

Effets de la forme d'engrais potassiques sur la qualité de l'ananas en Côte d'Ivoire.

J. MARCHAL, A. PINON et C. TEISSON*

EFFETS DE LA FORME D'ENGRAIS POTASSIQUES SUR LA QUALITE DE L'ANANAS EN COTE D'IVOIRE

J. MARCHAL, A. PINON et C. TEISSON (IRFA)

Fruits, dec. 1981, vol. 36, n° 12, p. 737-743.

RESUME - La dose de potasse apportée à l'ananas influe sur le rendement quantitatif et qualitatif (acidité, extrait sec). En Côte d'Ivoire, comparé au sulfate de potasse partiellement soluble, le chlorure de potasse très soluble diminue le rendement quantitatif et accroît l'acidité, et peut provoquer des brûlures foliaires dans certaines conditions. Le chlorure de potasse peut éventuellement être employé en Côte d'Ivoire mais uniquement pour des productions de saison sèche et s'il est appliqué en fin de cycle végétatif.

Les travaux de l'IRFA sur ananas ont porté essentiellement dans un premier temps sur les études de croissance et la mise au point des techniques culturales. Mais les problèmes de qualité ont été, par la suite, très vite abordés, en particulier ceux de la production d'ananas frais en Côte d'Ivoire premier fournisseur européen.

La qualité gustative de l'ananas est liée principalement à la teneur en sucres et à l'acidité titrable. Des enquêtes récentes auprès des consommateurs ont montré que, pour être apprécié, un fruit devait avoir une teneur en sucres (extrait sec réfractométrique) supérieur à 16 p. 100. L'acidité ne doit être ni trop faible - fruit plat et sans saveur - ni excessive ; or dans les conditions de Côte d'Ivoire elle varie, sous l'influence des facteurs climatiques essentiellement, de 5 à 20 milli-équivalents pour 100 ml de jus. Par ailleurs l'acidité titrable, par l'intermédiaire de la teneur en acide ascorbique, est liée à une anomalie physiologique survenant

après un transport réfrigéré : le brunissement interne (C. TEISSON, 9). Les risques, pour que cette anomalie très grave survienne, sont très élevés en saison sèche lorsque les fruits ont une acidité très faible.

On a donc cherché à accroître à certaines époques de l'année l'acidité titrable pour s'approcher de l'optimum qui pourrait être compris entre 10 et 12 meq p. 100. La nutrition minérale et en particulier potassique de l'ananas ayant des répercussions importantes sur l'acidité du fruit (J.P. GAILLARD, 2 ; J.J. LACOEUILHE, 3 ; C. PY, 5 ; G. SAMUELS, 6) des efforts ont été entrepris dans cette voie.

LA FUMURE MINERALE EN COTE D'IVOIRE INCIDENCE SUR LA QUALITE DES FRUITS DES ENGRAIS EMPLOYES

En culture d'ananas, P, Ca et Mg, dont la plante a des besoins relativement faibles, sont apportés au sol avant la mise en terre des rejets. Les éléments essentiels N et K sont fournis en cours de végétation sous forme de pulvérisations sur l'ensemble du feuillage. Les apports, dont la fréquence

* - J. MARCHAL - IRFA-GERDAT, B.P. 5035, 34032 MONTPELLIER Cedex
A. PINON et C. TEISSON - IRFA - B.P. 1740 - 01 ABIDJAN Côte d'Ivoire

Exposé présenté au Séminaire sur le Potassium organisé les 21 et 22 octobre 1980 à Abidjan par l'Institut International de la Potasse.

s'accélère avec le développement de la plante, sont arrêtés au moment du traitement d'induction florale (TIF).

L'azote qui détermine la croissance du plant et le poids du fruit peut avoir à dose trop forte des effets dépressifs : diminution de l'acidité et de l'extrait sec (tableau 1), excès de taches noires dans le fruit. L'azote est apporté à la dose habituelle de 4 g par plant, essentiellement sous forme d'urée.

TABLEAU 1 - Influence de la dose d'azote sur la qualité du fruit.

dose d'azote pour 10 g de K ₂ O	acidité	E.S.
4	6,24	14,4
10	5,22	13,5

Les effets dus à la potasse portent sur le poids et sur la qualité du fruit ; mais si les premiers deviennent très vite nuls lorsque la dose apportée croît, il n'en est pas de même des effets sur l'acidité et l'extrait sec (figure 1). Il existe ainsi une relation étroite entre la richesse en K de la feuille D (F.D.) au TIF et l'acidité du fruit (J. MARCHAL, 4). L'intensification de la fumure potassique, juste avant le TIF, améliore plus l'acidité du fruit que de fortes doses apportées régulièrement en cours de cycle (tableau 2). En Côte d'Ivoire, la dose habituelle de K₂O est de 10 g par plant. Il n'est utilisé presque exclusivement que du sulfate de potasse qui présente le désavantage de se dissoudre imparfaitement dans l'eau et donc de compliquer l'application en pulvérisation foliaire. Le nitrate de potasse pourrait convenir mais est trop onéreux. Le chlorure de potasse, très soluble et plus économique que le sulfate, n'était pas employé car il était réputé provoquer des brûlures foliaires à certaines époques de l'année et donner des rendements quantitatifs et qualitatifs inférieurs (G. SAMUELS, 7 ; N.R. SU, 8). Ces observations avaient d'ailleurs été confirmées par un essai réalisé en Côte d'Ivoire en 1963 où les apports

au sol du chlorure avaient donné des fruits de 1,13 kg et ceux de sulfate des fruits de 1,23 kg.

TABLEAU 2 - Influence d'apports supplémentaires de K₂O sur la qualité du fruit

doses de K ₂ O (en g) apportées au cours du cycle	10	10	10	18	26
apport de 8 g de K ₂ O en supplément		+ 8			
avant le TIF					
après le TIF			+ 8		
acidité	5,9	7,1	6,9	6,7	6,6
intensité du brunissement interne	2,3	1,1	2,2	1,8	2,2

Il nous a paru cependant intéressant de reprendre les essais de comparaison sulfate-chlorure et de les conduire dans un premier temps dans les conditions de travail d'une exploitation agricole c'est-à-dire avec dissolution « au mieux » des engrais. Des analyses sur les solutions pulvérisées ont montré qu'avec le sulfate jusqu'à 20 p. 100 de la potasse peut ne pas être dissoute alors qu'avec le chlorure la concentration peut dépasser de 3 à 5 p. 100 la teneur minimale garantie.

RESULTATS EXPERIMENTAUX

Comparaison globale du sulfate et du chlorure.

Les résultats antérieurs sont confirmés (tableau 3) lorsque la nutrition potassique est réalisée entièrement sous forme de sulfate ou de chlorure et selon les trois modes d'apports possibles - solide au sol ou à l'aisselle des vieilles feuilles ou en pulvérisation généralisée. Le chlorure a bien un effet dépressif sur le poids du fruit mais il augmente sensiblement l'acidité et diminue le brunissement interne. En pulvérisations, le chlorure entraîne par rapport au sulfate un accrois-

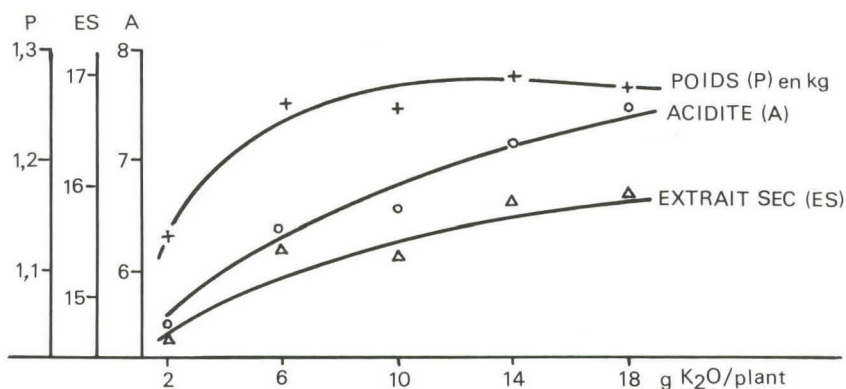


Fig. 1 • INFLUENCE DE LA DOSE DE POTASSE SUR LES CARACTERISTIQUES DU FRUIT.

sement de la teneur en K des feuilles qui traduit la plus grande solubilité de l'engrais.

TABLEAU 3 - Apport de 20 g de K₂O/plant sous forme de sulfate ou de chlorure de potassium (engrais azoté : urée).

Engrais localisation	sulfate			chlorure			PPDS		
	pulvérisation	aisselle des feuilles	au sol	pulvér.	aisselle	sol	5 %	1 %	
poids du fruit (kg)	1,88	1,80	1,79	1,67	1,66	1,69	0,05 **	0,07	
acidité (meq/100 ml)	9,2	9,5	9,4	11,9	12,1	11,8	0,6 **	0,8	
extrait sec (° Brix)	15,1	15,1	15,0	14,8	14,8	14,8	N.S.		
analyse de la FD au TIF									
p. 100 MS	K	4,06	4,12	3,80	4,70	4,10	3,96	0,34 **	0,46
	Cl	0,433	0,432	0,443	1,856	1,330	1,301	0,126 **	0,172
	S	0,204	0,176	0,190	0,106	0,110	0,126	0,029 **	0,040

* - Différences significatives à 5 %

** - Différences significatives à 1 %

Les brûlures foliaires dues aux pulvérisations de chlorure n'ont été visibles que sur jeunes plants et ce sont surtout les apports tardifs de potasse qui ont agi sur l'acidité du fruit, aussi l'expérimentation a-t-elle été reprise uniquement avec des pulvérisations foliaires et en modifiant les formes d'engrais en début ou en fin de cycle.

Recherche d'un équilibre entre le sulfate et le chlorure de potasse.

Dans un premier essai les apports complets en sulfate ou en chlorure ont été comparés aux combinaisons possibles de ces deux engrais en première ou en deuxième moitié de cycle : trois apports sous une forme puis trois apports sous l'autre. Les résultats (tableau 4) montrent que l'effet dépressif du chlorure sur le poids du fruit n'est obtenu que lorsqu'il est appliqué pendant la première moitié du cycle sur plants jeunes. Par contre, l'effet favorable sur l'acidité est toujours acquis et l'acidité est une fonction croissante de la teneur en K et Cl de la feuille D.

Dans les essais ultérieurs tout en respectant la chronologie sulfate puis chlorure, on a essayé d'augmenter la proportion de chlorure de potasse (tableaux 5 et 6). La proportion de 3/4 de K₂O en chlorure paraît excessive puisqu'elle entraîne une diminution importante du poids du fruit : par contre celle de 2/3 a un effet plus marqué sur l'acidité que le rapport 1/2 sans modifier le poids.

Là encore, dans ces deux essais, l'acidité est corrélée positivement avec la teneur de la feuille D en K et Cl et négativement avec celle de S. Si l'excès de Cl diminue le poids du fruit, cet anion pourrait aussi avoir un effet propre sur l'acidité ; en effet (tableau 6) seul le traitement tout chlorure élève le niveau en K de la feuille, alors que l'acidité du fruit et la teneur en Cl de la feuille sont accrues pour tous les traitements comportant du chlorure.

Il ressort des différents essais qu'une teneur en Cl de 1,8 p. 100 de la matière sèche est excessive et baisse le rendement.

TABLEAU 4 - Action du sulfate et du chlorure.

engrais potassique (10 g K ₂ O)	tout sulfate	tout chlorure	1/2 en sulfate puis 1/2 en chlorure	1/2 en chlorure puis 1/2 en sulfate	PPDS		
					5 %	1 %	
poids du fruit (kg)	1,41	1,34	1,40	1,35	0,06 *	0,09	
acidité	7,8	10,9	10,1	10,4	0,7 **	1,0	
extrait sec	14,5	14,5	14,6	14,4	N.S.		
analyse de la FD du TIF							
p. 100 MS	K	3,41	3,96	3,61	3,85	0,28 **	0,39
	Cl	0,550	1,993	1,101	1,700	0,173 **	0,243
	S	0,242	0,110	0,160	0,154	0,026 **	0,036

TABLEAU 5 - Influence d'une plus forte proportion de chlorure que de sulfate de potasse.

apports de potasse (10 g K ₂ O)	tout en sulfate	1/2 en sulfate puis 1/2 en chlorure	1/4 en sulfate puis 3/4 en chlorure	PPDS	
				5 %	1 %
poids du fruit	1,30	1,34	1,22	0,06	** 0,07
acidité	8,3	10,1	10,8	0,6	** 0,7
extrait sec	16,8	16,2	16,6	N.S.	
analyse de la FD au TIF					
p. 100 MS	{ K { Cl { S	4,15	4,72	4,89	0,19 ** 0,27
		0,629	1,482	1,899	0,131 ** 0,190
		0,166	0,122	0,106	0,022 ** 0,031

TABLEAU 6 - Recherche du meilleur équilibre entre chlorure et sulfate de potasse

apports de potasse (10 g K ₂ O)	tout en sulfate	1/2 en sulfate puis 1/2 en chlorure	1/3 en sulfate puis 2/3 en chlorure	tout en chlorure	PPDS	
					5 %	1 %
poids du fruit (kg)	1,53	1,54	1,53	1,42	0,05	** 0,06
acidité	5,5	6,7	7,1	7,1	0,4	** 0,5
extrait sec	15,4	15,4	15,2	15,1	0,3	* 0,4
analyse de la FD au TIF						
p. 100 MS	{ K { Cl { S	3,91	3,97	3,99	4,17	0,18 ** 0,26
		0,677	1,251	1,565	1,808	0,155 ** 0,218
		0,142	0,096	0,060	0,050	0,031 ** 0,043

Les effets éventuels de l'anion SO₄⁻ ont été recherchés dans un essai combinant deux formes d'apport de l'azote (urée et sulfate d'ammonium) avec le sulfate ou le chlorure de potasse (tableau 7). La teneur en S de la feuille est fonction de la quantité de SO₄⁻ apportée et paraît avoir, lorsqu'elle est trop élevée, un effet dépressif sur le poids et

l'acidité du fruit. Sur l'ensemble de cet essai l'urée en pulvérisation donne des résultats supérieurs au sulfate d'ammonium et la présence du sulfate dans les engrais ne paraît pas indispensable (réserve dans le sol dues aux cultures précédentes ?).

TABLEAU 7 - Recherche de l'influence de l'ion SO₄⁻.

apports de N (g)	sulfate d'ammonium		urée		PPDS	
	sulfate	chlorure	sulfate	chlorure	5 %	1 %
apports de potasse (10 g K ₂ O)						
poids du fruit (kg)	1,27	1,06	1,35	1,23	0,06	** 0,08
acidité	7,3	9,5	7,7	9,4	0,6	** 0,9
extrait sec	17,2	17,5	17,4	17,0	0,4	** 0,5
analyse de la FD au TIF						
p. 100 de MS	{ N { K { Cl { S	1,86	1,92	1,77	1,74	0,12 * 0,21
		4,02	4,79	3,86	4,14	0,39 ** 0,55
		0,544	2,114	0,640	1,598	0,215 ** 0,301
		0,374	0,204	0,188	0,122	0,025 ** 0,035

Compensation de l'effet dépressif du chlorure sur le poids du fruit.

Deux essais ont été mis en place pour essayer de compenser cet effet négatif du chlorure par un accroissement de la dose d'azote qui est déterminante pour le poids du fruit.

Les résultats (tableau 8) montrent que cet effet dépressif peut être compensé et même dépassé par l'accroissement de la dose de N dont l'action domine celle du chlorure. Cette conclusion est à rapprocher de celle de DALLDORF et LANGENEGGER (1) et tendrait à souligner l'importance du rapport K_2O/N . En effet ces auteurs n'ont trouvé aucune liaison entre la forme de l'engrais potassique (sulfate, chlorure ou nitrate) et le poids ou l'acidité des fruits ; mais ils ont travaillé avec un rapport K_2O/N toujours inférieur ou égal à 1,1.

Dans cet essai également les différences d'acidité semblent liées à celles des teneurs en K de la F.D. La forte dose d'azote diminue sensiblement l'extrait sec.

Comparaison du sulfate et du chlorure avec solubilisation complète des engrais.

Dans les essais précédents, du fait de la différence de solubilité entre le chlorure et le sulfate, la comparaison de ces deux formes d'engrais a pu se ramener à une comparaison de doses de potasse ; aussi il a été entrepris un essai en s'assurant de la solubilisation complète des engrais. De ce fait on a également recherché les économies possibles par la réduction de la dose de potasse.

Les résultats (tableau 9) montrent bien que, dans ces conditions, la teneur en K de la feuille n'est pas fonction de

TABLEAU 8 - Influence de la valeur du rapport K_2O/N sur le rendement.

(urée)	premier essai				deuxième essai				
	4 g N + 10 g K_2O en sulfate	4 g N + 10 g K_2O en chlorure	10 g N + 10 g K_2O en chlorure		4 g N + 10 g K_2O en sulfate	10 g N + 10 g K_2O en sulfate	10 g N + 10 g K_2O en chlorure		
poids du fruit (kg)	1,53	1,42	1,65	**	1,59	1,78	1,77	**	
acidité	5,5	7,1	7,2	**	6,2	5,2	6,8	**	
extrait sec	15,4	15,1	14,5	**	14,4	13,4	13,0	**	
analyse de la FD au TIF									
p. 100 MS	N	1,29	1,28	1,51	**	1,47	2,16	2,24	**
	K	3,91	4,17	3,89	**	3,83	3,45	3,88	**
	Cl	0,677	1,808	1,612	**	0,593	0,484	1,480	**
	S	0,142	0,050	0,046	**	0,158	0,148	0,060	**

TABLEAU 9 - Essai répartition chlorure - sulfate de potasse et doses de potasse après solubilisation totale de l'engrais.

dose de potasse (g/plant)	10 g			7,5 g			PPDS	
	5 g en sulfate puis 5 g en chlorure	3,33 g en sulfate puis 6,66 g en chlorure	2,5 g en sulfate puis 7,5 g en chlorure	3,75 g en sulfate puis 3,75 g en chlorure	2,5 g en sulfate puis 5,0 g en chlorure	1,9 g en sulfate puis 5,6 g en chlorure	5 %	1 %
poids du fruit (kg)	1,34	1,28	1,31	1,37	1,32	1,30		
acidité	8,6	8,9	8,9	8,0	8,3	7,8		
extrait sec	17,2	17,7	17,2	17,3	17,1	16,8		
analyse de la FD du TIF								
% MS	K	4,17	4,41	4,14	3,74	3,71	3,54	0,24 ** 0,33
	Cl	1,433	1,649	1,727	1,285	1,448	1,436	0,093 ** 0,127
	S	0,110	0,094	0,091	0,100	0,095	0,086	0,011 ** 0,015

la nature de l'engrais mais de la dose de potasse. Le poids du fruit n'est modifié ni par la dose, ce qui confirme les résultats de la figure 1, ni par la nature de l'engrais. Dans ce cas donc et contrairement aux résultats précédents (tableau 6) une proportion de 3/4 de chlorure ne diminue pas le poids du fruit.

L'acidité du fruit n'est influencée que par la dose de potasse ; le chlorure ne jouerait donc aucun rôle et les essais précédents de comparaison sulfate-chlorure seraient donc des essais de dose. Cependant dans ce dernier essai les fruits se sont développés pendant une saison sèche très sévère (cf. l'extrait sec élevé) et une vérification s'impose.

DISCUSSION

Le poids du fruit n'est fortement affecté que lorsque toute la potasse est apportée sous forme de chlorure. Cet effet dépressif peut être plus que compensé par une augmentation de la dose d'urée, opération économiquement rentable mais qui entraîne une diminution de l'extrait sec et donc une perte de qualité. L'effet du chlorure sur le poids du fruit est lié à une diminution du poids de chaque oeil et non de leur nombre. Le chlorure a donc une action dépressive sur le remplissage du fruit qui se fait bien après que les apports d'engrais aient cessé. Le poids du fruit paraît affecté plus par un excès de Cl (valeur limite acceptable 1,7 à 1,8 p. 100 de MS dans la FD ?) que par le niveau de K ou de S.

Si le chlorure n'est pas apporté en début de cycle son emploi n'entraîne aucune baisse de rendement.

Les différences d'acidité observées sont dues essentiellement aux différents niveaux nutritifs en K eux-mêmes liés aux problèmes de solubilité des engrais. Toutefois secondairement la nutrition en Cl peut intervenir, son augmentation entraînant un accroissement de l'acidité.

Lorsque l'acidité totale du fruit augmente l'acide ascorbi-

que s'accroît également et le développement du brunissement interne est ralenti.

Des doses croissantes de potasse - contrairement à ce qui se passe pour l'azote - tendent à élever l'extrait sec du fruit et donc à améliorer ses qualités organoleptiques. Cependant le chlorure tend à faire diminuer cet extrait sec, cet effet ne peut être dû qu'à l'ion Cl⁻, puisque parallèlement à l'utilisation du chlorure la teneur en K de la plante s'accroît.

Les résultats obtenus au cours de cet ensemble d'essais sont donc plus favorables au chlorure de potasse que ceux précédemment cités dans la littérature. Il est possible que l'amélioration du raffinage de la sylvinite et donc une meilleure élimination du chlorure de sodium explique la diminution des effets dépressifs ou même phytotoxiques. Les jeunes plants sont cependant très sensibles au chlorure de potasse qui ne devra pas être appliqué sur des pieds de moins de 4 mois. Pour des plants plus âgés les légères brûlures observées sont en général sans gravité.

CONCLUSION

L'ensemble de ces recherches met en évidence l'extrême malléabilité de l'ananas et l'incidence de la fumure minérale sur la qualité des fruits. Le producteur dispose rien que par les doses d'azote, par les doses et la forme de la potasse, d'un registre complet pour jouer sur le poids du fruit, son acidité et son extrait sec. Les possibilités sont donc importantes ... mais les risques d'erreur aussi et l'incidence prépondérante des facteurs climatiques ne doit jamais être oubliée.

Dans l'état actuel de nos connaissances on pourra donc préconiser l'emploi du chlorure de potasse mais strictement limité en Côte d'Ivoire aux carrés de production de saison sèche et appliqué uniquement en fin de cycle végétatif. Une utilisation excessive - rendue possible par l'attrait d'un coût moins élevé et d'une plus grande solubilité de l'engrais - peut entraîner une chute quantitative et qualitative de la production.

BIBLIOGRAPHIE

1. DALLDORF (D.B.) et LANGENEGGER (W.).
The influence of K on the yield, fruit quality and plant growth of smooth Cayenne pineapple.
Gewas produksic - Crop production, vol. V, p. 135-137, 1976.
2. GAILLARD (J.P.).
Recherche d'un équilibre K/N dans la production de l'ananas frais au Cameroun.
I.- Résultats agronomiques.
Fruits, 1970, vol. 25, n° 1, p. 11-24.
3. LACOEUILHE (J.J.).
La fumure NK de l'ananas en Côte d'Ivoire.
Fruits, 1978, vol. 33, n° 5, p. 341-348.
4. MARCHAL (J.), MARTIN-PREVEL (P.), LACOEUILHE (J.J.) et LOSSOIS (P.).
Recherche d'un équilibre K/N dans la production de l'ananas frais au Cameroun.
II.- Analyses foliaires.
Fruits, 1970, vol. 25, n° 2, p. 87-95.
5. PY (C.), HAENDLER (L.), HUET (R.) et SILVY (A.).
La fumure de l'ananas en Guinée.
Fruits, 1956, vol. 11, n° 1, p. 5-23.
6. SAMUELS (G.), ALERS-ALERS (S.) et JACKSON (G.C.).
Influence of fertilizers on yields of pineapples on a cato-clay.
J. Agric. Univ. Porto-Rico, 1958, vol. 42, n° 1, p. 12-16.

7. SAMUELS (G.) et GANDA-DIAZ (H.).
Effect of potassium chloride and sulfate on pineapple yield and quality
J. Agric. Univ. Porto-Rico, 1960, vol. 44, n° 1, p. 16-20.
8. SU (N. R.) et CHIANG (W.N.).
Effects of difference in the form on potash in pineapple.

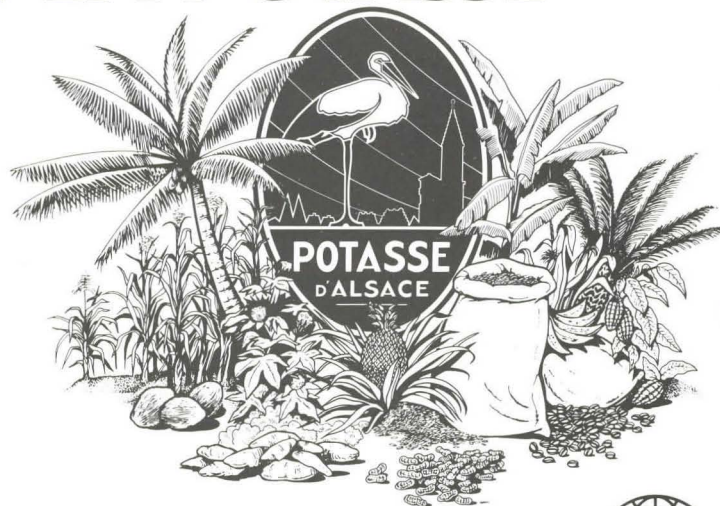
- Soc. Soil Sci. Fert. Tech. Taiw.*, 1960, p. 78.
9. TEISSON (C.).
Le brunissement interne de l'ananas.
Thèse doctorat d'Etat, Abidjan, 1977.



LES CULTURES TROPICALES AIMENT LA POTASSE

QUALITE
RENDEMENT
PROFIT

**engrais
potassiques**



GRUPE EMC

SOCIÉTÉ COMMERCIALE DES POTASSES ET DE L'AZOTE
62-68, rue Jeanne d'Arc - 75646 PARIS CEDEX 13
Tél. : 584.12.80 Téléx : P.E.M.C. 20191 F



PUBLICIS P 2010

CSB K 824