

1985/62

ISRA - CNRA
Bibliothèque
BAMBEY

L'UTILISATION DIRECTE DU PHOSPHATE DE MATAM
AUX CHAMPS : RÉSULTATS DES DEUX PREMIÈRES
ANNÉES D'EXPERIMENTATION

Limamoulaye CISSE

Document de travail*

ISRA
DÉPARTEMENT SYSTEMES ET TRANSFERT
CENTRE DE BAMBEY

CN0101114
P354
CIS

Référence : Cisse L.

L'utilisation directe du phosphate de matam aux champs :
résultats des deux premières années d'expérimentation

ISRA, Département Systèmes et Transfert,
Document de travail N° 1985-7 - DAKAR, Janvier 1985

* Les opinions exprimées dans les documents publiés dans la série
"Document de travail" n'engagent que leurs auteurs.

DÉPARTEMENT DE RECHERCHES SUR
LES SYSTÈMES DE PRODUCTION ET LE TRANSFERT
DE TECHNOLOGIE EN MILIEU RURAL

INTRODUCTION

Dans la revue bibliographique des travaux menés au Sénégal sur l'utilisation agricole des phosphates naturels locaux, on trouve une étude réalisée à Bambey par R. SAGOT et E. BOUFFEL (1937) sur le phosphate de Matam. Mais celle-ci a été abandonnée à la suite de la découverte des gisements de la région de Thiès qui a orienté ces travaux sur le phosphate de Taïba et celui de Thiès (Phosphal). Ainsi, les caractéristiques du phosphate de Matam, de même que son efficacité agronomique aux champs, sont restées incomplètement déterminées.

La reprise des études géologiques du gisement, l'estimation plus fine de ses réserves (35 millions de tonnes environ) menées ces dernières années et l'exploitation probable dans un proche avenir du produit, ont rendu nécessaire, d'une part la détermination de sa composition chimique et minéralogique, de ses caractéristiques cristallographiques, de son assimilabilité par les plantes en milieu contrôlé et, d'autre part, l'étude de son efficacité agronomique sous différentes conditions de sol et de culture.

T. BINH et al. (1983) ont étudié les caractéristiques du phosphate naturel. Une expérimentation aux champs, dont nous allons présenter les résultats des deux premières années, est conduite dans deux types de sol et sous deux systèmes de culture (irriguée et pluvial) pour étudier les effets directs du produit et ses arrière-effets sur une période de trois à quatre ans sur Le riz irrigué, le cotonnier et le maïs.

MATERIELS ET METHODE

A. MATERIEL

Phosphate de Matam

Le phosphate utilisé est un échantillon composite formé du mélange de prélèvements effectués dans les horizons de deux puits situés au Nord et au Sud du gisement. Il a été grossièrement broyé, passé au tamis de maille 1 mm. et homogénéisé. Il n'a subi aucun prétraitement physique ni chimique. Le tableau I présente sa composition chimique et sa solubilité dans le citrate neutre, l'acide citrique et l'acide formique à 2 %.

TABLEAU I : Composition chimique et solubilité du phosphate de Matam dans le citrate neutre, l'acide citrique et l'acide formique à 2 %

<u>Composition chimique (en % du minerai ou en ppm)</u>					
P (%) :	12,82	Al (%) :	1,58	Co (ppm) :	26
Ca (%) :	35,56	Si (%) :	5,17	CL (ppm) :	165
Mg (%) :	0,36	N (%) :	0,08	Mm (ppm) :	245
K (%) :	0,07	S (%) :	0,20	Zn (ppm) :	63
Na (%) :	0,17	C (%) :	0,90	Cu (ppm) :	11
Fe (%) :	0,8"	CO ₃ (%) :	3,72	Ni (ppm) :	142

Solubilité (en % d u P total)

	<u>C.E.E. (1)</u>	<u>AFNOH (2)</u>
Ci trate AOAC	2,15	2,15
Acide citrique 2 %	29,86	34,14
Acide formique 2 %	46,58	88,88

(1) Agitation pendant 30 mn

(2) Agitation pendant 2 h.

Sols

Les essais sont menés dans deux sites à Fanaye (moyenne Vallée du Fleuve Sénégal) sur un sol hydromorphe peu humifère développé sur matériau argilo-limoneux et à Missirah (Sénégal-Oriental) sur un sol ferrugineux tropical lessivé à tâches et concrétions.

Les principales caractéristiques physico-chimiques de l'horizon 0-20 cm des sols sont présentées au tableau II.

TABLEAU II : Principales caractéristiques de l'horizon à 20 cm des sols

<u>Principales caractéristiques</u>		
	FANAYE	MISSIRAH
A + L (%)	56,30	15,10
C (%)	4,93	4,39
N (%)	0,48	0,35
C/N	10	13
P ₂ O ₅ total (ppm)	438	208
<u>Bases échangeables</u>		
Ca (meq/100 g)	7,54	1,57
Mg (")	11,06	0,48
K (")	0,24	0,07
Na (")	0,92	0,01
S (")	19,76	2,13
<u>Capacité d'échange cationique</u>		
C.E.C. (meq/100 g)	17,83	2,03
pH eau "	7,10	6,10
pH K cl "	6,10	5,10

FANAYE : sol hydromorphe peu humide

MISSIRAH sols ferrugineux tropicaux lessivés à tâches et concrétions

Cultures

- A Fanaye, en riziculture de submersion, une double culture annuelle est pratiquée : la première est conduite d'août à novembre (saison des pluies) et la seconde pendant la saison sèche chaude de mars à juin. La variété de riz cultivée est la "jaya".

- A Missirah, l'essai porte sur une rotation cotonnière (variété L 299) maïs (variété B DS),

B. METHODE D'ETUDE

Les dispositifs expérimentaux sur les deux sites sont des blocs de FISCHER comprenant cinq traitements qui sont des doses croissantes de P_2O_5 sous forme de phosphate de Matam. Le nombre de répétitions est de six.

Les parcelles élémentaires ont pour dimensions : 12 m x 2,5 m (30 m^2) à Fanalye, et 12 m x 3,6 m ($43,2 \text{ m}^2$) à Mlssirah.

Le phosphate est apporté une seule fois au début des essais, juste avant le repiquage ou le semis. L'azote et le potassium sont apportés chaque année, sur tous les traitements, en quantité suffisante pour les besoins des plantes.

Les doses de phosphore sous forme de phosphate de Matam et les compléments minéraux N et K sont présentés au tableau III.

TABLEAU III : Doses de P_2O_5 sous forme de phosphate de Watam et compléments N, K appliqués sur les cultures

<u>Doses de P_2O_5 (kg/ha)</u>	
FANAYE	MISSIRAH
0	0
165	55
330	110
495	165
660	220

<u>Compléments Minéraux (kg/ha)</u>			
	RIZ	MAIS	COTONNIER
	67 (au repiquage)	20 (au semis)	12 (au semis)
N :	33 (au tallage)	N : 46 (27 JAS)	N :
	33 (à l'initiation paniculaire)	46 (41 JAS)	23 (40 JAS)
K_2O :	60 (avant repiquage)	K_2O : 60 (avant semis)	K_2O : 90 (avant semis)

(JAS : Jours Après Semis).

Le riz est d'abord semé en pépinière et après 21-25 jours de végétation, il est repiqué sur les parcelles d'essai.

Le cotonnier et le maïs sont semés, après une pluie de 20 à 30 mm, à partir du mois de juin.

A la récolte, des échantillons de plantes sont prélevés sur chaque traitement, et sur ceux-ci on détermine la teneur en P₂O₅ des pailles et des grains ou graines.

Résultats et interprétation

La pluviométrie décadaire, ainsi que des totaux pluviométriques enregistrés à Missirah au cours des deux années, sont représentés au tableau IV.

TABLEAU IV : Pluviométrie décadaire, mensuelle et annuelle en 1981 à Missirah

Mois	Année 1981				Année 1982				
	1ère décade	2ème décade	3ème décade	Total	1ère décade	2ème décade	3ème décade	Total	
Mai	1,5	42,5	11,5	55,5	0,0	21,0	3,1	24,1	
Juin	17,0	0,0	28,0	45,0	2,0	60,5	46,2	108,7	
Juillet	81,5	36,5	48,3	166,3	37,0	39,3	50,0	126,3	
Août	34,2	132,0	61,5	227,7	51,6	68,0	106,5	226,1	
Septembre	61,0	31,5	5,5	98,8	36,5	38,4	35,5	110,4	
Octobre	14,3	27,0	0,0	41,3	30,5	10,7	0,0	41,2	
Total annuel	633,8				636,8				

TABLEAU V : Rendements en paille et en riz paddy à Fanaye

Doses de P ₂ O ₅ (kg/ha)	Rendements du riz (kg/ha)									
	S.P. 1981		S.S.C. 1982		S.P. 1982		S.S.C. 1983		Total	
	Paille	Paddy	Paille	Paddy	Paille	Paddy	Paille	Paddy	Paille	Paddy
0	4 624	6 044	2 666	4 557 ^a	3 393 ^a	5 244	4 264	3 517 ^a	14 947	19 363
165	4 815	5 963	3 062	4 635 ^a	3 966 ^b	5 486	4 664	3 816 ^a	16 525	19 900
330	4 613	6 159	3 074	5 018 ^b	3 947 ^b	5 409	4 532	3 867 ^a	16 366	20 453
495	4 682	6 136	3 085	4 789 ^a	4 163 ^b	5 572	4 946	4 311 ^b	16 876	20 808
660	4 697	6 179	3 224	5 170 ^b	4 320 ^b	5 745	4 432	3 847 ^a	16 673	20 941
CV (%)	5.10	4.40	11.90	5.32	8.30	6.20	10.80	8.70	-	-
	0.71	0.67	2.03	6.02	6.84	1.80	1.60	4.25	-	-
	(NS)	(NS)	(NS)	**	**	(NS)	(NS)	*	-	-

Legende du Tableau V :

- S.H. saison des pluies
- S.C. saison sèche chaude
- NS non significatif à 5 %
- * significatif à 5 %
- ** significatif à 1 %

Les chiffres affectés des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différents au seuil de 5 % par le test de KEULS.

Ces résultats montrent d'une part que les rendements en riz paddy sont plus élevés en hivernage qu'en saison sèche chaude, et d'autre part, que la réponse du riz n'est statistiquement significative qu'en saison sèche chaude, et que c'est à partir de 330 kg/ha de P_2O_5 qu'on obtient des rendements supérieurs au témoin sans phosphore.

Les rendements cumulés en riz paddy peuvent être ajustés à la fonction (fig. 1) :

$$Y = 19\,335,60 + 4,21 X - 0,0026 X^2$$

avec : Y rendement cumulé (kg/ha), et X = dose de P_2O_5 (kg/ha)

Les accroissements de rendement, par rapport au témoin et par kg de P_2O_5 apporté sont représentés au tableau VI.

TABLEAU VI : Accroissement de rendement en riz paddy par rapport au témoin sans P et kg de riz produit par kg de P_2O_5 apporté sous forme de phosphate de Matam

Doses (kg/ha) de P_2O_5	Accroissement de rendement en riz paddy (kg/ha)	kg de riz paddy produit par kg de P_2O_5 apporté
165	538	3,26
330	1091	3,31
495	1 446	2,91
660	1 579	2,39

La dose de 330 kg/ha de P_2O_5 qui procure le surcroît de rendement le plus élevé par kg de P_2O_5 est la plus efficace.

TABLEAU VII : Rendement du cotonnier et du maïs à Missirah

Réponses du cotonnier et du maïs aux apports de phosphore sous forme de phosphate de Matam.

Doses de P ₂ O ₅ (kg/ha)	Rendements (kg/ha)			
	Cotonnier - 1981	Maïs - 1982		
		Graine	Paille	Grain
0	1 067 ^a	1 609	2 344 ^a	2 634
55	1 443 ^b	1 674	2 811 ^{ab}	2 719
110	1 345 ^b	1 820	2 815 ^{ab}	2 825
165	1 394 ^b	1 998	3 213 ^b	3 230
220	1 427 ^b	1 930	2 930 ^{ab}	3 302
CV %	8,30	16,20	15,20	12,70
F	11,55***	1,91 (NS)	3,0*	3,33*

Légende du Tableau VII :

- NS non significatif
- * significatif à 5 %
- *** significatif à 1 %

Les chiffres affectés des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différents au seuil de 5 % par le test de KEU...

En effet direct, on observe une réponse très significative du cotonnier dès la dose de 55 kg/ha de P₂O₅. Les doses plus élevées ne produisent pas de réponses supérieures à celles-ci.

Sur le maïs, en arrière-plan, cette même dose de 55 kg/ha de P₂O₅ procure un accroissement de rendement de 20 % ; elle est par ailleurs statistiquement équivalente à la dose de 165 kg/ha de P₂O₅ qui donne le rendement arithmétique le plus élevé.

Les rendements en coton-graine peuvent être ajustés à la fonction (fig. 2) :

$$Y = 1\ 124 + 4.01 X - 0.01 X^2$$

et ceux en maïs-grain par :

$$Y = 2\ 350 + 8.61 x - 0.01 x^2$$

avec Y rendement (kg/ha), et X dose de P₂O₅ (kg/ha).

Les chiffres affectés des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différents au seuil de 5 % par le test de KEU...

En effet direct, on observe une réponse très significative du cotonnier dès la dose de 55 kg/ha de P₂O₅. Les doses plus élevées ne produisent pas de réponses supérieures à celles-ci.

Sur le maïs, en arrière-plan, cette même dose de 55 kg/ha de P₂O₅ procure un accroissement de rendement de 20 % ; elle est par ailleurs statistiquement équivalente à la dose de 165 kg/ha de P₂O₅ qui donne le rendement arithmétique le plus élevé.

Les rendements en coton-graine peuvent être ajustés à la fonction (fig. 2) :

$$Y = 1\ 124 + 4.01 X - 0.01 X^2$$

et ceux en maïs-grain par :

$$Y = 2\ 350 + 8.61 x - 0.01 x^2$$

avec Y rendement (kg/ha), et X dose de P₂O₅ (kg/ha).

Les accroissements de rendement en coton-graine et en maïs par kg de P_2O_5 apporté, sont présentés au tableau VIII.

TABLEAU VIII : Accroissements de rendement par rapport au témoin sans P_2O_5 par kg de P_2O_5 apporté sous forme de phosphate de Matam

Doses de P_2O_5 (kg/ha)	Accroissement de rendement en coton-graine (kg/ha)	Accroissement de rendement en maïs grain (kg/ha)	Kg de coton-graine et kg de maïs-grain produit par kg de P_2O_5
55	376	467	6,84 + 8,49
165 110	278 327	471 869	2,53 + 5,27
220	360	586	1,64 + 2,66

Ces résultats montrent que la dose de 55 kg/ha de P_2O_5 soit 200 kg/ha de phosphate de Matam est, la plus efficace. Elle procure, par rapport au témoin sans phosphore, respectivement en effet direct et en arrière-effet, plus de 35 % sur le rendement en coton-graine et plus de 20 % sur celui de maïs. L'effet direct semble être plus important que l'arrière-effet.

Teneur et exportation en P_2O_5 des plantes

Riz irrigué

Les tableaux IX et X présentent les teneurs et les exportations des grains et des pailles de riz en P_2O_5 pour les trois premières récoltes.

TABLEAU IX : Teneur en P_2O_5 des grains et des pailles de riz en fonction des doses

Doses P_2O_5 (kg/ha)	Teneurs en P_2O_5 (%)					
	SP - 1981		SSC - 1982		SP - 1982	
	Paille	Grain	Paille	Grain	Paille	Grain
0	0,158	0,609	0,137	0,579	0,159	0,497
165	0,128	0,623	0,268	0,616	0,192	0,490
330	0,137	0,611	0,227	0,637	0,206	0,501
495	0,218	0,639	0,279	0,694	0,204	0,506
600	0,151	0,607	0,245	0,646	0,245	0,501

TABLEAU X : Exportations des grains et des pailles de riz en P_2O_5

Doses P_2O_5 (kg/ha)	Exportations en P_2O_5 (kg/ha)							
	SP - 1981		SSC	1982	SP - 1982		Total	
	Paille	Grain	Paille	Grain	Paille	Grain	Paille	Grain
0	7,30	36,82	3,66	26,40	5,75	26,06	16,71	89,28
165	6,16	37,14	8,20	28,56	7,63	26,88	21,99	92,58
330	6,62	37,65	6,96	31,95	8,13	27,14	21,71	96,74
495	10,19	39,20	8,61	33,23	8,47	28,19	27,27	100,62
660	7,10	37,80	6,94	33,39	10,58	28,83	24,62	100,00

Les apports de phosphate de Matam n'ont pas produit, sur la culture qui suit immédiatement l'application de différences, ni sur la teneur des grains et des pailles, ni sur les exportations en P_2O_5 .

Pendant la saison des pluies (1981 et 1982) où on n'observe pas de réponse aux doses appliquées, les teneurs et les exportations en P_2O_5 de la plante ne diffèrent pas en fonction des doses.

En saison sèche chaude, on observe des accroissements de la teneur des grains et des pailles en P_2O_5 qui peuvent atteindre respectivement 20 % et 104 % (à la dose de 495 kg/ha de P_2O_5). A la dose la plus efficiente (330 kg/ha de P_2O_5), ils sont de 10 % et de 66 %, les exportations en P_2O_5 se sont accrues de 21 % et de 90 % respectivement pour les grains et pour les pailles.

Cotonnier et Maïs

Les teneurs et les exportations en P_2O_5 des pailles et des grains ou graminées du maïs et du cotonnier sont présentées au Tableau XI.

Tableau XI : Teneurs et Exportations en P_2O_5 du cotonnier et du maïs

Doses P_2O_5 (kg/ha)	Teneur en P_2O_5 (%)				Exportations en P_2O_5 (kg/ha)				Exportations totales (kg/ha) cotonnier+maïs	
	Cotonnier			Maïs	Cotonnier			Maïs		
	C.G.	C.T.	G	P	G.G.	C.T.	G	P		
0	0,593	0,151	0,474	0,114	6,32	2,43	11,11	3,02	17,43	5,45
55	0,655	0,192	0,552	0,121	9,42	3,23	15,50	3,30	24,96	6,53
110	0,611	0,165	0,550	0,124	8,22	3,03	15,48	3,48	23,70	6,51
165	0,582	0,185	0,640	0,121	8,11	3,71	20,61	3,68	28,70	7,40
220	0,605	0,172	0,527	0,101	8,42	3,22	11,42	3,22	21,26	5,94

Légende du tableau XI

C.G.	coton grain
C.T.	coton tige
G.	grain
P.	paille

En effet, direct., la dose de 55 kg/ha de P_2O_5 induit les teneurs en P_2O_5 des graines et des pailles du cotonnier les plus élevées, et qui sont -- respectivement de 10,5 et 27 % supérieures à ce tles du témoin sans phosphore.

En arrière-effet, elle accroît la teneur en P_2O_5 des grains de maïs de 16,5 % par rapport au témoin.

Les exportations en P_2O_5 des graines du cotonnier ont été accrues par rapport au témoin de 49,7, 30,28 et 36,5 % respectivement, pour les doses de 55 à 220 kg/ha de P_2O_5 . Pour le maïs, ces accroissements sont respectivement de 39,5, 39,3, 85,5 et 38,9 % pour les grains. On observe par ailleurs que pour chacune de ces quatre doses, les exportations totales en P_2O_5 sont, inférieures aux apports.

DISCUSSIONS

La réponse significative du riz observée en saison sèche chaude alors qu'en saison des pluies il ne se produit que de très faibles augmentations de rendement, est difficilement explicable. On constate cependant, en comparant les résultats de 1981 de ces deux saisons de culture, que la teneur en P_2O_5 de la plante est, plus élevée en saison sèche chaude qu'en saison des pluies. On peut donc penser à un effet des paramètres climatiques de cette période sur les besoins de la plante en phosphore, et sur sa capacité à prélever cet élément.

L'absence de réponse du riz aux doses inférieures à 330 kg/ha de P_2O_5 confirme les résultats obtenus sur un autre essai installé sur le même type de sol (DIATTA, 1980) qui avait montré que jusqu'à 250 kg/ha de P_2O_5 , les rendements du riz n'étaient pas supérieurs au témoin sans phosphore. Le fort pouvoir fixateur de ce sol fait qu'à ce niveau d'apport, le pool des ions phosphates mobiles du sol n'est pas accru (FARDEAU et al, 1983), ce qui expliquerait l'absence d'efficacité de ces quantités appliquées.

Les résultats obtenus à Missirah montrent que le phosphate de Matam peut procurer des augmentations de rendement, significatives, dès son application sur la deuxième culture qui suit, et ce, à la dose de 55 kg/ha de P_2O_5 qui est de l'ordre de celle actuellement apportée (63 kg/ha de P_2O_5) sur les deux cultures.

par. les formules d'engrais vulgarisées. Cette dose est agronomiquement satisfaisante car elle compense les exportations des deux cultures. La faiblesse des réserves en phosphore assimilable et le pH du sol ont probablement favorisé l'effet du phosphate naturel.

Si l'on considère par contre la solubilité du produit dans l'acide formique à 2 % (méthode CEE) qui est inférieure à 55 %, celui-ci devrait présenter une très faible efficacité en utilisation directe. Ces résultats montrent donc que ce critère n'est pas satisfaisant ou suffisant pour préfigurer l'efficacité d'un phosphate naturel.

BIBLIOGRAPHIE

SAGOT R. et BOUFFIL F. - 1937

Quinze années d'essais d'engrais sur arachide
Archives CRA de Bambey

TRUONG B. et CISSE L. - 1983

Appréciation de la valeur fertilisante du nouveau gisement de
phosphate de Matam au Sénégal.
A paraître dans AGRO-TROP.

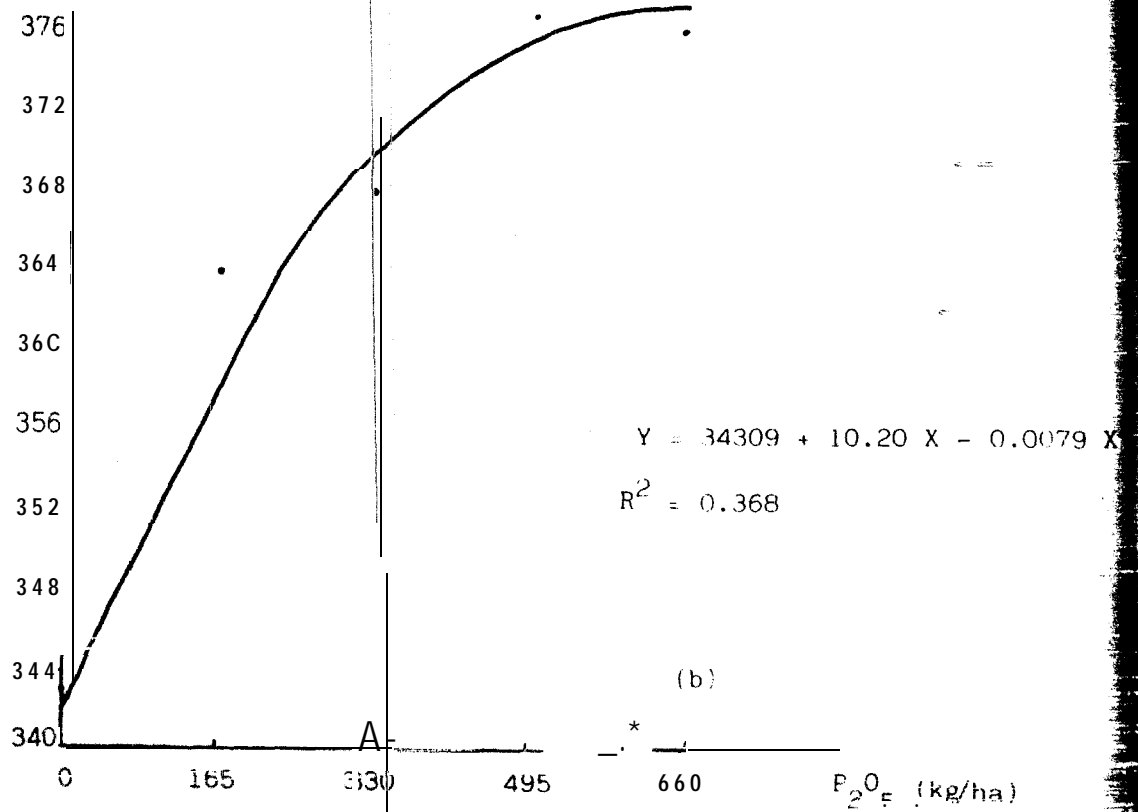
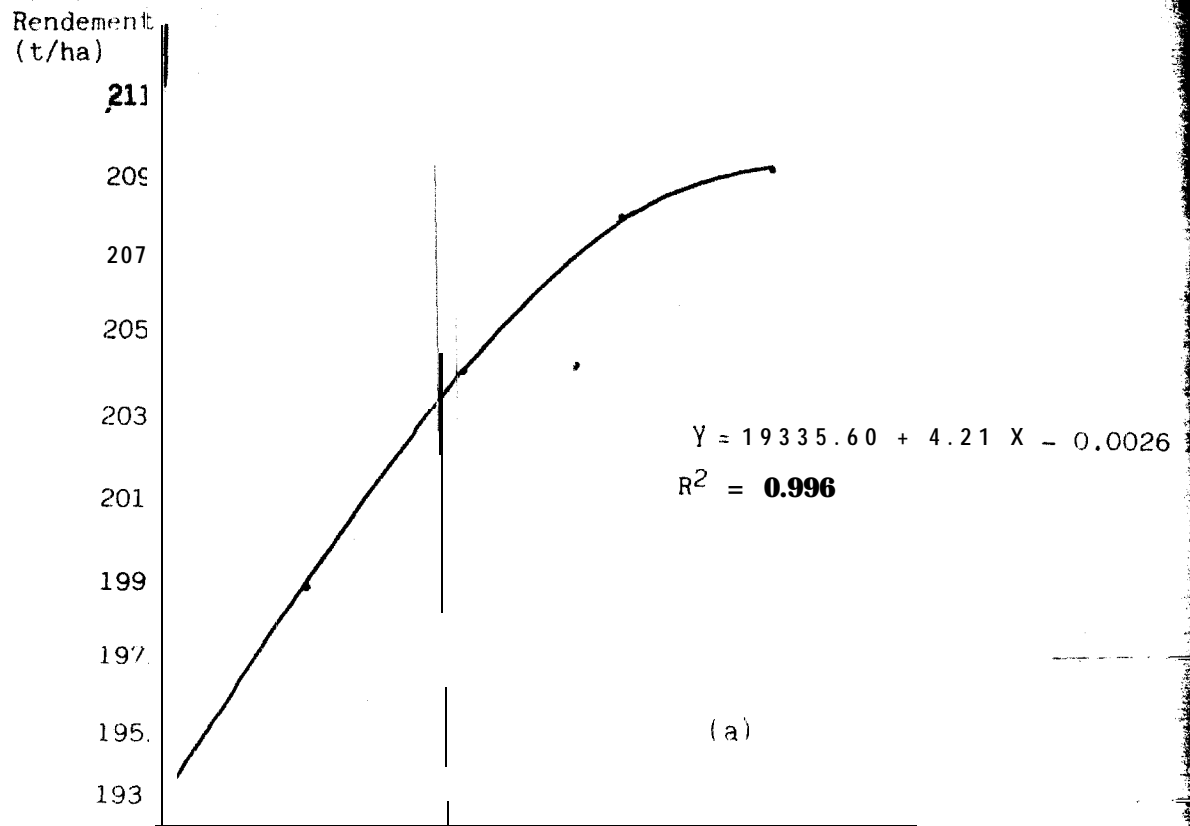
DIATTA S. - 1980

Essais IMPHOS : Synthèse des résultats de la campagne
d'expérimentation d'hivernage 1979.
Rapport provisoire

FARDEAU J.C., DIATTA S., NDIAYE J.P. et JAPPE J. - 1983

Choix de la fertilisation phosphorique dans quelques sols
du Sénégal : Utilisation du phosphore 32.
AGRO-TROP. 38-2 - pp. 103-109.

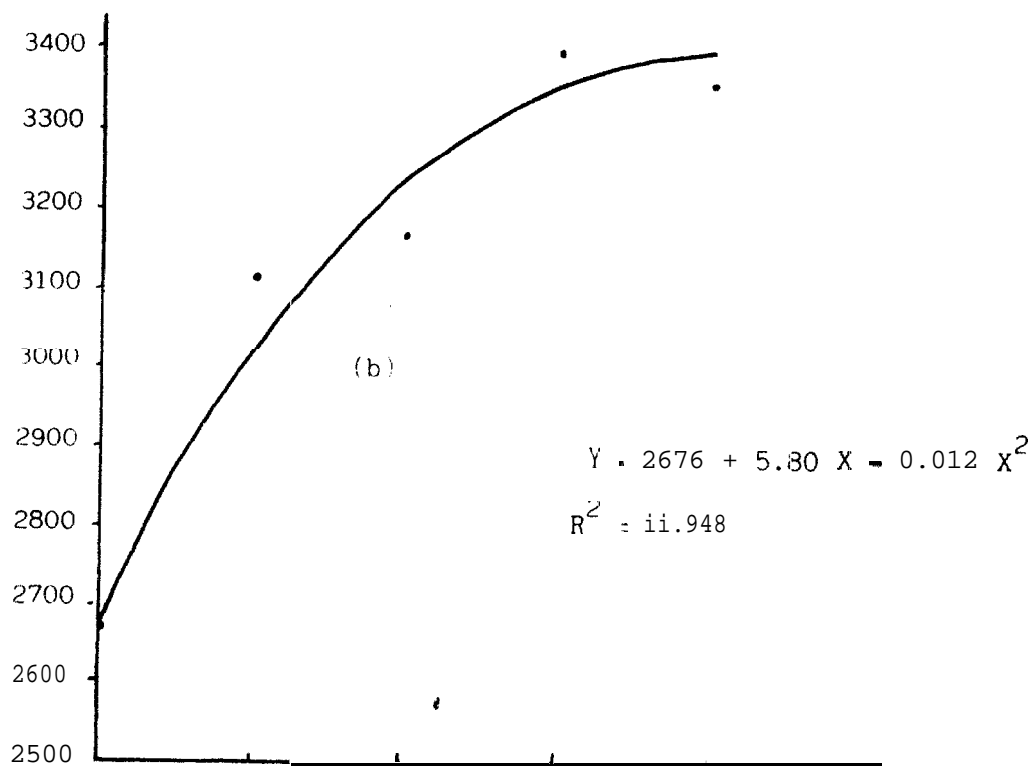
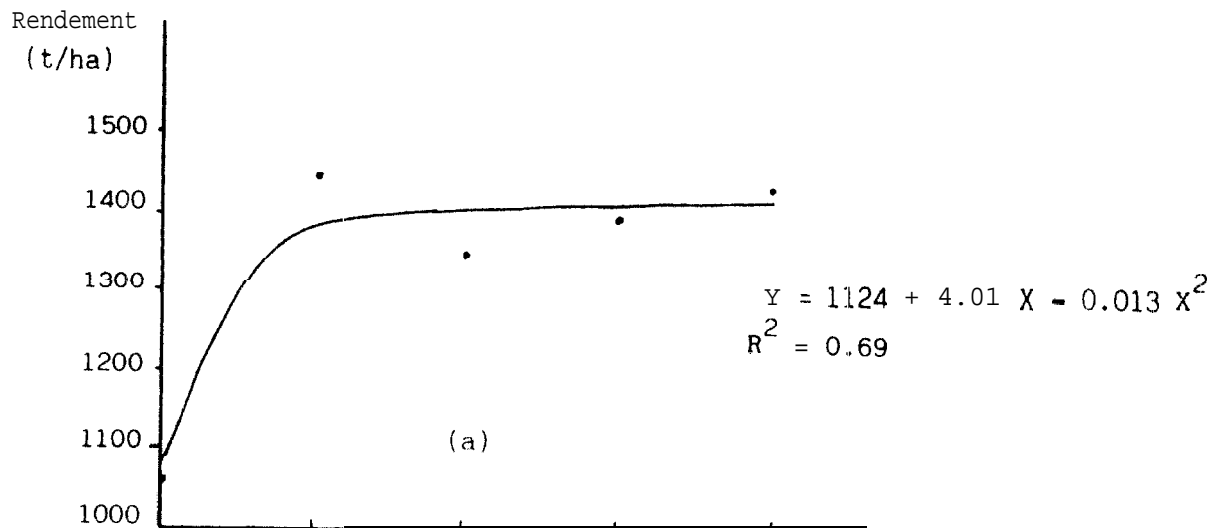
**FIGURE 1 : Réponse du riz irrigué aux doses croissantes
de P_2O_5 - Fanaye**



(a) Riz paddy

(b) Matière totale (pailles + grains)

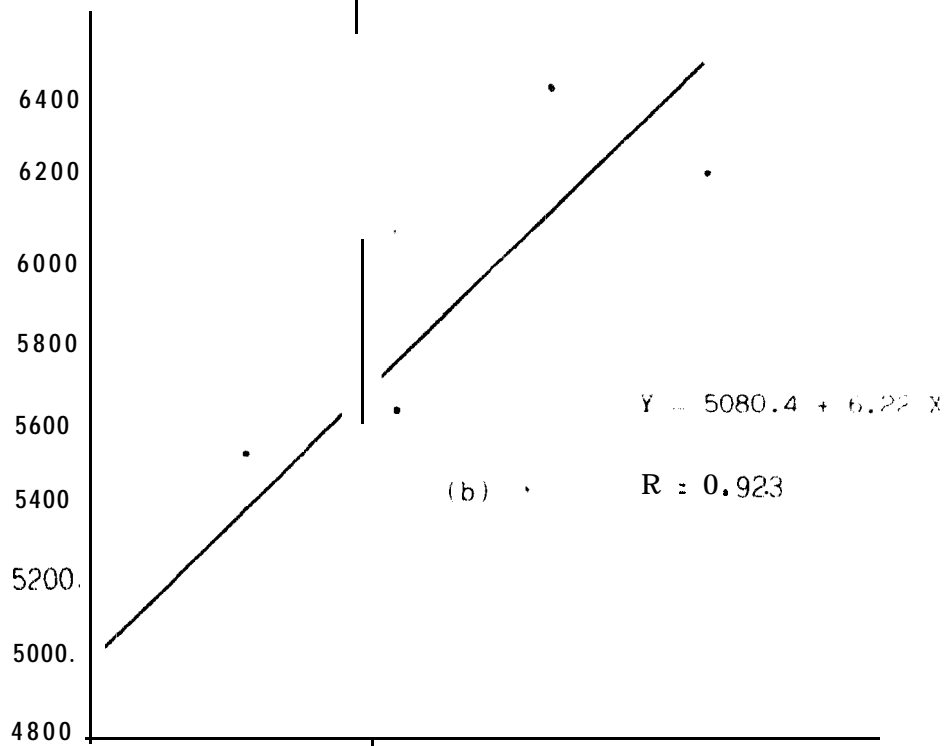
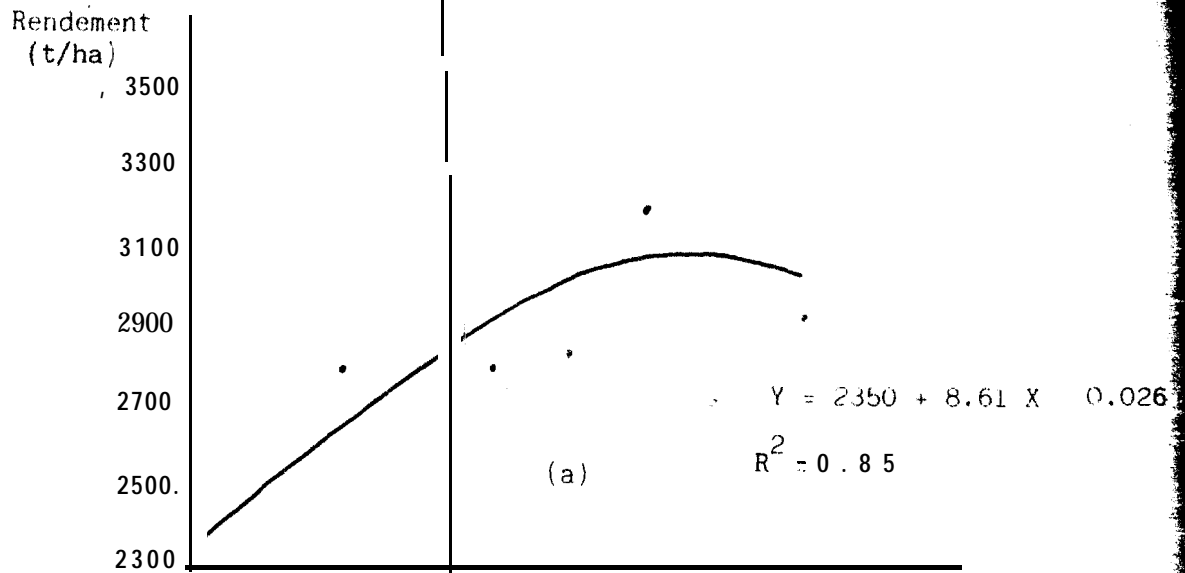
**FIGURE II : Réponse du cotonnier aux doses croissantes
de P_2O_5 - Missirah**



(a) Coton graine

(b) Matière sèche totale (graines + tiges)

FIGURE III : Réponse du maïs en arrière-effet aux doses de P_2O_5 - Missirah



(a) Maïs grain

(b) Matière sèche totale (grains + pailles)