

Efficacité agronomique des phosphates naturels du Burkina Faso sur le riz pluvial en sol ferrallitique

Vincent Boubié Bado, Victor Hien

La plupart des sols du Burkina Faso sont caractérisés par leur faible teneur en phosphore qui constitue un facteur limitant les rendements des cultures. L'apport des engrais phosphatés accroît les rendements [1], mais leur utilisation reste limitée à cause de leur coût relativement élevé à l'importation qui les rend difficilement accessibles aux petits producteurs. Le Burkina Faso produit des phosphates locaux appelés burkinaphosphates (BP) provenant de l'extraction et du broyage de roches phosphatées (phosphate tricalcique de Kodjari) : le phosphore du BP est peu soluble, donc peu accessible aux plantes, mais les sols acides peuvent favoriser sa solubilisation de sorte que l'application de BP pourrait satisfaire les besoins en phosphore tout en réduisant le coût de la fertilisation. Le BP a été peu étudié en riziculture pluviale, production qui prend de plus en plus d'importance. Notre étude se propose d'évaluer l'efficacité agronomique du BP sur le riz pluvial en le comparant à un engrais phosphaté soluble de référence, le superphosphate triple (TSP).

L'étude a été réalisée sur un sol faiblement ferrallitique acide (pH eau : 5 ; pH KCl : 4,15 ; P total : 4,5). Les caractéristiques chimiques du BP sont présentées dans le *tableau 1*.

Le riz pluvial (*Oryza sativa*) utilisé est la variété FKR 33 ayant un cycle semis-maturité de 110 jours et un potentiel de rendement de 4 t/ha. Un dispositif factoriel en bloc de Fisher avec une distribution aléatoire des traitements au sein de chaque bloc a été utilisé. Les engrais phosphatés ont été testés aux doses de 0, 13, 26 et 39 kg/ha de P avec des parcelles élémentaires de 5 mètres sur 6, soit 30 m². Une fumure uniforme NKS a été appliquée à tous les traitements aux doses de 60 kg/ha N, 25 kg/ha K et 5 kg/ha S. L'azote et le soufre ont été apportés sous forme d'urée et d'urée soufrée et le potassium sous forme de chlorure de potassium. Les engrais ont été apportés au semis, sauf l'azote qui a été fractionné à raison de deux tiers de la dose (40 kg/ha N) au semis et un tiers (20 kg/ha N) à l'initiation paniculaire. L'essai a été conduit en 1988 et 1989.

Le phosphore disponible du sol a été dosé par la méthode Bray 1 utilisant 0,03 mole de NH₄F + 0,022 mole de HCl comme réactif d'extraction [2].

L'effet des phosphates sur les rendements est présenté dans le *tableau 2*. En 1988, la dose de 13 kg/ha de P n'a pas d'effet sur les rendements. Par contre ceux-ci augmentent avec l'apport de 26 et 39 kg/ha de P, le BP étant aussi efficace que le TSP. En 1989 (deuxième année de culture), le BP s'est montré plus efficace que le TSP

Summary

Agronomic efficiency of rock phosphate inputs on upland rice in Oxisols

V.B. Bado, V. Hien

A comparative experiment on the agronomic efficiency of Burkina Faso rock phosphate (BP) and triple superphosphate (TSP) on upland rice crops was conducted in 1988 and 1989 in oxisols, using a randomized Fisher block design with four different phosphate input levels (0, 13, 26 and 39 kg/ha/year). Mineral nutrients absorbed by rice plants and rice yield were evaluated.

Results showed that P deficiency is a limiting factor for upland rice production (Table 1). Application of TSP or BP increased P absorption (Table 3) and rice yield (Table 2). Rice uptake of P was better with TSP, probably because of its solubility, while BP also increased Zn and Al uptake (Table 2). In 1988, the two phosphates had the same agronomic efficiency on rice yield (Table 2), while BP more efficiently increased rice yield than TSP in 1989 (Table 2). BP seems well adapted and economically suitable for upland rice fertilization.

Cahiers Agricultures 1998 ; 7 : 236-8

V. B. Bado : INERA, Station de Farakô-ba, BP 910, Bobo Dioulasso, Burkina Faso.
V. Hien : INERA, BP 7192 Ouagadougou, Burkina Faso.

Tirés à part : V. B. Bado

pour toutes les doses, les rendements augmentant significativement.

Tableau 1

Composition chimique moyenne et solubilité du phosphate naturel du Burkina Faso (d'après Truong et al. [4])

Analyses des matières sèches (teneurs %)

P ₂ O ₅	25,5	Fe ₂ O ₃ x (soluble dans HCl)	3,4
Al ₂ O ₃ x (dans HCl)	3,1	CaO	34,5
Fluor (F)	2,5	K ₂ O	0,23
(SiO ₂)	26,24	Na ₂ o	0,11
MgO	0,27		

Solubilité dans divers solvants (%)

Citrate AOAC	8,02
Acide citrique	24,55
Acide formique	48,48

Chemical composition and solubility of Burkina Faso rock phosphate

Tableau 2

Effets sur les rendements (kg/ha), efficacité agronomique (kg grain/kg P appliqué) et rentabilité économique (RCV) du burkinaphosphate et du superphosphate triple sur le riz pluvial en sol ferrallitique (1988 et 1989)

P (kg/ha)	Rendements agronomiques (kg grains/ha)				
	1988		1989		
	BP	TSP	BP	TSP	
0		2 533		1 643	
13	2 738	2 799	2 267		2 065
26	3 304	3 054	2 562		2 204
39	3 371	3 128	2 387		2 471
PPDS (5 %)		419		610	
Test de Fisher		HS		HS	
CV (%)		10		18	

P (kg/ha)	Efficacité agronomique (kg grain/kg P)				
	1988		1989		
	BP	TSP	BP	TSP	
13	15,8	20,5	48,0		32,5
26	29,7	20,0	35,3		21,6
39	21,5	15,3	19,1		21,2

P (kg/ha)	Rentabilité économique (ratio valeur/coût : RVC)				
	1988		1989		
	BP	TSP	BP	TSP	
13	3,7	4,3	11,1		6,8
26	11,5	4,2	8,2		4,5
39	5,0	3,2	4,4		4,5

BP : burkinaphosphate ; TSP : superphosphate triple. PPDS : plus petite différence significative ; CV : coefficient de variation ; HS : hautement significatif.

Rock phosphate and triple superphosphate effects on yield (kg/ha), agronomic efficiency (kg grain/kg P applied) and economic efficiency (RVC) on upland rice in oxisols 1988-1989

Les relations entre les rendements du riz et les doses de phosphates répondent aux équations de régression polynomiales de second degré de type $rdt = aP^2 + bP + c$

où rdt représente les rendements du riz en kg/ha, P les doses de phosphore en kg/ha de phosphore et a , b et c les coefficients de l'équation de régression.

En 1988 les rendements et les doses de phosphates sont reliés par ces types d'équation. Les fonctions calculées selon le type de phosphate sont :

BP :
 $rdt = - 0,20414 P^2 + 31,65 P + 2 490$
 avec un coefficient de régression $R^2 = 0,93$;
 TSP :
 $rdt = - 0,28402 P^2 + 26,77 P + 2 524$
 et un $R^2 = 0,99$.

Les rendements du riz sont corrélés avec les doses de phosphore, 93 à 99 % ($R^2 = 0,93$ et $0,99$) des variations de rendements étant expliquées par les variations de doses de phosphore. L'effet du BP est légèrement plus marqué ($b = 31,65$) que celui du TSP ($b = 26,77$).

En 1989, les rendements et les doses de phosphates sont reliés aux fonctions suivantes :

BP :
 $rdt = - 1,1820 P^2 + 65,53 P + 1 636$
 avec $R^2 = 0,99$;
 TSP :
 $rdt = aP^2 20,18 P + 1 702$
 et $R^2 = 0,96$.

Les rendements du riz sont fortement corrélés avec les doses de phosphore, 96 à 99 % des variations de rendements étant expliquées par les variations des doses de phosphore. On note une plus forte augmentation des rendements pour le BP ($b = 65,53$) que pour le TSP ($b = 20,18$).

Efficacité agronomique des phosphates

L'efficacité agronomique (EA) des phosphates constitue une estimation des rendements en grains par kilo de phosphore appliqué (kg grains/kg P). EA = rendement à la dose X (kg P) - rendement sans P/dose X (kg P). Les résultats (tableau 2) montrent que l'EA diffère selon le type de phosphate et l'année.

En 1988, le TSP a une EA supérieure à celle du BP à la dose de 13 kg/ha P. Pour les plus fortes doses de P, le BP a une EA supérieure à celle du TSP. En 1989 le BP a une EA supérieure à celle du TSP, à la dose de 13 kg/ha, mais non à 26 et 39 kg/ha, où les deux types de phosphates ont une EA équivalente.

La rentabilité économique des phosphates (tableau 2) a été évaluée par le ratio valeur

Tableau 3

Influence du burkinaphosphate et du superphosphate sur les teneurs en éléments nutritifs dans les feuilles de riz pluvial au moment du tallage

P (kg/ha)	P (%)		K (%)		Ca (%)		Mg (%)	
	BP	TSP	BP	TSP	BP	TSP	BP	TSP
0	0,09		2,6		0,33		0,16	
13	0,09	0,10	2,7	3,0	0,35	0,36	0,17	0,20
23	0,10	0,12	2,8	2,7	0,38	0,35	0,19	0,19
36	0,11	0,12	2,8	2,8	0,37	0,37	0,18	0,19
Moyenne	0,10	0,11	2,7	2,8	0,37	0,36	0,18	0,18
Engrais (A)	HS		NS		NS		NS	
Dose (B)	HS		NS		NS		NS	
A x B	NS		NS		NS		NS	

P (kg/ha)	Zn (ppm)		Al (ppm)		Mn (ppm)		N (%)	
	BP	TSP	BP	TSP	BP	TSP		
0	16		238		453		0,21	
13	19	17	229	152	469	482	-	-
23	20	17	230	174	470	487	-	-
36	16	14	236	149	479	483	0,20	0,21
Moyenne	19	16	232	158	473	484	-	-
Engrais (A)	S		HS		HS			
Dose (B)	NS		NS		NS			
A x B	NS		NS		NS			

HS : différence significative au seuil de probabilité 1 % ; S : différence significative au seuil de probabilité 5 %, NS : différence non significative.

Effects of rock phosphate and triple superphosphate on nutrient content of leaves of uplant rice at tillering

sur coût (RVC), correspondant au rapport entre le surplus monétaire dû à l'utilisation de l'engrais phosphaté et la dépense financière occasionnée par l'achat de cet engrais. Sur la base de ce ratio, le BP est deux fois plus rentable que le TSP à la dose de 26 kg/ha P recommandée pour la fertilisation du riz pluvial.

Le TSP et le BP accroissent l'absorption de P par le riz (tableau 3), la mobilisation de P étant plus élevée pour le TSP. Les phosphates n'influencent pas l'absorption du K, du Ca et du Mg. Le BP favorise davantage l'absorption du Zn et de l'Al que le TSP tandis que ce dernier favorise davantage l'absorption du Mn.

d'abord par la pauvreté originelle du sol en P. La carence en P des sols d'Afrique sub-saharienne et le rôle prépondérant du P dans la fertilisation des cultures qui y sont faites ont été mis en évidence par de nombreux auteurs [1, 3-5]. L'apport de P équivaut à la suppression d'un facteur limitant avec comme conséquence l'accroissement des rendements. Les doses croissantes de P augmentent les rendements surtout durant la première année de culture où le besoin est plus crucial.

Le TSP alimente mieux la plante en P durant la première année parce que son P est plus soluble et donc plus facilement accessible que celui du BP. Cette supériorité n'entraîne pas d'accroissement du rendement en riz par rapport au BP. Les effets bénéfiques du BP sur l'absorption de certains éléments peuvent expliquer ce phénomène. Les besoins en P du riz pluvial sont relativement moins élevés

que ceux d'autres cultures pluviales comme le coton, le sorgho et le maïs pour lesquelles le BP se révèle toujours moins efficace que le TSP sur les mêmes types de sols [1]. Le caractère acide du sol favorise la solubilisation du BP qui libère des quantités de P probablement suffisantes pour le riz pluvial dont les besoins sont relativement modestes. Le BP favorise en outre l'absorption de l'Al et surtout du Zn qui est le troisième élément important dans la fertilisation du riz après N et P [6].

À défaut des engrais importés, coûteux et peu accessibles pour les producteurs à faibles revenus, le BP représente une solution intéressante pour la fertilisation du riz pluvial. Il est aussi efficace que le TSP sur les rendements et cette efficacité se renforce avec le temps. Il est économiquement rentable d'utiliser le BP comme source de P pour la fertilisation du riz pluvial. Avec la dévaluation du franc CFA et l'augmentation du prix des engrais importés, l'utilisation des phosphates bruts locaux permet de réduire non seulement les coûts de production, mais également les sorties de devises ■

Références

1. Sédogo PM, Lompo F. *Utilisation des phosphates naturels du Burkina dans l'optique d'une fertilisation phosphatée*. Ouagadougou : INERA/Doc ronéotypé, 1986 ; 50 p.
2. Fixen PE, Grove JH. Testing soil for phosphorus. In : Westerman RL, ed. *Soil testing and plant analysis*. Madison : Soil Science Society of America, 1990 : 141-72.
3. Bado BV. *Amélioration de l'efficacité des phosphates naturels par l'utilisation des matières organiques*. Ouagadougou : Université de Ouagadougou. Mémoire de fin d'étude, 1985 ; 107 p.
4. Truong B, Pichot J, Beunard P. Caractérisation et comparaison des phosphates naturels d'Afrique de l'Ouest en vue de leur utilisation directe en agriculture. *Agron Trop* 1978 ; 33 : 136-45.
5. Bationo A, Mokwunye AU. Alleviating soil fertility constraints to increase crop production in West Africa : the experience of the Sahel. In : Uzo Mokwunye A, ed. *Alleviating soil fertility constraints to increase crop production in West Africa*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 1991 : 195-215.
6. Dennis H, Parish, De Satta SK. Rice fertilisation for optimum yields. *AGR* 1986 ; 2 : 1-11.

Discussion et conclusion

L'efficacité des phosphates sur les rendements de riz pluvial s'explique