

# LA NUTRITION EN CATIONS DE L'ANANAS EN MARTINIQUE ( V - VI)

par J.J. LACOEUILHE et Y. GICQUIAUX

*Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer*

## LA NUTRITION EN CATIONS DE L'ANANAS EN MARTINIQUE (V et VI)

par J.J. LACOEUILHE et Y. GICQUIAUX (IFAC)  
*Fruits*, Sep. 1971, vol.26, n°9, p. 581-597.

RESUME - Les immobilisations en éléments des plants au stade de la récolte ont été fortement influencées par la nature des traitements. Les différences les plus fortes s'observent dans le cas du potassium, que l'ananas peut absorber avant et après la floraison. Le poids du fruit augmente avec la masse de potassium contenu dans la plante, jusqu'à une "masse critique" au-delà de laquelle le poids du fruit reste constant.

Les feuilles sont le grand réservoir des éléments minéraux, contenant 45 à 55 p. cent de chacun d'eux.

Les fruits, qui constituent l'essentiel de l'exportation, en contiennent une part importante, sauf pour Ca, mobilisé surtout dans la tige.

Les exportations d'un hectare d'ananas (fruits soit

pour conserverie, soit pour consommation en frais) sont comparées aux immobilisations.

Les conclusions de la série d'articles rappellent que :

- le poids des feuilles D est lié à la teneur en K et l'interprétation de leur analyse doit tenir compte des possibilités d'absorption de cet élément pendant la croissance du fruit
- l'acidité du fruit augmente avec la richesse en K même lorsque son poids n'est pas modifié
- la fumure potassique doit satisfaire constamment les besoins de la plante. Elle doit être fractionnée et progressive.
- les teneurs en Mg, inférieures au niveau critique de 0,18 p. cent, ont une action faible jusqu'à 0,13 p. cent.

Des formules complètes de fertilisation sont proposées pour les trois principales zones de la Martinique.

## V-LES IMMOBILISATIONS PAR LA PLANTE

Après la récolte on a essayé de chiffrer les quantités d'éléments minéraux immobilisés par la plante. Comme cela représente un travail énorme, dix plants seulement ont été échantillonnés par parcelle, soit 300 plants par essai. Les observations sur les fruits ayant été faites sur 20 plants, on en a utilisé ici un sur deux. Il a été impossible de tenir compte du système racinaire. D'autre part, le poids des couronnes n'a pas été déterminé exactement à Morne Rouge : elles avaient été réduites et pesaient 30 à 40 g, au lieu de 300 à 400 g au Lamentin.

De telles évaluations n'ont pas souvent été réalisées. Aux fles Hawaii, HORNER a analysé vers 1930 des plants de vigueur exceptionnelle (cf. L'ananas, par C. PY et M. A. TISSEAU, p. 84-85). En Guinée, P. MARTIN-PREVEL et Renée TISSEAU ont dressé en 1955-61 le bilan détaillé des plants avec et sans engrais, aux diverses étapes de leur vie, dans des conditions de rendement maintenant dépassées (ibidem, et divers documents intérieurs IFAC). Nos chiffres se situent entre ces deux évaluations, l'une par excès l'autre par défaut, les proportions entre les divers éléments restant cependant dans les mêmes ordres de grandeur.

### ÉCHANTILLONNAGE POUR L'ÉTABLISSEMENT D'UN BILAN MINÉRAL DES PLANTS A LA RÉCOLTE

Les échantillons destinés à l'analyse ont été constitués comme il suit. Les dix plants ont été décortiqués séparément.

**Feuilles :** on en a tiré trois au hasard sur l'ensemble des feuilles d'un même plant. On obtient ainsi 30 feuilles par parcelle. Découpées en petits morceaux, mélangées, on a prélevé ensuite 200 g de matière fraîche.

**Tige :** chacune est coupée en 4 segments d'égale hauteur. Sur chacune d'entre elles on a prélevé une portion d'1/4 par section dans le sens de la hauteur. On a ainsi obtenu, pour une parcelle, 40 morceaux qui ont été à nouveau découpés plus finement. Sur l'ensemble on a prélevé 200 g de matière fraîche.

**Rejets et couronnes :** chacun a été coupé en quatre portions dans le sens de la hauteur. On a ensuite procédé comme pour les tiges et les feuilles.

**Racines :** l'analyse a porté sur des vieilles racines, ce qui explique leur pauvreté générale en éléments minéraux.

Les résultats des analyses sont présentés dans le tableau 21 ; les bilans calculés par plante et par hectare constituent les tableaux 22 et 23.

### MASSE VÉGÉTALE

On appellera masse végétale le poids des feuilles, tige et rejets. Au Lamentin les différences entre traitements sont bien entendu plus faibles qu'à Morne Rouge où l'apport de 1 équivalent gramme de cations par plant multiplie cette grandeur par 2 à 2,5. On retrouve sensiblement les mêmes différences que pour la croissance, avec un degré de signification plus faible dû au nombre inférieur de plants échantillonnés. La réponse aux traitements des trois éléments de cette somme : feuilles, tige, rejets est similaire. Le poids des rejets produits par les plants des parcelles témoins à Morne Rouge est pratiquement nul, la croissance ayant été trop défavorable. Toutes proportions gardées, le poids des tiges est plus influencé par les traitements que le poids des feuilles ne l'est.

La comparaison des deux essais fait apparaître que le nombre et le poids des rejets sont légèrement plus élevés à Morne Rouge (témoin

exclu) qu'au Lamentin, alors que les conditions de croissance sont moins bonnes. Cependant il faut noter que la récolte des rejets se fait normalement au moins un mois après la récolte des fruits et non pas immédiatement après comme ici.

### BILAN DE L'AZOTE

#### ● Teneurs des différents organes.

Dans les différents organes, les teneurs en azote varient extrêmement peu quelles que soient les conditions écologiques et se classent toujours dans le même ordre :

couronnes \* (1,45 p. cent) > rejets (1,20 p. cent) > feuilles (1,0 p. cent) ≥ tige (0,95 p. cent) > fruits (0,50 p. cent) > racines (0,35 p. cent).

Cependant lorsque les conditions de croissance sont trop défavorables ces teneurs sont en général supérieures : c'est le cas du témoin à Morne Rouge, mais il n'y a presque pas d'autre différence entre traitements suivant les organes.

#### ● Azote : masses immobilisées par la plante.

Au Lamentin les teneurs en azote des divers organes diffèrent peu ; les masses totales sont donc peu variables et dépendent essentiellement des niveaux de croissance atteints. Ceux-ci, déterminés à partir de dix plants seulement, ne sont pas toujours très représentatifs des parcelles entières. Les quantités totales d'azote immobilisées varient de 6,0 à 7,5 g par plants alors que la fumure en a apporté 10,35 g. Le coefficient d'utilisation brut est donc de 55 à 70 p. cent, ce qui peut être considéré comme élevé, mais une partie de l'élément est fournie par le sol. A l'époque de la récolte, l'azote total du sol est identique à l'emplacement des plants et dans les chemins (0,22 p. cent) avec la même valeur qu'avant plantation (tableau 24).

Les feuilles sont l'organe qui contient la plus grande masse d'azote : 3,25 g en moyenne (environ 50 p. cent du total : voir figure 29). Mais les fruits contiennent plus de 20 p. cent et les rejets et couronnes environ 13 p. cent. Il aurait été particulièrement intéressant de faire un autre bilan au moment du traitement de floraison, c'est-à-dire après le dernier apport d'azote. En se livrant à des estimations, certes un peu aventureuses, il semble qu'environ 40 p. cent de l'azote ait été assimilé après le

\* Les couronnes de Morne Rouge ont eu un comportement particulier (1,05 p. cent) car elles ont été réduites.

TABLEAU 21 - Analyse des plants à la première récolte (en p. cent de matière sèche)

		N		P		K		Ca		Mg	
		L	MR	L	MR	L	MR	L	MR	L	MR
RACINES	T	0,31	0,35	0,022	0,026	0,17	0,08	0,070	0,031	0,012	
	+ K	0,33	0,36	0,023	0,032	0,22	0,15	0,075	0,036	0,016	
	- K	0,32	0,32	0,023	0,029	0,19	0,11	0,087	0,047	0,017	traces
	- Ca	0,33	0,35	0,024	0,032	0,23	0,14	0,069	0,042	0,018	
	- Mg	0,33	0,34	0,024	0,032	0,23	0,15	0,083	0,051	0,014	
	33	0,35	0,38	0,026	0,033	0,21	0,15	0,086	0,045	0,015	
Moyenne générale		0,329	0,349	0,0237	0,0307	0,208	0,130	0,0782	0,0420	0,0154	
C. V.		11,15	9,2	16,21	19,65	11,40	21,75	22,56	29,37	23,97	
F 5% = 2,71 - F 1% = 4,10		0,54	1,61	0,52	0,96	4,96*	4,97*	1,03	1,81	1,52	
p. p. d. s. 5%		N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	0,031	0,037	N. S.	N. S.	N. S.	
p. p. d. s. 1%		N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	0,043	0,051	N. S.	N. S.	N. S.	
TIGES	T	0,99	1,04	0,158	0,118	0,98	0,37	0,891	0,792	0,104	0,146
	+ K	0,93	0,88	0,174	0,155	2,07	1,20	0,542	0,378	0,093	0,190
	- K	1,01	0,94	0,166	0,126	1,28	0,55	0,772	0,653	0,126	0,250
	- Ca	0,95	0,84	0,179	0,150	1,86	0,99	0,584	0,324	0,095	0,236
	- Mg	0,92	0,80	0,168	0,154	1,74	1,10	0,661	0,518	0,071	0,156
	33	0,95	0,90	0,169	0,152	1,76	0,97	0,544	0,460	0,099	0,227
Moyenne générale		0,958	0,899	0,1689	0,1423	1,615	0,865	0,6656	0,5209	0,0979	0,2009
C. V.		7,4	6,5	9,1	8,6	10,56	12,71	14,05	12,33	16,13	8,1
F 5% = 2,71 - F 1% = 4,10		1,13	10,54*	1,07	8,65**	28,07*	44,36*	11,29**	37,30**	6,22**	35,53**
p. p. d. s. 5%		N. S.	0,077	N. S.	0,0162	0,225	0,145	0,1234	0,0847	0,0208	0,0216
p. p. d. s. 1%		N. S.	0,105	N. S.	0,0221	0,307	0,198	0,1683	0,1156	0,0284	0,0294
FEUILLES	T	1,06	1,30	0,179	0,166	2,13	0,66	0,514	0,433	0,226	0,170
	+ K	1,00	1,04	0,177	0,164	3,28	2,53	0,331	0,281	0,154	0,227
	- K	1,05	1,12	0,165	0,132	2,34	1,09	0,462	0,444	0,249	0,369
	- Ca	1,00	0,96	0,179	0,156	3,27	2,18	0,311	0,289	0,148	0,282
	- Mg	1,10	1,04	0,184	0,154	3,42	2,54	0,383	0,343	0,140	0,193
	33	0,98	1,08	0,168	0,149	2,92	2,00	0,328	0,364	0,167	0,280
Moyenne générale		1,030	1,087	0,1751	0,1536	2,893	1,833	0,3882	0,3590	0,1807	0,2535
C. V.		7,6	11,28	10,49	7,7	8,8	9,2	10,72	13,22	14,07	9,8
F 5% = 2,71 - F 1% = 4,10		1,73	4,45**	0,80	5,43**	22,46*	107,54*	19,67**	10,60**	15,93**	42,64**
p. p. d. s. 5%		N. S.	0,1618	N. S.	0,0155	0,336	0,223	0,0549	0,0626	0,0335	0,0328
p. p. d. s. 1%		N. S.	0,2206	N. S.	0,0210	0,458	0,304	0,0749	0,0854	0,0457	0,0447
REJETS	T	1,21	1,46	0,228	0,255	2,49	1,38	0,651	0,697	0,247	0,245
	+ K	1,25	1,12	0,214	0,291	3,67	2,63	0,467	0,482	0,204	0,314
	- K	1,24	1,18	0,230	0,218	2,87	1,63	0,597	0,563	0,256	0,335
	- Ca	1,25	1,15	0,213	0,221	3,51	2,44	0,436	0,469	0,219	0,345
	- Mg	1,28	1,22	0,214	0,216	3,70	2,65	0,529	0,548	0,187	0,267
	33	1,14	1,13	0,206	0,217	3,09	2,13	0,442	0,532	0,203	0,305
Moyenne générale		1,228	1,21	0,2175	0,226	3,222	2,15	0,5204	0,548	0,2193	0,302
C. V.		6,1		6,1		8,3		13,31		13,28	
F 5% = 2,71 - F 1% = 4,10		2,17		2,44		16,66*		8,12**		4,26**	
p. p. d. s. 5%		N. S.		N. S.		0,353		0,0914		0,0384	
p. p. d. s. 1%		N. S.		N. S.		0,482		0,1246		0,0524	
FRUITS	T	0,51	0,61	0,104	0,120	1,39	0,89	0,106	0,081	0,108	0,095
	+ K	0,50	0,51	0,096	0,104	1,82	1,70	0,074	0,080	0,097	0,117
	- K	0,49	0,51	0,098	0,111	1,48	1,30	0,094	0,092	0,110	0,132
	- Ca	0,50	0,52	0,091	0,101	1,73	1,60	0,068	0,072	0,098	0,129
	- Mg	0,51	0,50	0,099	0,104	1,78	1,72	0,078	0,080	0,093	0,112
	33	0,52	0,51	0,095	0,104	1,62	1,54	0,078	0,079	0,100	0,114
Moyenne générale		0,506	0,528	0,0970	0,1072	1,637	1,458	0,0830	0,0806	0,1109	0,1163
C. V.		7,0	5,9	5,0	3,4	5,8	3,2	7,3	9,2	3,9	9,2
F 5% = 2,71 - F 1% = 4,10		0,29	9,33**	3,82*	18,99**	16,97*	224,7**	27,63**	3,89*	12,90**	7,96**
p. p. d. s. 5%		N. S.	0,041	0,0064	0,0048	0,126	0,062	0,0080	0,0098	0,0052	0,0140
p. p. d. s. 1%		N. S.	0,056	0,0087	0,0065	0,171	0,085	0,0109	0,0134	0,0072	0,0192
COURONNES	T	1,48	1,19	0,287	0,401	2,81	1,11	0,852	1,038	0,344	0,295
	+ K	1,43	1,11	0,249	0,275	3,74	2,31	0,575	0,770	0,292	0,352
	- K	1,41	1,09	0,268	0,325	3,10	1,71	0,704	1,000	0,349	0,416
	- Ca	1,43	1,04	0,249	0,255	3,54	2,20	0,527	0,763	0,294	0,378
	- Mg	1,48	1,00	0,264	0,268	3,66	2,30	0,610	0,845	0,273	0,299
	33	1,42	1,04	0,258	0,300	3,51	2,21	0,578	0,879	0,307	0,364
Moyenne générale		1,440	1,076	0,2624	0,3039	3,392	1,974	0,6409	0,8826	0,3097	0,3508
C. V.		4,7	6,9	7,8	9,6	5,4	7,7	12,53	9,2	7,3	9,2
F 5% = 2,71 - F 1% = 4,10		1,05	4,41**	2,41	17,01**	19,69**	49,29*	10,99**	10,01**	8,98**	10,51**
p. p. d. s. 5%		N. S.	0,097	N. S.	0,0384	0,240	0,201*	0,1059	0,1074	0,0298	0,0426
p. p. d. s. 1%		N. S.	0,133	N. S.	0,0524	0,328	0,275	0,1444	0,1464	0,0406	0,0581

L = Lamentin

MR = Morne Rouge

TABLEAU 22 - Masses d'éléments immobilisées par les différents organes d'un plant (en g)

		Poids frais		N		P		K		Ca		Mg	
		L	MR	L	MR	L	MR	L	MR	L	MR	L	MR
TIGE	T	538	148	0,893	0,342	0,144	0,039	0,889	0,123	0,812	0,281	0,094	0,048
	+ K	697	389	1,189	0,671	0,222	0,119	2,619	0,921	0,692	0,289	0,119	0,145
	- K	619	298	1,105	0,557	0,181	0,074	1,401	0,327	0,841	0,386	0,136	0,148
	- Ca	634	364	1,136	0,637	0,215	0,113	2,223	0,751	0,712	0,245	0,112	0,178
	- Mg	755	394	1,304	0,635	0,237	0,123	2,461	0,877	0,941	0,413	0,101	0,124
	33	601	415	1,062	0,704	0,189	0,119	1,981	0,756	0,601	0,360	0,110	0,178
FEUILLES	T	2.049	707	3,143	1,531	0,540	0,195	6,350	0,777	1,539	0,510	0,677	0,200
	+ K	2.347	1.472	3,356	2,103	0,599	0,332	11,055	5,115	1,117	0,568	0,527	0,459
	- K	2.102	1.187	3,324	2,141	0,528	0,262	7,478	2,084	1,469	0,849	0,788	0,705
	- Ca	2.171	1.368	3,168	1,922	0,570	0,312	10,355	4,364	0,993	0,578	0,470	0,564
	- Mg	2.580	1.443	3,874	2,192	0,647	0,326	12,026	5,354	1,352	0,723	0,496	0,407
	33	2.016	1.458	2,754	2,296	0,473	0,317	8,185	4,252	0,922	0,774	0,470	0,595
REJETS	T	127	-	0,198	-	0,037	-	0,413	-	0,104	-	0,040	-
	+ K	143	234	0,216	0,326	0,037	0,067	0,636	0,766	0,076	0,140	0,036	0,091
	- K	189	172	0,302	0,267	0,056	0,049	0,695	0,369	0,147	0,127	0,063	0,076
	- Ca	170	191	0,260	0,279	0,044	0,053	0,724	0,587	0,089	0,113	0,044	0,083
	- Mg	159	208	0,249	0,307	0,042	0,055	0,703	0,669	0,103	0,139	0,037	0,067
	33	115	263	0,165	0,388	0,031	0,074	0,454	0,732	0,064	0,183	0,031	0,105
COURONNES	T	373		0,695		0,135		1,318		0,400		0,162	
	+ K	338		0,624		0,109		1,634		0,251		0,127	
	- K	345		0,649		0,123		1,427		0,324		0,160	
	- Ca	337		0,636		0,113		1,573		0,234		0,137	
	- Mg	344		0,638		0,114		1,576		0,263		0,118	
	33	336		0,602		0,109		1,487		0,241		0,130	
FRUITS	T	2.052	801	1,329	0,643	0,271	0,126	3,592	0,930	0,277	0,085	0,279	0,099
	+ K	2.185	1.276	1,445	0,850	0,278	0,173	5,262	2,830	0,215	0,133	0,279	0,195
	- K	2.310	1.161	1,483	0,769	0,294	0,168	4,441	1,970	0,282	0,139	0,329	0,200
	- Ca	2.197	1.214	1,414	0,850	0,256	0,164	4,856	2,600	0,189	0,117	0,275	0,209
	- Mg	2.266	1.256	1,471	0,837	0,283	0,173	5,116	2,850	0,225	0,133	0,268	0,186
	33	2.199	1.237	1,408	0,844	0,270	0,173	4,578	2,560	0,219	0,131	0,284	0,189
PLANTE ENTIERE	T	5.139	1.656	6,258	2,516	1,127	0,360	12,562	1,830	3,132	0,856	1,252	0,347
	+ K	5.710	3.371	6,830	3,950	1,245	0,691	21,206	9,632	2,355	1,130	1,088	0,890
	- K	5.565	2.818	6,869	3,734	1,182	0,543	15,442	4,750	3,063	1,501	1,476	1,129
	- Ca	5.509	3.137	6,614	3,688	1,198	0,642	19,731	8,302	2,217	1,053	1,038	1,034
	- Mg	6.104	3.301	7,536	3,971	1,323	0,695	21,882	9,750	2,884	1,408	1,020	0,784
	33	5.267	3.373	5,991	4,232	1,070	0,683	16,685	8,300	2,047	1,448	1,025	1,067

traitement de floraison.

A Morne Rouge les résultats sont bien sûr beaucoup plus faibles et l'action des traitements se fait beaucoup plus sentir. Bien qu'ayant toujours les teneurs les plus élevées, le témoin immobilise relativement peu d'azote (2,5 g

par plante) par suite de sa croissance ralentie. Les autres traitements se situent entre 3,6 g et 4,2 g, soit 35 à 40 p. cent de la quantité totale d'azote apportée. Sous ce climat pluvieux un quart de la dose a été fourni au sol ; si l'on ne tient compte que de la quantité appliquée par

TABLEAU 23 - Immobilisations par hectare (en kg)

	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		CaO		MgO	
	L	MR	L	MR	L	MR	L	MR	L	MR
T	309	166	128	55	743	154	216	79	102	38
+ K	337	261	141	105	1.254	763	163	104	89	98
- K	339	238	134	82	913	376	211	139	121	124
- Ca	326	243	136	98	1.167	657	153	97	85	114
- Mg	372	262	150	106	1.234	772	199	130	83	86
33	295	279	121	104	986	657	141	134	84	118

L = Lamentin

MR = Morne Rouge

Lamentin : densité théorique : 49.300 pieds/ha -

tige + feuilles + rejets + couronnes + fruits

Morne Rouge : densité théorique : 66.000 pieds/ha -

tiges + feuilles + rejets + fruits.

TABLEAU 24 - Analyse du sol à la récolte.

	Lamentin		Morne Rouge	
	à l'emplacement des plants	dans les interlignes	à l'emplacement des plants	dans les interlignes
pH	4,60	4,90	4,60	5,00
N total p. cent	0,22	0,22	0,64	0,62
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Truog p. mille	0,08	0,05	0,13	0,03
Matière organique p. cent	3,34	3,42	12,26	11,46
K échangeable meq p. cent	0,43	0,74	0,15	0,14
Ca échangeable meq p. cent	4,30	5,40	0,48	0,62
Mg échangeable meq p. cent	0,80	0,89	0,07	0,11
Na échangeable meq p. cent	0,17	0,16	0,09	0,09
Somme des bases échangeables meq p. cent	5,70	7,15	0,79	0,97
Capacité d'échange meq p. cent	15,0	15,4	13,9	12,6
Taux de saturation p. cent	38	43	5,8	7,6

voie foliaire, le coefficient d'utilisation brut est plus élevé, environ 50 p. cent. Comme dans l'essai précédent, il y a peu de différences entre les teneurs en azote total du sol avant (0,67 p. cent) et après plantation ou bien entre l'emplacement des plants (0,64 p. cent) et celui des

grands interlignes (0,62 p. cent). Il y a donc eu une perte importante par lessivage dû aux précipitations abondantes.

Dans ces deux essais, les quantités d'azote employées ont probablement été trop élevées.

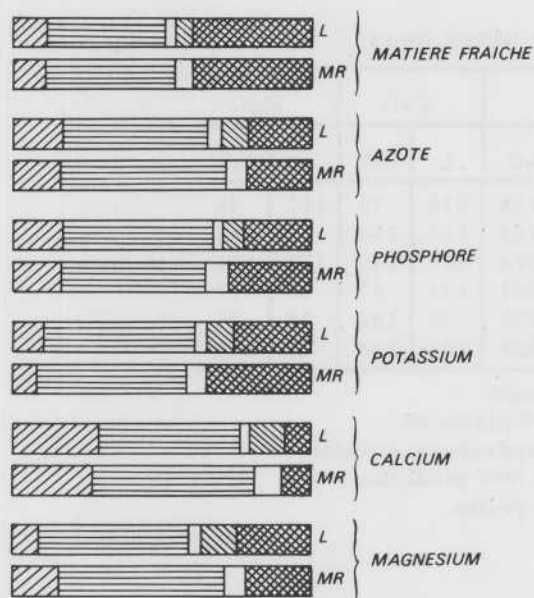
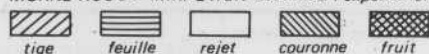


FIGURE 29 • Répartition des éléments entre les différents organes (moyenne des six traitements).

LAMENTIN (L) = fruit destiné à la conserverie.

MORNE ROUGE (MR) = fruit destiné à l'exportation en frais.



Mais le but de ces essais n'était pas de déterminer la fumure azotée optimale : on a cherché au contraire à ce que l'azote ne soit pas un facteur limitant, pour ne pas masquer les effets des différents équilibres cationiques. C'est pourquoi il vaut mieux considérer les immobilisations en leur affectant un coefficient correctif tenant compte de la densité utilisée, de la destination du produit (usine ou frais), des conditions climatiques qui déterminent les pertes par lessivage et la longueur du cycle, du mode d'application et de la répartition dans le temps de la fumure. Un fruit exporté en frais a nécessité ici une immobilisation d'environ 4,5 g dans la plante entière, ce qui correspond à plus de 600 kg/ha d'urée à 46 p. cent, pour une densité de 66.000 plants à l'hectare. Un fruit destiné à l'usine a immobilisé presque 7 g par plante ou près de 700 kg d'urée à une densité de 50.000 plants/ha.

#### BILAN DU PHOSPHORE

##### • Teneurs des différents organes.

Les organes les plus riches en phosphore sont les organes de multiplication : rejets et couronnes surtout. Une nutrition potassique faible augmente leur richesse en phosphore.

A Morne Rouge, la teneur des couronnes varie de 0,26 p. cent (- Ca) à 0,40 p. cent (témoin). Les couronnes sont plus riches en phosphore que les rejets (0,20 à 0,25 p. cent) et cela peut jouer un rôle dans la vitesse de reprise après la plantation.

Les teneurs en phosphore des différents organes sont pratiquement les mêmes quelle que soit la localisation et se classent toujours dans le même ordre :

couronnes (0,27 p. cent) > rejets (0,22 p. cent) > feuilles et tiges (0,15-0,18 p. cent) > fruits (0,10 p. cent) > racines (0,03 p. cent).

Les feuilles et les tiges ont une richesse identique (environ 0,15 p. cent), sauf quand la déficience potassique est nette (cas du témoin) ; les feuilles sont alors plus riches.

##### • Phosphore : masses immobilisées par la plante.

Au Lamentin, la plante entière a immobilisé à la récolte de 1,1 à 1,3 g de phosphore (exprimé en P). Les plantes les plus riches en potassium immobilisent plus de P. Dans ce cas, la plante a utilisé une quantité de phosphore égale à la moitié de ce qui lui a été apporté. Les besoins de l'ananas en cet élément ne sont donc pas négligeables ; mais la plante peut s'accommoder de sols pauvres en P grâce à son pouvoir d'extraction élevé.

Dans le sol, on constate un enrichissement assez net à l'emplacement des plants : 0,08 p. mille contre 0,06 p. mille.

Les feuilles immobilisent environ 45 p. cent du phosphore total, mais plus de 35 p. cent sont exportés du terrain par les fruits, couronnes et rejets, soit environ 0,4 g par plant ou 60 kg de P à l'hectare.

A Morne Rouge les quantités totales sont naturellement plus faibles à cause des dimensions inférieures des plants : 0,65 à 0,70 g par plante, sauf pour le témoin et (- K) soit 40 à 45 kg de P à l'hectare.

La plante a donc absorbé une quantité plus faible du phosphore qui lui a été fourni, d'où la grande différence de teneur du sol entre les grands interlignes (0,035 p. mille) et l'emplacement des plants (0,127 p. mille). Les apports supplémentaires préalables à la plantation expliquent vraisemblablement ce qui peut apparaître comme un appauvrissement du sol dans les interlignes.

La répartition dans les différents organes est sensiblement identique à celle de l'essai précédent, à l'exception du témoin essentiellement par suite de l'absence de rejets.

Les quantités de phosphate d'ammoniaque apportées à l'aisselle des feuilles (2,6 g de P ou 6 g de  $P_2O_5$ ) ont donc été largement supérieures aux besoins de la plante. Elles ont amené un enrichissement du sol dont les niveaux initiaux étaient assez faibles, bien que suffisants pour l'ananas. L'engrais étant apporté aux feuilles, sous forme liquide, une partie a pu tomber directement sur le sol, mais il paraît peu vraisemblable qu'il en ait été ainsi pour tout le phosphore non assimilé par la plante. Par conséquent une certaine quantité a pu être absorbée par les feuilles puis rejetées dans le sol, où on la retrouve presque entièrement. Les quantités non utilisées par la plante sont en effet de 150 à 200 kg de  $P_2O_5$  à l'hectare, ce qui correspond à 0,06 - 0,08 p. mille dans 2500 tonnes de terre.

#### BILAN DU POTASSIUM

##### • Teneurs des différents organes.

Les organes les plus riches sont les feuilles, les rejets et les couronnes (tableau 25). Plus le traitement est déficient en potassium, plus les feuilles sont pauvres par rapport aux rejets et couronnes. Il en est de même pour les tiges. Leur alimentation potassique se fait donc surtout à partir des feuilles, les niveaux sont plus élevés au Lamentin qu'à Morne Rouge (tableau 21) : la part du potassium fournie par le sol est importante, comme on l'a déjà observé à propos des feuilles D.

La réduction des couronnes à Morne Rouge explique leur teneur plus faible que celle des rejets. Les différences entre rejets et couronnes sont généralement faibles et à l'avantage de ces dernières.

Les organes qui diffèrent le moins en valeur absolue d'un essai à l'autre et qui sont le moins affectés par la richesse du sol sont les fruits

et les racines. Les racines sont très pauvres mais leur échantillon ne peut pas prétendre être représentatif : ce sont surtout les vieilles racines peu actives qui ont été analysées. Les fruits ont des coefficients de variation faibles, leur p. p. d. s. sont donc aussi plus faibles. Cependant si leurs teneurs diffèrent fortement entre les deux essais dans le cas des parcelles témoins, elles sont très voisines dans le cas des traitements apportant suffisamment de potasse. Les fruits rendent donc moins bien compte que les autres organes de l'effet de la richesse du sol, malgré des différences entre traitements toujours hautement significatives. Contrairement aux apparences, les fruits sont donc un mauvais index de la nutrition potassique de la plante. Cet exemple illustre bien le fait que la réponse d'un organe aux traitements n'est pas toujours suffisante pour affirmer sa valeur pour effectuer un diagnostic global.

L'effet des traitements est net dans tous les essais et sur tous les organes. Il est le même que celui observé sur les feuilles D successives de la période végétative. Les traitements se classent pratiquement par doses de potasse croissantes. Cet échantillonnage unique ne permet pas de distinguer de fonctions particulières des différents organes.

##### • Potassium : masses immobilisées.

Elles sont évidemment très variables puisque le potassium agit à la fois sur la croissance et sur les teneurs. Les différences entre les traitements et entre les essais sont donc très importantes.

Au Lamentin, la plante a immobilisé de 12,6 g à 21,9 g de potassium. Ces quantités représentent 2 à 3 fois celles de l'azote. Il en est de même dans les feuilles où le rapport K/N a la même valeur.

Dans tous les traitements le potassium prélevé par la plante est supérieur à ce qui a été apporté, même dans les traitements bien pourvus en potassium. La quantité absorbée en plus

TABLEAU 25 - Classement des teneurs en K des différents organes dans les parcelles témoins au stade récolte (en p. cent).

	couronnes	rejets	feuilles	fruits	tiges	racines
Lamentin	2,80 >	2,49 >	2,13 >	1,39 >	0,98 >	0,174
Morne Rouge	(1,11 <	1,38) >	(0,66 <	0,89) >	0,37 >	0,084

de ce qui est apporté par la fumure diminue quand les apports de potassium augmentent (figure 30). En moyenne, le sol s'est appauvri à l'emplacement des plants (0,43 meq p. cent) par rapport aux grands interlignes (0,74 meq p. cent).

Les quantités de potasse immobilisées à l'hectare sont très variables et très importantes : 750 à 1.300 kg de  $K_2O$ . Cependant 60 p. cent de cette quantité retourne au sol lorsqu'on détruit la matière végétale après avoir enlevé les fruits, couronnes et rejets. On peut d'autre part estimer qu'il y a une consommation de luxe importante, puisque lorsque les immobilisations de potasse augmentent, le poids du fruit n'est que très peu modifié. Bien qu'il n'y ait pas eu de bilan de la plante au moment du traitement de floraison, on peut estimer, de manière certes très grossière, qu'une quantité appréciable

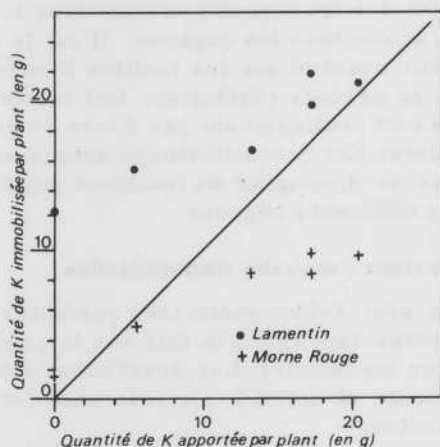


FIGURE 30 • Relations entre les immobilisations et les apports de potassium par plant.

de potasse a été absorbée par la plante entre le traitement de floraison et la récolte. C'est pourquoi on peut noter que si la quantité de 750 kg de  $K_2O$  par hectare peut être considérée comme correspondant à une valeur critique dans les conditions de la culture destinée à la conserverie, il peut apparaître plus hasardeux d'affirmer que le niveau en K de la feuille D du témoin au moment du traitement de floraison correspond au niveau critique de K dans la feuille D à ce moment-là. Il est en effet possible que, sur un sol pauvre et sans apports ultérieurs, la quantité de potasse immobilisée en supplément jusqu'à la récolte puisse être beaucoup plus faible et que par suite le poids du fruit en soit affecté. C'est pourquoi il est préférable de ne considérer de ce point de vue

que les immobilisations à la récolte.

Dans cet essai, au moment de la récolte, environ la moitié du potassium est contenue dans les feuilles. Elles constituent l'organe de réserve par excellence. La masse de potassium contenue dans les feuilles augmente beaucoup plus vite que celle contenue dans le fruit (figure 31). Feuilles et fruits totalisent plus de 75 p. cent du potassium contenu dans la plante entière.

A Morne Rouge, les quantités immobilisées sont beaucoup plus faibles. Elles varient beaucoup avec les traitements : de 1,8 à 9,7 g. Par rapport aux quantités d'azote, elles sont plus faibles que dans l'essai précédent, particulièrement chez le témoin qui contient plus d'azote que de potassium.

Les apports de potassium n'ont pas toujours été complètement utilisés par la plante dans le cas des doses les plus fortes. Un tiers de la dose a été apporté au sol avant la plantation. On peut donc penser que cette quantité a été assez mal utilisée, mais dans le cas du traitement (+ K) c'est une quantité inférieure à la moitié de la dose apportée qui est immobilisée par la plante. Le potassium ne se retrouve pas dans le sol (0,15 meq p. cent à l'emplacement des plants contre 0,14 meq p. cent dans les interlignes). Il paraît donc difficile d'enrichir ce sol pauvre lessivé par des pluies abondantes. Dans de telles conditions, les apports au niveau des feuilles sont eux aussi rapidement entraînés par les précipitations, même dans le cas du potassium.

Les quantités de potasse immobilisées à l'hectare sont moins importantes que dans l'essai précédent, bien que la densité de plantation soit supérieure. Elles sont plus élevées pour le traitement (- Mg) que pour le traitement (- Ca), ce qui illustre une fois encore la plus grande force de l'antagonisme de Mg sur K. L'assimilation de cet élément après le traitement de floraison semble très faible. Les immobilisations totales varient de 150 à 760 kg de K par hectare. La moitié environ est contenue dans les feuilles, sauf pour le témoin et le traitement (- K) où leur part est plus faible. Si l'on considère le rapport existant entre la masse de potassium contenue dans les feuilles et dans le fruit (figure 31), la même relation qu'au Lamentin semble exister. Ainsi dans deux situations différentes la masse de potassium du fruit augmente moins que proportionnellement par rapport à la masse de K des feuilles, selon



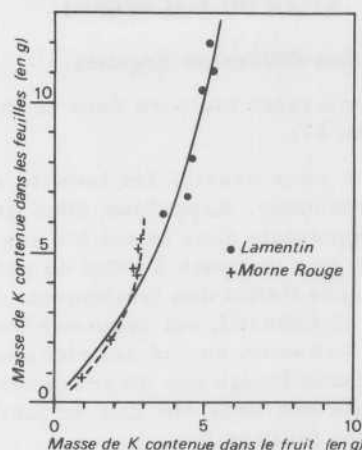


FIGURE 31 • Relations entre les masses de potassium contenues dans les feuilles et dans le fruit d'un plant.

une relation qui serait identique. Nous revenons ultérieurement sur ce résultat très important qui indiquerait l'existence d'une masse critique du potassium dans les feuilles au moment de la récolte.

On voit donc que les quantités de potassium immobilisées par un plant d'ananas sont extrêmement variables. Elles dépendent essentiellement des disponibilités, dont nous ne pouvons prétendre avoir testé les extrêmes, car l'ananas a une très grande affinité pour le potassium. Il serait amusant, si l'on peut dire, de faire un essai sur la toxicité du potassium pour connaître mieux les limites de l'absorption de cet élément. Tel n'était pas le but de ces essais. On a cependant vu que l'utilisation de la fumure potassique appliquée au sol et sur les feuilles dépend de la richesse initiale du sol et de la climatologie. Sur un sol pauvre, la fumure doit être supérieure aux besoins de la plante. Ceux-ci sont très variables suivant la croissance. Le programme de fumure doit donc être envisagé en fonction de la croissance potentielle déterminée par les conditions climatiques et la longueur envisagée du cycle, c'est-à-dire la destination des fruits (exportation en

frais ou conserverie). La fumure potassique doit donc être calculée comme celle de l'azote, le rapport potasse/azote étant d'autant plus élevé que le sol est plus pauvre.

Cependant, par le jeu des densités de plantation, les immobilisations probablement optimales à l'hectare des deux essais sont voisines (700 à 800 kg de K<sub>2</sub>O à l'hectare) quelle que soit la destination du fruit. Ces chiffres ne tiennent pas compte de la nécessité de maintenir ou d'améliorer la richesse du sol. Ils doivent donc être majorés plus ou moins fortement, comme le montreront les conclusions agronomiques à tirer de ces essais.

### BILAN DU CALCIUM

#### • Teneurs des différents organes.

Les organes les moins riches sont les racines et les fruits dont les teneurs sont inférieures à 0,1 p. cent ou voisines de ce chiffre (tableau 26). Les feuilles sont toujours moins riches que les rejets qui sont eux-mêmes moins riches en calcium que les couronnes. Les tiges sont toujours plus riches que les feuilles. Les rejets et couronnes sont plus sensibles au manque de potassium que les autres organes.

L'effet des traitements se manifeste de façon analogue sur les différents organes, même si l'ordre de classement diffère parfois légèrement. Dans tous les cas, on observe des différences hautement significatives même dans les fruits. On peut faire les mêmes observations que sur les feuilles D successives.

#### • Calcium : masses immobilisées.

Au Lamentin les différences sont dues essentiellement aux teneurs puisque les plants ont sensiblement le même poids réparti de façon analogue entre les différents organes. Les traitements les plus pauvres en potassium ont donc immobilisé les plus grandes quantités de calcium. Ces quantités sont très petites par rapport à celles de potassium : elles varient de 2,1 g à 3,1 g par plante alors qu'on a trouvé

TABLEAU 26 - Classement des teneurs en Ca des différents organes dans les parcelles témoins au stade récolte (en p. cent).

	tiges	couronnes	rejets	feuilles	fruits	racines
Lamentin	0,891	0,852	0,651	0,514	0,106	0,012
Morne Rouge	(0,792 <	1,038) >	0,697	0,433	0,081	0,031

jusqu'à 22 g de potassium. A l'hectare, les quantités correspondantes sont de 140 à 220 kg de CaO. Les besoins en calcium de l'ananas sont donc faibles. L'absorption est d'autant moins importante que le niveau de la nutrition potassique est élevé. A la récolte, le sol est cependant plus pauvre à l'emplacement des plants (4,3 meq p. cent) que dans les grands interlignes (5,4 meq p. cent).

Les feuilles représentent 45 à 50 p. cent du calcium total mais les tiges en contiennent plus de 25 p. cent, les fruits ne représentant que 8 à 10 p. cent. C'est donc 70 à 80 p. cent du calcium qui retourne au sol et les exportations réelles sont particulièrement basses.

A Morne Rouge, les traitements qui ont eu la croissance la moins bonne sont ceux où les teneurs en calcium sont les plus élevées. Ils diffèrent donc peu pour les masses immobilisées : de 1,0 à 1,5 g de Ca par plante si on exclut le témoin. Celui-ci est en effet très limité (0,86 g) par le très faible niveau de sa croissance.

A l'hectare, les quantités sont encore inférieures à celles de l'essai précédent malgré la densité de plantation supérieure : 80 à 140 kg de CaO. Le calcium échangeable du sol varie assez peu entre l'emplacement des plants (0,5 meq p. cent) et des grands interlignes (0,6 meq p. cent).

Les besoins en calcium de l'ananas sont donc particulièrement faibles. Les chiffres examinés ici sont certainement supérieurs aux besoins minima de la plante. Si l'on en croit l'analyse des feuilles D, ils sont très supérieurs à ceux qu'on peut rencontrer sans qu'il y ait d'effet dépressif sur le rendement. C'est pourquoi il semble suffisant de contrôler le niveau de calcium du sol en fonction de son rôle sur le pH et la structure du sol. Rien ne nous permet d'affirmer ici qu'une forte fumure potassique peut provoquer une déficience en calcium.

## BILAN DU MAGNÉSIUM

### ● Teneurs des différents organes.

Elles se classent toujours dans le même ordre (tableau 27).

Entre les deux essais, les teneurs ne diffèrent pas beaucoup. Rappelons donc que le niveau du magnésium dans le sol n'a une signification que par rapport à celui du potassium. C'est pourquoi l'effet des traitements, toujours hautement significatif, est beaucoup moins important au Lamentin sur un sol riche en potasse, qu'à Morne Rouge sur un sol pauvre. Tous les résultats ont déjà été mis en lumière par l'examen des feuilles D.

### ● Magnésium : masses immobilisées.

Au Lamentin, comme dans le cas du calcium, ce sont les traitements pauvres en potasse qui immobilisent le plus de magnésium. C'est le traitement (- K) qui donne le résultat le plus fort puisque les teneurs y sont les plus élevées. Par plante la quantité de magnésium varie de 1,0 g à 1,5 g. Elle est donc encore plus basse que pour le calcium. A l'hectare, ces immobilisations correspondent à 80 - 120 kg de MgO. ces quantités sont faibles et la culture par elle-même n'a pas modifié la richesse du sol : les teneurs en magnésium échangeable sont très voisines entre l'emplacement des plants (0,80 meq p. cent) et des grands interlignes (0,89 meq p. cent).

Comme pour tous les autres éléments, la majeure partie du magnésium se retrouve dans les feuilles (45 à 55 p. cent) surtout lorsqu'elles contiennent peu de potassium. Une part importante est présentée par les fruits (22 à 28 p. cent), c'est pourquoi les exportations réelles sont relativement plus importantes pour le magnésium que pour le calcium (40 p. cent au lieu de 25 p. cent par rapport à la masse totale).

TABLEAU 27 - Classement des teneurs en Mg des différents organes dans les parcelles témoins au stade récolte (en p. cent).

	couronnes	rejets	feuilles	tiges	fruits	racines
Lamentin	0,344 >	0,243 >	0,226 >	0,104 ≠	0,108 >	0,012
Morne Rouge	0,295 >	0,245 >	0,170 >	0,146 >	0,095 >	Σ

A Morne Rouge, malgré des teneurs beaucoup plus élevées, le traitement (- K) immobilise à peine plus de magnésium que les autres traitements, environ 1 g par plante. Si la fumure potassique augmente ou si la dose de magnésium est diminuée, ces résultats sont un peu inférieurs (0,9 et 0,8 g). Seul le témoin est nettement plus faible (0,35 g) pour des raisons qui ont déjà été exposées.

A l'hectare, ces quantités sont donc extrêmement réduites pour le témoin (38 kg de MgO) et varient pour les autres traitements de 85 à 125 kg de MgO. Ces petites quantités suffisent cependant à abaisser un peu le niveau déjà fai-

ble du magnésium échangeable du sol puisqu'on ne trouve que 0,07 meq p. cent à l'emplacement des plants au lieu de 0,11 meq p. cent dans les grands interlignes.

Hormis le cas du témoin de Morne Rouge, les quantités immobilisées par un hectare d'ananas sont donc très voisines dans le cadre de ces deux essais. Elles sont faibles du fait de la pauvreté du sol en Mg ou de sa richesse en K. Dans les deux cas des apports de magnésium sont nécessaires, mais il est assez difficile de déterminer une fumure magnésienne car le potassium, principal cation influant sur la récolte, détermine l'absorption du magnésium.

## VI-CONCLUSIONS

Le désir de mieux connaître la nature des antagonismes entre les cations chez l'ananas a amené à les appliquer simultanément tous les trois de la même façon, soit au sol sur les feuilles, et avec le même anion sulfate. Pour ces raisons, on s'est éloigné des conditions normales d'exploitation d'une plantation d'ananas : le calcium est rarement apporté sous forme de gypse sur les feuilles ... D'autre part, la nature des antagonismes peut être différente au niveau des racines ou au niveau des feuilles, sans qu'il soit possible de bien les différencier.

Le premier essai de P. MARTIN-PREVEL en Guinée se rapprochait beaucoup plus des conditions habituelles, puisque Ca et Mg avaient été apportés au sol. La comparaison avec les essais réalisés ici est difficile pour une autre raison peut-être plus importante. La culture non irriguée, sous un climat aux saisons bien tranchées comme en Guinée, interdit les apports pendant la saison sèche parce qu'ils ne peuvent pas être utilisés par la plante. On ne peut donc pas fractionner les engrais comme sous un climat plus régulier. Il en est résulté dans l'essai de P. MARTIN-PREVEL une irrégularité prononcée de la nutrition qui est parfois devenue déficitaire, quel que soit le traitement, particulièrement en azote et en potasse. Rappelons cependant que les analyses foliaires réalisées alors ont été faites sur la partie basale non chlorophyllienne des feuilles D. Dans le cas présent, ce sont les feuilles entières qui ont été analysées, comme il a été précisé dans le chapitre concernant l'analyse foliaire.

Nous avons considéré ici deux essais très différents par la "richesse utile" du sol et par les conditions climatiques. Malgré cela, si on se place du seul point de vue du rendement, dans les deux cas, les différents équilibres envisagés n'ont pas ou ont modifié peu significativement le poids de fruit récolté. Ils ont eu cependant une action assez prononcée sur l'état nutritionnel de la plante si on considère ses immobilisations à la récolte ou bien la composition des feuilles D successives. On ne peut donc pas s'empêcher de penser à une plasticité assez grande de l'ananas vis-à-vis des cations : il est capable dans une localisation donnée d'assimiler des quantités très différentes d'éléments minéraux sans que sa production en masse de fruit varie dans les mêmes proportions. Pourtant la nutrition potassique est apparue très importante.

Après le climat, puis la nutrition azotée, la potasse est le troisième facteur à considérer chez l'ananas. En poids, c'est l'élément minéral de loin le plus important : la plante au stade récolte en contient deux à trois fois plus que d'azote. L'influence prépondérante du potassium sur la somme des cations, ainsi que les effets très faibles du calcium et du magnésium (aux niveaux rencontrés), ne permettent pas de distinguer entre l'action propre du potassium ou bien de la somme des cations. Certains essais actuellement en cours permettront peut-être d'éclaircir ce point.

### ● Action du potassium sur la croissance.

L'équilibre de la fumure a modifié la croissance de la plante à Morne Rouge. Bien que

moins net, ce phénomène existe aussi au Lamentin. On constate une corrélation positive entre le poids frais de la feuille D et sa teneur en potassium (tableau 28).

Par ailleurs : - à teneurs égales en potassium, les feuilles D sont plus lourdes au Lamentin qu'à Morne Rouge où les conditions climatiques sont moins favorables et où la densité de plantation est plus élevée.

- la pente de la droite de régression

$$\text{poids de feuille D} = f(\text{teneur en K})$$

augmente avec l'âge de la plante.

- à âge égal de la plante, la pente de cette droite est plus grande à Morne Rouge qu'au Lamentin où les teneurs en potassium sont plus élevées.

On peut en tirer les conclusions suivantes :

. l'action du potassium est d'autant plus forte que le niveau initial est plus faible.

. l'action du potassium s'ajoute à celle des conditions climatiques et à celle de la nutrition azotée.

. les besoins en potassium de l'ananas varient avec les conditions écologiques.

. les besoins quantitatifs en potassium augmentent avec la vitesse de croissance de la plante. Cependant, comme le traitement de floraison a généralement lieu pendant la phase active de la croissance, on peut également dire qu'ils sont en pratique fonction de l'âge de la plante.

. la corrélation ci-dessus a pu être calculée sur une phase linéaire, mais il ne s'agit que de parties de courbes et il paraît vraisemblable d'après l'ensemble des résultats, que la courbe entière a une allure exponentielle classique. Il serait alors possible de déterminer un niveau critique du potassium dans la feuille D. Cependant, lorsqu'il n'est pas trop déficient, le potassium dans la feuille D diminue avec l'âge de la plante, comme on a pu le constater dans les

deux essais. Ce phénomène paraît a priori normal, car plus l'âge de la plante augmente, plus le nombre de feuilles plus jeunes que la feuille D est grand et on sait que la teneur en potassium des feuilles matures diminue en général quand leur numéro d'ordre augmente. Cette diminution est d'autant plus rapide que le potassium utilisable par la plante est moins abondant et il est vraisemblable qu'une fumure potassique progressive et très fractionnée peut la limiter si elle ne l'annule pas (il resterait à en démontrer l'intérêt économique) ... L'intérêt de la détermination d'un niveau critique prête donc à discussion car une teneur qui lui est égale ne peut pas avoir la même signification :

- dans des conditions écologiques et/ou avec des densités de plantation différentes ;

- à des âges différents de la plante et avec une fumure progressive dans le temps ou non.

Pourtant on obtient, pour chacun des essais, des corrélations excellentes entre les teneurs en K des feuilles D au moment du traitement de floraison et la masse de potassium immobilisée par la plante au moment de la récolte du fruit : les coefficients de corrélation sont de 0,99 à Morne Rouge et de 0,97 au Lamentin. La feuille D exprime donc bien l'état de la nutrition potassique de la plante si on compare les différents traitements d'un même essai, mais elle ne permet pas des comparaisons lorsque interviennent d'autres facteurs que la nutrition en cations.

#### ● Action du potassium sur les caractéristiques biométriques du fruit.

Elles sont fonction de la dose de K apportée par la fumure et aussi du potassium effectivement absorbé par la plante.

Si on considère le poids du fruit en fonction de la teneur en potassium de la feuille D au moment du traitement de floraison (figure 32) on constate que :

TABLEAU 28 - Corrélation entre le poids frais de la feuille D et sa teneur en potassium. Valeurs du coefficient de corrélation r

	4 mois	6 mois	8 mois	9 mois	10 mois
Lamentin	0,51**	0,38**	0,46**	0,46**	
Morne Rouge	0,71**	0,83**	0,94**	0,93**	0,90**

N = 30    r à 5 % = 0,35    r à 1 % = 0,45

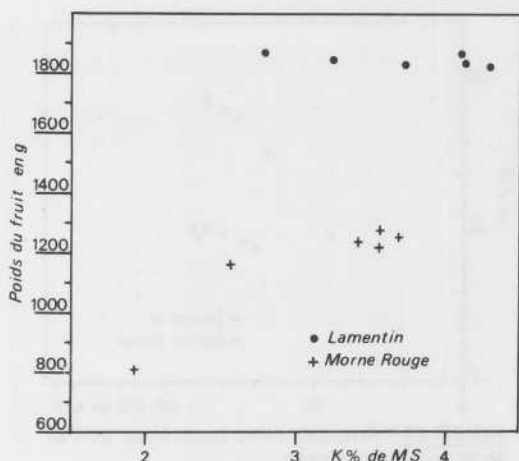


FIGURE 32 • Relations entre la teneur en potassium des feuilles D au traitement de floraison et le poids du fruit.

. pour une même teneur en potassium de la feuille D les fruits sont plus gros au Lamentin qu'à Morne Rouge ;

. le niveau de potassium au-dessus duquel le poids du fruit a peu de chance d'être modifié (définition du niveau critique) n'est pas exactement le même dans les deux cas.

On peut donc faire les mêmes remarques que pour la croissance végétative.

Cependant, si on considère les droites de régression :

masse de K dans la plante entière à la récolte = f (teneur en K de la feuille D au moment de l'induction de la floraison)

on constate que leurs pentes sont différentes (figure 33). A Morne Rouge, sur sol pauvre, la masse de potassium dans la plante entière varie moins qu'au Lamentin par rapport aux teneurs de la feuille D. Comme les apports de potassium ont cessé avant le traitement de floraison, on peut penser que l'absorption du potassium jusqu'au moment de la récolte y a été plus faible.

L'absorption du potassium, bien que ralentie, continue en effet jusqu'à la coupe du fruit. Dans un autre essai de Martinique, où la vitesse de croissance a été exceptionnelle, 16 p. cent de la quantité de K immobilisée par la plante à la récolte du fruit l'a été pendant cette période, ce qui correspond à la même quantité que pendant les trois premiers mois environ de la végétation.

Sur le plan agronomique, il semble donc que

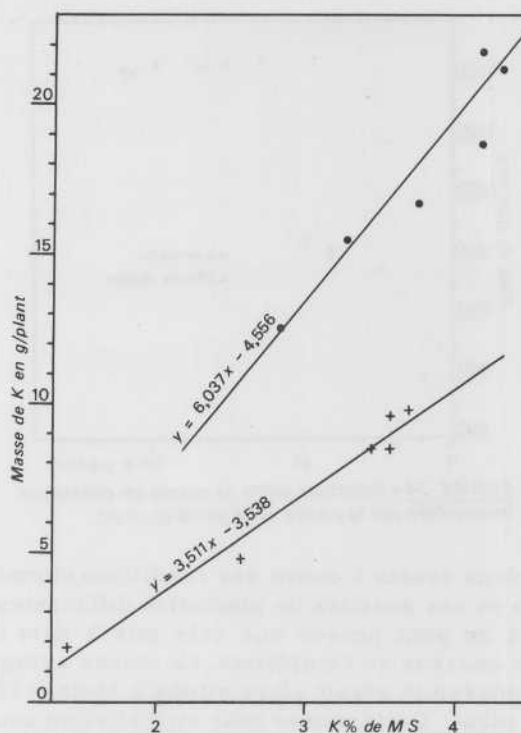


FIGURE 33 • Relations entre la masse de potassium immobilisée par un plant à la récolte et la teneur en K de la feuille D au traitement de floraison.

la fumure potassique doit être répartie sur toute la longueur du cycle et non pas, comme on le pratique actuellement, pendant la seule phase végétative, particulièrement sur les sols pauvres en potasse. L'application de potassium sur un plant portant déjà un fruit n'est pas sans poser quelques problèmes qui sont actuellement à l'étude.

Pour ce qui est du diagnostic de la nutrition potassique, ces mêmes remarques expliquent que la teneur en K de la feuille D au moment du traitement de floraison au-dessus de laquelle le poids du fruit n'est pas modifié, semble plus élevée à Morne Rouge qu'au Lamentin (figure 32). Cette teneur serait d'autant plus élevée que la quantité de potassium susceptible d'être absorbée depuis le prélèvement de l'échantillon analysé jusqu'à la récolte du fruit est plus faible.

On est ainsi amené à concevoir l'existence d'une masse critique du potassium dans la plante entière au moment de la récolte. Elle représente la masse nécessaire pour que la plante donne un fruit de poids maximum dans des conditions données. C'est ce qu'exprime la figure 34. Les poids du fruit diffèrent entre

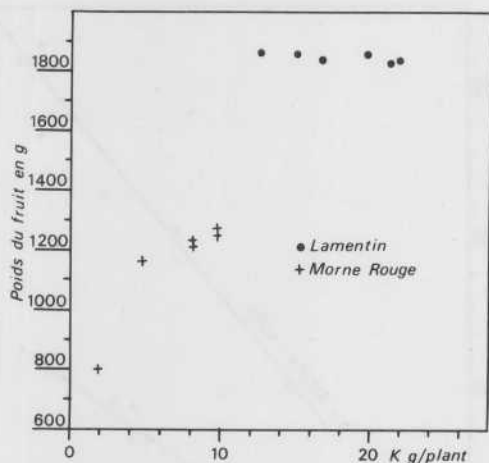


FIGURE 34 • Relations entre la masse de potassium immobilisée par la plante et le poids du fruit.

les deux essais à cause des conditions climatiques et des densités de plantation différentes. Mais on peut penser que cela mis à part les deux courbes se complètent. La masse critique de potassium serait alors située à environ 10 g par plant. Cette masse peut être atteinte avant la récolte du fruit et on atteindra finalement la gamme de la consommation de luxe comme au Lamentin.

Le diagnostic nutritionnel est surtout intéressant lorsqu'on peut le pratiquer suffisamment tôt pour que le planteur ait le temps d'effectuer les corrections éventuellement nécessaires avant la récolte. Il est pratiquement impossible et en tout cas peu pratique d'effectuer des bilans complets de la plante. Ceux-ci ne peuvent d'ailleurs donner que des indications analogues à celle de la feuille D qui reste l'échantillon le plus accessible. L'interprétation de l'analyse de cette feuille ne peut passer que par la connaissance de la relation existant avec la masse immobilisée à la récolte (figure 34). Cette relation dépend des caractéristiques écologiques du milieu et aussi du programme de fumure et de la densité de plantation.

Il est par ailleurs nécessaire que cette notion nouvelle de masse critique à la récolte soit vérifiée par un plus grand nombre d'essais diversifiés.

#### ● Action du potassium sur la qualité du fruit.

La qualité du fruit est fonction de la nutrition potassique. Elle dépend donc de la fumure et de son coefficient d'utilisation et aussi des effets antagonistes des autres cations. L'extrait sec varie peu, mais l'action sur l'acidité est très

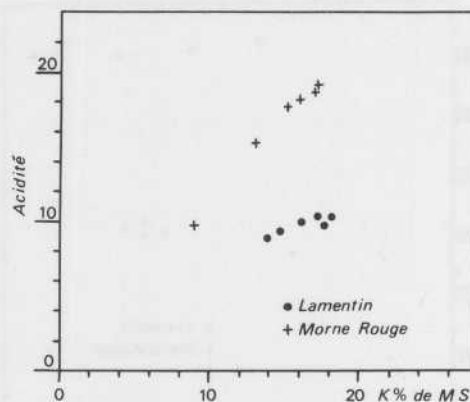


FIGURE 35 • Relations entre l'acidité du fruit et sa teneur en potassium.

nette (figure 35). L'acidité est reliée à la teneur en K du fruit, mais celle-ci dépend du niveau général dans la plante. L'acidité augmente avec la richesse en potassium, même lorsque le poids moyen du fruit n'est plus modifié.

Cet élément n'est pas le seul facteur influençant l'acidité : à Morne Rouge où l'éclaircissement est plus faible, l'acidité est plus élevée et varie plus avec les teneurs en potassium.

Le potassium agit sur la puissance et la qualité du métabolisme de l'ananas.

#### ● Action du potassium sur l'azote et le phosphore.

En agissant sur la croissance, le potassium augmente les besoins en azote de la plante. Lorsque ceux-ci peuvent être satisfaits, comme dans ces deux essais, la richesse en azote des tissus n'est pas modifiée. L'accroissement de la nutrition potassique augmente le taux de photosynthèse et par suite la production de matière sèche. Le rapport K/N s'élève dans les feuilles.

Comme on l'a constaté à Morne Rouge, une déficience potassique au cours des premiers mois de végétation diminue l'assimilation de l'azote. Ce phénomène disparaît ensuite au niveau de la feuille D.

Les relations entre potassium et phosphore ne peuvent pas être définies de façon précise par ces deux essais.

#### ● Action du potassium sur le calcium et le magnésium.

La répartition des cations à l'intérieur de la feuille D confirme l'importance du potassium,

qui constitue parfois plus de 80 p. cent de la somme, par rapport au calcium et au magnésium (figure 36).

Les apports de potassium ont augmenté :

- . la croissance de la plante,
- . la teneur en K de ses feuilles,
- . la somme des cations dans la feuille D,
- . la part du potassium à l'intérieur de cette somme aux dépens du calcium et du magnésium.

La régularité et la fréquence de l'alimentation par voie foliaire ne permettent pas de bien différencier les antagonismes aux niveaux des racines et des feuilles. Ce point paraît cependant essentiel.

Cependant, si on compare dans les deux essais les équilibres des cations dans la feuille D au moment du traitement de floraison (figure 36), on constate des différences importantes. Au Lamentin, l'apport de un équivalent gramme de K+Ca+Mg selon la formule du traitement (- K) amène, par rapport au témoin, une augmentation de la part du potassium aux dépens du calcium et du magnésium en parties égales. A Morne Rouge au contraire, ce n'est pas la part du potassium qui est augmentée mais celle du magnésium aux dépens du calcium surtout. En comparant les traitements (- Ca) et (- Mg), qui reçoivent la même quantité de potassium, on constate également la prépondérance de

l'antagonisme K-Mg à Morne Rouge et l'égalité des antagonismes K-Mg et K-Ca au Lamentin, où l'équilibre nutritionnel dépend de celui du sol contrairement à Morne Rouge où la richesse initiale du sol est beaucoup plus faible. Il semble donc que l'antagonisme K-Ca et Ca-Mg soit plus fort au niveau de la racine que dans la feuille.

Cela peut être à l'origine de la différence entre les optima calculés pour ces deux essais et celui de P. MARTIN-PREVEL en Guinée où les apports de calcium et de magnésium avaient été faits uniquement au sol. En effet le faible fractionnement des apports avait amené des déficiences provisoires en potassium. L'absorption du calcium étant à ce moment-là libérée, la plante en avait été largement pourvue, ce qui conduisait à la nécessité des apports de magnésium. En fractionnant les apports par voie foliaire la nutrition potassique n'est plus en déficit, ce qui limite le calcium, le rôle de l'antagonisme K-Mg au niveau de la feuille apparaît plus clairement. L'importance prépondérante du potassium n'est plus marquée. L'apport de la fumure par voie foliaire modifie profondément les réactions de la plante.

L'antagonisme K-Mg a amené des teneurs en magnésium de la feuille D parfois inférieures au niveau critique de 0,18 à 0,20 p. cent établi par M. HERNANDEZ-MEDINA et par P. MAR-

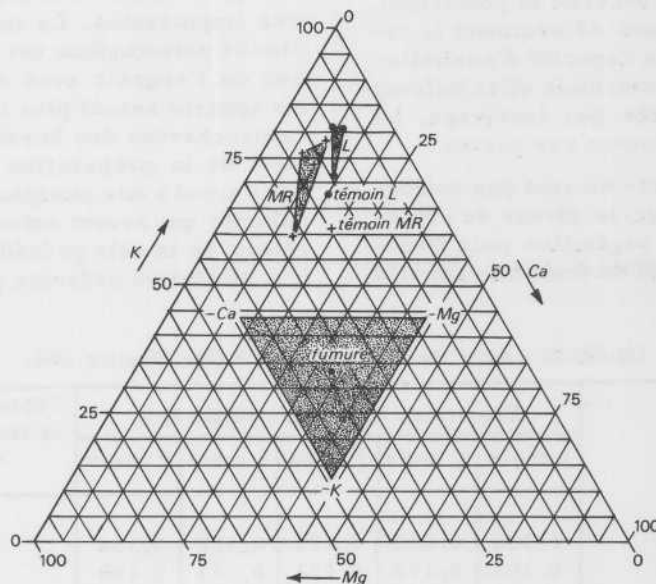


FIGURE 36 • Répartition de K, Ca, Mg, dans la fumure et dans la feuille D au traitement de floraison.  
L = Lamentin MR = Morne Rouge

TIN-PREVEL. Ces teneurs n'entraînent aucun effet dépressif sur la production en quantité et en qualité : les apports foliaires de K et Mg peuvent donc être simultanés.

En Côte d'Ivoire, des apports croissants de magnésium (2/3 au sol + 1/3 sur les feuilles en 4 fractions) ont très peu modifié le poids du fruit et sa qualité, malgré la réponse des traitements sur les teneurs en K et Mg des feuilles D (tableau 29).

Le niveau critique est par définition celui à partir duquel accroissements de la production ne peuvent être que faibles ou négligeables. Ceux-ci sont assez faibles dans ce cas précis : lorsque les teneurs passent de 0,12-0,13 p. cent à 0,17-0,18 p. cent, l'augmentation de poids du fruit n'est que de 55 g. Entre 0,13 et 0,18 p. cent l'action du magnésium, positive, est donc déjà faible. Cela recoupe assez bien les résultats obtenus dans diverses plantations.

Dans les deux essais, le calcium n'est pas limitant.

#### ● Conclusions agronomiques.

La fumure doit permettre d'assurer en permanence les besoins de la plante, mais on doit distinguer entre les besoins totaux de la plante et leur évolution dans le temps.

La fumure doit tenir compte des caractéristiques physiques et chimiques du sol, particulièrement pour ce qui concerne le potassium. Les conditions climatiques déterminent la vitesse de croissance et la capacité d'assimilation des éléments minéraux, mais elles influent également sur les pertes par lessivage. La couverture du sol peut limiter ces pertes.

Les besoins de la plante ne sont pas uniformes. Ils augmentent avec le niveau de croissance pendant la phase végétative puis diminuent pendant la formation du fruit. Les apports

doivent donc être fractionnés et cela d'autant plus que le sol est plus pauvre à l'origine et que les risques de perte sont plus grands. Les apports doivent être progressifs. Le calcul de la progression doit se faire en fonction de la croissance à venir. Elle doit donc s'adapter au rythme saisonnier local qui sera par conséquent connu de façon précise pour prétendre à l'optimum.

Au Lamentin, les exportations d'éléments minéraux pour un fruit destiné à la conserverie sont importantes mais les pertes par lessivage sont moins grandes qu'en altitude. Aussi on pourrait adopter une formule de fumure comportant en premier cycle pour un plant : 6 à 7 g de N - 2 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> avant plantation - 10 à 12 g de K<sub>2</sub>O dont un tiers à la plantation - 2 g de MgO. Les apports d'azote sont seuls théoriquement nécessaires, mais il est préférable de limiter l'appauvrissement du sol, en particulier en potasse, en équilibrant les exportations des fruits et des rejets. Rappelons que dans ces sols lourds, où la pluviosité est malgré tout importante, les risques de détérioration du système racinaire sont importants et que le fractionnement et la progression de la fumure restent par conséquent intéressants. D'autre part il est nécessaire de remédier à des déficiences possibles en fer et en zinc par des pulvérisations foliaires répétées.

A Morne Rouge les possibilités de croissance sont plus limitées et les pertes par lixiviation très importantes. La couverture du sol par un film de polyéthylène est nécessaire. L'utilisation de l'engrais sera d'autant meilleure que les apports seront plus fractionnés et qu'ils se rapprocheront des besoins de la plante. Au moment de la préparation du terrain, on pourra faire appel à des phosphates naturels et à de la dolomie qui seront enfouis avec les débris végétaux de la sole précédente. L'apport d'azote à la plantation présente peu d'intérêt. On pour-

TABLEAU 29 - Essai doses de magnésium - Côte d'Ivoire 1967.

	Teneur en Mg de la feuille D à					Teneur en K de la feuille D à 9 mois	Poids du fruit (g)
	4 mois	6 mois	7 mois	8 mois	9 mois		
MgO = 0 g par plant	0,134	0,130	0,123	0,122	0,134	3,70	1.688
MgO = 3 g par plant	0,183	0,170	0,172	0,173	0,189	3,51	1.742
MgO = 15 g par plant	0,243	0,244	0,239	0,227	0,226	3,41	1.765
p. p. d. s. 5 %	0,042	0,019	0,020	0,018	0,018	0,30	N. S.



ra envisager une fumure du type suivant : 8 g de N - 3 g de  $P_2O_5$  - 15 à 20 g de  $K_2O$  dont un quart à la plantation - 7,5 g de CaO - 5 g de MgO. Les pulvérisations mensuelles, sauf pour le calcium, sont les plus pratiques.

Un autre essai, fondé sur le même protocole (seule différence : les applications d'azote ont été progressives au lieu d'être constantes), a été réalisé dans une autre région de l'île de la Martinique. Cette région de Basse Pointe est une zone écologique très favorable pour la culture de l'ananas. Les saisons sont peu marquées, l'ensoleillement y est important, la plante ne souffre jamais d'un déficit hydrique, les cycles sont considérablement raccourcis. Les sols ont été formés par des projections volcaniques de la montagne Pelée, leurs réserves en bases échangeables ne sont pas négligeables, le drainage des eaux de précipitation est facile. Cet essai a confirmé les résultats obtenus au Lamentin et à Morne Rouge. Comme au Lamentin, l'azote est le pivot de la croissance et l'élément déterminant du rendement. Dans cette zone, où la croissance est rapide et élevée, on peut envisager : 6 à 7 g de N - 2 g de  $P_2O_5$  - 12 à 15 g de  $K_2O$  - 2 à 3 g de

MgO, les engrais phosphatés, sous forme de scories, apportant des quantités suffisantes de calcium.

\*

\* \*

En résumé, le potassium est le troisième facteur qui influence le rendement après le climat et la nutrition azotée. Il exerce de plus une influence marquée sur la qualité du fruit. Les autres cations, magnésium et surtout calcium, ont des effets beaucoup moins prononcés au-dessus de la déficience qui peut être provoquée par l'action antagoniste du potassium. Les besoins de la plante en potasse suivent la croissance. Ils doivent donc être calculés par rapport à la croissance restant possible jusqu'au maximum. Cependant les besoins en potasse en début de cycle sont plus importants que ceux d'azote et les apports à la plantation, moins coûteux, sont donc toujours intéressants.

Les calculs statistiques sont dus au Service de Biométrie de l'IFAC.

