

La fumure N-K de l'ananas en Côte d'Ivoire

J.J. LACOEUILHE*

LA FUMURE N-K DE L'ANANAS EN COTE D'IVOIRE

J.J. LACOEUILHE

Fruits, mai 1978, vol. 33, n° 5, p. 341-348

RÉSUMÉ. - La fumure minérale de l'ananas ne peut s'établir qu'à partir de l'évolution des immobilisations minérales et de la réponse aux engrais N-K. Le moment de l'induction florale occupe une position clé dans le cycle. La fumure dans les quelques mois qui précèdent cet instant est la plus importante pour le rendement quantitatif (azote) et qualitatif (potasse).

Le fractionnement des apports d'engrais permet seul d'adapter la fumure aux besoins de la plante pour l'élaboration de la meilleure production.

Quelles que soient la nature et la localisation (pulvérisation sur le feuillage ou apports solides sur le sol) des engrais, l'importance des nématodes est grande en première récolte et encore plus en seconde récolte. Les traitements nématicides justifient des économies d'engrais bien supérieures aux coûts qu'ils représentent. Éléments minéraux et nématodes sont les uns et les autres sensibles aux conditions climatiques et aux techniques culturales, dont le travail du sol.

L'ananas est une plante en rosette, dont les feuilles ont une forme de gouttière. La morphologie générale des parties aériennes s'apparente à un entonnoir, particulièrement bien adapté pour recevoir la rosée, les pluies ou encore les solutions nutritives. Ce caractère, joint à son métabolisme en grande partie crassulacéen, explique ses faibles besoins en eau (on admet en général qu'ils sont de l'ordre de 2 mm d'eau par jour). Un plant d'ananas proche de l'initiation florale peut retenir à la base de ses feuilles une quantité de liquide de l'ordre de 50 ml. Un hectare de 50 000 plants d'ananas peut donc capter l'équivalent d'une pluie de 0,25 mm.

A l'aisselle des vieilles feuilles, les plus basses, des racines sont enroulées autour de la tige. Elles peuvent vraisemblablement absorber les solutions, tout comme les tissus les plus jeunes de la base des feuilles. Le système racinaire proprement dit est en général relativement peu développé

et superficiel (situé surtout dans les vingt premiers centimètres du sol). Il est très sensible à toutes sortes de facteurs défavorables, en particulier, l'excès d'eau et différentes formes de parasitisme.

Les sols les mieux adaptés sont légers, sableux et drainent bien. Leurs réserves chimiques sont donc le plus souvent faibles.

CROISSANCE DE LA PLANTE

En Côte d'Ivoire, pays proche de l'équateur, l'ananas (var. Cayenne lisse) n'est cultivé actuellement que dans les zones basses proches de la mer. Les incitations naturelles à la floraison y sont faibles et la longueur des cycles peut être contrôlée sans difficulté avec des moyens artificiels utilisant l'éthylène ou l'acétylène. Connaissant la relation entre la croissance du plant et le rendement en fruit (PY - 1959) on peut induire la floraison à un moment tel que le poids du fruit corresponde aux normes commerciales ou industrielles.

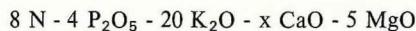
*IRFA, B.P. 153, 97200 Fort de France.

Pour obtenir un fruit de 1,7 kg environ, il faut induire la floraison de plants de 3 kg en moyenne. Cette relation est influencée par les facteurs climatiques saisonniers. Le temps nécessaire pour obtenir un tel poids de plant est également variable avec la nature du rejet planté, la climatologie, la fertilisation et la lutte antiparasitaire. Toutes ces variations sont cependant assez minimes et bien connues pour être contrôlées sans trop de difficultés. L'induction florale est en général pratiquée 10 mois après la plantation de rejets de tige (cayeux) de 400 g. Le fruit atteint sa maturité environ 5 mois après.

Pendant cet intervalle moyen de 15 mois entre la plantation et la récolte, la production de matière fraîche est de 250 à 300 tonnes pour un hectare de 50 000 plants environ. Cela correspond à environ 45 tonnes/ha de matière sèche (fig. 1) dont les fruits représentent presque la moitié.

Les immobilisations minérales

Les exportations d'éléments minéraux sont donc élevées. D'autre part, la minéralisation des résidus de culture est rapide sous le climat équatorial et les pertes par lixiviation sont importantes. On est donc conduit à évaluer la fumure par rapport aux immobilisations. On détermine ainsi l'équilibre de la fumure qui est le suivant :



Cette approche globale est également insuffisante. La figure 1 montre l'évolution des immobilisations dans le cas d'une fumure N-K apportée mensuellement jusqu'à l'induction florale. Le fractionnement des apports d'engrais peut seul permettre à la plante d'exprimer en permanence ses potentialités de croissance (LACOEUILHE, 1973). Les sols sont trop pauvres et la lixiviation des engrais par les pluies sont trop importantes pour qu'il soit possible de rétablir et maintenir la fertilité du sol.

Comme il y a une relation entre croissance végétative et rendement, les immobilisations minérales suivent assez bien la croissance pondérale de la plante jusqu'à l'induction florale. L'azote et la potasse sont de loin les éléments les plus importants en masse. Ils sont également les plus facilement lixiviés. Ce sont essentiellement ces éléments dont les apports sont fractionnés. Ils sont également progressifs (fréquence croissante) pour correspondre aux besoins de la plante. Par contre, le phosphore, la chaux et la magnésie sont le plus souvent apportés au sol car ils sont moins mobiles dans le sol et les besoins sont plus faibles.

La réponse à l'azote et à la potasse

1. L'azote

C'est l'élément qui agit le plus sur la croissance. Il accélère le rythme d'initiation des feuilles et leur croissance. Le nombre de fruits élémentaires (fruitlets = yeux) est lié au nombre de feuilles différenciées pendant le mois qui précède l'initiation de la fleur (LACOEUILHE, 1975). La

vitesse de croissance à ce moment-là est donc fondamentale pour le rendement. Celle-ci dépend essentiellement de la nutrition azotée, mais la réponse à l'azote dépend des conditions climatiques (fig. 2).

Cependant, si la fumure azotée est trop élevée, l'induction florale peut devenir plus difficile à réussir. La qualité du fruit a tendance à diminuer (acidité et extrait sec).

Après l'induction florale les apports d'azote améliorent rarement le poids du fruit. Ils ne doivent être envisagés que si l'état nutritionnel des plants est vraiment insuffisant. Si les conditions climatiques sont favorables, une avance de la maturité interne des fruits risque de se produire par rapport à leur maturité externe (maladie du "jaune").

2. La potasse

Elle influence au contraire assez peu la croissance en général. Sur des sols sableux contenant 0,1 meq. pour cent de K des apports relativement faibles (2 g K₂O/plant en 6 mois), mais suffisamment fractionnés permettent de masquer jusqu'à l'induction florale l'apparition des symptômes visuels de déficience. La figure 3 montre d'autre part que l'acidité et l'extrait sec sont augmentés par des doses croissantes quand le poids du fruit reste constant.

En Côte d'Ivoire, l'acidité des fruits varie de 6 à 20 meq. pour 100 ml au cours de l'année. Surtout pour le fruit frais on est normalement conduit à moduler la dose de potasse selon l'époque de récolte des fruits. Des essais destinés à étudier cette modulation ont montré que, comme pour l'azote, les apports les plus efficaces doivent se situer à l'approche de l'induction florale (tableau 1). Les apports supplémentaires sont plus intéressants avant l'induction florale qu'après, car ils diminuent davantage les risques de brunissement interne, maladie physiologique des fruits transportés sous réfrigération (TEISSON 1977).

Forme et localisation de l'azote et de la potasse

Les conditions culturales peuvent varier considérablement d'une plantation à l'autre. La destination des fruits, selon qu'ils sont exportés à l'état frais ou bien traités par les conserveries, influence profondément la rentabilité de la culture et par conséquent les moyens mis en œuvre. Toutes les situations intermédiaires existent entre les grandes plantations industrielles très mécanisées où l'azote et la potasse peuvent être pulvérisés tous les quinze jours, et les plantations villageoises, où on apporte sous forme solide un engrais complet, deux à quatre fois par an. Les plantations moyennes effectuent des pulvérisations liquides. Mais des apports solides y sont parfois faits, en saison des pluies quand les tracteurs enjambeurs sont difficilement utilisables, ou bien avant la plantation quand le sol est recouvert d'un film de polyéthylène.

On a donc été amené à étudier la forme et la localisation des engrais N et K.

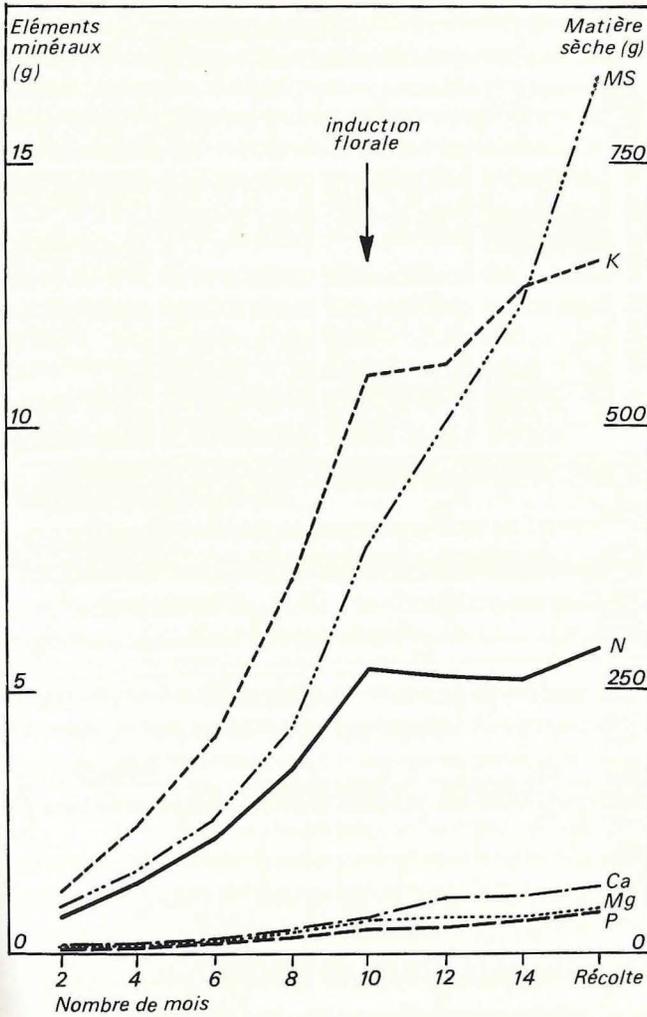


FIG. 1 • ÉVOLUTION DE LA MATIÈRE SÈCHE ET DES IMMOBILISATIONS MINÉRALES D'UN PLANT ISSU DE CAYEUX DE 200g, AYANT REÇU UNE FUMURE DE 8N-4 P₂O₅-20 K₂O-x CaO-5 MgO, AVANT L'INDUCTION FLORALE.

FIG. 2 • INFLUENCE DE LA DATE DE PLANTATION SUR LA COURBE DE RÉPONSE A L'AZOTE.

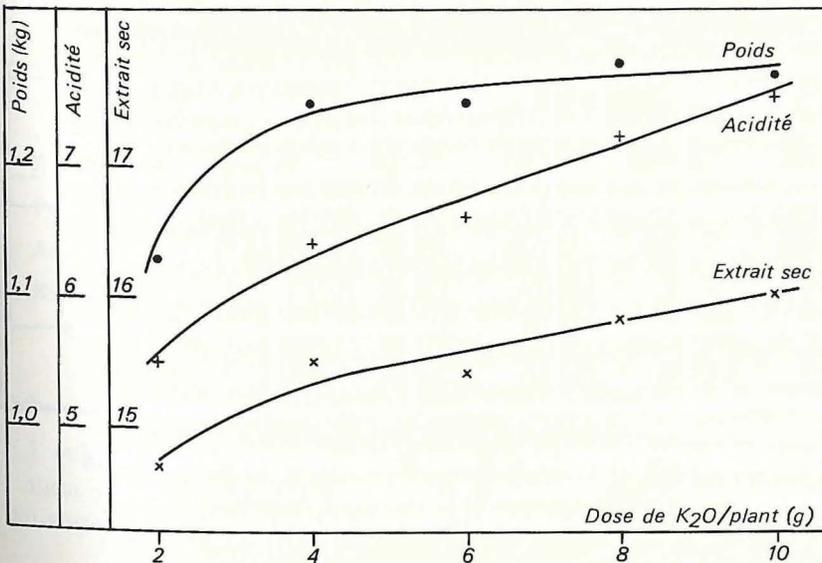
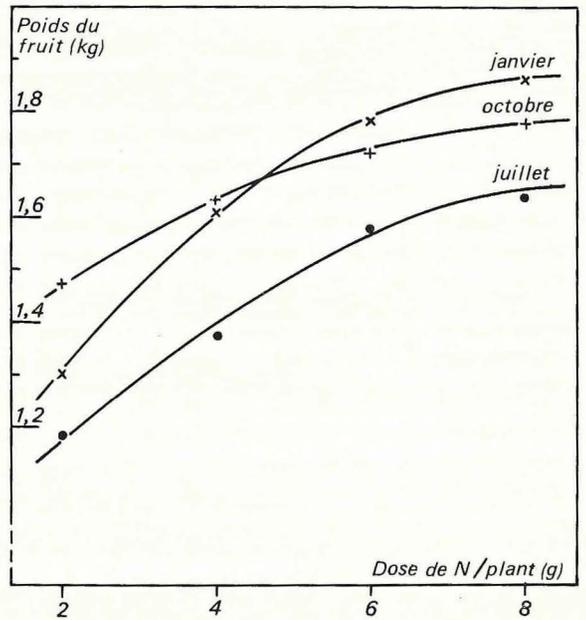


FIG. 3 • INFLUENCE DE LA QUANTITÉ DE POTASSE SUR LES CARACTÈRES DU FRUIT EXPORTÉ À L'ÉTAT FRAIS.

Tableau 1

Effet de la dose et de la répartition
de pulvérisations de sulfate de potasse

	10g K ₂ O	18g K ₂ O	26g K ₂ O	10g K ₂ O + 8 g avant TIF	10g K ₂ O + 8 g après TIF	ppds 5 %
poids du fruit (Kg)	1,42	1,49	1,48	1,47	1,47	NS
acidité (meq.)	6,0	6,7	6,6	7,2	7,0	0,44
extrait sec (°Brix)	16,4	16,6	16,7	16,9	16,5	0,4

1. L'azote

L'urée est toujours préférable pour les pulvérisations liquides. C'est un engrais suffisamment concentré pour éviter de trop grands volumes d'eau, tout en limitant les risques de brûlures foliaires. L'absorption par les feuilles est rapide même en saison sèche, mais une partie tombe directement sur le sol et est facilement lixiviée par les fortes pluies.

L'ammonitrate n'est pratiquement pas utilisé en Côte d'Ivoire à cause de son coût.

Le sulfate d'ammoniaque donne en général de meilleurs résultats avec des apports solides : localisés à l'aisselle des

vieilles feuilles, l'absorption peut être plus rapide que lorsqu'ils sont épandus directement sur le sol.

L'absorption des engrais, et par conséquent les pertes (par lixiviation, par volatilisation), sont donc en partie liées à la climatologie. En année climatiquement moyenne, ces effets peuvent se compenser, comme l'indique le tableau 2. Cependant on obtient le plus souvent les meilleurs résultats avec les apports au sol - très coûteux et moins fractionnables - surtout avec le sulfate d'ammoniaque.

La climatologie influence également la croissance qui est un peu plus faible en saison trop humide et fraîche ou au contraire en saison sèche quand l'irrigation n'est pas pos-

Tableau 2

Comparaison de l'Urée et du Sulfate d'ammoniaque
(8g N/plant)

Engrais	Urée			Sulfate d'ammoniaque			ppds 5 %
	pulv.	aiss.	sol	pulv.	aiss.	sol	
Poids fruit (Kg)	1,67	1,66	1,68	1,64	1,74	1,71	
Poids oeil (g)	15,7	15,4	15,3	15,5	15,4	15,6	
Acidité (meq)	14,4	14,6	14,6	13,8	13,8	13,6	
Extrait sec (°Brix)	15,2	15,2	15,0	15,1	15,0	14,7	

NB. - Les apports - date et quantité - sont indentiques dans tous les traitements.

sible. On a donc intérêt à espacer un peu plus les apports pendant ces périodes. Les conditions climatiques affectent non seulement l'absorption mais aussi l'utilisation des éléments minéraux. Les pulvérisations peuvent probablement conduire à des concentrations foliaires excessives en certains ions (NH_4 , SO_4 ...) quand leur métabolisation est un peu ralentie par des conditions climatiques non optimales.

2. La potasse

En général on utilise le sulfate malgré son coût élevé et sa solubilisation difficile. Les travaux entrepris dans diverses régions du monde ont en effet toujours montré sa supériorité sur le chlorure en rendement quantitatif et qualitatif.

Le tableau 3 confirme l'action dépressive du chlorure sur le poids du fruit et aussi sur le poids de l'œil. Par contre, l'acidité est sensiblement améliorée, sans que l'extrait sec soit beaucoup modifié.

L'importance en Côte d'Ivoire de l'acidité des fruits exportés en frais durant la saison sèche (cf. brunissement interne) a conduit à rechercher cette augmentation de l'acidité sans diminution du poids du fruit. Le tableau 4 montre que cela est possible avec des apports de potasse constitués pour moitié de sulfate et de chlorure, quand le chlorure est apporté avant l'induction florale. Le brunissement interne des fruits est également plus faible (TEISSON). Les apports supplémentaires de potasse, évoqués au paragraphe précédent pourraient donc être faits sous forme de chlorure.

Tableau 3

Comparaison du sulfate et du chlorure de potasse
(20 g K_2O / plant)

Engrais	Sulfate			Chlorure			ppds 5 %
	Localisation	Pulv.	Aiss.	Sol	Pulv.	Aiss.	
Poids fruit (Kg)		1,79	1,80	1,79	1,67	1,66	1,69
Poids œil (g)		14,9	14,3	14,6	13,7	13,9	13,9
Acidité (meq)		9,2	9,5	9,4	11,9	12,1	11,8
Extrait sec (°Brix)		15,1	15,1	15,0	14,8	14,8	14,8

Tableau 4

Action du sulfate et du chlorure selon l'époque des apports

	Sulfate	Chlorure	½ sulfate puis ½ chlorure	½ chlorure puis ½ sulfate
Poids fruit (Kg)	1,41	1,34	1,40	1,35
Acidité (meq)	7,8	10,9	10,0	10,4
Extrait sec (°Brix)	14,5	14,5	14,6	14,3

Influence des nématodes

1. Influence sur les rendements

Étant données les diverses possibilités de localisation des engrais, il était intéressant de connaître l'influence des

nématodes dans ces diverses conditions. La première étude (LACOEUILHE-GUEROUT 1976) a été faite avec le sulfate d'ammoniaque. Une seconde a été réalisée avec l'urée. Toutes deux ont comparé l'apport de l'engrais N-K soit en pulvérisation, soit sous forme solide au sol avec trois trai-

tements nématicides différents permettant une protection plus ou moins longue du système racinaire.

Le tableau 5 rappelle brièvement les résultats du premier essai. Il montre que :

- les nématodes diminuent les rendements d'environ 30 % en première récolte, et beaucoup plus encore en seconde récolte (environ 50 %) obtenue sans replantation à partir

des rejets formés sur la plante-mère qui a donné le premier fruit;

- l'action des nématodes est la même, quelle que soit la localisation des engrais N-K. Dans les deux cas, l'importance du système racinaire est fondamentale. Les racines ont des fonctions physiologiques diverses et étendues, y compris très probablement sur l'équilibre hormonal.

Tableau 5

Influence des nématodes sur la récolte selon
la localisation de la fumure N-K
(sulfates d'ammoniaque et de potasse)

Localisation des engrais N-K	Pulv. sur le feuillage			Solide sur le sol		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2
Traitements nématicides						
Rendement/hectare (T)						
- première récolte	61,4	81,4	81,1	65,0	89,1	88,9
- seconde récolte	39,0	73,3	79,0	47,0	72,3	82,8

L'espèce de nématodes la plus répandue sur ananas en Côte d'Ivoire est un endoparasite : *Pratylenchus brachyurus*. Son importance est due au fait que l'ananas n'entre pas dans une rotation de culture et que les replantations se font de plus en plus rapidement après la destruction de la sole précédente. Les traitements nématicides sont donc indispensables, sauf pour le premier cycle suivant la déforestation.

Étant donnée l'augmentation sensible du coût des engrais au cours des dernières années, il n'est plus possible d'augmenter les quantités employées sans en chercher la rentabilisation optimale. La figure 4 montre la réponse à des doses croissantes d'engrais 8 N - 4 P₂O₅ - 20 K₂O - 4 MgO apportées à l'aisselle des vieilles feuilles. La quantité de DBCP la plus élevée n'a pas apporté une amélioration supplémentaire sur les rendements bien qu'elle ait permis

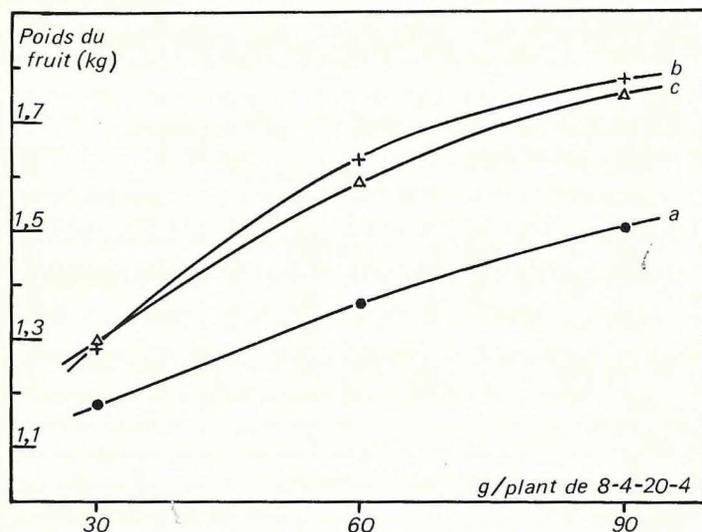


FIG. 4 • INFLUENCE DU TRAITEMENT NÉMATICIDE SUR LA RÉPONSE À DES DOSES CROISSANTES D'ENGRAIS 8N-4 P₂O₅-20 K₂O-4 MgO .

a = pas de nématicide.

b = DBCP : 15 l/ha à plantation + 7,5 l/ha 4 mois après.

c = DBCP : 22,5 l/ha à plantation + 11,25 l/ha 4 mois après + 11,25 l/ha à l'induction florale.

Tableau 6

Influence de la dose d'engrais et du traitement
nématocide sur les éléments minéraux contenus dans
le plant à la récolte du fruit (en g par plant)

Dose d'engrais (g/plant)	30 g de 8-4-20-4			60 g de 8-4-20-4			90 g de 8-4-20-4		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Trait.nématocide									
Poids sec	683,9	765,7	863,6	865,5	1035,9	1015,8	988,7	1144,1	1245,1
Azote	4,34	4,18	4,98	6,27	6,04	7,09	7,34	8,51	10,40
Phosphore	1,09	1,40	1,55	0,95	1,34	1,52	0,97	1,39	1,77
Potassium	8,03	8,99	10,25	13,46	13,83	16,87	14,03	18,40	24,91
Calcium	1,75	2,37	2,66	1,68	2,75	3,31	1,93	3,20	3,93
Magnésium	1,22	1,64	2,05	1,18	1,87	2,47	1,24	2,18	2,88

a, b, c = correspondent à la légende de la figure 4.

Tableau 7

Influence des nématodes sur la composition
des feuilles et des racines à 8 mois½ (N=urée)
Eléments % de matière sèche

Localisation engrais N-K	Pulv. sur feuillage			Solide au sol			ppds 5%
	T0	T1	T2	T0	T1	T2	
Trait. nématocides							
N feuilles D	1,53	1,54	1,68	1,31	1,47	1,60	0,07
racines	0,60	0,54	0,53	0,63	0,58	0,53	0,03
P feuilles D	0,133	0,179	0,205	0,128	0,165	0,207	0,011
racines	0,051	0,049	0,051	0,050	0,048	0,047	0,005
K feuilles D	3,33	3,55	3,96	3,02	3,48	3,91	0,15
racines	0,52	0,45	0,46	0,58	0,54	0,51	0,05
Ca feuilles D	0,189	0,256	0,266	0,198	0,262	0,277	0,028
racines	0,072	0,066	0,070	0,071	0,074	0,061	0,007
Mg feuilles D	0,192	0,258	0,279	0,190	0,251	0,279	0,025
racines	0,050	0,053	0,052	0,048	0,042	0,040	0,006

une désinfection totale du sol. Il est possible qu'elle ait été plus ou moins phytotoxique dans les conditions de l'expérimentation. Le coût de ces traitements nématicides (produit + appareil de traitement avec son entretien + main-d'œuvre) est relativement faible en Côte d'Ivoire. Ce coût équivaut à une quantité d'engrais bien inférieure à la diminution de la dose qu'il est possible de réaliser sans modifier le rendement.

2. Influence sur la nutrition de la plante

L'influence des nématodes sur l'état nutritif des plants a déjà été signalée sur la composition de la feuille D (LACOEUILHE-GUEROUT 1976). Cela a été vérifié dans l'essai ci-dessus par l'analyse des plants au moment de la récolte du fruit (tableau 6).

Les masses d'éléments immobilisés par la plante sont donc diminuées à un double titre par les nématodes (matière sèche et taux en éléments minéraux). Dans le cas des apports au sol cela peut être dû à une absorption réduite par un système racinaire déficient. Mais dans le cas des pulvérisations foliaires, les nématodes ne peuvent avoir qu'une influence assez faible sur l'absorption (réduction de la surface foliaire et de la teneur en eau des feuilles) même si une partie de la solution tombe sur le sol et doit être absorbée par les racines. En fait, l'explication est certainement plus compliquée et doit faire appel aux multiples fonctions de l'activité racinaire.

Le tableau 7 montre que si les nématodes diminuent les teneurs foliaires en éléments minéraux, celles des racines sont augmentées. Tout semble se passer comme si la plante mobilisait alors une partie des métabolites des

feuilles pour tenter de reconstituer son système racinaire.

On a semble-t-il plus souvent étudié l'influence de la fertilisation sur les nématodes que l'inverse (WALLACE 1973). L'effet de ces parasites sur la physiologie de la plante paraît pourtant soulever des questions intéressantes. Quel que soit le mode d'action des nématodes il est indispensable sur le plan agronomique de les considérer en liaison étroite avec la fertilisation de l'ananas comme tout parasitisme. L'optimum économique du couple engrais-pesticides reste cependant très largement tributaire des conditions climatiques et des techniques culturales dans leur ensemble, mais tout particulièrement du travail du sol.

CONCLUSION

C. PY a su, entre autres contributions, exploiter la possibilité d'induire la floraison de l'ananas et mettre en évidence le lien existant entre la croissance et le rendement (C. PY, 1958). P. MARTIN-PREVEL (1959) d'autre part, a montré les relations réciproques entre la nutrition et la croissance dans la dynamique des éléments minéraux. La fumure, telle que nous la concevons, s'inspire des caractéristiques de la plante et du milieu où elle vit.

La vitesse de croissance de l'ananas au moment de l'initiation florale (LACOEUILHE 1975) joue un rôle décisif dans l'élaboration du rendement. L'essentiel est dans l'utilisation optimale des potentialités du milieu pris au sens le plus large. La nutrition est le principal moyen qui permet d'agir dans ce sens. Nous avons vu qu'elle présente des aspects très différents dans la recherche de l'optimum économique et des contraintes pour assurer un produit de qualité.

BIBLIOGRAPHIE

LACOEUILHE (J.J.) - 1973.

Rythme d'absorption du potassium en relation avec la croissance : cas de l'ananas et du bananier.
10^e Colloque de l'Institut International de la Potasse. Abidjan, p. 177-183.

LACOEUILHE (J.J.) - 1975.

Études sur le contrôle du cycle de l'ananas en Côte d'Ivoire.
Fruits, vol. 30, n° 5, p. 307-312.

LACOEUILHE (J.J.), GUEROUT (R.) - 1976.

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.
Fruits, vol. 31, n° 3, p. 147-156.

MARTIN-PREVEL (P.) - 1959.

Aperçu sur les relations croissance-nutrition minérale chez l'ananas.
Fruits, vol. 14, n° 3, p. 101-122.

PY (C.), PELEGRIN (P.) - 1958.

Prévisions de récolte en culture d'ananas.
Fruits, vol. 13, n° 6, p. 243-251.

TEISSON (C.) - 1977.

Le brunissement interne de l'ananas.
Thèse Doct. État, Abidjan, 183 p.

WALLACE (H.R.) - 1973.

Nematode ecology and plant disease.
Ed. Edward Arnold, London, 228 p.

