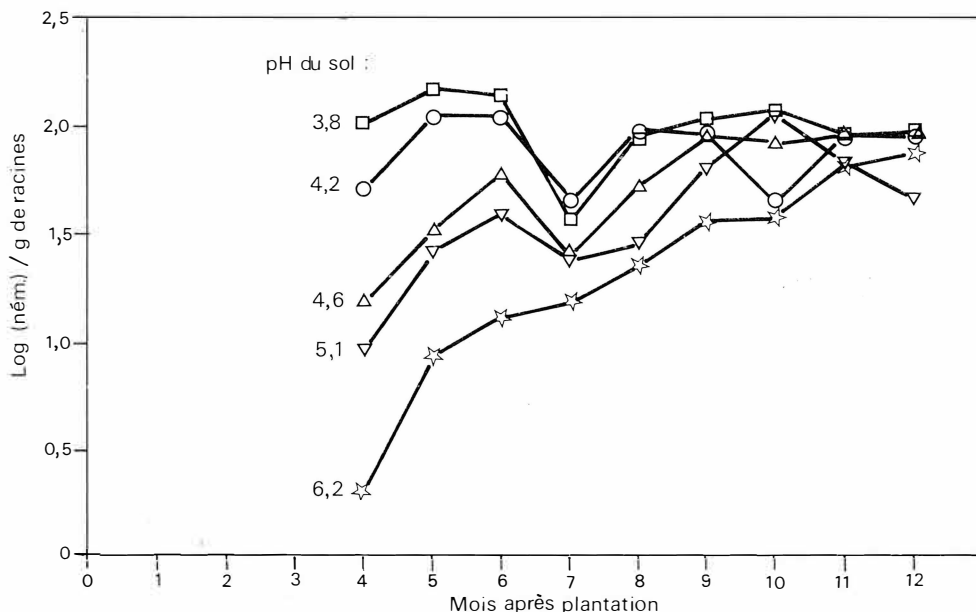


FIG. 5 • EVOLUTION DES POPULATIONS DE *P. BRACHYURUS* DANS LES RACINES DURANT LE CYCLE DE CULTURE DE L'ANANAS EN FONCTION DU pH DU SOL.

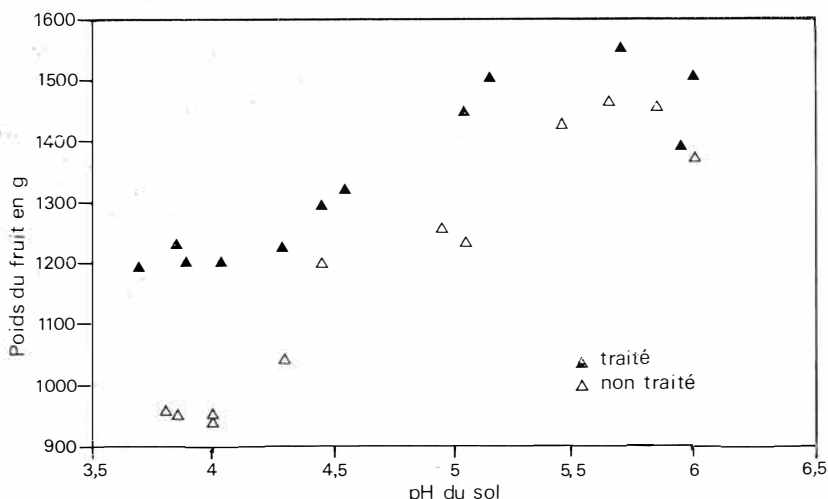


FIG. 6 • EFFET DU pH DU SOL SUR LE POIDS DU FRUIT EN FONCTION DES INFESTATIONS DE NEMATODES.

LUTTE CHIMIQUE

Fumigants.

Le dibromoéthane (EDB) est toujours utilisé en Australie et en Afrique du Sud et parfois à des doses très élevées comme dans la zone de Hluhluwe (LACOEUILHE et SARAH, 1990). Toutefois ce produit a été prohibé dans la plupart des zones de production.

Le bromométhane (bromure de méthyle) a été étudié à titre expérimental en Afrique du Sud pour la lutte contre les nématodes, avec des résultats excellents mais peu d'espoir qu'il puisse être vulgarisé pour cet usage du fait de sa difficulté d'application au sol. Il est par contre utilisé en routine pour la désinfection des rejets pour lutter notamment contre les cochenilles (LACOEUILHE et SARAH, 1990).

Le fumigant le plus utilisé à l'heure actuelle est le 1,3 dichloropropène (CASWELL *et al.*, 1990). Les études menées en Côte d'Ivoire ont confirmé son efficacité, mais il reste cependant encore peu employé dans ce pays du fait des problèmes posés par son application. Une pompe d'injection réglable mise au point à l'Anguédou devrait permettre de généraliser son usage.

Non-fumigants.

Le fenamiphos (Némacur) est le produit le plus utilisé dans la plupart des zones de production (CASWELL *et al.*, 1990). En Côte d'Ivoire, il est généralement appliqué en pulvérisation foliaire, en traitement de plantation ou en rappel (SARAH, 1980 : Anon., 1984). Aux Hawaï il est appliqué dans l'irrigation au goutte à goutte, et cette pratique est actuellement en voie d'étude en Côte d'Ivoire.

Une certaine baisse de l'efficacité des traitements avec ce produit a été observée ces dernières années en Côte d'Ivoire, notamment sur plantations mensuelles. Ce phénomène a été rapproché de celui observé en plantation bananière où il est provoqué par une biodégradation accélérée. L'analyse de certains sols de Côte d'Ivoire s'est révélée positive ce qui pourrait confirmer cette hypothèse. Cela pose le problème de l'alternance des traitements car les produits utilisables en plantation d'ananas ne sont pas tellement nombreux.

L'éthoprophos (Mocap) est généralement utilisé sous forme de granulés appliqués au sol avant plantation ou à la base des plants en rappel. Il est surtout utilisé pour ses propriétés antisymphyles (Martinique et Côte d'Ivoire) (KEHE, 1988 ; Anon., 1984) mais son action sur les nématodes est très satisfaisante.

L'oxamyl (Vydate) est très utilisé dans la zone Est de la Province du Cap (Afrique du Sud) et à Hawaï où il est appliqué, comme le fenamiphos, dans l'eau d'irrigation (SARAH et LACOEUILHE, 1990 ; CASWELL *et al.*, 1990). Par contre, les études menées en Côte d'Ivoire ont toutes conclu à une insuffisance d'action qui oblige à l'emploi de doses anti-économiques.

Le cadusafos (Rugby) et le carbosulfan (Marshal) ont été récemment testés en Côte d'Ivoire. Le premier sous forme granulée, le second sous forme liquide. Les deux produits ont montré une efficacité intéressante, et surtout une bonne rémanence, insuffisante toutefois, pour se dispenser de traitements de rappels.

## RESISTANCE VARIETALE

Les études complémentaires réalisées au champ en Côte d'Ivoire par simple évaluation des infestations racinaires n'ont fait que confirmer les résultats antérieurs (Anon., 1987). Tous les clones de Pérolera (Mordilona) et nouvelles accessions de la collection ont montré des niveaux d'infestation racinaires importants.

La mise au point d'un test précoce de laboratoire pour l'évaluation de la résistance est maintenant bien avancée, malgré quelques difficultés techniques (MESNILDREY, 1990) :

- les *P. brachyurus* en élevages *in vitro* sur disques de carottes constituent un matériel d'inoculation bien plus performant que ceux provenant directement d'extraction de racines. Toutefois la production de masse reste difficile du fait du développement très lent des populations avec cette méthode. Les mises au point d'élevages *in vitro* sur d'autres supports n'ont pour le moment pas abouti ;

- les petits plants issus de micropropagation *in vitro* constituent un bon matériel pour ces tests précoces, malgré la lenteur de leur croissance. Sur des plants inoculés un mois après leur sortie de tube, le développement des infestations racinaires 10 à 12 semaines plus tard est suffisant pour permettre une lecture du test.

La première étude de criblage variétal menée selon cette méthode sur des variétés représentant les différents groupes d'*A. comosus* ainsi que 4 autres espèces (*A. ananassoides*, *A. bracteatus*, *A. lucidus* et *A. parguazensis*) n'a pas révélé de grande différence dans le niveau d'infestation par rapport au Cayenne lisse (figure 7), ce qui va dans le même sens que celui des études menées au champ.

Il se confirme donc que la recherche d'une résistance à *P. brachyurus* au sein du genre *Ananas* est particulièrement délicate.

Les voies qui restent à explorer sont les suivantes :

- criblage systématique de variétés sauvages provenant de zones de prospections dans la zone d'origine du genre,
- recherche au niveau des hybrides (existence éventuelle d'un ou plusieurs gènes récessifs),
- recherche d'un phénomène de tolérance.

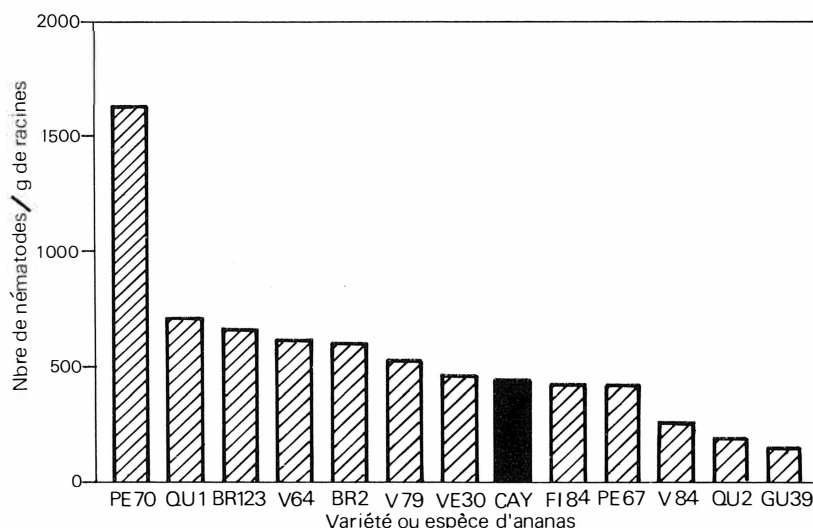


FIG. 7 • ETUDE DE LA SENSIBILITE DE L'ANANAS A *PRATYLENCHUS BRACHYURUS*. POPULATION DE NEMATODES PAR GRAMME DE RACINES POUR 13 VARIETES OU ESPACES D'ANANAS. (CAY = référence Cayenne lisse)

SYMPHYLES

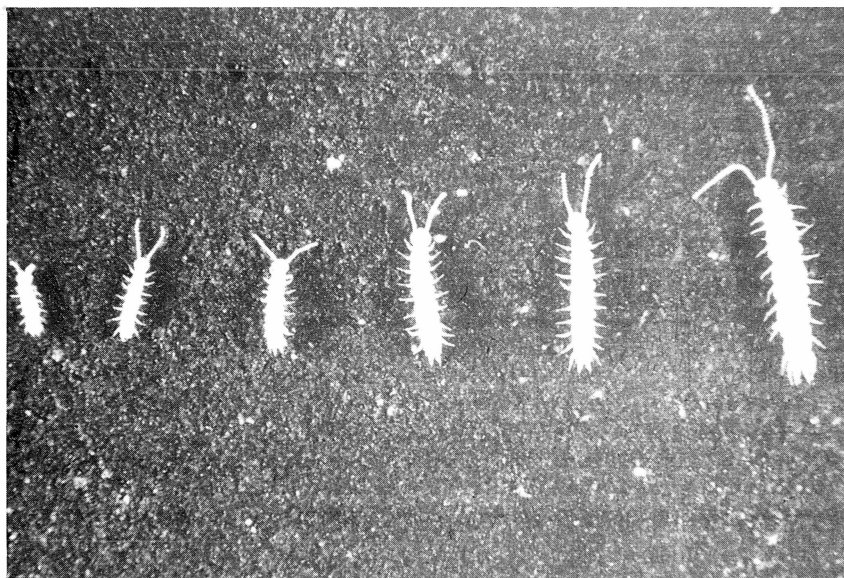


Photo 1 - *Hanseniella unguiculata*, Symphyle de Martinique, différents stades de développement.

Photo 2 - Balais de sorcières, symptômes d'attaque de symphyles (*Hanseniella ivorensis*, Côte d'Ivoire).

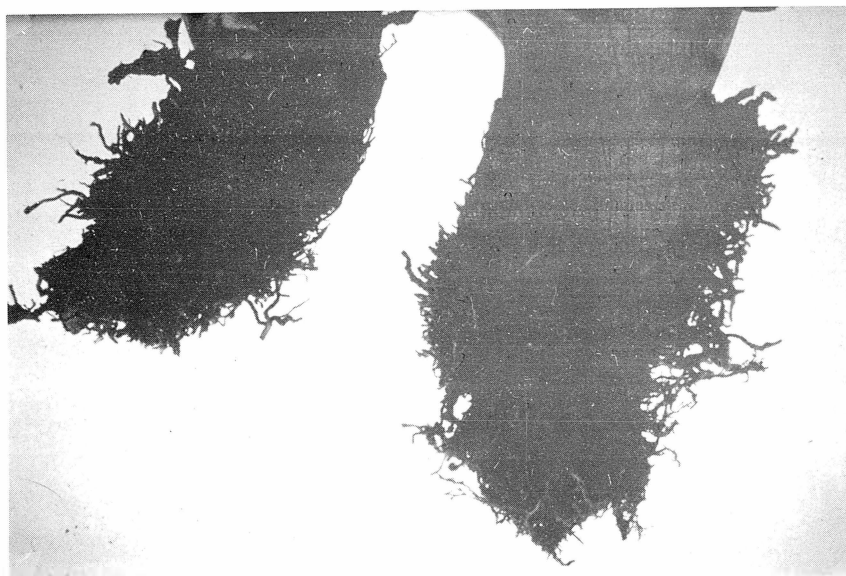
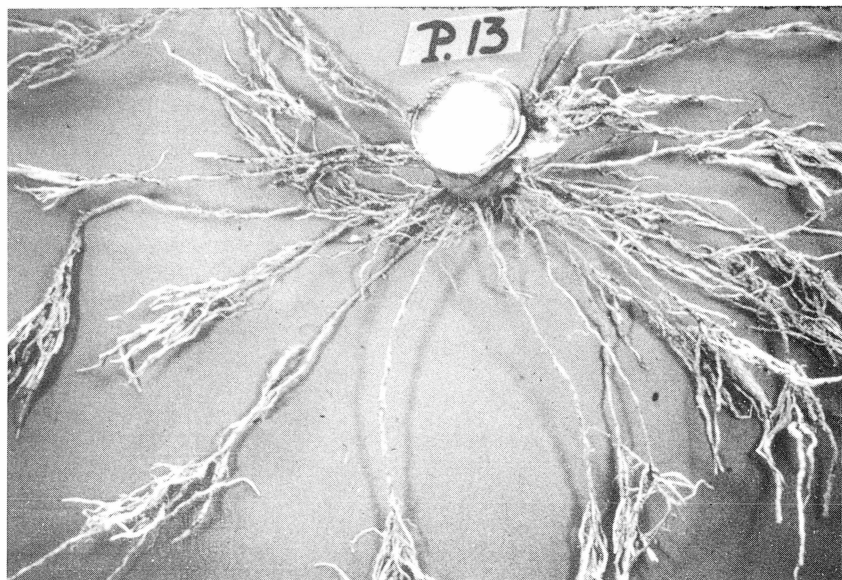


Photo 3 - Attaques sévères de symphyle à un stade précoce.

WILT-COCHENILLES



Photo 4 - Symptôme de Wilt (HLUHLUWE, Afrique du Sud).



Photo 5 - Lutte contre les cochenilles. Bac de fumigation au bromure de méthyle pour désinfection des rejets avant plantation. (HLUHLUWE, Afrique du Sud).



Photo 6 - Lutte contre les cochenilles. Chambre de fumigation au bromure de méthyle pour désinfection des rejets avant plantation. (HLUHLUWE, Afrique du Sud).

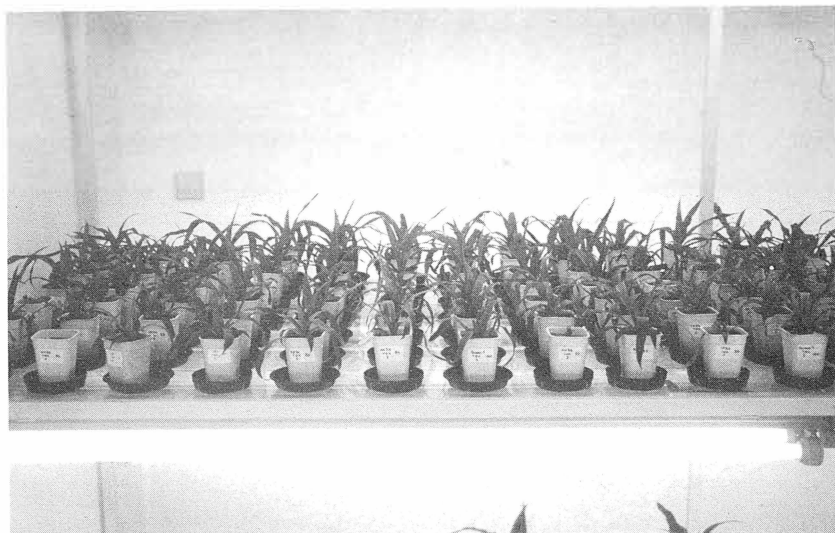




Photo 7 - Lutte contre les fourmis qui favorisent la pullulation des cochenilles. Piège attractif contenant de l'AMDRO, nouvel appât anti-fourmi fabriqué par CYANAMID. (HLUHLUWE, Afrique du Sud).

## NEMATODES

Photo 8 - Criblage de matériel végétal pour la résistance aux nématodes, en chambre climatique.



• Pour le deuxième point, un premier criblage au champ a été entrepris en Côte d'Ivoire sur les hybrides du programme génétique (Perolera x Cayenne). Certains d'entre eux se sont révélés indemnes ou quasi-indemnes d'attaques de nématodes 6 à 12 mois après plantation. Ces résultats devront toutefois être confirmés par des tests complémentaires de laboratoires (inoculations artificielles).

En ce qui concerne la recherche de tolérance, il faudra se résoudre à abandonner le concept de rapidité car les premières études de laboratoire ont montré que quinze semaines après inoculation, il n'y avait toujours pas de différence

de croissance et de développement (même au niveau racinaire) avec les plants non inoculés et ce malgré le développement important des populations de nématodes (MESNILDREY, 1990).

## REMERCIEMENTS

Les auteurs sont particulièrement reconnaissants à MM. MALEZIEUX et OSSENI pour leur contribution respective aux parties consacrées à l'impact des nématodes et à l'effet du pH.

## REFERENCES

- ANON. 1984.  
Les nématodes.  
in. La culture de l'ananas d'exportation en Côte d'Ivoire.  
Manuel du planteur.  
IRFA, Les Nouvelles Editions Africaines, Abidjan, p. 21-25.
- ANON. 1987.  
Complexe sol-racines : Les ravageurs.  
Fruits, Spécial Ananas, 42 (11), 669-677.
- CASWELL (E.P.), SARAH (J.L.) and APT (W.J.). 1990.  
Nematode parasite of pineapple.  
In. Plant Parasitic Nematodes in subtropical and tropical agriculture.  
(M. LUC, R.A. SIKORA and J. BRIDGE, Eds)  
CAB International, London, 519-537.
- FROSSARD (P.). 1976.  
Etude de la pourriture du coeur à *Phytophthora* de l'ananas.  
pH, calcium et traitements fongicides au champ.  
Fruits, 31 (10), 617-621.
- GODFREY (J.), LACOEUILHE (J.J.) et MARCHAL (J.). 1976.  
Effet du chaulage sur la culture de l'ananas (Var. Cayenne lisse)  
dans un sol ferrallitique fortement désaturé.  
Fruits, 31(10), 603-615.
- LACOEUILHE (J.J.) et SARAH (J.L.). 1990.  
Notes sur la culture de l'ananas au Zululand.  
Fruits, 45 (6), 577-581.
- MALEZIEUX (E.). 1988.  
Croissance et élaboration du rendement de l'ananas [*A. comosus* (L.) MERR.]  
Thèse de Doctorat de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon
- MARCHAL (J.). 1980.  
Arrière-effets du chaulage en culture d'ananas (var. Cayenne lisse) sur un sol ferrallitique de Côte d'Ivoire.  
Fruits, 35 (5), 301-308.
- MESNILDREY (L.). 1990.  
Contribution à la mise au point d'un test précoce de sensibilité de l'ananas au nématode *Pratylenchus brachyurus*.  
Mémoire de D.A.A (INA-PG, ENSAM, ENSAR, ENSSAA), 25 p.
- SARAH (J.L.). 1980.  
Utilisation de nématocides endothérapeutiques dans la lutte contre *Pratylenchus brachyurus* (GODFREY) en culture d'ananas.  
I.- Activités préventive et curative sur les infestations par applications foliaires.  
Fruits, 35 (12), 745-757.