

Recherche d'un équilibre K/N dans la production de l'ananas frais au Cameroun

I. RÉSULTATS AGRONOMIQUES (à suivre)

par J.-P. GAILLARD

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer (I. F. A. C.).

RECHERCHE D'UN ÉQUILIBRE K/N DANS LA PRODUCTION DE L'ANANAS FRAIS AU CAMEROUN

I. RÉSULTATS AGRONOMIQUES

par J.-P. GAILLARD (I. F. A. C.)

Fruits, vol. 25, n° 1, janvier 1970, p. 11 à 24.

RÉSUMÉ. — Les sols de la plaine de NYOMBÉ au Cameroun, centre de la production d'ananas pour l'exportation en frais sont d'une richesse exceptionnelle. Il appartenait toutefois à l'I. F. A. C. de déterminer les niveaux de nutrition en éléments minéraux dans le cadre d'un cycle de 12 mois. On a étudié l'influence de divers équilibres K/N sur la production et la qualité des fruits sur deux essais. L'un sur sol riche en potasse : 2,5 meq par 100 g. L'autre sur sol pauvre avec des teneurs 10 fois moindres. On a déterminé le rôle prépondérant de l'azote sur l'augmentation des rendements, et des analyses foliaires ont confirmé le système régulateur dans la plante tendant à ramener un niveau d'équilibre de l'azote à 1 %. Enfin on a dégagé une notion d'équilibre K/N voisine de 1,5 liée avec la richesse du sol en éléments minéraux et avec la qualité de la production.

La nécessité d'étudier l'influence des éléments tels que l'azote et la potasse sur la production de l'ananas à Nyombé (Station de l'I. F. A. C. au Cameroun) s'est imposée pour plusieurs raisons.

1° La culture de l'ananas de façon intensive n'entrant dans aucune rotation, il était opportun de connaître l'évolution du sol en éléments minéraux et ses influences sur la production.

2° La qualité de l'ananas du Cameroun étant discutée, en particulier la coloration de sa peau par rapport à la maturité de la chair, il était important de savoir si le choix d'un équilibre K/N pouvait améliorer cet état de chose.

3° Pour ces deux éléments et dans le cadre d'un cycle d'un an il était essentiel de déterminer quel niveau il fallait adopter.

Ce genre d'étude longue en soi a nécessité la mise en place de deux essais qui se poursuivent dans le temps et chacun d'eux dans un lieu différent pour une durée indéterminée.

C'est en quelque sorte le premier bilan qui sera exposé dans cet article.

On notera toute l'importance des études de physiologie (diagnostic foliaire) et de pédologie (analyse du sol) dans le déroulement de cette expérimentation.

Les deux essais appelés en l'occurrence N/K₂O n° 1 et N/K₂O n° 2 ont été mis en place sur la sole ananas de la Station de l'I. F. A. C. :

l'un en mars 66 n° 1,

l'autre en octobre 66 n° 2.

Ces dates correspondent aux principales époques de plantation dans une exploitation rationnelle produisant un fruit de type export (1,2 à 1,5 kg) en un an.

RÉALISATION DES ESSAIS

A. DÉTAIL DES TRAITEMENTS.

Dans les deux cas, nous avons retenu un protocole rigoureusement identique regroupant les traitements suivants :

1	N 0 K 0	0 g N	0 g K ₂ O
2	N 1 K 0	2 g N	0 g K ₂ O
3	N 2 K 0	4 g N	0 g K ₂ O
4	N 1 K 1	2 g N	2 g K ₂ O
5	N 1 K 2	2 g N	4 g K ₂ O
6	N 2 K 2	4 g N	4 g K ₂ O
7	N 2 K 4	4 g N	8 g K ₂ O

Nous étudions donc, pour chacun des deux niveaux non nuls d'azote, trois niveaux de K₂O : dose 0, dose égale à celle de N, dose double. Les sept traitements sont répartis sur le terrain suivant un dispositif expérimental en blocs incomplets à cinq répétitions (fig. 1).

— Il est utile de rappeler que chaque parcelle élémentaire est composée de 220 pieds dont 120 observés à une densité de 61 500 pieds/ha (90 cm entre les rangées, 40 cm entre les deux lignes, 25 cm entre chaque plant d'une même ligne).

— Le matériel végétal choisi était des cayeux de 350 g (sorte de rejets la plus utilisée au Cameroun) du type local de Cayenne lisse.

— La pratique de la fertilisation s'est déroulée

comme suit : application des engrais en trois pulvérisations de quantité égale à 1 mois, 2 mois et demi et 4 mois sous forme d'urée et de sulfate de potasse. L'application de la solution d'acétylène destinée à provoquer la floraison intervenant à 6 mois et demi, cette technique avait fait ses preuves antérieurement (1).

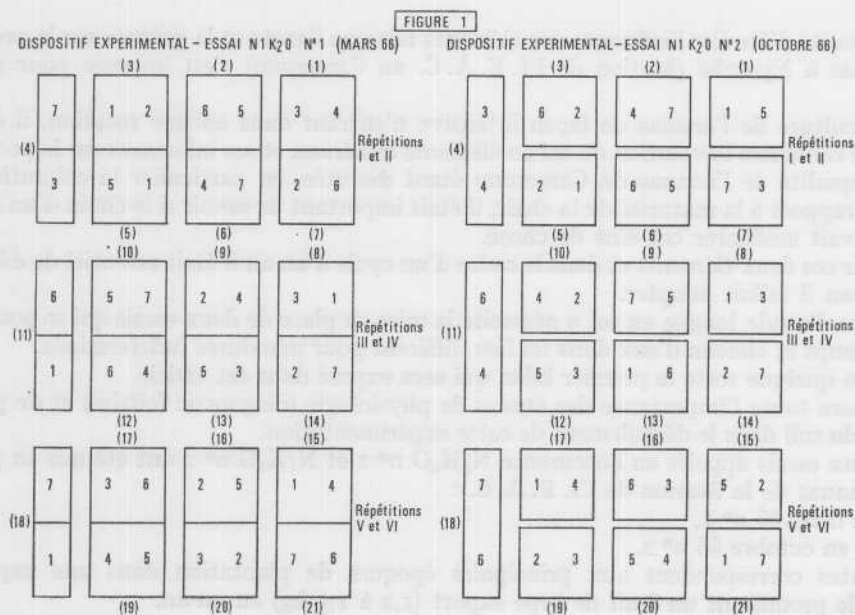
Dans ces deux essais, l'application répétée d'une solution d'acétylène destinée à provoquer la différenciation des inflorescences eut lieu de nuit en trois applications à deux jours d'intervalle. On se trouvait donc dans des conditions semblables à celles d'une exploitation rationnelle.

Enfin, pour préserver l'état sanitaire des plantations, on a procédé à une désinfection du sol (Dieldrine à la dose de 6 kg/ha) et on a contrôlé la poussée des adventices par une application de Diuron (5 kg/ha) complétée par des désherbages manuels.

B. CONDITIONS ÉCOLOGIQUES DES ESSAIS.

La Station de Nyombé se situe à 4,5° de latitude nord et à une altitude de 70 m. La pluviométrie (fig. 2) varie de 2 500 à 3 000 mm répartie en deux saisons :

- une saison des pluies de mars à octobre,
- une saison sèche de novembre à février.

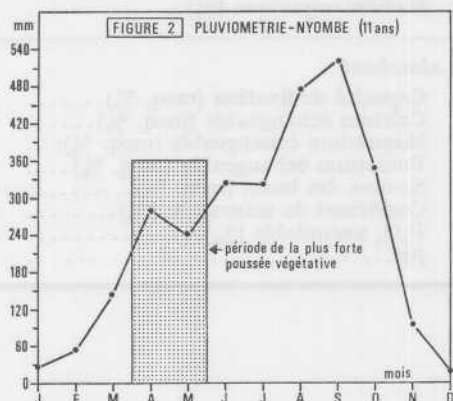


Les sols, comme nous le verrons dans cette étude, sont d'origine volcanique, riches en matière organique, riches en bases. La capacité de fixation est généralement élevée.

Enfin les amplitudes thermiques et photopériodiques sont faibles.

Les caractéristiques climatologiques de la zone de Nyombé ont une certaine influence sur la végétation de l'ananas (1) : la croissance est lente en pleine saison des pluies et à un degré moindre en pleine saison sèche ; au contraire elle est très vigoureuse aux inter-saisons et plus particulièrement d'avril à juin.

Avant d'entrer dans le détail des observations, il est important de préciser que l'essai NK_2O n° 1 a été mis en place derrière bananeraie et que l'essai NK_2O n° 2 se situait derrière ananas (8 ans). Si les caractéristiques physiques des sols sont identiques, il apparaît (voir rubrique pédologie) des différences très sensibles en ce qui concerne les teneurs en cations et particulièrement en potassium.



C. OBSERVATIONS.

1° Analyses du sol.

Réalisées par le service de Pédologie de l'I. F. A. C. (J. GODEFROY) elles ont eu lieu en début et fin d'essai. Ces analyses ont porté sur des échantillons parcellaires correspondant à 30 carottes « ponctuelles » prélevées dans chaque interligne.

Les principaux éléments étudiés ont été : matière organique, cations échangeables (K, Ca, Mg), capacité de fixation et coefficient de saturation.

Pour l'avenir, il a été décidé, afin d'avoir des valeurs plus comparables (importance des saisons), de faire les analyses à la même époque, en l'occurrence la saison sèche, si bien que l'on a prévu les replantations strictement aux mêmes dates pour les 2 essais.

2° Croissance.

Les plants observés (120) de chaque parcelle sont suivis dans leur croissance par des prélèvements mensuels de feuilles D du 3^e au 6^e mois. (La feuille D, on le rappelle, est la feuille très caractéristique qui vient de terminer sa croissance.)

Sur les pieds de la ligne centrale de chaque parcelle, soit 44 plants, on a compté le nombre de feuilles apparues chaque mois par un simple procédé de marquage à la peinture.

Ces deux paramètres : poids de la feuille D à un stade donné, nombre de feuilles apparues en 1 mois, permettent de calculer une masse foliaire théorique de l'ananas (poids D à n mois \times nombre de feuilles formées en 1 mois à $n - 2$ mois). Le cumul de ces valeurs obtenues au moment de l'hormonage est lié au poids du fruit obtenu 5 mois et demi plus tard, par une assez bonne corrélation.

3° Floraison.

Un premier comptage du nombre d'inflorescences apparues au cœur de la rosette de feuilles a été effectué peu après le traitement « hormone » afin de déceler les éventuels prématurés (plants qui n'ont pas attendu l'application du produit florigène pour différencier leurs inflorescences).

Un second réalisé 2 mois et demi après le traitement à l'acétylène a permis de connaître la réponse de la plante à celui-ci.

4° Récolte.

C'est une finalité dans ce genre d'essais, elle est le reflet de la croissance et de la physiologie de la plante.

Les observations ont porté sur le rendement par la pesée de 120 fruits par parcelle (ou moins en fonction du % de floraison). D'autre part sur 20 fruits tirés au hasard par parcelle on a déterminé :

- la hauteur de la tige du niveau du sol à la base du fruit,
- la verticalité du fruit et de la tige,
- le diamètre du pédoncule à la base du fruit,
- le diamètre du fruit,
- l'acidité et l'extrait sec de la chair,
- les corrélations poids de feuille D/poids du fruit, masse foliaire théorique/poids du fruit.

5° Diagnostic foliaire.

Deux analyses de feuilles D ont été faites par le Service de Physiologie de l'I. F. A. C. (P. MARTIN-

PRÉVEL, J.-J. LACGUILHE et J. MARCHAL) nommément sur les prélèvements de 4 mois et 6 mois.

La méthode d'échantillonnage est simple puisque sur les 24 feuilles « D » prélevées mensuellement par parcelle on a pris de la façon la plus homogène 200 g de feuilles vertes entières découpées au préalable en

fines tranches. Cet échantillon est immédiatement séché aux infrarouges puis expédié au laboratoire de Nogent.

Les résultats ont porté essentiellement sur les niveaux de nutrition en azote, potasse, phosphore, calcium, magnésium (2,5).

ÉTUDE ET COMMENTAIRE DES RÉSULTATS

A. ANALYSE DU SOL.

Dans le chapitre « conditions écologiques » des essais, nous avons mentionné les différences du précédent cultural pouvant influencer certaines teneurs en éléments minéraux. Nous examinerons dans les tableaux ci-dessous les valeurs obtenues pour chaque essai :

- Essai NK₂O n° 1 — Prise d'échantillons à la plantation en mars 66.
 — Prise d'échantillons en fin d'essai (après récolte rejets) en juillet 67.
- Essai NK₂O n° 2 — Prise d'échantillons à la plantation en octobre 66.
 — Prise d'échantillons en fin d'essai (après récolte rejets) en février 68.

a) Essai NK₂O n° 1.

TABLEAU I.

Analyse à la plantation. Mars 1966.

Profondeur	0 à 20 cm
<i>Éléments organiques :</i>	
Carbone total (%).....	3,0
Matière organique (%).....	5,2
<i>Complexe absorbant :</i>	
Capacité de fixation (meq. %).....	35,9
Calcium échangeable (meq. %).....	18,3
Magnésium échangeable (meq. %).....	3,7
Potassium échangeable (meq. %).....	2,5
Somme des bases (meq. %).....	24,5
Coefficient de saturation (%).....	68
P ₂ O ₅ assimilable (%).....	0,69
pH.....	6,1

TABLEAU II.

Analyse à la fin de l'essai. Juillet 1967.

ÉLÉMENTS ORGANIQUES	N 0 K 0	N 1 K 0	N 2 K 0	N 1 K 1	N 1 K 2	N 2 K 2	N 2 K 4
Carbone total (%).....	2,9	2,8	2,7	3,0	3,0	3,1	3,0
Matière organique (%).....	5,1	4,9	4,8	5,2	5,2	5,4	5,3
<i>Complexe absorbant :</i>							
Capacité de fixation (meq. %).....	28,7	28,1	28,4	28,5	29,7	30,5	27,3
Calcium échangeable (meq. %).....	16,7	16,0	14,6	15,6	15,9	15,5	16,4
Magnésium échangeable (meq. %).....	4,4	4,1	3,9	3,5	3,9	3,6	3,7
Potassium échangeable (meq. %).....	3,8	2,6	1,9	2,6	2,5	2,1	2,5
Somme des bases.....	25,0	22,9	20,2	21,7	22,3	21,3	22,7
Coefficient de saturation (%).....	87	81	71	85	75	70	83
P ₂ O ₅ citrique assimilable (%).....	0,70	0,85	0,70	0,75	0,63	0,63	0,75
pH.....	6,6	6,4	6,3	6,4	6,3	6,4	6,4

Ces valeurs confirment les caractéristiques bien connues des sols de Nyombé, à savoir :

Matière organique élevée.
Capacité de fixation élevée.
Calcium échangeable
Magnésium échangeable } très élevés.
Potassium échangeable }
Somme des bases très élevée.
Coefficient de saturation élevé.
P₂O₅ assimilable très élevé.
pH légèrement acide.

On précise que le coefficient de variation pour les teneurs en K₂O entre les différents blocs était élevé : CV = 38 %.

— Pour la matière organique on ne constate pas de différence ni entre les traitements, ni entre les prélèvements de mars 66 et de juillet 67.

— *Capacité de fixation.* Il n'y a pas de différence entre les traitements, par contre il semble y avoir diminution entre 66 et 67. D'après MARTIN et SIEFFERMANN (3), la présence d'allophanes expliquerait la valeur élevée de la capacité de fixation de ces sols.

Calcium échangeable.

L'action de l'azote sur les teneurs en Ca est peu sensible :

N 0 : 16,8 N 1 : 15,9 N 2 : 15,5

de même que l'action de la potasse.

K 0 : 15,8 K 1 : 15,6 K 2 : 15,7 K 4 : 16,5

Potassium échangeable.

— *Action de l'azote.*

N 0 K 0 : 3,8
N 1 K 0 : 2,7 N 1 K 2 : 2,5
N 2 K 0 : 1,7 N 2 K 2 : 2,1

On constate que le niveau de potassium a baissé sensiblement de N 0 à N 2. Cela rejoint les premières conclusions tirées de l'analyse foliaire (2) : la fumure azotée provoque par suite de l'augmentation de croissance un « appel » de potassium auquel ce sol riche répond pleinement puisque les teneurs foliaires en K restent très élevées dans tous les traitements. La diminution des stocks du sol est la conséquence de cette « réponse à l'appel ».

— *Action de la potasse.*

Avec les doses N 2 il semblerait que des apports croissants de potasse aient ralenti mais non supprimé l'épuisement en K du sol.

C'est la parcelle qui ne reçoit aucune fumure qui s'épuise le moins ; constatation parfaitement logique d'ailleurs.

De nouvelles analyses faites en février 68 ne confirment plus ces résultats.

Notons enfin que les différents traitements n'ont pas eu d'action sur le pH.

b) Essai NK₂O n° 2.

TABLEAU III.

Analyse à la plantation. Octobre 1966.

<i>Éléments organiques :</i>	
Carbone total (%).....	5,04
Matière organique (%).....	8,7
<i>Complexe absorbant :</i>	
Capacité de fixation (meq. %).....	32,8
Calcium échangeable (meq. %).....	13,8
Magnésium échangeable (meq. %)..	1,9
Potassium échangeable (meq. %)....	0,3
Somme des bases (meq. %).....	16,0
Coefficient de saturation (%).....	50
P ₂ O ₅ citrique assimilable (‰).....	0,50
pH.....	6,4

Les teneurs en Mg, Ca et K sont beaucoup plus faibles que dans l'essai n° 1, plus particulièrement pour le potassium les niveaux sont 10 fois plus faibles. Rappelons que cet essai a été mis en place derrière ananas (8 ans). Là aussi nous avons relevé des coefficients de variation élevés.

On note enfin une capacité de fixation et un complexe saturé à 50 %.

Calcium échangeable.

Il n'y a pas de différences significatives entre les traitements. La différence entre années est difficilement interprétable compte tenu de l'hétérogénéité du sol et du fait que les prélèvements n'ont pas été réalisés à la même saison (octobre et février).

Magnésium échangeable.

On n'observe pas de différences entre les traitements ni entre les années.

TABLEAU IV.

Analyse à la fin de l'essai. Février 1968.

	N 0 K 0	N 1 K 0	N 2 K 0	N 1 K 1	N 1 K 2	N 2 K 2	N 2 K 4
<i>Complexe absorbant :</i>							
Calcium échangeable (meq %)	17,40	17,16	18,94	12,46	16,78	13,47	16,62
Magnésium échangeable (meq %)	1,95	2,00	2,25	1,79	2,23	1,77	2,22
Potassium échangeable (meq %)	0,18	0,18	0,17	0,18	0,23	0,26	0,31
Somme des bases (meq %)	19,54	19,41	21,36	14,43	19,25	15,50	19,15
pH	6,68	6,65	6,60	6,58	6,64	6,58	6,58

Potassium échangeable.

Le test F ne donne pas de différences significatives entre les traitements. Toutefois on constate un léger accroissement quand on passe de K 0 à K 4 puisque les valeurs successives sont :

$$\begin{aligned} K 0 &= 0,18 & K 1 &= 0,18 \\ K 2 &= 0,25 \\ K 4 &= 0,32. \end{aligned}$$

Par contre dans cet essai n° 2 l'analyse foliaire (5) montre des effets vigoureux et opposés de l'azote et de la potasse sur les teneurs en K : le sol est trop pauvre pour répondre aux « appels » de potassium sous l'effet de la stimulation de croissance par l'azote ; à l'inverse la plante ne lui laisse pas de résidus de la fertilisation potassique reçue par ses feuilles.

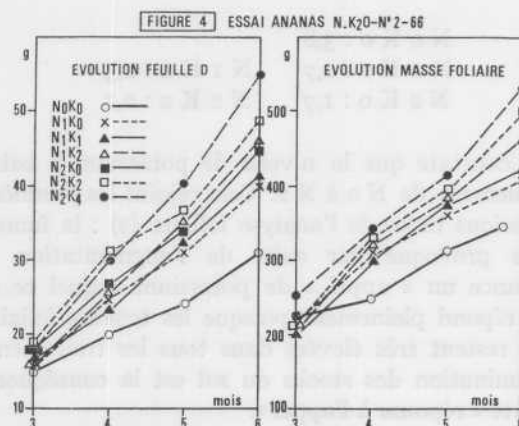
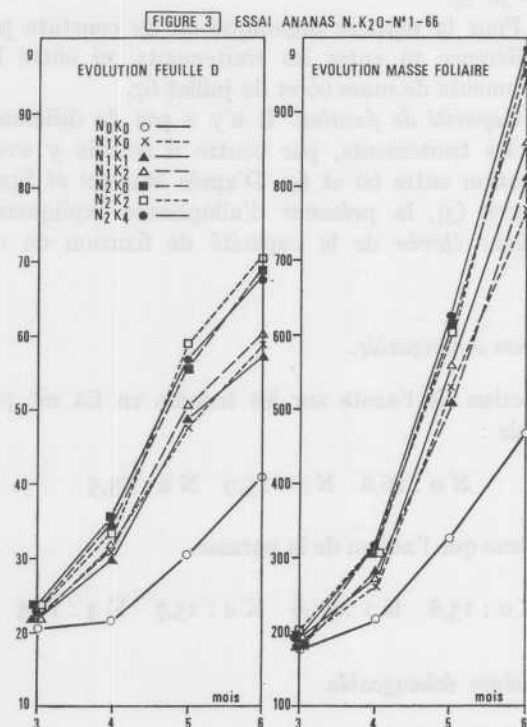
Les différences entre années ne peuvent être prises en considération à cause du coefficient de variation trop élevé.

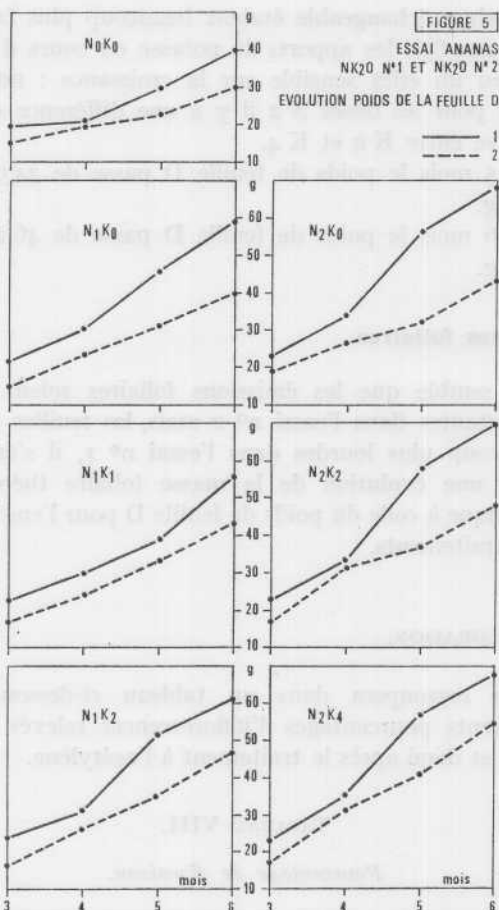
Bases échangeables. C'est à la suite de ces résultats qu'il a été décidé dans la poursuite de ces essais, de faire les analyses du sol à une même période à condition que ceux-ci soient plantés simultanément.

B. CROISSANCE.

Les courbes de variation (fig. 3, 4 et 5) pour chacun des deux essais révèlent des différences de croissance qui peuvent essentiellement relever de quatre causes :

- le traitement ;
- la date de plantation ;
- la richesse initiale du sol ;
- l'interaction richesse du sol, date de plantation.





Rythme d'émission foliaire.

Quel que soit l'essai, on constate un fait déjà bien connu, à savoir que l'azote marque dans tous les cas même aux faibles doses et ce à partir du 3^e mois. Au cours des premiers mois de végétation il ne semble pas que les besoins de la plante soient importants en azote, aussi il n'y a pas de différences significatives avec le témoin dans le nombre de feuilles émises pour l'essai n° 1. Quelques différences apparaissent dans le n° 2 (pour les traitements N 0 K 0, N 2 K 0 et N 2 K 4 l'émission foliaire est demeurée rigoureusement la même).

Si dans les deux essais, les différences du nombre de feuilles émises ne se situent pas dans le sens supposé a priori (à savoir nombre de feuilles plus importantes dans l'essai n° 1) : par contre les évolutions de poids de feuilles D et de masse foliaire théorique vont toutes dans le même sens avec des différences importantes à l'avantage de l'essai n° 1.

TABLEAU V.

Émissions foliaires dans les deux essais.

TRAITEMENTS	1 ^{er} MOIS		2 ^e MOIS		3 ^e MOIS		4 ^e MOIS	
	N° 1	N° 2	N° 1	N° 2	N° 1	N° 2	N° 1	N° 2
N 0 K 0.....	3,2	3,5	2,6	3,4	3,8	4,3	3,4	4,7
N 1 K 0.....	3,2	3,3	3,6	4,1	5,2	4,9	4,0	5,2
N 2 K 0.....	3,1	3,5	3,8	5,1	5,2	5,4	5,0	5,1
N 1 K 1.....	3,2	3,0	3,9	4,0	4,9	5,2	5,0	5,5
N 1 K 2.....	3,4	3,1	3,8	4,0	5,0	4,9	5,0	5,8
N 2 K 1.....	3,3	2,8	3,8	4,1	5,1	5,0	5,0	6,1
N 2 K 4.....	3,3	3,5	3,7	4,0	5,4	5,1	5,2	6,0

TABLEAU VI.

*Essai NK₂O n° 1.
Évolution du poids de feuille D (en grammes).*

	3 MOIS	4 MOIS	5 MOIS	6 MOIS	
N 0 K 0.....	20,3	21,1	30,5	41,6	
N 1 {	K 0.....	22,7	31,9	48,6	59,7
	K 1.....	22,8	30,3	49,0	57,8
	K 2.....	22,9	30,3	51,8	60,8
N 2 {	K 0.....	23,7	35,8	57,2	69,5
	K 2.....	23,7	34,0	59,1	70,0
	K 4.....	23,3	35,0	57,7	68,6

TABLEAU VII.

*Essai NK₂O n° 2.
Évolution du poids de feuille D (en grammes).*

	3 MOIS	4 MOIS	5 MOIS	6 MOIS	
N 0 K 0.....	15,7	20,1	24,0	31,7	
N 1 {	K 0.....	17,0	25,3	31,5	40,5
	K 1.....	16,9	24,9	33,0	43,3
	K 2.....	16,5	27,4	35,1	40,6
N 2 {	K 0.....	19,0	27,9	34,9	46,8
	K 2.....	18,3	33,2	37,4	48,9
	K 4.....	18,7	32,6	40,9	55,0

A 3 mois : dans l'essai n° 1, tous les traitements sont significativement différents du témoin (20,3). Les doses N 1 donnent un poids moyen de 22,8 tandis qu'avec les doses N 2 on gagne pratiquement 1 g.

Dans l'essai n° 2, les doses fortes d'azote marquent mieux; les poids de feuilles D passant de 15,7 g pour le témoin à 16,8 pour N 1 et à 18,6 pour N 2.

A 4 mois : dans l'essai n° 1, l'écart se creuse entre les différentes doses d'azote.

N 0 : 21,1 g, N 1 : 30,6 g, N 2 : 34,6 g

Dans l'essai n° 2, le poids de feuilles D est toujours à un niveau inférieur mais les différentes doses d'azote sont significatives par rapport au témoin et entre elles.

N 0 = 20,1 g, N 1 = 25,8 g, N 2 = 31,2 g

A 5 mois : dans l'essai n° 1, les différences de poids de feuilles D s'accroissent de N 0 à N 1 et à N 2. Les accroissements sont de 19,3 g entre N 1 et le témoin et 7,8 g entre N 2 et N 1.

Dans l'essai n° 2, les différences entre les deux niveaux d'azote s'inversent par rapport à l'essai n° 1. On pourrait expliquer ce phénomène en partie par la pluviométrie, en effet dans l'essai n° 1, nous nous trouvons au mois d'août c'est-à-dire dans une légère inflexion des précipitations tandis que dans le n° 2 nous sommes en fin de saison sèche.

A 6 mois : dans l'essai n° 1, l'écart moyen entre les doses N 1 et N 2 est de 9,9 g contre 6,6 g seulement dans l'essai n° 2.

La différence des écarts de croissance entre les deux doses d'azote amorcés à 5 mois dans l'essai n° 1 se maintient donc jusqu'à l'hormonage.

Dans tous les cas, les doses les plus fortes d'azote ont marqué par rapport aux doses les plus faibles avec des intensités différentes en fonction de l'âge de la plante d'une part et en fonction de l'essai d'autre part (date de plantation et richesse initiale du sol).

Influence de la potasse sur l'accroissement du poids de feuille D.

Il est intéressant de comparer quelques valeurs pour un même niveau d'azote (voir tableaux VI et VII). Dans l'essai n° 1, riche en potassium échangeable au départ (2,5 meq %), il n'apparaît pas d'influence notable des apports de SO_4K_2 sur la plante pour une même dose d'azote. Si l'influence de la potasse n'y est pas évidente comme celle de l'azote, l'analyse foliaire (2) montrera qu'elle existe quand même : il semble y avoir un équilibre physiologique optimum quand le rapport K_2O/N de l'engrais est égal à 1, une toxicité nette quand il est égal à 2.

Par contre dans l'essai n° 2, dont les teneurs en

potassium échangeable étaient beaucoup plus faibles (0,3 meq %), les apports de potasse en cours d'essai ont eu un effet sensible sur la croissance : notamment pour les doses N 2 il y a une différence significative entre K 0 et K 4.

A 5 mois le poids de feuille D passe de 34,9 g à 40,9 g.

A 6 mois le poids de feuille D passe de 46,2 g à 55,0 g.

Masses foliaires.

Il semble que les émissions foliaires soient plus importantes dans l'essai n° 2 mais, les feuilles étant beaucoup plus lourdes dans l'essai n° 1, il s'en est suivi une évolution de la masse foliaire théorique identique à celle du poids de feuille D pour l'ensemble des traitements.

C. FLORAISON.

On regroupera dans un tableau ci-dessous les différents pourcentages d'inflorescences relevés deux mois et demi après le traitement à l'acétylène.

TABLEAU VIII.

Pourcentage de floraison.

TRAITEMENTS	ESSAI N° 1	ESSAI N° 2
N 0 K 0.....	99,5	98,5
N 1 K 0.....	99,2	96,7
N 2 K 0.....	100	90,5
N 1 K 1.....	99,0	97,0
N 1 K 2.....	98,2	93,5
N 2 K 2.....	100	92,8
N 2 K 4.....	99,5	86,0

Il n'y a pas de commentaires particuliers à apporter sinon la difficulté classique qu'il y a, pour réussir de façon parfaite une floraison au mois de mai. A noter également que les ananas les plus vigoureux correspondant aux doses N 2 ont donné les plus faibles pourcentages de réponse dans l'essai n° 2.

D. RÉCOLTE.

D'une façon générale, la récolte est le reflet assez précis de la croissance de l'ananas au cours des mois

qui ont précédé l'initiation artificielle à la floraison, avec toutefois quelques variations saisonnières. Les notions de corrélation, poids de feuille D à l'hormonage/poids du fruit, et masse foliaire théorique/poids du fruit, ne peuvent se comparer d'un essai à l'autre car nous sommes dans des conditions écologiques différentes (sol et climatologie différents pour un même âge de la plante).

Ainsi, comme le montrera l'analyse des feuilles D (5), les masses foliaires plus faibles de l'essai planté en octobre s'accompagnent de réserves d'azote plus grandes : teneurs à l'hormonage variant de 1,2 à 1,5 % alors que l'essai n° 1 est au taux d'équilibre azoté (4) de 1,0 %. Ces réserves pourraient être la cause d'une meilleure valorisation en poids des fruits, grâce au retour des pluies pendant la croissance de ce dernier, mais elles sont à rapprocher également des pourcentages de floraison moins élevés.

a) Poids moyen des fruits par traitement (en kg) (fig. 6).

TABLEAU IX.

TRAITEMENTS	ESSAIS	
	N° 1	N° 2
N 0 K 0.....	1,22	0,93
N 1 K 0.....	1,43	1,10
N 2 K 0.....	1,54	1,23
N 1 K 1.....	1,43	1,18
N 1 K 2.....	1,43	1,27
N 2 K 2.....	1,60	1,30
N 2 K 4.....	1,60	1,41

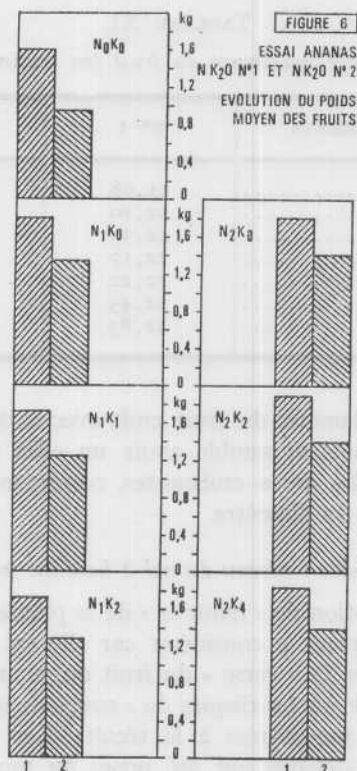
Dans les deux essais, les poids moyens des fruits des différents traitements sont significativement différents de ceux des parcelles « témoin ». Dans tous les cas le poids du fruit et le rendement croissent avec la dose d'azote.

Dans l'essai n° 1 : accroissement de 18 % pour la dose N 1, 30 % pour la dose N 2.

Dans l'essai N 2 : accroissement de 26 % pour la dose N 1, 40 % pour la dose N 2.

— L'influence de la potasse sur le poids moyen des fruits et sur le rendement/ha n'apparaît légèrement dans l'essai n° 1 qu'avec les doses N 2 d'azote.

— Sur l'essai n° 2 plus pauvre au départ en potasse,



on le rappelle, les apports de K₂O marquent faiblement pour N 1 et N 2.

b) Caractères morphologiques.

TABLEAU X.

Diamètre du pédoncule (en centimètres).

TRAITEMENTS	N° 1	N° 2
N 0 K 0.....	2,51	1,94
N 1 K 0.....	2,55	1,98
N 2 K 0.....	2,72	2,01
N 1 K 1.....	2,56	2,08
N 1 K 2.....	2,50	2,08
N 2 K 2.....	2,72	2,19
N 2 K 4.....	2,71	2,30

Dans les deux essais, le diamètre du pédoncule croît avec la dose d'azote par rapport au témoin.

Dans l'essai n° 1, peu d'influence de la potasse sur le diamètre des pédoncules pour une même dose d'azote, dans l'essai n° 2 il semble que K₂O joue un rôle avec les doses N 2.

TABLEAU XI.

Diamètre maximum du fruit (en centimètres).

TRAITEMENTS	N° 1	N° 2
N 0 K 0.....	11,68	10,9
N 1 K 0.....	12,10	11,2
N 2 K 0.....	12,35	11,6
N 1 K 1.....	12,17	11,5
N 1 K 2.....	12,22	11,7
N 2 K 2.....	12,45	11,8
N 2 K 4.....	12,83	11,9

— Le diamètre du fruit croît avec la dose d'azote.
 — La potasse semble avoir un effet dans l'essai n° 1; à des doses croissantes, correspond une augmentation du diamètre.

— *Distance : niveau du sol à base du fruit.*

Cette notion de « hauteur » de la plante est un facteur important à considérer car elle est en relation étroite avec la « verse » du fruit qui a une si grande importance sur les risques de « coups de soleil » et les difficultés rencontrées à la récolte. Les mesures du tableau ci-dessous ont été prises au moment de la récolte.

TABLEAU XII.

Hauteur : sol-base du fruit (en centimètres).

TRAITEMENTS	N° 1	N° 2
N 0 K 0.....	37,4	34,0
N 1 K 0.....	40,6	35,3
N 2 K 0.....	42,2	35,3
N 1 K 1.....	40,7	36,9
N 1 K 2.....	41,0	37,8
N 2 K 2.....	42,0	38,1
N 2 K 4.....	42,6	40,5

Dans les deux essais on constate la même évolution que pour le diamètre du pédoncule, à savoir que la distance niveau du sol — base du fruit croît avec la dose d'azote quelles que soient la saison et la richesse du sol au départ. La potasse ne semble jouer qu'un rôle secondaire mais peut-être intervient-elle dans la résistance à la verse ?

c) Acidité. Extrait sec.

Le problème de la qualité a une grande importance chez l'ananas; par qualité entendre aussi bien la saveur que la tenue du fruit en cours de transport. L'analyse

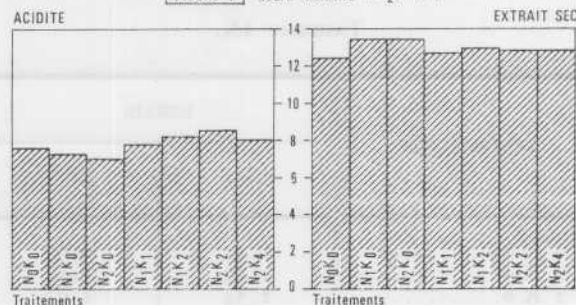
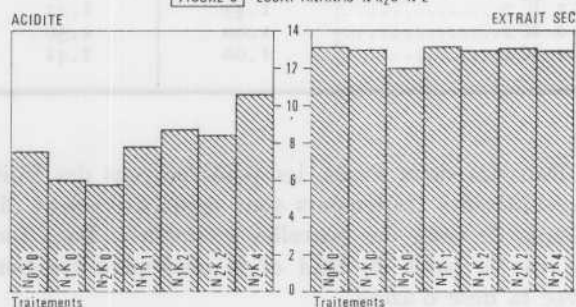
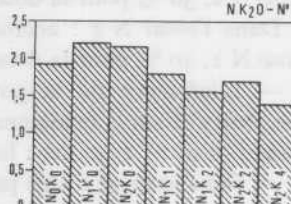
de l'acidité et de l'extrait sec s'est faite sur 20 fruits échantillonnés au hasard par parcelle.

L'acidité est déterminée en milliéquivalents pour cent, c'est-à-dire en nombre de cm³ de soude décinormale nécessaires à neutraliser 10 cm³ de jus en présence d'un réactif coloré.

La teneur en sucre est mesurée par lecture directe au réfractomètre.

TABLEAU XIII.

TRAITEMENTS	N° 1		N° 2	
	Acidité	Extrait sec	Acidité	Extrait sec
N 0 K 0.....	7,77	12,6	7,60	13,8
N 1 K 0.....	7,36	13,2	6,0	13,5
N 2 K 0.....	6,93	13,1	5,87	12,7
N 1 K 1.....	7,95	12,8	7,69	13,8
N 1 K 2.....	8,16	13,1	8,75	13,5
N 2 K 2.....	8,26	13,0	8,60	13,7
N 2 K 4.....	8,01	12,9	10,56	13,6

FIGURE 7 ESSAI ANANAS - N K₂O - N° 1FIGURE 8 ESSAI ANANAS - N K₂O - N° 2FIGURE 9 RAPPORT EXTRAIT SEC/ACIDITE N K₂O - N° 1FIGURE 10 RAPPORT EXTRAIT SEC/ACIDITE N K₂O - N° 2

L'examen de la qualité par ces deux facteurs nous fait entrevoir deux actions différentes de l'azote et de la potasse pour chacun des deux essais.

Dans l'essai n° 1, on observe un léger effet de l'azote sur l'acidité, la potasse à tous niveaux ne faisant que compenser cet effet négatif. (A noter la faible valeur en acidité pour N2 Ko.)

Dans l'essai n° 2, l'effet négatif de l'azote sur l'acidité reste peu dépendant de la dose, mais est beaucoup plus prononcé. D'après les analyses foliaires cela doit provenir de la baisse de teneur en K provoquée par l'apport d'azote dans le seul essai n° 2. Cette diminution induite de teneur en K est sans doute responsable de la baisse d'extrait sec que l'apport d'azote seul provoque dans cet essai n° 2, alors qu'au contraire il augmente l'extrait sec dans l'essai n° 1. Mais le décalage de dates entre les deux essais fait chevaucher l'action des facteurs saisonniers avec celle de la nutrition, il faut donc être prudent dans ce genre de déductions.

Toujours dans l'essai n° 2 la dose K1 rétablit l'acidité et l'extrait sec du témoin, K2 augmente l'acidité d'une unité et K4 de 3 unités mais sans modifier davantage l'extrait sec. C'est donc la dose K et non le rapport K/N dans les engrais qui a déterminé l'acidité.

L'extension de la gamme des acidités vers les valeurs fortes sous l'effet du potassium est certainement un facteur saisonnier, sinon les niveaux foliaires de K, beaucoup plus élevés dans l'essai n° 1, auraient donné des acidités encore plus fortes; on ne peut dire si son extension vers le bas sous l'effet de l'azote est due elle aussi aux saisons, car les faibles niveaux potassiques peuvent suffire à l'expliquer. L'effet de l'état de nutrition potassique sur l'acidité apparaît beaucoup plus important à contrôler pour les fruits de saison

des pluies que pour les fruits de saison sèche. Pour définir un optimum de fumure, il reste à évaluer la signification commerciale des différentes acidités enregistrées.

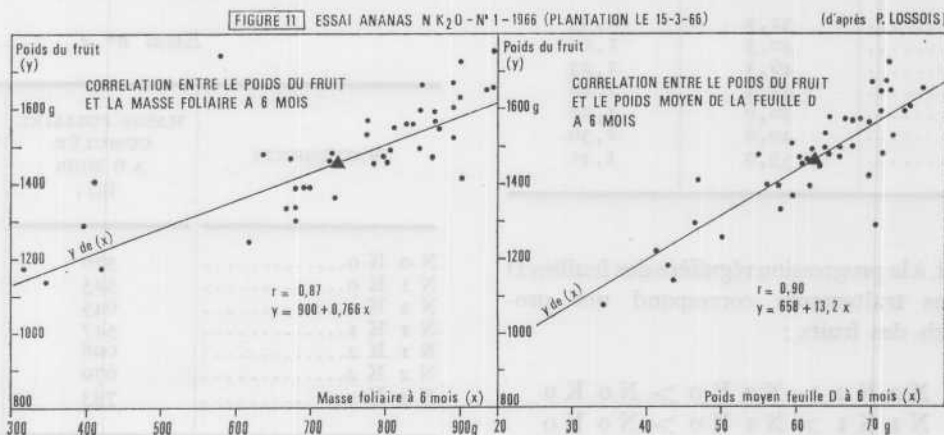
Il semble que les fruits d'acidité voisine de 8,5 voyagent mieux que ceux d'acidité inférieure; au-delà, la résistance au transport est bonne mais la saveur est mauvaise. D'où une tendance qui se dessine dans le choix d'un équilibre K_2O/N voisin de 1,5.

d) Corrélations { Poids de feuille D. Poids du fruit.
Masse foliaire théorique. Poids du fruit.

Des droites de régression ont été établies par le service de biométrie de l'I. F. A. C. pour l'ensemble de chaque essai (P. LOSSOIS, fig. 11-12). La meilleure corrélation a été obtenue dans l'essai n° 2, il est utile de rappeler que la corrélation « Masse foliaire théorique — poids du fruit » est habituellement meilleure que la corrélation « poids de la feuille D (au moment du traitement de floraison) — poids du fruit à la récolte » chaque fois que les conditions écologiques des traitements comparés sont identiques et que le comptage des feuilles apparues mensuellement est fait avec une grande précision.

Quoi qu'il en soit, cette notion de corrélation n'est valable que par tranches de saison, il conviendrait à cet effet dans la technique de prévision des récoltes d'étudier des abaques indiquant le poids moyen du fruit escompté en fonction du poids de feuille D pour une période de l'année déterminée (correspondant aux variations climatologiques).

Dans le tableau ci-après on peut examiner les chiffres de correspondance poids de feuille D à 6 mois/poids du fruit pour les deux essais.



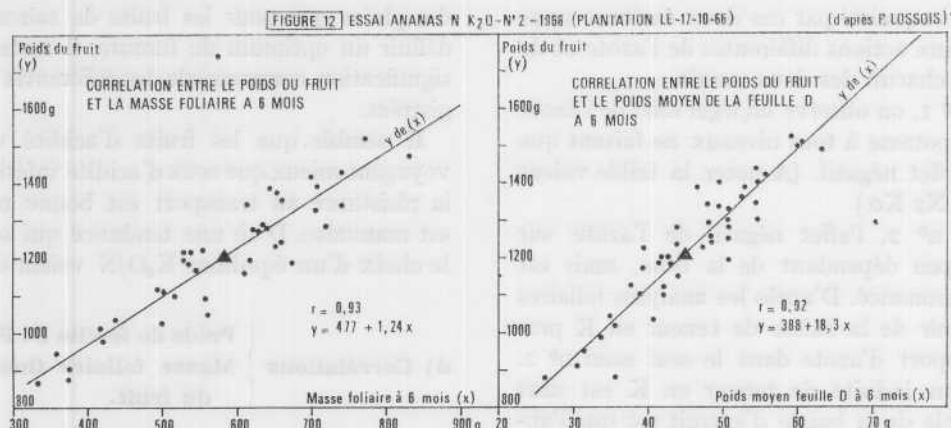


TABLEAU XIV.

Essai n° 1 à 6 mois.

TRAITEMENTS	POIDS D (g)	POIDS DU FRUIT (kg)
N 0 K 0.....	41,6	1,22
N 1 K 0.....	59,7	1,43
N 2 K 0.....	69,5	1,54
N 1 K 1.....	58,3	1,43
N 1 K 2.....	60,8	1,43
N 2 K 2.....	70,0	1,60
N 2 K 4.....	68,6	1,60

TABLEAU XV.

Essai n° 2, à 6 mois.

TRAITEMENTS	POIDS D (g)	POIDS DU FRUIT (kg)
N 0 K 0.....	31,7	0,93
N 1 K 0.....	40,5	1,10
N 2 K 0.....	46,3	1,23
N 1 K 1.....	43,3	1,18
N 1 K 2.....	46,6	1,27
N 2 K 2.....	49,0	1,30
N 2 K 4.....	55,0	1,41

Dans cet essai, à la progression régulière des feuilles D en fonction des traitements correspond une progression du poids des fruits :

N 2 K 4 > N 2 K 2 > N 2 K 0 > N 0 K 0
N 1 K 2 > N 1 K 1 > N 1 K 0 > N 0 K 0

Sur le tableau suivant nous pouvons examiner l'autre corrélation poids du fruit — masse foliaire théorique cumulée à 6 mois.

TABLEAU XVI.

Essai n° 1.

TRAITEMENTS	MASSE FOLIAIRE CUMULÉE A 6 MOIS (g)	POIDS DU FRUIT (kg)
N 0 K 0.....	384	1,22
N 1 K 0.....	680	1,43
N 2 K 0.....	858	1,54
N 1 K 1.....	720	1,43
N 1 K 2.....	760	1,43
N 2 K 2.....	863	1,60
N 2 K 4.....	875	1,60

TABLEAU XVII.

Essai n° 2.

TRAITEMENTS	MASSE FOLIAIRE CUMULÉE A 6 MOIS (g)	POIDS DU FRUIT (kg)
N 0 K 0.....	376	0,93
N 1 K 0.....	525	1,10
N 2 K 0.....	645	1,23
N 1 K 1.....	547	1,18
N 1 K 2.....	608	1,27
N 2 K 2.....	670	1,30
N 2 K 4.....	733	1,41

On peut conclure qu'au sein de chaque essai, il semble que les deux types de corrélation soient équivalents, et pour les deux essais réunis, la corrélation poids du fruit/poids de la feuille D s'avère plus étroite.

G. ANALYSES FOLIAIRES.

L'étude détaillée des analyses foliaires déborderait le cadre de cet article : les mécanismes physiologiques qu'elles révèlent éclairent certains aspects des fonc-

tions de nutrition chez l'ananas en général et méritent d'être traités indépendamment du problème de la recherche d'un équilibre K/N dans la fumure de cette plante au Cameroun.

Au cours des chapitres précédents, nous en avons mentionné les conclusions, d'après les rapports préliminaires du Service de Physiologie, chaque fois qu'elles apportaient des éclaircissements sur les faits observés. (On en trouvera les données dans les tableaux XVIII et XIX) ; leur interprétation complète sera présentée dans un article ultérieur par J. MARCHAL et coll.

TABLEAU XVIII
Teneur des feuilles en éléments minéraux en pourcentage de matière sèche

Essai n° 1		N		P		K		Ca		Mg	
Traitements		16/7/66	15/9/66	4 mois	6 mois	4 mois	6 mois	4 mois	6 mois	4 mois	6 mois
N°	Symbole										
1	N0 K0	0,95	1,02	0,420	0,457	5,04	4,89	0,522	0,454	0,179	0,186
2	N1 K0	1,26	1,04	0,283	0,333	5,31	5,44	0,527	0,554	0,162	0,190
4	N1 K1	1,23	0,98	0,273	0,297	5,71	5,24	0,536	0,511	0,178	0,166
5	N1 K2	1,22	0,99	0,259	0,257	5,53	5,34	0,500	0,482	0,163	0,171
3	N2 K0	1,52	1,15	0,245	0,250	5,48	5,04	0,552	0,549	0,176	0,172
6	N2 K2	1,54	1,11	0,219	0,197	5,90	5,35	0,555	0,579	0,177	0,163
7	N2 K4	1,51	1,11	0,221	0,206	5,69	5,30	0,554	0,584	0,170	0,162

TABLEAU XIX
Teneur des feuilles en éléments minéraux en pourcentage de matière sèche

Essai n° 2		N		P		K		Ca		Mg	
Traitements		14/2/67	17/4/67	4 mois	6 mois	4 mois	6 mois	4 mois	6 mois	4 mois	6 mois
N°	Symbole										
1	N0 K0	1,13	1,21	0,231	0,208	2,768	2,135	0,530	0,779	0,260	0,334
2	N1 K0	1,37	1,39	0,192	0,153	2,270	1,255	0,673	0,849	0,289	0,291
4	N1 K1	1,39	1,29	0,184	0,117	3,017	2,16	0,590	0,651	0,260	0,246
5	N1 K2	1,35	1,33	0,190	0,141	3,590	2,777	0,612	0,805	0,273	0,278
3	N2 K0	1,68	1,54	0,170	0,147	2,240	1,702	0,745	0,886	0,274	0,307
6	N2 K2	1,68	1,47	0,161	0,107	3,485	2,617	0,585	0,643	0,238	0,253
7	N2 K4	1,70	1,44	0,158	0,127	3,885	3,310	0,638	0,657	0,251	0,236

CONCLUSIONS

Sans azote, il n'est pas possible de produire un fruit du type export en 12 mois ; à l'opposé, des doses trop élevées entraînent à certaines époques des à-coups de végétation dont l'influence est négative sur la réussite aux traitements de floraison et d'autre part, on obtient un pourcentage élevé de fruits trop gros pour être exportés en frais. On rappelle que les fruits recherchés pour cette destination ont un poids moyen de 1,2 à 1,5 kg.

Au regard du rendement, des apports de potasse ne sont pas rentables dans les conditions de l'essai n° 1, même en se contentant du rapport $K_2O/N = 1$ qui s'y montre physiologiquement optimum ; mais les notions de qualité et de tenue du fruit obligent à atteindre ce rapport, sur un sol pourtant très riche. Dans les conditions de l'essai n° 2, sur sol pauvre, l'apport de potasse doit être rentable vis-à-vis du rendement jusqu'à $K_2O/N = 2$; mais une dose de 8 g de potasse par plant donne une acidité trop forte à la saison où les fruits ont été récoltés. L'optimum agronomique moyen se situe donc vers $K_2O/N = 1,5$, valeur qu'il conviendra peut-être de modifier dans l'avenir en fonction des sols et de leur évolution.

Dans le cas particulier de la zone ananas du Cameroun, si on s'en tient à cet équilibre $K_2O/N = 1,5$, il faut toutefois retenir les principes suivants : que les besoins de la plante sont variables en fonction de son âge et de la saison et que pour maintenir un cycle d'un an avec un fruit de qualité constante, il faut adapter chaque fumure à chaque date de plantation.

Reprenant les objectifs de ces essais on a parlé de l'amélioration de la coloration externe des fruits : pour être précis, il aurait fallu établir des échelles colorimétriques de référence ; les observations visuelles qui ont été faites ne peuvent amener à conclure que par des tendances de l'influence de la potasse sur la coloration. Il n'a pas été observé de différences particulières entre les deux essais mais on peut confirmer l'hypothèse suivant laquelle l'apport de potasse a quelque peu amélioré la couleur qui tend à devenir plus « orangé » dans les parcelles recevant de la potasse.

La climatologie (pluviométrie, ensoleillement) semble avoir plus d'influence à cet égard que la potasse (ex. dans la zone d'Obala à 700 m les fruits sont mieux colorés qu'à Nyombé qui est à 70 m).

Concernant le problème de l'épuisement des sols, il semblerait que la culture continue d'ananas sur le même sol (8 ou 10 ans) épuiserait celui-ci en éléments fertilisants, particulièrement en potasse. Ce problème sera précisé à l'avenir dans la poursuite de ces deux essais. Il sera probablement nécessaire de rectifier les équilibres minéraux dans quelques années.

Il est toutefois utile de préciser que ces conclusions n'ont de valeur en soi que pour les sols de Nyombé et qu'il serait dangereux de faire des extrapolations pour d'autres situations écologiques au Cameroun : car l'équilibre K/N (6) dans la fumure n'a par lui-même aucun intérêt ; si le rapport $K_2O/N = 1,5$ joue un rôle c'est au niveau de la résultante « sol + fumure » qu'il conviendrait de l'étudier. La poursuite de ces essais devrait nous éclairer sur ce problème.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) GAILLARD (J.-P.). — Influence de la date de plantation et du poids des rejets sur la croissance des ananas au Cameroun. *Fruits*, 1969, vol. 24, n° 2, p. 75-87.
- (2) MARCHAL (J.), LACCEUILHE (J.-J.) et MARTIN-PRÉVEL (P.). — Ananas Cameroun : essai N/K_2O n° 1-66, analyse foliaire. *Réunion annuelle I. F. A. C.*, 1967, Doc. n° 94.
- (3) MARTIN (D.) et SIEFFERMANN (G.). — Le département du Mungo (Ouest Cameroun) : étude des sols et de leur utilisation. *Cahiers O. R. S. T. O. M., série Pédologie*, 1966, vol. 4, n° 2, p. 27-49.
- (4) MARTIN-PRÉVEL (P.). — Aperçu sur les relations croissance-nutrition minérale chez l'ananas. *Fruits*, 1959, vol. 14, n° 5, p. 101-122.
- (5) MARTIN-PRÉVEL (P.), MARCHAL (J.) et LACCEUILHE (J.-J.). — Note sur l'essai Cameroun N/K_2O n° 2-66. *Document intérieur I. F. A. C.*, 1968.
- (6) LOSOIS (P.). — Comparaison des essais N/K_2O n° 1-66 et N/K_2O n° 2-66. *Document intérieur I. F. A. C.*

