

EFFET DU NIVEAU DE CROISSANCE ET DE LA QUANTITÉ DE  
RACINES SUR L'ABSORPTION DE N ET K EN DÉBUT DE CYCLE  
CHEZ L'ANANAS CULTIVÉ SUR SOLUTION NUTRITIVE

Gnahoua Godo, Centre O.R.S.T.O.M., Laboratoire d'Agronomie,  
Abidjan

Séminaire sur le Potassium

21 et 22 Octobre 1980 à Abidjan (Côte d'Ivoire)

05 JUIN 1990

ORSTOM Fonds Documentaire  
N° : 29.133 dx1  
Cote : B

EFFET DU NIVEAU DE CROISSANCE ET DE LA QUANTITÉ DE RACINES SUR  
L'ABSORPTION DE N ET K EN DÉBUT DE CYCLE CHEZ L'ANANAS CULTIVÉ  
SUR SOLUTION NUTRITIVE

Gnahoua Godo<sup>\*</sup>, Centre O.R.S.T.O.M., Laboratoire d'Agronomie, Abidjan

RÉSUMÉ

L'établissement d'un référentiel des besoins en éléments minéraux en rapport avec les niveaux de croissance, en vue d'une économie des engrais en culture d'ananas est nécessaire.

Les résultats du présent essai montrent que la vitesse de croissance pondérale relative et la vitesse d'émission racinaire passent par un minimum au cours du deuxième mois après l'implantation sur solution nutritive.

Les besoins en N et K augmentent en fonction du niveau de croissance du plant; cependant gros plants et petits plants tels qu'ils sont définis dans les conditions expérimentales, ont des vitesses moyennes d'immobilisation minérale relatives et des taux d'absorption racinaire voisins avec un rapport parties aériennes/racines plus faible pour les petits plants.

La suppression des 3/4 des racines entraîne une baisse de la consommation de N et K. Cependant les plants amputés opèrent une compensation par une absorption plus intense qui est d'autant plus importante que les plants sont plus petits à l'implantation, toutes conditions étant égales par ailleurs. Les plants amputés mobilisent les réserves minérales des organes âgés pour maintenir une croissance normale.

1. INTRODUCTION

L'économie de l'engrais dans la pratique de la fertilisation, en culture d'ananas, nécessite une meilleure connaissance des besoins en éléments minéraux suivant le niveau de croissance du plant à l'implantation. Pour cette raison on a suivi le comportement de deux classes bien distinctes de cayeux en début de cycle.

---

\* G. Godo, Centre O.R.S.T.O.M., Laboratoire d'Agronomie, B.P. V-51 Abidjan/  
Côte d'Ivoire

Au niveau des racines, la disparition de quantités importantes entraîne-t-elle une différence dans le comportement des racines restantes vis-à-vis de l'absorption de N et K et introduit-elle une perturbation dans la dynamique de ces éléments minéraux dans la plante?

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 Matériel végétal

Il comprend deux classes de poids de cayeux. Chaque classe est choisie homogène sur la base de l'aspect, de la forme et du poids. On distingue:

- . la classe P<sub>1</sub> (petits rejets) = 170 ± 5 g
- . la classe P<sub>2</sub> (gros rejets) = 350 ± 5 g

### 2.2 Dispositif de culture

L'essai a lieu en serre, en aquiculture stricte. Le cayeux est maintenu sur un seau de 13 litres par une plaque de polystyrène qui sert également de couvercle et minimise les pertes d'eau par évaporation.

### 2.3 La solution nutritive

La solution nutritive aérée en continu et renouvelée tous les 7 jours, est adaptée de celle proposée par Tisseau (1971), et a la composition suivante:

		macro éléments		
Nitrate de calcium Ca	$(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	118 mg/l	1 meq Ca <sup>++</sup> /l	1 meq NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l
Nitrate de potassium K	NO <sub>3</sub>	202 mg/l	2 meq K <sup>+</sup> /l	2 meq NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l
Sulfate de potassium K <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub>	65 mg/l	0,75 meq K <sup>+</sup> /l	0,75 meq SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> /l
Sulfate de magnésium Mg	SO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	277 mg/l	2,1 meq Mg <sup>++</sup> /l	2,1 meq SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /l
Phosphate monopotassique KH <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	34 mg/l	0,25 meq K <sup>+</sup> /l	0,25 meq H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /l
		micro éléments		
Acide borique	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2,45 mg/l		0,48 ppm B
Sulfate de zinc	Zn SO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	1,45 mg/l		0,34 ppm Zn
Sulfate de cuivre	CuSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	0,6 mg/l		0,16 ppm Cu
Sulfate de manganèse	MnSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	0,50 mg/l		0,15 ppm Mn
Molybdate d'ammonium	Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> · 4H <sub>2</sub> O	0,6 mg/l		0,23 ppm Mo
Sequestrene de fer	Fe-EDDHA	24,16 mg/l		1,45 ppm Fe

## 2.4 Contrôles

### 2.4.1 Suivi de l'émission racinaire

On procède à un comptage hebdomadaire des racines primaires émises autour de la tige, abstraction étant faite des racines initiales du rejet avant sa mise sur solution nutritive.

### 2.4.2 Suivi de la croissance pondérale et de la consommation minérale

On fait des prélèvements mensuels de deux plants par classe de poids. Tout plant prélevé est subdivisé en racines (sauf au prélèvement de départ), tige et feuilles. Les feuilles sont séparées en trois groupes: vieilles feuilles, feuilles intermédiaires et jeunes feuilles. Ces trois groupes sont respectivement les feuilles >C, D et <E telles qu'elles se différencient par la morphologie de la base d'attache à la tige (Krauss (1948)). On établit le poids sec de chaque partie et on en fait l'analyse chimique pour N et K.

## 2.5 Ablation des racines

A la fin de la 12<sup>ème</sup> semaine de croissance normale, chaque classe de plants est subdivisée en deux groupes. L'un garde la totalité du nombre de racines émises précédemment et l'autre est amputé des 3/4 du nombre des racines par une ablation disséminée au niveau et tout autour de la tige. On obtient ainsi quatre groupes:

Petits plants	( $P_1 r$ )	nombre entier de racines
	( $P_1 r/4$ )	3/4 des racines coupées
Gros plants	( $P_2 R$ )	nombre entier de racines
	( $P_2 R/4$ )	3/4 des racines coupées

Dans tous les groupes toute nouvelle racine émise est coupée pour tenir constant le nombre de racines initiales. Pendant six semaines, on laisse les plants sur la solution nutritive dont on suit l'épuisement en  $\text{NO}_3^-$  et  $\text{K}^+$  par dosage à l'aide d'électrodes spécifiques. A la fin des six semaines on estime également les quantités de N et K consommées par l'analyse de la plante. Ainsi le bilan chimique s'obtient de deux manières.

## 3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 3.1 Croissance pondérale et émission racinaire

A partir des données de la croissance pondérale et de l'émission racinaire (Tableau 1), on a calculé la vitesse moyenne de croissance pondé-

Tableau 1 Caractéristiques de croissance pondérale et d'émission racinaire de l'ananas cultivé sur solution nutritive.

		S e m a i n e s														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	18	
Poids sec total (g)	P <sub>1</sub>	20,0				30,49				39,69				58,30	P <sub>r</sub>	168,62
	P <sub>2</sub>	46,49				70,80				88,0				119,92	P <sub>r</sub> /4 P <sub>1</sub> R P <sub>2</sub> R/4	262,03 247,94
Poids sec de racin. (g)	P <sub>1</sub>	0				0,99				1,78				3,34	P <sub>r</sub>	6,91
	P <sub>2</sub>	0				1,63				3,15				0,84*	P <sub>1</sub> R/4 P <sub>1</sub> P <sub>2</sub> R/4	4,42 8,05 5,78
Nombre de racines émises	P <sub>1</sub>	0	5	8	10	11	12	13	14	15	16	18	22	25		
	P <sub>2</sub>	0	11	15	18	23	26	29	31	33	37	41	45	51		

\* Reste après ablation des 3/4 du nombre de racines

rale relative hebdomadaire selon la formule

$$V.C.R. = \frac{\text{Lg } W_2 - \text{Lg } W_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{Radford (1967)}) \quad \text{et la vitesse d'émission raci-}$$

naire journalière.

Les courbes résultantes (Figure 1) montrent que les vitesses moyennes de croissance pondérale relatives passent par un minimum intervenant au cours du 2ème mois après la mise en culture sur solution nutritive. Les petits plants P<sub>1</sub> croissent relativement plus vite que les gros rejets P<sub>2</sub>, le rapport P<sub>2</sub>/P<sub>1</sub> passant de 2,32 (à l'implantation) à 1,55 après 18 semaines. Les plants P<sub>2</sub> émettent deux fois plus de racines que les plants P<sub>1</sub> (Tableau 1). Les courbes d'évolution dans le temps des vitesses d'émission racinaire journalière (Figure 2) passent par un minimum intervenant également pendant le deuxième mois. La baisse simultanée de ces deux paramètres de croissance au cours de la même période résulterait d'un ralentissement général dans la physiologie de la plante à ce moment précis de sa croissance végétative. Cette période séparerait deux phases bien distinctes dans la vie de la plante après son implantation: la première phase (le 1er mois) au cours de laquelle il y a croissance pondérale et émission racinaire rapides, traduit l'expression des potentialités du rejet qui vient d'être sevré du plant-mère. La deuxième phase (à partir de la fin du 2ème mois) correspond à la période de reprise de croissance et à un état physiologique propre au plant qui réagit en fonction des conditions du milieu de culture. Ces phases d'émission racinaire sont plus tardives et plus étalées dans le temps pour une culture d'ananas au champ (de Ricaud et Hainnaux (1977)).

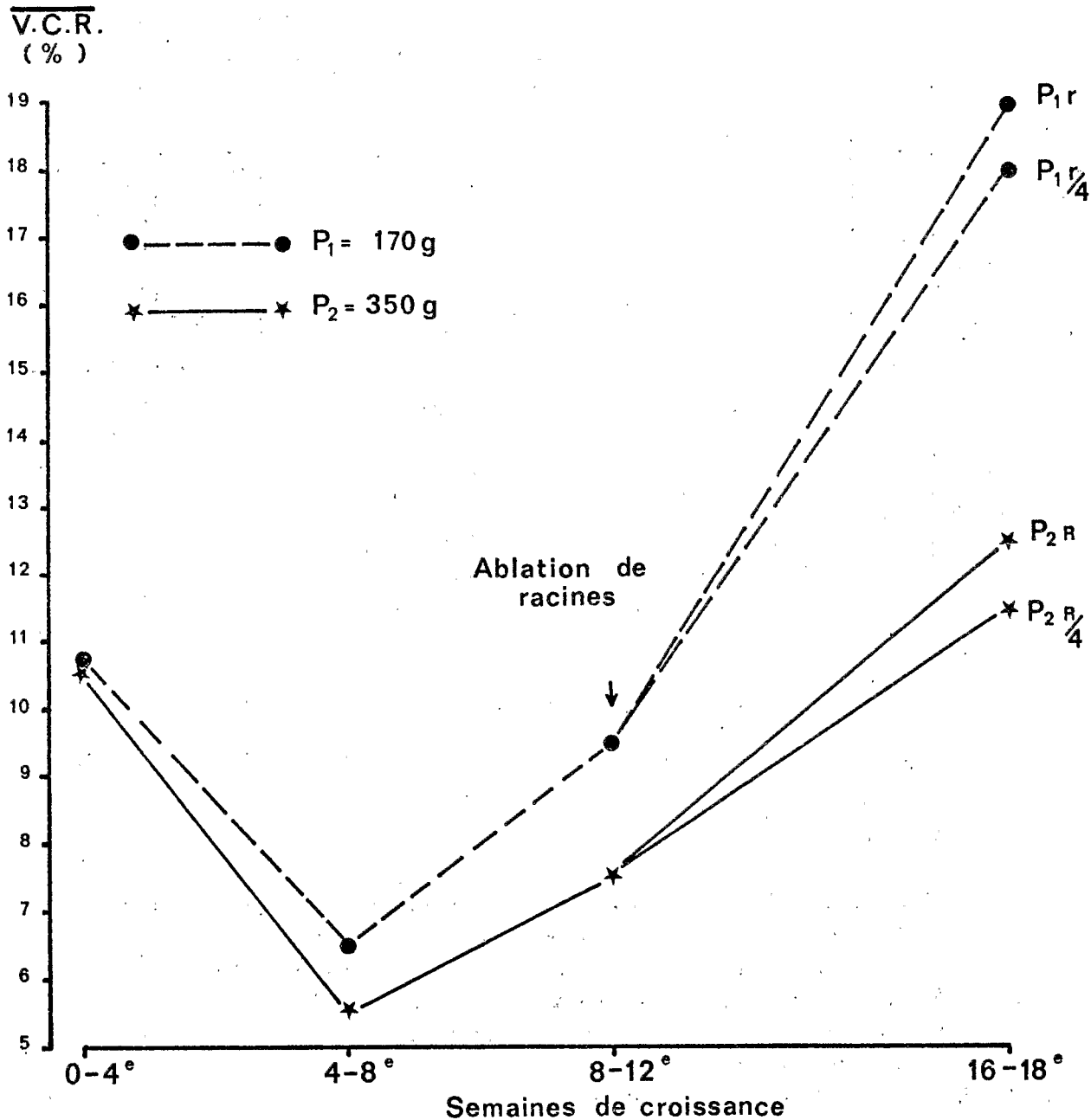


Figure 1 Evolution au cours du temps de la vitesse de croissance pondérale relative

L'accroissement de poids de l'enracinement entre la douzième et la dix-huitième semaine est de l'ordre de 3,85 g bien que légèrement supérieur pour les gros rejets ayant subi l'ablation. Cette constance d'accroissement de poids provient de compensation au niveau individuel des racines dont le poids unitaire est multiplié par 2 entre P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> et par 4 en cas d'ablation et traduit des réactions morphologiques spécifiques de chacun des traitements (Tableau 2).

Nombre de racines  
émises /jour

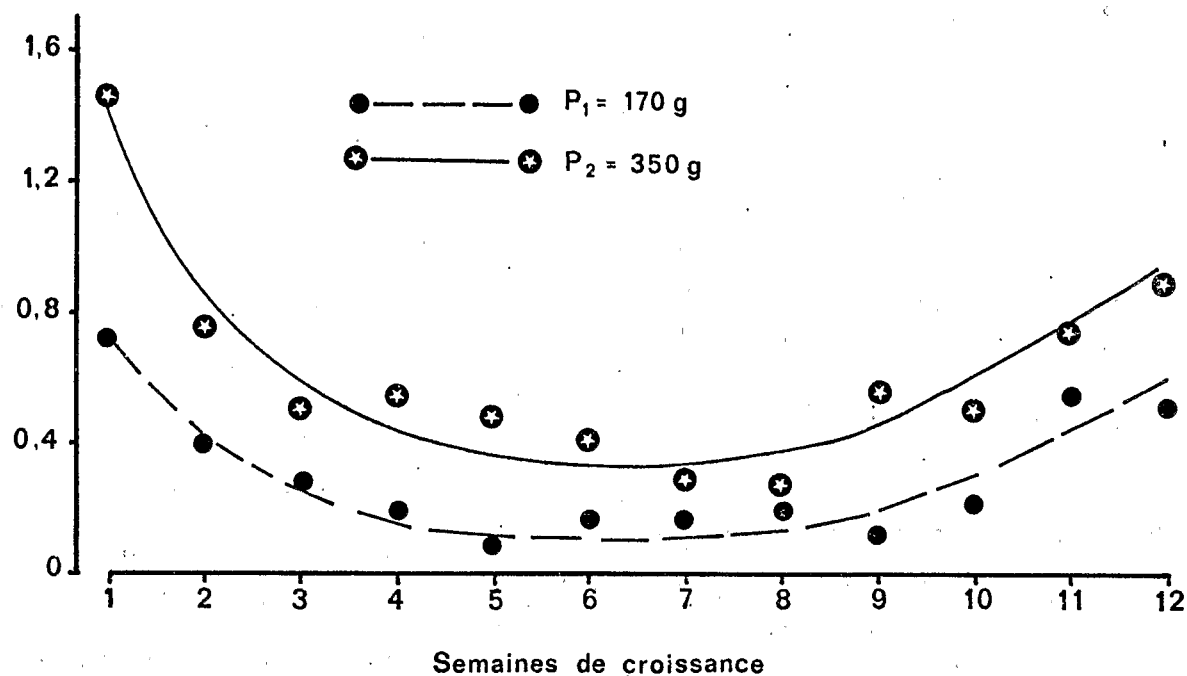


Figure 2 Evolution au cours du temps de la vitesse d'émission racinaire

Tableau 2 Accroissement de poids de l'enracinement entre les 12e et 18e semaines.

		12ème semaine		18ème semaine		
		Nombre de racines	Poids sec de l'enracinement (g)	Poids sec de l'enracinement (g)	Accroissement de poids de l'enracinem. (g)	Accroissement de poids par racine (g/r)
P <sub>1</sub>	P <sub>1r</sub>	25	3,34	6,91	3,57	0,14
	P <sub>1r/4</sub>	6	0,84	4,42	3,58	0,59
P <sub>2</sub>	P <sub>2R</sub>	51	4,45	8,05	3,6	0,07
	P <sub>2R/4</sub>	13	1,12	5,78	4,66	0,36

### 3.2 Evolution des teneurs de N et K dans la plante

Les teneurs en N et K augmentent au cours du premier mois puis plafonnent ou baissent par la suite (Figure 3). Il faut noter que nous sommes en début de cycle et cette évolution des teneurs après un mois est due à l'effet de dilution.

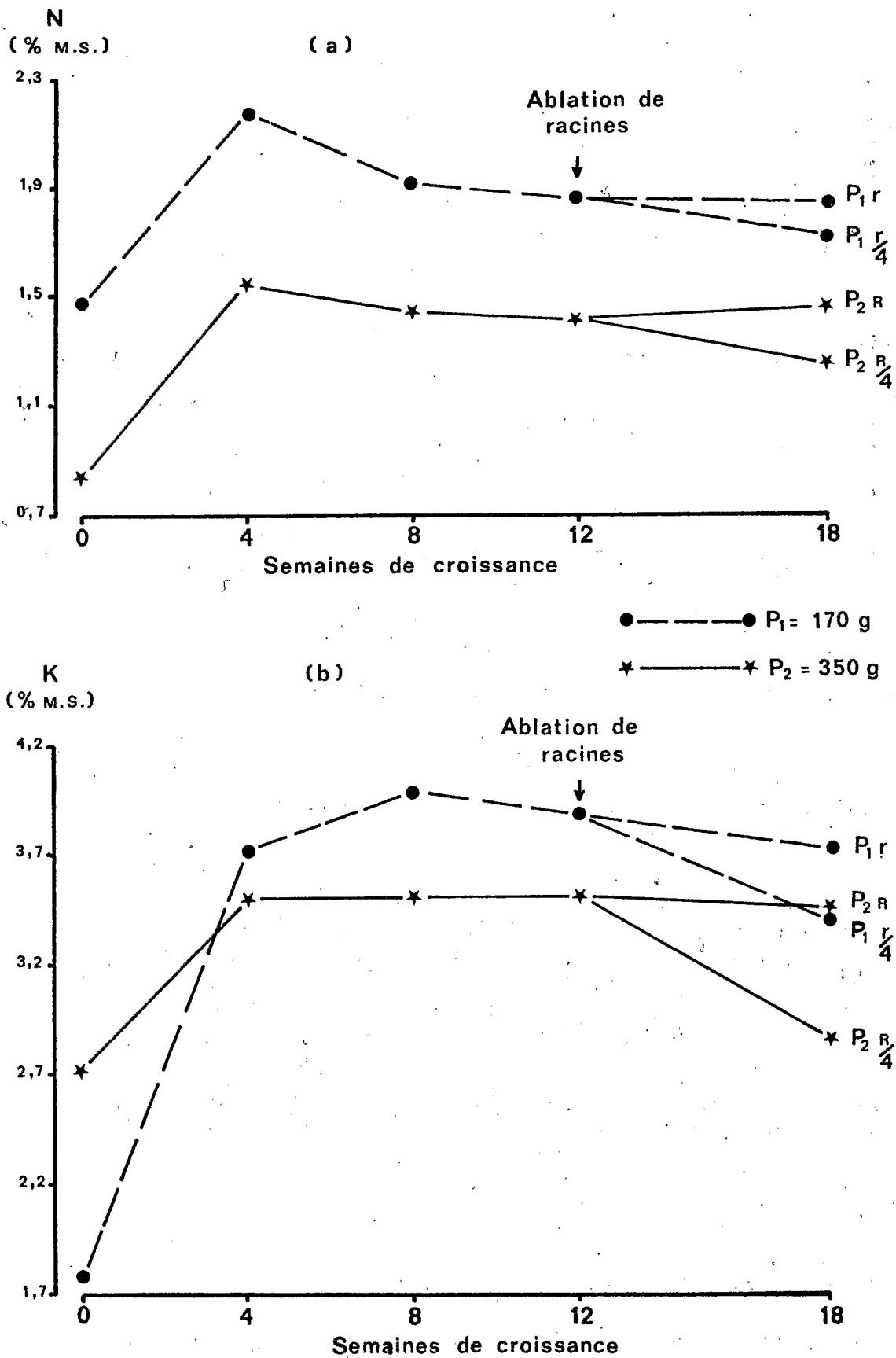


Figure 3 Evolution au cours du temps des teneurs en N et K dans le plant entier



Tableau 3 Evolution des teneurs en N et K des parties aériennes sous l'effet de l'ablation des 3/4 du nombre de racines émises.

	P <sub>2</sub> K (% M.S.)				P <sub>2</sub> N (% M.S.)			
	Tige	Vieilles feuilles	Feuilles inter- médiaires	Jeunes feuilles	Tige	Vieilles feuilles	Feuilles inter- médiaires	Jeunes feuilles
P <sub>2</sub> R	4,0	4,32	3,54	3,42	1,94	1,49	1,46	1,23
P <sub>2</sub> R/4	3,16	3,46	3,42	3,16	1,39	1,30	1,19	1,19
Différence (%)	21,4	20	3,4	7,6	28	13	18	3,3
	P <sub>1</sub> K (% M.S.)				P <sub>1</sub> N (% M.S.)			
	Tige	Vieilles feuilles	Feuilles inter- médiaires	Jeunes feuilles	Tige	Vieilles feuilles	Feuilles inter- médiaires	Jeunes feuilles
P <sub>1</sub> r	4,64	5,10	3,76	3,98	2,13	1,67	1,38	1,40
P <sub>1</sub> r/4	4,28	4,4	3,74	3,42	2,06	1,61	1,24	1,13
Différence (%)	7,7	13,7	0,5	14	3,3	3,6	10	19

La concentration supérieure de K par rapport à N dans les plants s'explique par l'avidité de l'ananas vis-à-vis de l'élément potassique (Lacoeuilhe et Gicquiaux (1971)).

A la suite de l'ablation des racines, on constate que malgré des vitesses moyennes de croissance pondérale relatives voisines, les teneurs chutent au niveau des plants qui ont perdu les 3/4 du nombre de racines émises. Cette chute des teneurs est relativement plus sensible chez les gros plants que chez les petits plants et plus importante pour K que pour N.

Toutefois les différences (en %) de teneurs entre les diverses fractions des parties aériennes au sein d'une même classe de plants (Tableau 3), peuvent mieux rendre compte de la dynamique de N et K à la suite de l'ablation des 3/4 du nombre de racines. Tant pour K que pour N, ces différences semblent, uniquement dans le cas des gros plants traduire une redistribution des réserves minérales des organes âgés vers les plus jeunes.

### 3.3 Immobilisations minérales (N et K)

Les vitesses moyennes d'immobilisation minérale relatives hebdomadaires calculées à partir des masses de N et K immobilisées (Tableau 4) au cours des douze premières semaines, montrent l'évolution suivante: aussi bien pour N que pour K, elles sont plus grandes pendant les quatre premières semaines (sauf K de  $P_1$ ). Par la suite ces vitesses moyennes baissent soit légèrement et se maintiennent (cas de  $P_1$ ) soit fortement (cas de  $P_2$ ). Entre la douzième et la dix-huitième semaine, elles augmentent avec toutefois des différences inter et intra-classe. Notamment, la vitesse moyenne d'immobilisation relative hebdomadaire de K pour  $P_1$  est plus élevée que pour  $P_2$ . A l'intérieur d'une même classe de plants, les différences dues à l'ablation des 3/4 des racines, sont moins marquées chez  $P_1$  que chez  $P_2$ . Ces différences intra-classe se chiffrent en moyenne à 6% pour  $P_1$  et 31% pour  $P_2$  (Tableau 4).

D'une façon générale, les consommations minérales (N et K) par mois de croissance (Tableau 4) augmentent au cours du temps; c'est à dire qu'elles suivent les niveaux de croissance du plant (Lacoeuilhe (1973)). Toutefois les consommations en N et K des plants  $P_2$  n'augmentent substantiellement qu'après la douzième semaine. Ces plants pourraient avoir utilisé leurs réserves minérales initiales pendant les douze premières semaines.

L'ablation des 3/4 des racines entraîne des baisses dans les quantités de N et K consommées par  $P_1R/4$  et  $P_2R/4$  par rapport à  $P_1R$  et  $P_2R$ , ces baisses étant relativement plus importantes chez les gros plants que chez les petits plants. En effet, les rapports des consommations minérales sont de l'ordre de 90% pour  $P_1$  tandis qu'ils sont de 60% pour  $P_2$ . Cette différence est à mettre en parallèle avec l'importance de la différence dans les vitesses moyennes d'immobilisation minérale relatives entre  $P_1R$  et  $P_1R/4$  d'une part et entre  $P_2R$  et  $P_2R/4$  d'autre part.

Tableau 4 Caractéristiques d'immobilisation minérale (N et K) de l'ananas cultivé sur solution nutritive.

		0 semaine		4e semaine		8e semaine		12e semaine		18e semaine					
Masses minérales immobilisées/plant (g)	P <sub>1</sub>	N	K	N	K	N	K	N	K	N		K			
		0,30	0,36	0,5	1,0	0,75	1,57	1,15	2,48	P <sub>1r</sub>	2,77	7,77			
	P <sub>2</sub>	0,39	1,27	0,79	2,21	1,19	3,31	1,61	4,48	P <sub>1r/4</sub>	2,65	7,20			
										P <sub>2R</sub>	3,98	10,42			
										P <sub>2R/4</sub>	3,06	7,90			
Vitesses moyennes d'immobilisation minérale relatives hebdomadaires (%)	P <sub>1</sub>									entre 12e et 18 semaine					
		N		12,80		0-4e semaine		K		10,7		N		K	
				10,10		4e-8e semaine				11,3					
			10,70		8e-12e semaine				11,4		P <sub>1r</sub>	14,70	19,0	5,4%	6,3%
	P <sub>2</sub>	N		17,60		0-4e semaine		K		13,8					
				10,20		4e-8e semaine				10,1					
		7,60		8e-12e semaine				7,6		P <sub>2R</sub>	15,10	14,1	29,1%	32,6%	
										P <sub>2R/4</sub>	10,70	9,5			
Masses minérales consommées/plant (g)	P <sub>1</sub>	0-4e semaine		4e-8e semaine		8e-12e semaine		12e-18e semaine		Rapports des consommations minérales					
		N	K	N	K	N	K	N	K	N		K			
	0,2	0,64	0,25	0,77	0,4	0,91	P <sub>1r</sub>	1,62	5,29	P <sub>1r/4</sub>		93%	89%		
							P <sub>1r/4</sub>	1,5	4,72	P <sub>1r</sub>					
P <sub>2</sub>	0,4	0,94	0,4	1,1	0,42	1,17	P <sub>2R</sub>	2,37	5,94	P <sub>2R/4</sub>		61%	57%		
							P <sub>2R</sub>	1,45	3,42	P <sub>2R</sub>					

On peut faire l'hypothèse que le coefficient de compensation est d'autant plus élevé que la vitesse de croissance pondérale relative est plus grande. Autrement dit un plant qui croît relativement plus vite qu'un autre, réagit mieux devant la perte d'une part importante de ses racines au point de vue absorption des éléments minéraux.

### 3.4 Absorption racinaire et rapport parties aériennes/racines

Les taux d'absorption racinaire (jusqu'à la 12e semaine) décroissent au cours du temps (Tableau 5). Ce résultat est en accord avec ceux obtenus par Hackett (1969) et par Newman et Andrews (1973) sur l'absorption racinaire de l'orge et du blé. Ce phénomène peut s'expliquer par les faits suivants:

- 1) le système racinaire, une fois initié, s'accroît plus vite dans le temps que les masses minérales consommées;
- 2) la plante règle ses besoins minéraux au niveau de l'ensemble des racines dont elle dispose à chaque instant (du moins sur solution nutritive);
- 3) une partie des racines (les plus vieilles) est moins fonctionnelle pour l'absorption.

Au cours des douze premières semaines de croissance, les taux d'absorption racinaire de P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> sont sensiblement voisins aussi bien pour N que K (Tableau 5).

Tableau 5 Caractéristiques d'absorption racinaire et rapport parties aériennes/racines chez l'ananas cultivé sur solution nutritive.

		Absorption racinaire				mMoles/g. racines/semaine				
		0-4e semaine		4e-8e semaine		8-12e semaine		12e-18e semaine		
		N	K	N	K	N	K	N	K	
P <sub>1</sub>		7,15	8,83	3,21	3,57	2,79	2,27	P <sub>1r</sub>	2,51	2,91
								P <sub>1r/4</sub>	4,54	5,1
P <sub>2</sub>		8,76	7,37	2,99	2,93	1,96	1,96	P <sub>2R</sub>	3,01	2,73
								P <sub>2R/4</sub>	3,33	2,82
Rapport parties aériennes/racines										
P <sub>1</sub>		29,79		21,29		16,45		P <sub>1r</sub>	23,4	
								P <sub>1r/4</sub>	39,61	
P <sub>2</sub>		42,4		26,94		25,83		P <sub>2R</sub>	32,2	
								P <sub>2R/4</sub>	41,89	

Entre la douzième et la dix-huitième semaine, les taux d'absorption racinaire hebdomadaires augmentent sensiblement (sauf cas de  $P_{1r}$  N) et restent voisins pour  $P_{1r}$  et  $P_{2R}$ .

L'ablation des 3/4 des racines entraîne des taux d'absorption racinaire relativement plus élevés, notamment chez les plants  $P_1$ . Ceci pourrait expliquer que les rapports de consommation minérale soient plus forts chez les petits que chez les gros plants. Toutefois, ces taux d'absorption racinaire atteints en cas d'ablation pouvant être supposés maximum ne suffisent plus à nourrir convenablement la plante car une redistribution semble se produire.

Le rapport parties aériennes/racines (Tableau 5) est moins élevé chez  $P_1$  que chez  $P_2$ . Cette donnée suggère qu'à tout instant, les petits plants disposent d'une masse racinaire relativement plus importante leur conférant un potentiel d'absorption racinaire relatif au moins égal à celui des gros plants pour nourrir leurs parties aériennes respectives en N et K.

#### 4. CONCLUSION

Le présent essai dont le but était une meilleure connaissance des besoins en N et K suivant le niveau de croissance du plant d'ananas, a permis de recueillir les informations suivantes:

La vitesse de croissance pondérale relative passe par un minimum intervenant pendant le deuxième mois après la mise sur solution nutritive. Cette vitesse de croissance pondérale relative varie en fonction du niveau de croissance du rejet à l'implantation. Un petit rejet croît relativement plus vite qu'un gros rejet sans pour autant qu'il y ait rattrapage.

L'émission racinaire est elle aussi ralentie au cours du deuxième mois après l'implantation sur solution nutritive. En période de croissance normale, les petits plants ont des vitesses d'immobilisation relatives et des taux d'absorption racinaire de N et K au moins égaux à ceux des gros plants. A la suite de l'ablation d'une grande partie de leurs racines, les petits plants acquièrent des taux d'absorption racinaire supérieurs à ceux des gros plants. Cette faculté accompagnée d'un rapport parties aériennes/racines plus faible donc plus favorable, leur permet d'opérer en l'absence de compétition une compensation, dans la consommation de N et K, supérieure à celle des gros plants.

Cependant, l'ablation des 3/4 du nombre de racines entraîne une consommation insuffisante de N et K. Il en résulte une mobilisation des réserves minérales de certaines parties de la plante pour soutenir une croissance végétative normale.

Il est intéressant de signaler que les deux contrôles, l'analyse chimique au niveau de la plante d'une part et le dosage de  $\text{NO}_3^-$  et  $\text{K}^+$  (électrodes spécifiques) dans la solution nutritive d'autre part, apportent le même résultat du point de vue de la consommation de N et K.

## 5. BIBLIOGRAPHIE

Hackett, C.: A study of the root system of barley. II. Relationships between root dimensions and nutrient uptake. *New Phytol.* 68, 1023-1030 (1969)

Krauss, B.H.: Anatomy of the vegetative organs of the pineapple. II. The leaf. *The Botanical Gazette* 110, (3), 333-404 (1948)

Lacoeuilhe, J.J.: Rythme d'absorption du potassium en relation avec la croissance: cas de l'ananas et du bananier. 10e Coll. Inst. Internat. Potasse, 177-182 (1973)

Lacoeuilhe, J.J. et Gicquiaux, Y.: La nutrition en cations de l'ananas en Martinique. *Fruits* 26 (9), 581-597 (1971)

Newman, E.I. et Andrews, R.E.: Uptake of phosphorus and potassium in relation to root growth and root density. *Plant and Soil* 38, 49-69 (1973)

Radford, P.J.: Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Science* 7 (3), 171-175 (1967)

Ricaud de, J. et Hainnaux, G.: Phases d'émission racinaire d'un rejet d'ananas. Doc. ORSTOM, multigr., 13p., 1977

Tisseau, R.: Conduite de cultures expérimentales d'ananas. Le système hydroponique de l'Anguédédou. *Fruits* 26 (4), 279-285 (1971)