

CT 7500/44

# PHOSPHATES NATURELS TRICALCIQUES DU TOGO EN CULTURE COTONNIÈRE : BILAN DE DEUX ESSAIS PLURIANNUELS

par

N. DOSSOU et M. CRETENET \*

## RÉSUMÉ

Les phosphates naturels du Togo (tricalciques) ont des effets directs et arrière-effets sensiblement identiques à ceux des phosphates monocalciques dans les régions septentrionales du Togo (savanes et Kara) où la carence en phosphore des sols est actuellement un frein à tout développement agricole. La substitution de 90 unités de  $P_2O_5$  monocalcique par 400 kg de phosphates naturels broyés (144 de  $P_2O_5$ ) présente un intérêt économique certain en portant la rémunération de la journée de travail du paysan de 90 à 325 F CFA.

## I. — INTRODUCTION

Deux essais soustractifs pérennes en série mis en place, l'un en 1968 à Dapango, l'autre en 1966 à Kadjalla, nous ont permis de mettre en évidence et de suivre l'évolution d'une déficience phosphatée importante dans ces régions. Deux cycles de la rotation coton - coton - sorgho - arachide nous ont donné les rendements en coton-graine suivants, pour les objets ayant reçu :

- une fumure complète NSPK,
- une fumure NSK sans phosphate.

Le phosphate se révèle être, dans les régions nord du Togo, le principal facteur limitant de la production. Dès 1970, un même essai devait être implanté sur les points d'appui I.R.C.T. de Kadjalla et Dapango, pour étudier les possibilités de correction de cette carence phosphatée par les phosphates naturels du Togo.

## II. — DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

On a adopté un dispositif statistique en blocs Fisher à 6 répétitions, comportant les 6 objets suivants :

Tableau 1.

Année	1966		1967		1970		1971	
	kg/ha	% NSPK						
Kadjalla								
NSPK .....	1 274	100	1 973	100	1 669	100	1 943	100
NSK .....	434	34	376	21	610	36	467	24
Année	1968		1969		1972		1973	
	kg/ha	% NSPK						
Dapango								
NSPK .....	1 660	100	1 757	100	2 034	100	1 568	100
NSK .....	891	54	403	32	549	27	475	30

\* Agronomes à la Station de recherche cotonnière d'Anié, Togo.

Tableau 2.

Objets	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> monocalcique		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tricalcique	
	1970	1971	1970	1971
1 — Témoin .....	—	—	—	—
2 — Témoin NSK = Fumure de base .....	—	—	—	—
3 — Fumure de base + Triple Super 2 ans .....	45	45	—	—
4 — Fumure de base + Triple Super 1 an .....	90	—	—	—
5 — Fumure de base + 200 kg Phosphate Togo .....	—	—	72	—
6 — Fumure de base + 400 kg Phosphate Togo .....	—	—	144	—

- 1 témoin absolu sans fumure ;
- 1 témoin NSK sans phosphate ;
- 4 formes de phosphatage.

Dans les objets 5 et 6, le phosphate utilisé est le phosphate naturel du Togo lavé et broyé dosant 36 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tricalcique (cf. tableau analyse en annexe). La fumure de base comporte 43 unités d'azote, 36 unités de potasse et 23 unités de soufre.

L'action directe des phosphates a été observée sur cotein en 1970 pour les objets 4-5-6, en 1970 et 1971 pour l'objet 3. Les arrière-effets ont été suivis en 1972 sur sorgho et en 1973 sur arachide.

### III. — ACTION DIRECTE DES PHOSPHATES (résultats 1970-1971)

Cette action a été observée sur les rendements obtenus par objet et sur les résultats d'analyses foliaires. Les résultats des deux premières années figurent dans le tableau suivant.

Tableau 3.

Action directe 0 arrière-effet Coton	Objets	Rendement	Analyses foliaires							
		kg/ha	N	S	P	K	B	P	F	
Kadjalia	1970	1	532	2,14	0,20	0,14	3,76	19,5	5,6	3,3
		2	365			0,08			6,0	3,3
		3	1 774			0,26			9,8	6,4
		4	2 159			0,34			10,6	6,3
		5	1 193			0,20			8,3	3,6
		6	1 536			0,22			9,3	3,7
Dapango	1971	1	480	2,96	0,25	0,06	2,40	16,0	6,1	2,2
		2	482	3,34	0,46	0,08	3,64		4,5	2,8
		3	1 905			0,27			6,6	4,2
		4	1 662			0,23			7,1	5,0
		5	1 406			0,19			7,2	5,0
		6	1 543			0,23			6,1	4,9
Dapango	1970	Objets	kg/ha	N	S	P	K	B	P	F
		1	996	3,65	0,24	0,28	5,20	20,5	8,1	2,7
		2	1 377			0,22			10,1	2,3
		3	1 899			0,30			10,9	2,5
		4	2 012			0,40			11,8	3,4
		5	1 667			0,26				3,5
	6	1 825			0,26			10,4	3,4	
	1971	1	928	3,04	0,28	0,26	5,12	10,0	5,5	5,3
		2	1 037	2,90	0,49	0,32	4,60		7,6	5,1
		3	1 758			0,23			7,1	7,9
		4	1 647			0,37			7,3	7,2
		5	1 478			0,26			7,1	7,3
6		1 528			0,26			7,1	7,3	

A Kadjalla comme à Dapango, on observe une liaison directe entre rendements, teneurs de la feuille en phosphore, poids de l'échantillon de 30 feuilles (P) et précocité donnée par le niveau de floraison (F).

Dès la première année, l'action des phosphates quels qu'ils soient est spectaculaire.

Une donnée importante à considérer est la qualité de la nutrition minérale que l'on peut estimer à partir des données de l'analyse foliaire et à l'aide des formules établies par M. BRAUD. Si l'on s'intéresse à la nutrition phosphatée, celle-ci nous est donnée par :

$$\text{Nutrition P} = 82,88 - 5,87 \frac{1}{P} + 1,45 p + 12,45 S$$

(à la valeur 100 correspond une nutrition satisfaisante).

P = teneur de la feuille en phosphore.

S = teneur de la feuille en soufre.

p = poids de l'échantillon de 30 feuilles.

Ne disposant pas des teneurs en soufre pour les échantillons correspondant aux objets 3-4-5 et 6, nous avons pris la teneur S de l'objet 2 ayant reçu la fumure de base; l'erreur commise est vraisemblablement très faible puisque, d'une part, les objets considérés ont reçu la même fumure de base et que, d'autre part, le terme 12,45 S a une incidence relativement faible par rapport aux autres termes de la formule.

La nutrition phosphatée des témoins (objets 1 et 2) est très déficiente surtout à Kadjalla (le point d'appui est implanté sur des sols particulièrement pau-

Tableau 4. — Nutrition phosphatée, en %.

Objets	Kadjalla		Dapango	
	1970	1971	1970	1971
1 .....	52 %	0 %	77 %	72 %
2 .....	24 %	22 %	77 %	82 %
3 .....	81 %	77 %	85 %	74 %
4 .....	87 %	74 %	92 %	84 %
5 .....	72 %	69 %	82 %	77 %
6 .....	76 %	72 %	82 %	77 %

vres: sol ferrugineux tropical sur schistes, lessivé).

L'ensemble des objets ayant reçu des phosphates a une nutrition plus satisfaisante, avec cependant une meilleure assimilation pour le phosphate monocalcique. La rétrogradation (formation de complexe avec le fer) semble faible: arrière-effet en 1971 comparable à l'effet direct 1970 pour les objets 4-5-6. On peut remarquer pour l'objet 3 ayant reçu les deux années consécutives une même fumure phosphatée (45 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) une moins bonne nutrition en 1971 que seul le facteur pluviométrique ne permettrait pas d'expliquer...

L'incidence de la qualité de la nutrition phosphatée dans ces régions sur le rendement du cotonnier est illustrée par le graphique ci-dessous où figurent les résultats obtenus à Kadjalla.

L'aspect économique du problème peut être abordé par l'étude de l'efficacité des deux formes de phosphates.

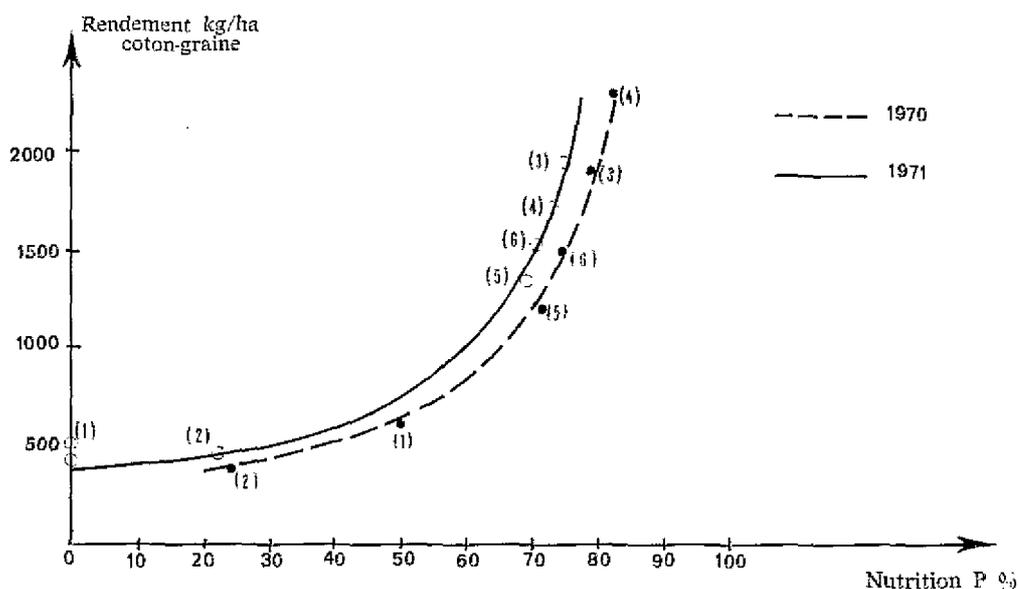


Fig. 1

Tableau 5. — *Efficience sur 2 ans des différentes formes de phosphatage.*

Objets	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Kadjalla	Dapango
3 .....	45 + 45	32 kg coton/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14 kg coton/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
4 .....	90	33 kg coton/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14 kg coton/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
5 .....	72	25 kg coton/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11 kg coton/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
6 .....	144	16 kg coton/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7 kg coton/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

L'accroissement de récolte sur 2 ans par unité de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est moindre à Dapango ; il est supérieur pour le phosphate monocalcique, si est le même, que l'on apporte le phosphate sur une année ou deux.

#### IV. — ARRIÈRE-EFFET DES PHOSPHATES EN DEUXIÈME ET TROISIÈME ANNÉES D'ARRIÈRE-ACTION SUR SORGHO ET ARACHIDE

Ces arrière-effets ne sont pas négligeables, comme on peut le voir dans le tableau 6.

Les arrière-effets sont aussi marqués à Dapango qu'à Kadjalla\*.

#### V. — INTÉRÊT ÉCONOMIQUE DU PHOSPHATAGE DE FOND

Une étude économique précise de la question demanderait :

Tableau 6.

Objets	Kadjalla		Dapango		Efficience p moyenne kg vivrier/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	Sorgho 1972	Arachide 1973	Sorgho 1972	Arachide 1973	
1 .....	448 kg/ha	688 kg/ha	885 kg/ha	887 kg/ha	
2 .....	339 kg/ha	730 kg/ha	885 kg/ha	1 173 kg/ha	
3 .....	944 kg/ha	1 012 kg/ha	1 131 kg/ha	1 794 kg/ha	4,3
4 .....	1 004 kg/ha	1 055 kg/ha	1 012 kg/ha	1 675 kg/ha	3,9
5 .....	932 kg/ha	1 040 kg/ha	1 003 kg/ha	1 484 kg/ha	3,9
6 .....	944 kg/ha	1 129 kg/ha	1 004 kg/ha	1 563 kg/ha	2,3

— que soient stabilisés les prix des engrais ;

— que soit établie avec plus de précision la courbe rendement = fonction des doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> apporté permettant de définir le point pour lequel l'augmentation de revenu (résultant de l'augmentation du rendement) provoqué par la dernière unité de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> apportée égale le coût de cette unité.

On peut cependant aborder la question en prenant comme prix de base les prix actuels des engrais, et considérer comme critère de rentabilité d'un facteur de production le rapport  $\frac{\text{revenu}}{\text{coût}} = 2$ .

Selon ce critère, toutes les formes de phosphatage constituent une opération rentable, cependant, on

peut remarquer que le rapport  $\frac{\text{revenu}}{\text{coût}}$  est maximisé par la formule 5 (200 kg/ha de phosphates naturels) et qu'un rapport  $\frac{\text{revenu}}{\text{coût}}$  de 3 est obtenu moyennant un investissement important (17 000 F correspondant à 90 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> monocalcique) pour les formules 3 et 4.

Un autre aspect de la question intéressant à considérer est le bilan économique global et la valorisation du travail paysan. Le tableau 7 schématise les éléments de ce bilan.

\* Première et deuxième années d'arrière-effet pour l'objet 3.  
Deuxième et troisième années d'arrière-effet pour les objets 4-5-6.

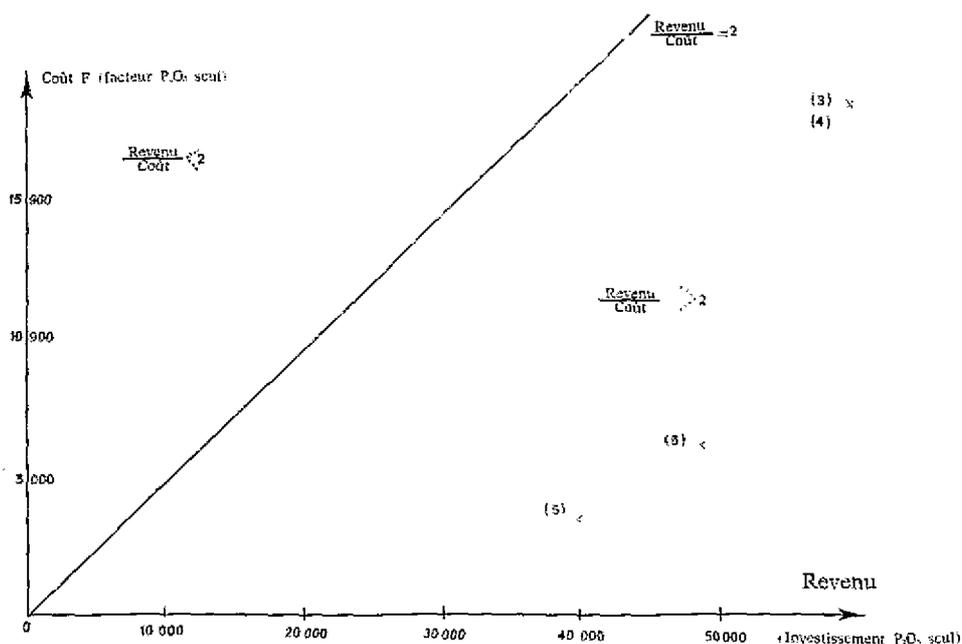


Fig. 2

Tableau 7.

Modes de fertilisation					
Coûts	Sans Phosphatage	Avec phosph. naturels		Avec phosph. monocalc.	
		Formule 5	Formule 6	Formule 3	Formule 4
<b>1<sup>re</sup> année</b>					
Coton .....	Engrais .....	12 500 F	12 500 F	12 500 F	12 500 F
	Insecticides .....	9 000 F	9 000 F	9 000 F	9 000 F
	Phosphates .....		3 000 F	2 x 3 500 F	17 000 F
<b>2<sup>e</sup> année</b>					
Coton .....	Engrais .....	12 500 F	12 500 F	12 500 F	12 500 F
	Insecticides .....	9 000 F	9 000 F	9 000 F	9 000 F
<b>Total coûts .....</b>		<b>43 000 F</b>	<b>46 000 F</b>	<b>49 000 F</b>	<b>60 000 F</b>
<b>Revenus</b>					
<b>1<sup>re</sup> année</b>					
Coton .....		32 412 F	52 910 F	62 160 F	67 932 F
<b>2<sup>e</sup> année</b>					
Coton .....		28 083 F	53 354 F	56 832 F	67 784 F
<b>Total coton .....</b>		<b>60 495 F</b>	<b>106 264 F</b>	<b>118 992 F</b>	<b>135 716 F</b>
<b>Bilan coton .....</b>		<b>17 495 F</b>	<b>60 264 F</b>	<b>69 992 F</b>	<b>78 380 F</b>
<b>3<sup>e</sup> année</b>					
Sorgho .....		21 360 F	29 100 F	29 220 F	31 110 F
<b>4<sup>e</sup> année</b>					
Arachide .....		28 620 F	37 860 F	40 380 F	42 090 F
<b>Total général .....</b>		<b>110 475 F</b>	<b>173 224 F</b>	<b>188 592 F</b>	<b>208 916 F</b>
<b>Bilan général .....</b>		<b>67 475 F</b>	<b>127 224 F</b>	<b>139 592 F</b>	<b>149 570 F</b>

N.B. — Les calculs ont été établis sur les bases suivantes :

- 30 F/kg vivrier (sorgho - arachide).  
 Prix 1<sup>er</sup> trimestre 1974  $\left\{ \begin{array}{l} 85 \text{ F/kg triple super phosphate.} \\ 15 \text{ F/kg phosphate naturel du Togo} \\ \text{(conditionnement et transport compris).} \\ 66 \text{ F/kg sulfate d'ammoniaque.} \\ 75 \text{ F/kg urée.} \\ 36 \text{ F/kg chlorure de potassium.} \end{array} \right.$   
 — Fumure de base : 100 kg sulfate d'ammoniaque + 60 kg chlorure de potassium + 50 kg urée.  
 — Traitements insecticides (12 litres endrine + gamma).

On peut remarquer qu'en considérant l'ensemble des facteurs de production, le phosphatage est nécessaire pour rentabiliser les 2 années de coton en pre-revenu  
 nant toujours comme critère le rapport  $\frac{\text{revenu}}{\text{coût}} = 2$ .

Que l'on prenne en compte l'ensemble des facteurs de production ou le facteur « phosphate » seul, les conclusions sont les mêmes : on ne peut envisager la rentabilisation de la culture cotonnière dans ces régions que par l'introduction de phosphates dans les formules d'engrais.

Si l'on évalue à 100-110 jours le temps nécessaire à la culture d'un hectare de coton, répartis comme suit :

— Billonnage	10 jours
— Semis	6 jours
— Démariage et épandage engrais	14 jours
— Sarclage	30 jours
— Traitements insecticides	6 jours
— Récolte	30 jours
— Arrachage et incinération	14 jours
	<hr/>
	110 jours

La valorisation de la journée de travail passe de 90 F/jour à 285 F (formule 5), 335 F (formule 6, 345 F (formule 3) et 355 F (formule 4), uniquement par un phosphatage de fond en tête de rotation.

Dans ces évaluations n'entrent pas en jeu les cultures vivrières qui bénéficient des arrière-effets et participent corrélativement à une meilleure valorisation du travail paysan.

## VI. — CONCLUSION

Malgré une efficacité un peu inférieure du phosphate tricalcique, il semble que celui-ci réponde de façon très satisfaisante aux besoins de l'agriculture dans les régions nord du Togo (Savanes et Kara), dont la carence des sols en phosphore est actuellement un frein à leur développement agricole.

Nous considérons qu'il est maintenant démontré que cette déficience peut être dans un premier temps redressée par un phosphatage de fond à raison de 400 kg/ha de phosphates naturels du Togo pour le premier cycle de la rotation, un niveau satisfaisant en phosphore pouvant être maintenu par un apport tous les 4 ans de 200 kg/ha en tête de rotation.

## ANNEXE

### ANALYSE CHIMIQUE PHOSPHATE NATUREL DE KPEME

— Humidité	1.50
— Eau combinée, matières organiques	1.44
— Anhydride phosphorique	36.95
— Anhydride sulfurique	0.40
— Anhydride carbonique	1.50
— Matière siliceuse	2.99
— Oxyde de fer	1.30
— Oxyde d'aluminium	1.00
— Oxyde de calcium	51.69
— Oxyde de magnésium	0.03
— Oxyde de sodium	0.27
— Oxyde de potassium	0.05
Chlore	0.12
Fluor	3.75

$$\text{Rapport } \frac{\text{Ca O}}{\text{P}_2\text{O}_5} = 1,4$$

## SUMMARY

*Togo natural phosphates (tricalcic) have direct effects and residual effects noticeably identical to those of the monocalcic phosphates in the northern regions of Togo (Savanes and Kara) where the soils deficiency in phosphorus now restrains any agricultural development. The substitution of 400 kg natural grounded phosphates (144 units of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) for 90 units of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> monocalcic phosphate) presents certainly an economic interest by increasing the remuneration of the peasant workman from 90 to 325 F CFA.*

## RESUMEN

*Los fosfatos naturales del Togo (tricalcicos) poseen efectos directos y post-efectos sensiblemente idénticos a los de los fosfatos monocalcicos en las regiones septentrionales del Togo (Savanes y Kara), donde la carencia de fósforo de los suelos es actualmente un freno a todo desarrollo agrícola. La substitución de 90 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de fosfato monocalcico por 400 kg de fosfatos naturales molidos (144 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) presenta un interés económico indudable elevando la remuneración de la jornada de trabajo del campesino de 90 a 325 F CFA.*