

Action du nématode *Pratylenchus brachyurus* sur la croissance, la nutrition et les rendements de l'ananas 'Cayenne lisse'. Influence de la localisation de la fumure.

J.J. LACŒUILHE et R. GUÉROUT *

ACTION DU NEMATODE *PRATYLENCHUS BRACHYURUS*
SUR LA CROISSANCE, LA NUTRITION ET LES RENDEMENTS
DE L'ANANAS 'CAYENNE LISSE'

J.J. LACŒUILHE et R. GUÉROUT (IRFA)

Fruits, mars 1976, vol. 31, n°3, p. 147-156.

RESUME - On a obtenu, au champ, différents niveaux de parasitisme par les nématodes, en combinant les actions du DBCP et du phénamiphos. La réponse de l'ananas a été étudiée dans les cas où l'azote et la potasse sont apportés, soit au sol, soit en pulvérisations foliaires, pour estimer l'importance des racines sur la croissance et la nutrition. Les nématodes diminuent l'activité méristématique de la plante et la croissance pondérale des feuilles. La réduction de rendement peut être de l'ordre de 35 p. cent dans les conditions de Côte d'Ivoire. L'importance des nématodes est encore plus grande en deuxième récolte (réduction de 80 à 90 p. cent).

Au cours de ces dernières années, l'emploi systématique des nématicides a permis des améliorations substantielles pour l'obtention du premier fruit, en culture d'ananas en Côte d'Ivoire (variété 'Cayenne lisse') (11). Parallèlement, avec le développement de la production et l'augmentation de la taille des plantations, les apports d'engrais se sont intensifiés et l'apport sous forme solide à l'aisselle des vieilles feuilles a été progressivement remplacé par des pulvérisations liquides des deux éléments les plus nécessaires, c'est-à-dire l'azote et la potasse. La morphologie «en entonnoir» du plant d'ananas invite par ailleurs aux pulvérisations foliaires. Leur emploi nécessite une quantité importante d'eau, pour éviter les brûlures des feuilles par des solutions trop concentrées en engrais et particulièrement en urée. Les quantités de liquide/hectare, compatibles avec la mécanisation du traitement, conduisent à augmenter le fractionnement des apports qui, lorsqu'ils sont progressifs, permettent de mieux satisfaire les besoins de la plante et avec plus de régularité.

* - Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes (IRFA)
B.P. 1740, ABIDJAN, République de Côte d'Ivoire.

Les nématodes diminuent l'absorption des éléments minéraux par les racines, mais ils mobilisent aussi une partie importante du contenu des feuilles vers les racines. Ils diminuent également l'action des engrais sur les rendements.

L'intérêt d'une lutte efficace contre les nématodes est considérable. Elle peut conduire à une deuxième récolte en Côte d'Ivoire. Les modalités de cette lutte sont à préciser pour respecter les contraintes culturelles et les normes de commercialisation. Une meilleure connaissance de ses conséquences agronomiques pourrait conduire à une meilleure adaptation des techniques culturales face aux impératifs économiques.

Le sulfate d'ammoniaque en pulvérisations foliaires a donné des rendements inférieurs à ceux obtenus avec des apports au sol. L'explication pourrait être une toxicité des ions NH_4 dans la feuille.

Bien que les fonctions des racines soient loin de se limiter à l'absorption des éléments minéraux et de l'eau, on est tenté de se demander si les pulvérisations peuvent modifier l'action des nématodes sur l'ananas. Les caractères épiphytes de cette plante sont bien connus et la comparaison entre les engrais localisés, soit au sol, soit sur les feuilles, peut apporter des renseignements utiles sur l'importance et le fonctionnement du système racinaire. Une première approche globale a été faite en plein champ. L'essai a été conduit en deuxième récolte.

TRAITEMENTS

Nématodes.

On a cherché à avoir trois niveaux de populations de *Pratylenchus brachyurus*, par l'intermédiaire de traitements nématicides différenciés. Les deux niveaux extrêmes correspondent aux populations maximums (pas de traitement nématicide) et aux populations minimums (traitement nématicide poussé). Le niveau intermédiaire (traitement nématicide normal dans les plantations) s'apparente en fait

au niveau minimum en début de cycle et au niveau maximum en fin de cycle. Il est difficile d'avoir en permanence trois niveaux de populations nettement différenciés. Ces traitements ont été réalisés de la façon suivante :

T₀ - pas de traitement nématicide,

T₁ - traitement au DBCP au pal injecteur du billon (50 p. cent de la surface totale) à raison de :

- 22,5 litres m.a./ha à la plantation
- 11,25 litres m.a./ha quatre mois après plantation.

Ces doses correspondent à 30 et 15 litres de concentré émulsionnable à 75 p. cent v/v.

T₂ - traitement identique au précédent, complété par des pulvérisations de phénamiphos (0,25 g m.a./plant) localisées au coeur du plant, puis à la base des feuilles, tous les trois mois.

Fumure.

Dans tous les traitements, une fumure de fond à base de phospal (phosphate naturel de Thiès) et de dolomie a apporté 4 g de P₂O₅, 10,9 g de CaO et 5 g de MgO par plant.

L'azote et la potasse ont été apportés sous forme de sulfate d'ammoniaque et de potasse :

S = en apports solides sur le sol, en couronne autour du plant. L'absorption des éléments minéraux se fait donc exclusivement par voie racinaire.

L = en pulvérisations liquides sur le feuillage (4700 litres/ha) et sur le sol. L'absorption des éléments minéraux peut se faire par les feuilles, les racines aériennes et les racines souterraines.

Les quantités ont été les mêmes dans les deux cas, en dix apports égaux de 0,8 g de N et 2 g de K₂O par plant, avec une fréquence croissante (30, 70, 105, 135, 165, 190, 210, 225, 240 et 255 jours après la plantation ; l'induction florale à l'acétylène a été faite à 270 jours). Ce fractionnement des apports, très important sur les sols sableux désaturés de basse Côte d'Ivoire, est sans rapport avec la pratique courante des apports solides. Pour la validité de la comparaison, on a préféré qu'il soit identique dans les deux cas.

OBSERVATIONS EN DEUXIÈME RÉCOLTE

Une sélection des rejets a été faite, en éliminant ceux situés du côté des chemins, pour étudier la deuxième récolte. La position haute des rejets a néanmoins entraîné une verse quasi-générale avant la récolte des fruits.

Les engrais ont été apportés comme en première récolte, mais à raison de sept apports au lieu de dix : l'économie d'engrais a donc été de 30 p. cent par rapport à la première récolte. Ces sept apports ont été faits 15, 30, 45, 75, 105, 135 et 165 jours avant l'induction florale qui a eu lieu douze mois et demi après la première. La deuxième récolte a eu lieu vingt-sept mois après la plantation, la première s'étant située quatorze mois et une semaine après la plantation.

Une seule application de phénamiphos a eu lieu après la fin de la première récolte, à raison de 0,25 g m.a./plant

dans le traitement T₁ et 0,75 g m.a./plant dans le traitement T₂. Aucune application de nématicide n'a été faite dans le traitement T₀.

Schéma expérimental.

- parcelles de 176 plants (quatre lignes doubles de 44 plants) dont 120 sont observés.
- distance de plantation : 25 x 40 x 90 cm (51500 plants/ha).
- blocs de Fisher avec cinq répétitions, la fumure étant un sous-traitement.
- plantation : 17 décembre 1972.
- première induction florale : 14, 16, 18 septembre 1973
- première récolte : 11 février au 11 mars 1974
- deuxième induction florale : 1, 3, 5 octobre 1974
- deuxième récolte : 12 au 24 mars 1975
- analyse de sol (annexe 1)
- données climatiques (annexe 2).

CROISSANCE FOLIAIRE

Elle ne peut être étudiée que pour la première récolte à cause de la plus grande hétérogénéité des plants en deuxième récolte.

Apparition des feuilles (tableau 1).

L'absence de traitement nématicide ralentit l'apparition des feuilles à partir de quatre mois. C'est environ à cet âge qu'apparaissent les premières feuilles initiées après plantation. La réduction est d'environ deux feuilles sur les 36 à 38 apparues pendant les neuf mois précédant l'incitation florale.

La pulvérisation de phénamiphos au coeur des plants a entraîné, dans le traitement T₂, des brûlures des jeunes feuilles et un ralentissement de leur apparition au cours des premiers mois. Par la suite, ces pulvérisations ont été localisées à l'aisselle des vieilles feuilles. Le rythme d'apparition des feuilles a égalé rapidement celui du traitement T₁ et l'a même dépassé entre huit et neuf mois.

Les feuilles apparaissent en nombre un peu supérieur avec la fumure solide tout au long du cycle.

Poids des feuilles D (tableau 2).

L'augmentation du poids des feuilles D successives est normale et régulière dans le traitement T₂. Cette augmentation se ralentit après huit mois dans le traitement T₁ et surtout dans le traitement T₀ où elle est toujours la plus lente. En l'absence de traitement nématicide, le poids des feuilles D est diminué d'environ 30 p. cent au moment de l'induction florale.

La phytotoxicité du phénamiphos se manifeste également sur le poids des feuilles D à quatre et six mois. Il en résulte qu'au moment de l'induction florale, la différence entre les traitements T₁ et T₂ est relativement faible, l'accroissement de poids entre huit et neuf mois étant supérieur avec le phénamiphos.

Le poids frais des feuilles D est toujours supérieur avec la fumure solide. Il en est de même pour la teneur en matière sèche (tableau 3) et par conséquent pour le poids sec.

TABLEAU 1 - Feuilles apparues après plantation.

Age du plant en mois	fumure liquide			fumure solide		
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₀	N ₁	N ₂
2	6.2	6.2	5.5	6.7	6.5	5.8
4	14.0	13.9	12.6	14.4	14.3	13.4
6	21.0	22.1	21.0	21.8	22.7	22.1
8	29.1	31.0	30.2	30.6	32.0	31.4
9	34.7	36.9	36.2	36.5	38.2	38.0

TABLEAU 2 - Poids des feuilles D (en g).

Age du plant en mois	fumure liquide			fumure solide		
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₀	N ₁	N ₂
4	19.4	22.6	21.0	20.1	21.9	20.5
6	32.2	46.4	41.2	35.9	49.3	46.9
8	50.1	75.5	70.7	54.7	83.9	82.0
9	53.3	81.9	81.6	58.0	86.4	92.1

TABLEAU 3 - Teneur en matière sèche des feuilles D (en p. cent de matière fraîche).

Age du plant en mois	fumure liquide			fumure solide		
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₀	N ₁	N ₂
4	14.9	14.2	13.8	15.6	14.5	14.6
6	14.2	12.6	13.1	14.3	12.6	12.8
8	13.6	13.0	12.2	14.4	13.2	12.1
9	13.1	13.0	11.7	13.8	12.8	12.0

Les feuilles sont en général moins riches en eau quand les populations de nématodes sont importantes.

L'absence de traitement nématicide ralentit donc la croissance foliaire par le nombre de feuilles qui apparaissent mais surtout par la croissance pondérale individuelle des feuilles.

NUTRITION MINÉRALE (*)

Elle a été suivie par l'analyse des feuilles D avant le traitement d'induction florale (tableau 7). Les teneurs en azote et en potassium varient peu en fonction de l'âge du plant. Le fractionnement des apports correspond donc bien aux potentialités de croissance de la plante dans son milieu. Ces teneurs augmentent au moment de l'incitation à la floraison, par suite de la fréquence accrue des apports pour assurer un état nutritif élevé du plant pendant la phase de fructification.

Action des nématodes.

Les traitements nématicides augmentent les teneurs de tous les éléments majeurs dès l'âge de quatre mois. Les différences s'accroissent avec le temps. La part des éléments (tableau 8) dont les apports sont fractionnés (azote et

* - ce paragraphe a été rédigé avec la collaboration de P. MARTIN-PREVEL et J. MARCHAL. Les analyses ont été réalisées au laboratoire de physiologie de l'IRFA, Nogent-sur-Marne.

potassium) augmente avec l'intensité des traitements nématicides. Il en est de même pour l'azote par rapport au potassium à partir de huit mois quand les apports sont faits toutes les deux semaines.

Les traitements nématicides ont une action particulière sur l'absorption du phosphore. Les teneurs de la feuille D augmentent avec l'âge du plant et l'efficacité du traitement nématicide (T₂) et diminuent en l'absence de nématicide (T₀). L'importance du parasitisme des nématodes est donc une explication possible des variations de teneur en phosphore de la feuille D en fonction de l'âge du plant (21).

Les teneurs en éléments minéraux sont modifiées dans le même sens que le poids sec des feuilles D. Le contenu de ces dernières (poids sec x teneur) est donc augmenté par les traitements nématicides.

Les éléments mineurs, dont l'assimilabilité est souvent modifiée par l'action des nématicides fumigants, n'ont pas été étudiés.

Action de la localisation de la fumure.

Les teneurs des feuilles D en éléments minéraux sont toujours supérieures avec les pulvérisations foliaires. Il semble donc difficile de contester que l'absorption se fait au moins en partie par voie foliaire chez l'ananas, contrairement au résultat de certains auteurs (22). Il est remarquable que les éléments apportés au sol avant la plantation (P, Ca, Mg) soient également présents à des teneurs supérieures. Les rapports des éléments entre eux sont moins modifiés par la localisation de la fumure que par les traitements nématicides. La plante est donc capable de réaliser un équilibre interne entre éléments minéraux majeurs, quelle que soit la voie d'absorption de l'azote et de la potasse.

Les masses d'éléments minéraux contenus dans la feuille D sont toujours supérieures avec la fumure liquide pulvérisée sur les feuilles, bien que le poids sec soit inférieur. L'absorption des engrais est meilleure quand ils sont pulvérisés sur les feuilles.

Le contenu en azote de la feuille D au moment de l'incitation florale à neuf mois (figure 2) est réduit (comparaison des traitements T₀ et T₁) par les nématodes de 39 p. cent dans le cas de la fumure liquide et de 49 p. cent dans le cas de la fumure solide au sol. Cette réduction est donc due seulement en partie à la limitation de l'absorption par les racines. La part la plus importante est due à la réaction physiologique de la plante aux nématodes. La notion de coefficient d'utilisation des engrais est ambiguë si on la relie au rendement agronomique comme on va le voir ci-dessous.

PREMIÈRE RÉCOLTE

Poids (tableaux 4 et 5).

L'influence des traitements nématicides sur le poids moyen des fruits est forte. Le traitement nématicide couramment employé en plantation permet un gain de 20 à 24 tonnes à l'hectare, soit environ 35 p. cent. Le poids des couronnes est très sensiblement augmenté par l'emploi du phénamphos.

TABLEAU 4 - Rendements obtenus en première récolte.

	fumure liquide			fumure solide		
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₀	N ₁	N ₂
poids fruits (g)	1175	1544	1555	1239	1724	1789
T/ha	61.4	81.4	81.1	65.0	89.1	88.9
gros fruits (p. cent)	0,3	6.4	6.5	2.2	14.2	19.3
4/4 (p. cent)	30.1	58.8	54.7	32.9	62.3	57.9
3/4 (p. cent)	55.7	30.4	35.2	55.1	22.1	21.4
1/2 (p. cent)	8.8	3.7	2.6	7.4	0.6	0.7
petits fruits (p. cent)	4.9	0.4	0.7	2.1	0.5	0.4
fruits perdus (*)	5.0	4.3	5.2	4.7	6.0	9.7

* - fruits perdus par attaque d'augosomes.

TABLEAU 5 - Caractères des fruits de la première récolte.

	fumure liquide			fumure solide		
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₀	N ₁	N ₂
poids fruits (g)	1181	1634	1590	1254	1764	1841
poids couronne (g)	188	196	320	145	170	295
long. fruit (mm)	137	160	159	141	166	169
Ø fruit (mm)	118	128	126	120	130	131
Ø coeur (mm)	30	32	32	32	35	36
Ø pédoncule (mm)	22	24	28	22	24	29
haut. pied (mm)	34	38	41	35	39	41
acidité fruit (méq p. cent)	8.8	9.2	9.1	8.9	9.3	9.4
extrait sec	15.1	15.5	14.6	15.3	15.5	14.4

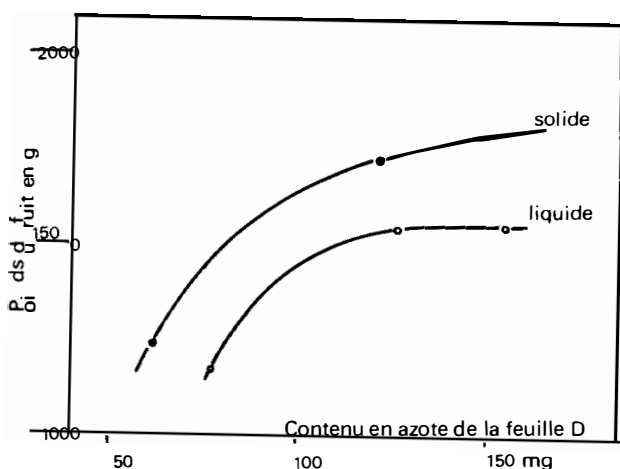


FIG. 1 • Relation entre le poids du fruit et le contenu en azote de la feuille D au moment de l'incitation à la floraison.

L'absence de différence entre les traitements T₁ et T₂ peut être attribuée à la phytotoxicité du phénamiphos, en particulier au début du cycle, comme on l'a vu à propos de la croissance. On peut penser d'autre part qu'un usage moins intensif de l'azote et de la potasse aurait accentué les différences entre traitements avec la nécessité d'allonger le cycle cultural.

La fumure solide donne des résultats supérieurs de 10 p. cent environ à la fumure liquide. Ceci confirme les observations faites sur la croissance, mais va à l'inverse de ce qu'on aurait pu prévoir au vu des résultats d'analyse de la feuille D. La figure 1 montre que la relation entre le contenu en azote de la feuille D au moment de l'incitation à la floraison et le poids du fruit récolté est classique, mais diffère selon la méthode d'apport des engrais. De plus, on a vu que l'analyse foliaire habituelle ne montre pas de différence essentielle dans les rapports des éléments entre eux. Il y a donc là une limite importante à la pratique du diagnostic foliaire lorsqu'il ne considère que les éléments totaux présents dans la feuille. Cette limite peut être due à la forme de l'engrais azote (24). L'emploi de sulfate d'ammoniaque en pulvérisation sur le feuillage est peu courant, essentiellement à cause de la faible concentration en azote de cet engrais, qui nécessite l'emploi de volumes d'eau importants pour éviter les brûlures. Au vu des résultats présentés ici, il semble néfaste. Il amène une concentration élevée d'ions NH₄ dans les cellules, ce qui peut exercer une action inhibitrice sur la photophosphorylation en supprimant le gradient de pH entre les chloroplastes et le milieu intracellulaire (14). Ce n'est qu'une hypothèse. Une toxicité des sulfates est également possible. Une répétition de cet essai est actuellement en cours avec l'urée.

Diamètre des fruits (tableau 4).

La répartition des fruits par classe de diamètre est normale et conforme à celle des poids moyens. Plus ceux-ci sont élevés, plus la proportion de gros fruits et de fruits 4/4 est importante par rapport au tonnage récolté.

L'essai a souffert dans la deuxième quinzaine d'octobre d'une attaque d'*Augosoma centaurus* (Coléoptère scarabéidé) (12). On a effectué trois mois avant la récolte un traitement qui s'est révélé efficace, mais un certain nombre de fruits avaient été détruits auparavant (tableau 4). Les augosomes semblaient avoir une préférence pour les fruits des plants traités au phénamiphos avec une fumure solide.

Précocité de la récolte.

Dans tout l'essai, 50 p. cent des fruits ont été récoltés cinq mois et cinq jours après l'induction florale. Ce chiffre est variable avec les traitements. Par rapport à l'absence de nématicide, le DBCP avance de trois jours la date à laquelle la moitié des fruits est récoltée et le phénamiphos la retarde de quatre jours. Il y a donc une semaine d'écart entre les traitements T₁ et T₂. Dans ce dernier traitement, la récolte est beaucoup plus étalée dans le temps (un mois). S'agit-il de la vitesse de maturation des fruits ou de la réponse à l'induction florale avec l'acétylène ?

La fumure solide permet une avance de quatre jours par rapport à la fumure liquide. Ce résultat est dû en partie à la différence de poids des fruits.

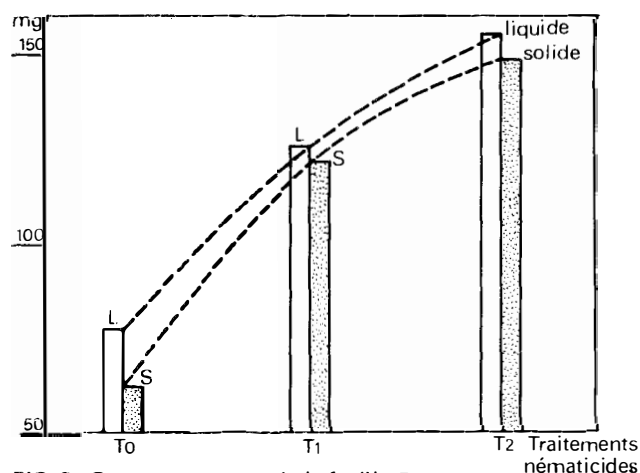


FIG. 2 • Contenu en azote de la feuille D au moment de l'incitation à la floraison.

Qualité des fruits (tableau 5).

Les traitements nématicides augmentent l'acidité en même temps que le poids moyen, alors que c'est en général l'inverse. Les différences sont relativement faibles car l'époque de la récolte correspond traditionnellement à des fruits de faible acidité. C'est le contraire pour l'extrait sec, mais les différences sont aussi faibles que pour la teneur en matière sèche des feuilles D.

On n'a pas déterminé le poids moyen des yeux ou fruits élémentaires, mais il semble, d'après le rapport poids-volume, que la densité des fruits soit un peu plus élevée avec les traitements nématicides intensifs. Comme l'extrait sec évolue peu mais en sens inverse il s'agit peut-être de fruits un peu plus « pleins », ce qu'il a été difficile d'apprécier à l'oeil.

DEUXIÈME RÉCOLTE

Tonnages récoltés (tableau 6).

L'effet des traitements nématicides est beaucoup plus important sur la deuxième récolte que sur la première. Les traitements nématicides augmentent les tonnages récoltés de 81 p. cent (T₁) à 88 p. cent (T₂).

Par rapport au traitement T₁, le traitement T₂ apporte une amélioration de 6 à 10 t/ha, mais surtout une diminution des petits fruits et des fruits 1/2. L'augmentation du poids-moyen est beaucoup plus forte que celle des tonnages/hectare (36 p. cent contre 4 p. cent), le nombre de fruits récoltés étant plus faible.

Extrapolation à la production de rejets.

Le traitement nématicide intensif avec le phénamiphos diminue donc le nombre de rejets capables de se développer simultanément sur les plants. Cela pourrait être un inconvénient lorsqu'on récolte les rejets pour les nouvelles plantations, sans rechercher une seconde récolte. Cependant, la croissance de ces rejets étant plus rapide, on peut les récolter plus tôt. On supprime ainsi la dominance qui empêche les rejets plus jeunes de se développer. Les récoltes sont

TABLEAU 6 - Résultats de la deuxième récolte

	fumure liquide			fumure solide		
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₀	N ₁	N ₂
poids fruits récoltés (g)	661	1098	1451	679	1060	1495
Nb. fruits récoltés/ha	58950	66735	54450	69030	68200	55555
T/ha	39.0	73.3	79.0	47.0	72.3	82.8
fruits trop gros (p. cent)	0.5	4.7	16.8	0.5	3.8	22.8
4/4 (p. cent)	7.3	31.7	44.0	5.2	31.5	42.3
3/4 (p. cent)	41.6	43.4	30.1	43.9	45.0	27.4
1/2 (p. cent)	17.9	11.7	6.0	21.7	10.4	3.6
trop petits (p. cent)	32.7	8.3	2.8	28.8	9.1	3.6

plus fréquentes. De plus, le vieillissement des pieds-mères étant plus lent, on peut penser que les plants indemnes de nématodes peuvent en définitive produire plus de rejets.

Comparaison avec la première récolte.

La première récolte a subi des pertes (14 à 10 p. cent) par suite de l'attaque d'augosomes. Le nombre de fruits récoltés en deuxième récolte est d'autre part normalement supérieur au nombre de pieds plantés (51.500 par hectare). Les différences des tonnages récoltés en première et en deuxième récoltes sont donc relativement faibles.

Cela étant, le rapport entre deuxième et première récoltes est d'autant plus faible que le traitement nématicide a été plus intense. Celui-ci apparaît donc comme un des principaux facteurs à considérer pour la deuxième récolte dans les conditions de la Côte d'Ivoire.

Conséquences pratiques.

Si, comme on l'a déjà expliqué par ailleurs (16), il paraît difficile d'obtenir une réduction plus forte de la longueur du cycle, les résultats obtenus sont maintenant susceptibles d'intéresser les planteurs qui ont la possibilité matérielle de faire une deuxième récolte d'ananas. Dans les conditions de l'essai, on a en effet obtenu 150 à 170 tonnes en vingt-sept mois. La répartition des fruits par calibre correspond sensiblement aux désirs des usiniers qui s'orientent d'ailleurs vers les fruits 3/4.

A l'économie d'engrais (30 p. cent) il convient d'ajouter tous les frais concernant la replantation. Ceux-ci sont de plus en plus importants avec l'augmentation du fuel et du matériel agricole, à laquelle vient s'ajouter la pénurie de main-d'oeuvre. Dans ces conditions et en attendant d'autres progrès concernant la croissance et le développement des rejets, l'apport de nouveaux nématicides peut modifier profondément l'organisation des plantations de type industriel en Côte d'Ivoire.

On peut ajouter également qu'un certain nombre de rejets (environ 20 p. cent des pieds plantés) peut être récolté au moment de la deuxième récolte. La possibilité de récoltes ultérieures n'a pas été étudiée.

TABLEAU 7 - Composition minérale de la feuille D (en p. cent de M.S.).

Age du plant mois	traitement	N	S	P	K	Ca	Mg	S. cat (mé)
4	1 L	1.23		.111	2.71	.178	.231	97.2
	S	1.08		.125	2.51	.198	.233	93.3
	2 L	1.49		.141	3.28	.265	.363	127.1
	S	1.46		.153	3.23	.299	.406	131.0
	3 L	1.65		.134	3.62	.267	.363	135.9
	S	1.52		.143	3.46	.274	.338	130.0
6	1 L	1.25		.094	2.67	.188	.245	97.8
	S	1.17		.094	2.55	.177	.229	92.9
	2 L	1.54		.142	3.47	.275	.406	135.9
	S	1.54		.139	3.34	.261	.369	128.8
	3 L	1.69		.130	3.82	.291	.400	145.2
	S	1.56		.133	3.53	.247	.337	130.4
8		1.23		.095	2.74	.129	.180	91.4
		.96		.082	2.24	.117	.152	75.7
		1.46		.140	3.11	.182	.248	109.0
		1.29		.127	2.78	.171	.226	98.3
		1.67		.157	3.54	.217	.283	124.7
		1.46		.146	3.12	.216	.254	111.5
9	1 L	1.45	.33	.098	3.11	.128	.186	101.2
	S	1.07	.11	.088	2.38	.116	.157	79.6
	2 L	1.54	.33	.139	3.30	.170	.242	112.8
	S	1.40	.16	.128	2.81	.165	.221	98.4
	3 L	1.90	.36	.180	4.08	.237	.295	140.5
	S	1.61	.17	.157	3.17	.215	.266	113.8

TABLEAU 8 - Rapport des éléments entre eux dans la feuille D de neuf mois

	N/P	K/N	K/S Cat.	Ca/S Cat.	Mg/S Cat
1 L	14.8	2.14	78.6	6.3	15.1
S	12.2	2.22	76.5	7.3	16.2
2 L	11.1	2.14	74.8	7.5	17.6
S	10.9	2.01	73.1	8.4	18.5
3 L	10.6	2.15	74.2	8.5	17.3
S	10.3	1.97	71.3	9.5	19.2

NÉMATODES

Évaluation des populations.

Les prélèvements de racines ont été faits sur quinze plants par parcelle élémentaire. L'extraction des nématodes est faite en général sur une aliquote de 25 g de racines. Elles sont broyées au mixer puis passées sur une série de tamis. Le premier retient les racines broyées et les autres, les nématodes et les fins débris végétaux. Cette dernière fraction est mise en suspension dans l'eau. Les comptages sont faits sur une partie aliquote (trois lames de 1 ml). Par calcul, le résultat est exprimé par rapport à 100 g de racines (coefficient multiplicateur égal à 266).

Les résultats donnés dans le tableau 9 montrent que la

précision est satisfaisante pour exprimer le degré de parasitisme du système racinaire.

La localisation de la fumure azote-potasse influence peu les populations de nématodes. Aussi nous ne considérerons par la suite que les trois traitements, T₀, T₁ et T₂.

Évolution des populations (tableau 9).

Dans la zone équatoriale, les rythmes saisonniers sont peu marqués. La croissance des plantes et des populations de nématodes ne s'arrête pas. Tout au plus, elle est ralentie à certaines saisons. Il n'y a pas d'arrêt comme dans les conditions tempérées ou subtropicales. Lorsque le cycle de la plante est supérieur à un an, cas de l'ananas, cela implique deux conséquences (8) :

TABLEAU 9 - Populations de *Pratylenchus brachyurus* (en milliers d'individus).

	T ₀			T ₁			T ₂			\bar{m}	
	L	S	\bar{m}	L	S	\bar{m}	L	S	\bar{m}	L	S
2.73	16,0	10,8	13,4	0,1	0,1	0,1	0	0	0	5,3	3,6
3	12,6	13,2	12,8	0,1	0,1	0,1	0	0	0	4,2	4,4
4	8,3	12,0	10,4	0,2	0	0,1	0	0,1	0,1	3,0	4,1
5	31,7	40,2	35,9	2,4	6,1	1,5	0,1	0	0,1	10,7	13,6
6	33,5	40,2	36,8	1,1	1,0	1,0	0	0,1	0,1	11,5	13,7
7	30,4	27,8	29,1	0,6	1,3	0,9	0	0,2	0,1	10,3	9,8
8	18,4	20,3	19,4	12,1	6,0	9,1	0	0,1	0,1	10,2	8,8
9	20,9	20,5	20,7	9,8	8,0	8,9	0,5	0	0,2	10,4	9,5
10	30,2	28,6	29,4	22,7	7,2	14,9	0,7	2,2	1,5	17,9	12,7
11	35,0	26,3	30,6	26,9	26,7	26,8	1,8	0,7	1,2	21,2	17,9
12	23,9	22,8	23,4	21,3	22,6	21,9	0	2,9	1,4	15,1	16,1
1.74	38,6	37,6	38,1	26,8	29,3	33,0	0,3	2,6	0,9	23,2	22,8
2	30,0	19,1	24,6	20,9	15,9	18,4	2,8	0,1	1,4	20,9	11,7
3	8,5	7,7	8,1	5,3	3,9	4,6	0,6	0,2	0,4	4,8	3,9
4	7,4	2,6	5,0	2,1	3,0	2,5	0	0	0	3,2	1,8
5	4,8	4,0	4,9	3,4	0,5	2,0	0,3	0	0,1	2,8	1,5
6	14,2	16,3	15,2	4,8	3,7	4,3	0,4	0	0,2	6,5	6,7
7	31,0	42,0	36,5	10,1	7,1	8,6	0	0,5	0,2	13,7	16,7
8	26,2	38,4	32,3	9,8	2,6	6,2	0,4	0	0,2	12,1	13,7
9	8,9	15,8	12,4	14,7	8,7	11,7	1,1	0,3	0,7	8,2	8,0
10	19,9	17,8	18,8	26,6	13,4	20,0	0,5	0,6	1,0	15,7	10,6
11	5,1	5,8	5,5	12,6	4,5	8,6	1,9	1,1	1,5	6,5	3,8
12	13,2	12,3	12,7	19,9	13,9	16,9	2,6	0,7	1,6	11,9	9,0
1.75	12,9	15,6	14,2	10,7	5,9	8,3	1,9	2,8	2,3	8,5	8,1
2	8,2	16,2	12,2	7,5	9,5	9,5	1,2	0,7	1,0	5,7	8,8

- la valeur de l'infestation potentielle initiale du sol n'est pas suffisante pour caractériser l'importance du parasitisme ultérieur,

- il est nécessaire de faire plusieurs traitements pendant un même cycle de culture.

L'évolution des populations de nématodes en l'absence de traitement nématicide montre que le potentiel infectieux initial du sol a été suffisant pour assurer un parasitisme élevé des plantations. Pour cela, il a suffi d'effectuer la plantation immédiatement après la destruction de la sole précédente (13).

Le niveau des infestations mensuelles subit des variations assez importantes qui sont dues à un ensemble de facteurs assez difficiles à isoler dans une expérimentation au champ.

Les populations croissent en début de saison pluvieuse et régressent en saison sèche. Les facteurs humidité et température du sol ont donc une grande importance. Les quelques mesures qui ont été faites à la sonde à neutrons sont insuffisantes pour être reliées aux variations de populations. Quant à la température du sol, on la connaît à 20 cm sous gazon. Elle varie relativement peu tout au long de l'année. Les minima les plus bas sont atteints en août-septembre, au voisinage de 26°C. Les maxima, voisins de 32°C sont situés en mars-avril-mai. L'amplitude journalière est en général de 1,5°C.

Les facteurs climatiques influencent également la crois-

sance des racines de la plante. *Pratylenchus brachyurus* étant un endoparasite, on conçoit que l'état physiologique des racines soit important. Il semble que les périodes de transition climatique soient les plus favorables à l'accroissement des populations, en même temps qu'à la croissance du système racinaire. D'autre part, la capacité de la plante à développer de nouvelles racines, tout comme la croissance des racines existantes n'est pas constante au long du cycle de la plante. Les connaissances que nous possédons sur la dynamique du système racinaire de l'ananas sont relativement limitées. On sait cependant que :

- bien que plus lente, la croissance racinaire se poursuit après l'induction florale (5).

- le nombre de racines, relativement constant au moins pendant les premiers mois, est sous la dépendance de l'équilibre hormonal (25).

Il est par conséquent difficile de distinguer, dans l'essai présent, les parts respectives des facteurs susceptibles d'influencer le développement des nématodes.

Action des nématicides sur les infestations.

Les traitements avec le DBCP (T₁) assurent, dans le cadre de cet essai, une bonne protection pendant sept mois. Leur efficacité peut être considérée comme insuffisante puisque les derniers apports d'engrais (les plus importants) sont faits entre sept et neuf mois, date de l'induction florale. Après dix mois, les infestations sont sensiblement identiques à

celles du témoin sans nématicide.

Les traitements DBCP complétés par le phénamiphos sont bien plus efficaces et les infestations restent inférieures à 2.000 *Pratylenchus brachyurus* par 100 g de racines.

Pendant la deuxième récolte, la dose de 0,25 g m.a./plant de phénamiphos (T_1) a un effet curatif pendant les quatre mois qui suivent la première récolte. Elle est insuffisante ensuite. Avec 0,75 g (T_2), il est possible de maintenir l'état sanitaire au même niveau qu'en première récolte. Dans ce traitement, on a donc réussi à maintenir constamment les infestations à un niveau suffisamment faible pour que l'incidence des nématodes sur les rendements soit faible ou nulle.

Ce résultat est important car il permet de s'affranchir totalement des nématodes. Il est reproductible et constitue donc la vraie référence à utiliser dans les essais, si la physiologie de la plante n'est pas trop perturbée. Jusqu'à présent, le témoin était constitué par l'absence de nématicide et l'influence des nématodes était conditionnée par les facteurs climatiques. La comparaison d'essais différents était toujours plus ou moins aléatoire. D'autre part, il paraît maintenant possible de déterminer s'il existe des périodes critiques où les nématodes ont une action particulièrement sensible sur les rendements. Il peut en résulter une évolution dans la conception des traitements nématicides dans l'optique d'une diminution des coûts culturaux.

RELATIONS NÉMATODES-RENDEMENT

Croissance foliaire.

On sait qu'il existe une relation entre le poids de la feuille D au moment de l'initiation florale et le poids du fruit (23). Tous les facteurs agissant sur la croissance foliaire doivent donc être pris en considération.

L'apparition des feuilles traduit, avec un certain retard, l'activité méristématique (16). Aussi, l'absence de traitement nématicide ne se traduit sur ce critère que quatre mois après la plantation et les deux autres traitements (T_1 et T_2) ne diffèrent pas jusqu'au traitement d'induction florale, phytotoxicité du phénamiphos mise à part.

L'action des nématodes sur le poids des feuilles D se perçoit beaucoup plus rapidement. La croissance pondérale des feuilles est en effet la plus active pendant les deux mois qui précèdent le stade D. L'augmentation du poids des feuilles D entre huit et neuf mois est plus forte dans le traitement T_2 que dans le traitement T_1 , parce que l'infestation de nématodes est importante dans ce dernier traitement au cours du huitième mois. Il semble donc que, physiologie de la plante mise à part, le palier atteint par le poids des feuilles D soit dû en partie au parasitisme des nématodes.

Rendement.

On a vu que le retard de croissance dû à la phytotoxicité du phénamiphos après la plantation est très voisin de son effet bénéfique sur le poids des feuilles D au moment du traitement d'induction florale. Les deux phénomènes se compensent et les poids de ces feuilles D à neuf mois

diffèrent peu. Il en va de même pour le poids des fruits de la première récolte. Il semble donc que le parasitisme des nématodes est important essentiellement pendant la phase de croissance foliaire, ce qui confirme la bonne relation entre le poids de la feuille D et le poids du fruit. L'infestation globale (10), la plus intéressante à considérer, serait donc celle qui couvre cette phase. A cause des phénomènes de phytotoxicité, le phénamiphos a peut-être aussi un effet dépressif sur le poids du fruit. Il est difficile de pousser l'analyse plus loin et en particulier de rechercher un seuil critique des populations de nématodes dans le cadre de cet essai.

Cela semble néanmoins possible pour la deuxième récolte. La moyenne des populations mensuelles tout au long du cycle semble avoir un seuil critique d'environ 5.000 nématodes pour 100 g de racines avec la méthode de comptage utilisée.

CONCLUSION

Le sulfate d'ammoniaque en pulvérisations foliaires a donné des rendements inférieurs aux apports au sol. Il peut s'agir d'une toxicité des ions NH_4 dans la feuille ou bien des sulfates (ammoniaque et potasse).

Pratylenchus brachyurus a une action dépressive importante en culture d'ananas. Dans les conditions de Côte d'Ivoire, la réduction du rendement peut être de l'ordre de 35 p. cent sur la première récolte. En pratique, cela se traduit surtout par un allongement du cycle de culture puisque le diamètre du fruit est déterminé par les besoins des usiniers. Or il est plus difficile de contrôler la floraison et la production avec des cycles longs (18). Expérimentalement, il est plus facile de déterminer une réduction de rendement que l'allongement d'un cycle soumis aux conditions climatiques. On peut néanmoins estimer qu'en l'absence de traitement nématicide, l'intervalle de temps entre la plantation et la première récolte doit être augmenté d'environ 30 p. cent pour obtenir le calibre des fruits demandé par les usines. Ceci revient à dire que le contrôle des nématodes permet au planteur de faire quatre récoltes au lieu de trois sur un même nombre d'années.

L'intérêt d'une lutte efficace contre les nématodes est considérable. Pour la première récolte, il faut trouver un optimum économique entre nématicide et engrais. Mais la lutte contre les nématodes est susceptible de modifier profondément les pratiques culturales en Côte d'Ivoire, en permettant en particulier d'effectuer une deuxième récolte. Il est alors nécessaire de rechercher une efficacité beaucoup plus grande des traitements nématicides. Ceux-ci doivent être mécanisables pour que leur intérêt soit maximum. La formulation liquide des produits nématicides est, de ce point de vue, la plus favorable, mais elle peut présenter des dangers pour la plante et pour l'homme comme dans le cas du phénamiphos. La formulation en granulés pose des problèmes plus difficiles de mécanisation en culture d'ananas. L'emploi de nouveaux produits suppose bien sûr aussi l'étude de leurs résidus. Sur le plan de la recherche, l'obtention au champ des plants indemnes de nématodes devrait permettre une meilleure connaissance des conséquences agronomiques. Cela ne peut conduire qu'à une meilleure rationalisation des traitements et peut-être à une diminution de leurs coûts.

4. BIRD (A.F.). 1974.
Plant response to root-knot nematode.
Ann. Rev. of Phytopathology, 12, p. 69-85.
5. BONZON (B.). 1969.
Observations préliminaires sur la croissance et le développement racinaire d'*Ananas comosus* (L.) MERR. variété 'Cayenne lisse'.
J. of the West African Sci. Ass., 14, 1/2, p. 73-78.
6. BRUESKE (C.H.) et BERGESON (G.B.). 1972.
Investigation of growth hormones in xylem exudate and root tissue of tomato infected with root-knot nematode.
J. of Exp. Bot., 23, p. 14-22.
7. ENGLERTH Jr (E.J.). 1969.
Nitrogen nutrition of the pineapple plant, *Ananas comosus* (L.) MERR., soil nitrogen status and dynamics of the reniform nematode population, *Rotylenchus reniformis* LINFORD and OLIVEIRA, in relation to the form of nitrogen fertilizer, soil acidity and fumigation.
Ph. D. Thesis, Univ. of Hawaii, 89 p.
8. GUEROUT (R.). 1969.
Action des plantes améliorantes en culture d'ananas. III.- Bilan nématologique.
Fruits, 24, 9/10, p. 436-443.
9. GUEROUT (R.). 1971.
Importance relative des champignons du sol et des nématodes sur la croissance de l'ananas.
Fruits, 26, p. 287-293.
10. GUEROUT (R.). 1972.
Relation entre les populations de *Radopholus similis* COBB. et la croissance du bananier.
Fruits, 27, 5, p. 331-337.
11. GUEROUT (R.). 1973.
Effet des traitements DBCP dans les plantations d'ananas de Côte d'Ivoire.
Doc. int. IFAC, n°139, R.A. 73.
12. GUEROUT (R.). 1974.
Attaques d'*Augosoma centaurus* (Coléoptère scarabéidae) en plantation d'ananas.
Fruits, 29, 9, p. 609-611.
13. GUEROUT (R.). 1975.
Nematodes of pineapple : a review.
PANS, 21, 2, p. 123-140.
14. HELLER (R.). 1974.
L'absorption minérale chez les végétaux.
Ed. Masson, Paris, 154 p.
15. KRAUSS (B.H.). 1949.
Anatomy of the vegetative organs of the pineapple *Ananas comosus* (L.) MERR. III- The root and the cork.
Bota. Gaz., p. 551-587.
16. LACOEUILHE (J.J.) et PY (C.). 1974.
La croissance de la feuille d'ananas en Côte d'Ivoire.
Fruits, 29, 11, p. 709-715.
17. LACOEUILHE (J.J.). 1975.
Etude de la deuxième récolte en culture d'ananas en Côte d'Ivoire.
Fruits, 30, 2, p. 83-89.
18. LACOEUILHE (J.J.). 1975.
Etude sur le contrôle du cycle de l'ananas en Côte d'Ivoire.
Fruits, 30, 5, p. 307-312.
19. LOVEYS (B.R.) et BIRD (A.F.). 1973.
The influence of nematodes on photosynthesis in tomato plants.
Physiological Plant Pathology, 3, p. 525-529.
20. MAGISTAD (O.C.) et OLIVEIRA (J.M.). 1934.
Changes in plant-food intake caused by a population of *Heterodera marioni* (CORNU) GOODEY on *Ananas comosus*.
Phytopathology, 24, p. 276-283.
21. MARCHAL (J.). 1971.
Le phosphore dans l'ananas.
Fruits, 23, 3, p. 189-206.
22. PAGE (P.E.). 1971.
Foliar uptake of potassium in pineapples.
Queensland J. of Agric. and Ani. Sci., 28, 4, p. 191-194.
23. PY (C.) et LOSSOIS (P.). 1962
Prévision de récolte en culture d'ananas.
Fruits, 17, 2, p. 75.
24. SIDERIS (C.P.) et KRAUSS (B.H.). 1937.
The growth of pineapple plants in complete water cultures with either ammoniac or nitrate salts.
Growth, 1, p. 204-210.
25. TEISSON (C.). 1973.
Rhyzogénèse des couronnes et des cayeux. Reconstitution des systèmes racinaires.
Doc. int. IFAC n°48, R.A. 73.
26. WALLACE (H.R.). 1973.
Nematode ecology and plant disease.
Ed. Edward Arnold, London, 228 p.
27. WANG (L.H.). 1973.
Biochemical and physiological changes in root exudate xylem sap and cell permeability of tomato plants infected with *Meloidogyne incognita*.
Diss. Abstr. Int., ser. B, 24, 5, p. 1821.
-