

CW0100355
P355
NDI

doc
1978/53

REPUBLIQUE DU SENEGAL
PRIMATURE

DELEGATION GENERALE
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE

1978-05
DIRECTION
GAMBEY

ETUDE DE L'EFFICACITE DU PHOSPAL
SUR QUELQUES CULTURES PLUVIALES
AU SENEGAL ORIENTAL

Résultats de la campagne 1977-1978

par

J.P. NDIAYE

C.N.R.A. - BAMBEY - S.D.I.	
Date	22-05-78
N°	0350 07
Motif	Du
Destinataire	SR/doc

AVRIL 1978

Centre National de Recherches Agronomiques
de BAMBEY

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES
(I.S.R.A.)

REPUBLIQUE DU SENEGAL

PRIMATURE

DELEGATION GENERALE
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE

ETUDE DE L'EFFICACITE DU PHOSPAL
SUR QUELQUES CULTURES PLUVIALES
AU SENEGAL ORIENTAL

Résultats de la campagne 1977-1 978

par

J.P. NDIAYE

AVRIL 1978

Centre National de Recherches Agronomiques
de BAMBEY

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES
(I. S. R. A.)

INTRODUCTION

La Société Sénégalaise des Phosphates de Thiès exploite un gisement de paillite de composition $\text{Ca Al}_3(\text{PO}_4)_5, \text{H}_2\text{O}$, qui est un phosphate naturel alumino-calcique. Ce minerai est concentré et enrichi par criblage puis subit une calcination à 600° au four tournant. Après refroidissement le produit calciné est finement broyé (95% à 160 microns). Ce produit nouveau est le phospal, engrais minéral phosphaté dont la composition moyenne est la suivante :

P_2O_5	34,6% (dont 26,4% soluble au citrate d'ammonium)
CaO	10,9 %
Al_2O_3	35,9 %
Fe_2O_3	9,1 %
SiO_2	2,9 %
TiO_2	1,9 %
MgO	0,3 %
Divers	1,8 %
Pertes au feu	2,6%

L'analyse des teneurs en oligo-éléments de ce minerai a fourni les résultats moyens suivants (exprimés en ppm)

Zn : 373; Mo : 10; Ni : 227; Sn : 151 ; Cu : 117 ; v : 483 ;
CO : 61 ; El : 157 ; Mn : 133 ; Cr : 3400 ; Pl : 10

L'efficacité du phospal comme engrais phosphaté a été étudiée avec succès depuis plusieurs années dans de nombreux essais agronomiques. Cependant ces essais ont été réalisés principalement dans le bassin arachidier et pour la seule culture d'arachide.

Sur la demande de la Société Sénégalaise des Phosphates de Thiès, la Division de fertilisation et de chimie des sols a entamé en 1977 une expérimentation pour une durée de quatre ans en vue de tester à nouveau la valeur de cet engrais dans de nouvelles conditions de sols et de cultures. A cet effet des essais portant sur la recherche de doses de phospal optimales (sur le plan agronomique et sur le plan économique) à appliquer ainsi que sur la comparaison de différents types d'engrais phosphatés, sont implantés dans le Sénégal Oriental, en utilisant comme plante-test le cotonnier, le maïs, le riz pluvial et le sorgho. Le présent rapport donne les résultats de la première année d'expérimentation,

I - METHODE D'ETUDE

Pour déterminer les doses de phospal optimales (sur le plan agronomique et sur le plan économique) à appliquer, un essai (essai n°1) "Courbe de réponse à cinq niveaux de phosphore appliqué sous forme de phospal en présence de compléments minéraux" a été mis en place. Les traitements sont les suivants :

- 1- 0 + Complément mineral (C.M.)
- 2- 150 kg/ha phospal + C.M.
- 3- 300 kg/ha phospal + C.M.
- 4- 450 kg/ha phospal + C.M.
- 5- 600 kg/ha phospal + C.M.

L'engrais phospal est apporté une fois pour toutes la première année d'expérimentation, (1977).

L'essai est réalisé avec 6 répétitions et deux séries annuelles correspondant aux cultures suivantes :

- à Sinthiou Malème : maïs-cotonnier
- à Missira : riz pluvial-cotonnier

Dans le but d'avoir plus de références sur le phospal un essai (essai n°2) "Comparaison de formes de phosphates" a été mis en place. Le dispositif expérimental est le suivant :

- 1- Fumure forte vulgarisée NPKS
- 2- Fumure forte NKS + P supertriplex annuel (45% P205)
- 3- Fumure forte NKS + P tricalcique annuel (37% P205)
- 4- Fumure forte MKS + P Phospal annuel (34% P205)
- 5- Fumure forte NKS + phosphatage de fond avec tricalcique tous les 4 ans.
- 6- Fumure forte NKS + phosphatage de fond avec P phospal tous les 4 ans.

L'essai réalisé avec 6 répétitions, comporte deux séries annuelles correspondant aux cultures suivantes :

- à Sinthiou Malème : maïs-cotonnier
- à Missira : sorgho-cotonnier/.

II - CONDITIONS GENERALES DE REALISATION

2.1- Localisation

Les deux essais sont mis en place à la station de Sinthiou-Malème sur la parcelle N2 Nord et au PAPEM de Missira sur la parcelle de multiplication d'arachide 1976. Ces essais sont installés sur des terrains où il n'y a jamais eu phosphatage de fond.

2.2- Climatologie

2.2.1. Temperature

La moyenne annuelle est de 27°9 pour Tambacounda. Toute l'année les températures moyennes sont supérieures à 24°, les amplitudes thermiques sont parfois très grandes. On note des variations journalières de 20°C en janvier (BLONDEL, 1964). Les variations journalières sont plus faibles pendant la saison des pluies.

2.2.2. Humidité relative

Les variations journalières d'humidité relative sont très fortes. Cette humidité est plus élevée le matin et décroît régulièrement jusqu'à la fin de la journée pendant la saison sèche. En saison des pluies elle croît de nouveau en fin de journée. Le caractère d'aridité est très marqué. Les mois les plus secs se situent juste avant la saison des pluies. C'est un climat à fort pouvoir évaporant du type sahélo-sénégalais.

2.2.3. Pluviométrie

La répartition journalière des pluies est donnée par les graphiques 1 et 2.

La lecture de ces graphiques montre que l'hivernage 1977 se caractérise par un important déficit pluviométrique et une très mauvaise répartition des précipitations, ce qui n'a pas manqué d'affecter les cultures. Il convient de noter particulièrement la période de sécheresse relativement longue au mois d'août aussi bien à Sinthiou Malème qu'à Missira. Toutefois à Missira on note une pluviométrie plus importante et une meilleure répartition des pluies.

2.3- S o i s

A Sinthiou Malème les essais sont implantés sur un sol ferrugineux tropical lessive dont nous donnons ci-dessous la description du profil pédologique.

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE 1977 - SINTHIOU - MALEME

TOTAL PRECIPITATIONS : 606 , 50 mm

Pluies
mm

80
70
60
50
40
30
20
10
0

MAI

JUN

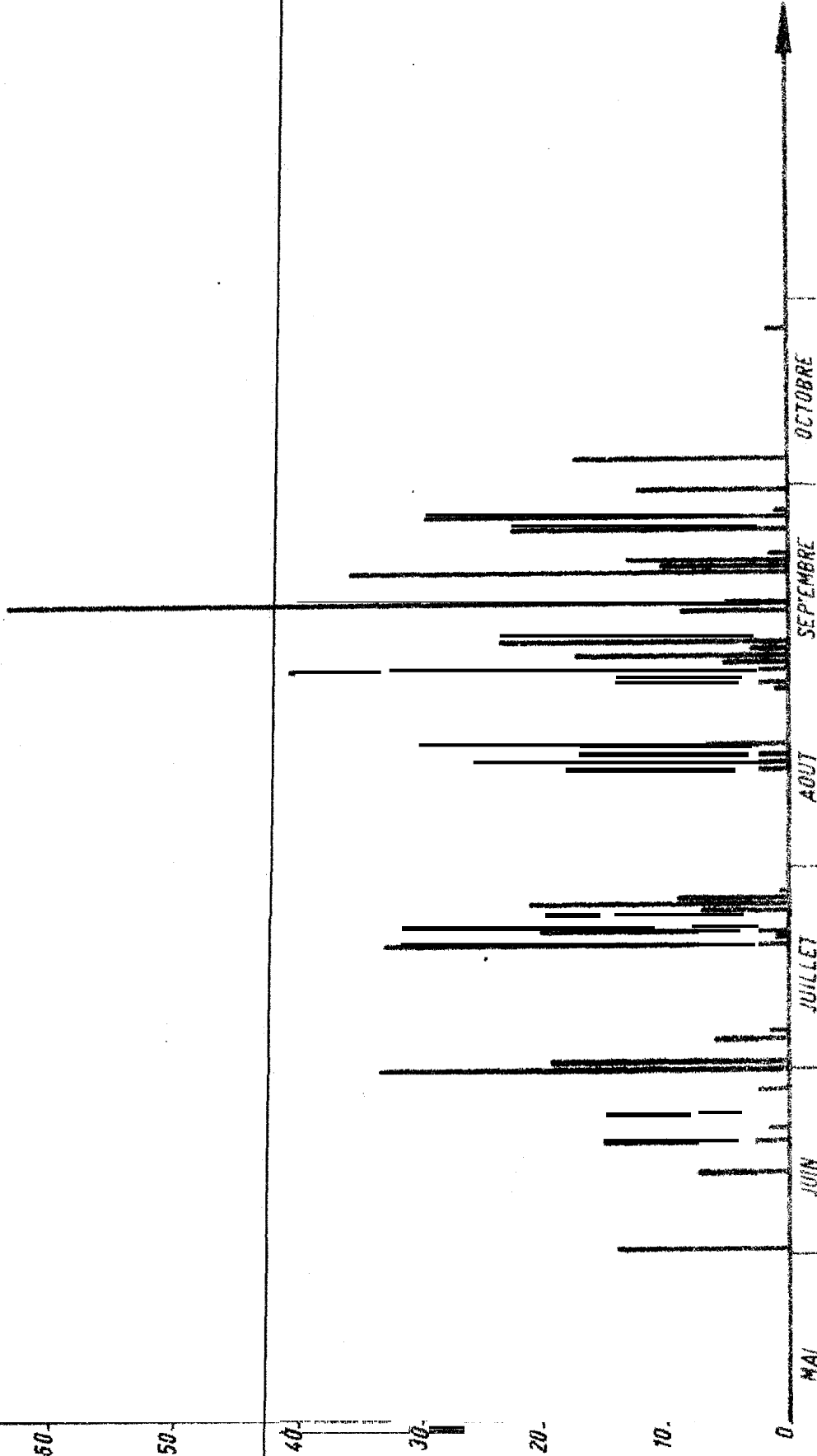
JUILLET

AOUT

SEPTEMBRE

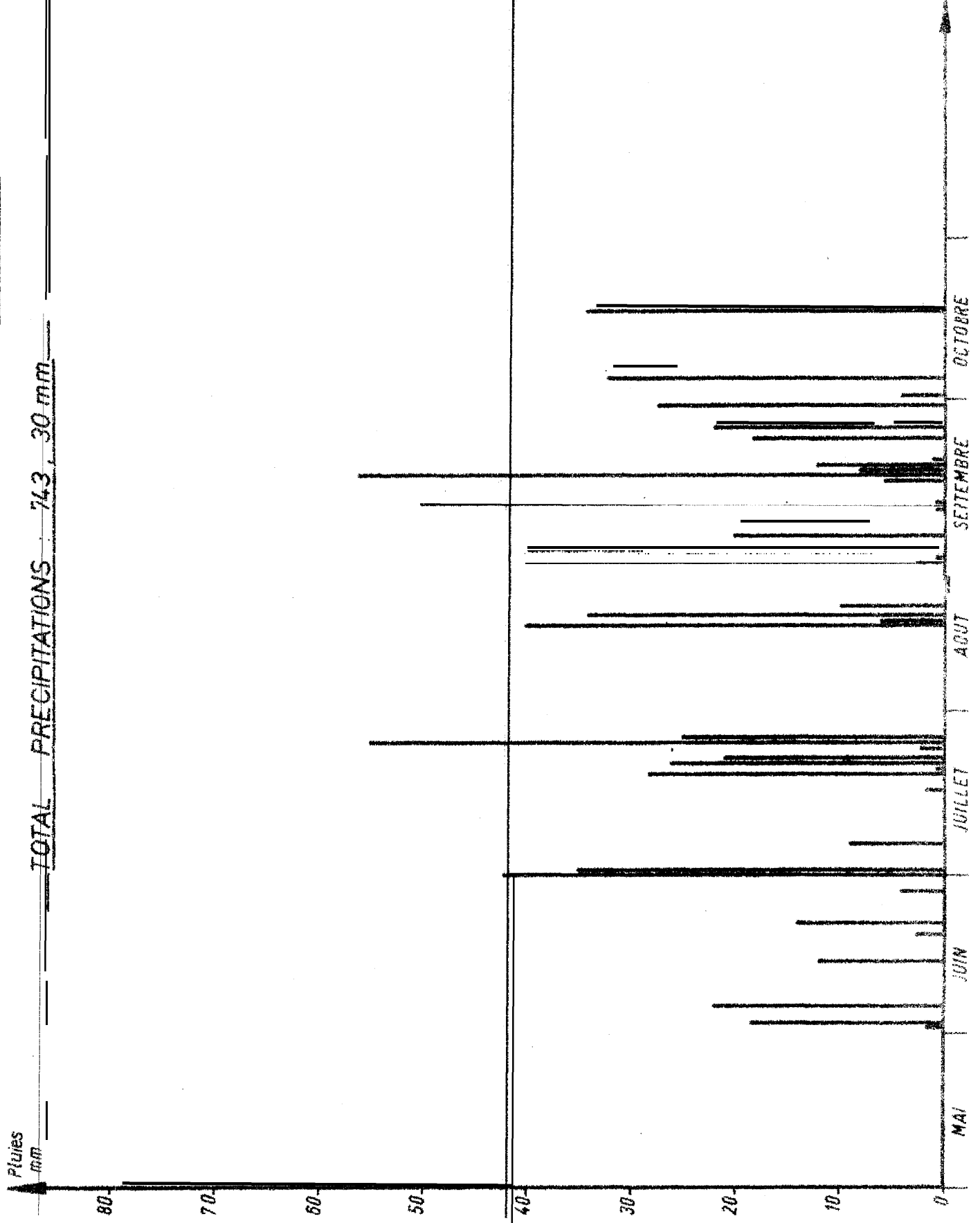
OCTOBRE

B.E./M.S.



PLUVIOMETRIE JOURNALIERE 1977 - MISSIRA

TOTAL PRECIPITATIONS 743, 30 mm



- 0-15 cm : Horizon sableux à 8-10% d'argile, de cohésion faible en humide; quantité moyenne de matière organique bien humifiée donnant une teinte brun sombre (en humide) à l'horizon. Couleur en sec: 10 YR 6/2 (gris brunâtre clair). Structure fondue particulière, assez fréquentes racines.
- 15-45 cm : Passage progressif à un horizon sable-limoneux, de teinte brune à l'état humide. Couleur en sec 10 YR 6/3 (brun pale). Matière organique bien humifiée en faible quantité. Structure peu développée de type subangulaire moyenne; porosité fine assez développée.
- 45-105cm : Horizon beige jaune en humide, couleur en sec 10 YR 7/6 (jaune), contenant près de 30% d'argile. Cohésion moyenne à forte, Porosité assez développée. Aucune tache ou ségrégation d'oxyde de fer.
- A Missira les essais sont implantés sur un sol ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions dont le profil pédologique est le suivant :
- 0-10 cm: Horizon de surface sableux à sablo-limoneux, de cohésion faible à l'état humide, structure continue particulière, de teinte brun sombre en humide, couleur en sec 10 YR 5/3 (brun). Matière organique humifiée en quantité moyenne. Quelques racines fines.
- 10-30 cm: Horizon sablo-limoneux de cohésion moyenne à structure peu développée de type subangulaire moyenne. Peu de matière organique; de teinte brun rouge en humide. Couleur en sec 7,5 YR 5/4 (brun).
- 30-55 cm: Passage assez brusque à un horizon plus argileux, à cohésion plus élevée, à structure peu développée de type polyédrique. Couleur en sec 7,5 YR 6,5/6 (jaune rougeâtre). Matière organique non discernable. Rares racines.
- 55-100cm: Horizon argileux jaune rouge. Couleur en sec SYR 6/6 (jaune rouge). Cohésion forte à assez forte. Porosité réduite. Quelques taches rouilles d'oxyde de fer individualisées. Quelques rares gravillons. Pas de trace d'hydromorphie.

Les caractéristiques physico-chimiques de ces sols figurent sur le tableau 1. Les résultats analytiques montrent que les deux types de sol se caractérisent par une nette pauvreté en matière organique, un taux d'argile et limon relativement faible et un complexe absorbant peu important. Toutefois le sol de Sinthiou Malème a une texture plus argileuse, une richesse en azote et phosphore plus grande mais un pH plus bas que le sol de Missirah.

Tableau 1: Caractéristiques analytiques de 2 profils de sols de
Sinthiou Malème et Missirah.

Sols		Sol ferrugineux tropical lessivé			Sol ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions			
Caractéristiques								
Localisation		Sinthiou Malème			Missirah			
Profondeur en cm		0-15	15-45	45-100	0-10	10-30	30-55	55-100
Granulo- métrie % Ø microns	Argile 2	6,8	8,5	16,8	4,3	9,3	19,3	31,3
	Limon 2-50	3,5	4,3	8,0	2,3	4,8	9,0	14,8
	Sables 50-100	19,2	18,3	14,8	13,2	11,9	11,1	11,0
	Sables 50-200	54,1	53,8	41,1	71,2	65,4	49,8	35,2
	Sab. 200-2000	15,9	14,8	19,3	8,4	8,3	10,6	7,6
Humidité en % de la terre sèche	à pF 4,2	2,1	2,9	6,9	2,0	3,5	7,9	12,4
	à pF 3,0	6,9	6,9	11,4	5,5	7,4	12,3	17,4
Carbone total %		5,54	1,99	1,38	4,99	2,60	2,57	2,39
Azote total %		0,37	0,20	0,21	0,29	0,20	0,22	0,25
Rapport C/N		15	10	7	17	73	12	10
K nitrique		0,36	0,38	0,54	0,24	0,34	0,68	0,68
P ₂ O ₅	Total %	0,12	0,07	0,06	0,09	0,08	0,11	0,09
	assimil.ppm	9,2	1,4	4,1	7,3	6,4	1,8	2,7
Complexe absor- bant en meq/100g	Ca	1,78	1,16	1,33	1,66	0,87	1,36	1,293
	kg	0,40	0,31	0,80	0,54	0,34	0,76	0,92
	Na	0,01	0,02	0,02	0,10	0,03	0,24	0,07
	K	0,15	0,06	0,06	0,09	0,05	0,10	0,05
	Somme	2,34	1,55	2,21	2,39	1,29	2,46	2,33
	T	2,45	1,75	2,85	2,95	1,80	2,95	4,20
V= S/T x 100		96	819	78	81	72	83	55
eau	susp. 1/2,5	5,9	5,5	5,9	6,3	6,0	5,5	5,0
pH	KCl susp. 1/2,5	5,1	4,8	4,6	5,6	4,8	4,5	4,4

2.4- Conduite des cultures

2.4.1. Essai "Courbe de réponse au phospal"

a) Sinthiou Malème

. Maïs (variété BDS)

- Labour aux boeufs les 2-5-20 Juin; profondeur : 15 cm
- Epandage engrais le 16 Juin
- Passage do canadien + rotary les 23-24 Juin
- Hersage, le 25 Juin
- Epandage herbicide Gésaprin 500 FW le 2 Juillet
- Semis le 3 Juillet
- Resemis le 27 Juillet
- Démariage à un pied la 25 Juillet
- Binages les 2/8; 14 et 16/8
- Premier apport urée le 16 Août
- Deuxième apport urée le 30 août
- Buttage le 17 Août
- Traitements phytosanitaires: 13 et 21 Juillet
- Récolte : du 18 au 20 Octobre.

. Cotonnier (variété BJA 592)

- Labour aux boeufs les 2-5-20 Juin : profondeur 15 cm
- Epandage engrais NPK le 16 Juin
- Passage do canadien t rotary les 23-24 Juin
- Hersage le 25 Juin
- Semis le 1 Juillet
- Resemis les 7 et 27 Juillet
- Démariage à un pied le 18 Août
- Apport urée le 17 Août
- Binages les 12/7 ; 13/7; 14/8; 19/8; 22/8
- Buttage le 23 Août
- Traitements phytosanitaires les 14/8; 26/8; 6/9; 19/9; 30/9
12/10 ; 24/10 ; 7/11
- Première récolte les 1 et 2 Décembre
- Deuxième récolte le 27 Décembre.

b) Missirah

Riz pluvial (variété Se 319 G)

- labour aux boeufs le 15 Juin, profondeur : 15 cm
- Epandage engrais NPK : 16 Juin 1977
- Hersage le 22 Juin
- Epandage herbicide Amex 820 le 2 Juillet
- Semis le 24 Juin
- Repiquage le 27 Juillet
- Premier apport urée le 27 Juillet
- Deuxième apport urée 10 8 août
- Binages le 16 Juillet - 27 Juillet
- Récolte le 17 Octobre

tonnier (variété BJA 592)

- Labour aux boeufs le 15 Juin, profondeur: 15 cm
- Epandage engrais NPK : 18 Juin
- Hersage le 22 Juin
- Semis le 30 Juin
- Resemis le 28 Juillet
- Démariage à un pied le 28 Juillet
- Apport urée le 30 Juillet
- Binages les 18, 20 Juillet, 19 Août
- Buttage le 19 Août
- Traitements phytosanitaires les 4/8; 19/8, 31/8, 13/9, 24/9, 8/10, 19/10
- Première récolte les 15 et 16 Novembre
- Deuxième récolte Les 8, 9 et 10 Décembre

2.4.2 Essai "Comparaison de formes de phosphates"a) Sinthiou Malème:

. Maïs

- Labour aux boeufs les 2-5-20 Juin; profondeur: 15 cm
- Epandage engrais NPK le 15 Juin
- Passage canadien + rotary les 23 et 24 Juin
- Hersage le 25 Juin
- Epandage herbicide Gésaprim 500 FW le 2 Juillet
- Semis le 1 Juillet

- Démariage à un pied le 25 Juillet
- Binages les 2/8, 14 et 16/9
- Premier apport urée le 27 Juillet
- Deuxième apport urée le 16 Août
- Buttage le 17 Août
- Traitements phytosanitaires les 13/7, 21/7
- Récolte du 18 au 20 Octobre.

Cotonnier (variété BJA 592)

- Labour aux boeufs les 2-5-23 Juin; profondeur: 15 cm
- Epandage engrais NPK le 15 Juin
- Passage de Canadion + Rotary les 23-24 Juin
- Hersage le 25 Juin
- Semis le 1 Juillet
- Resemis les 7 et 27 Juillet
- Démariage à un pied le 18 Août
- Apport urée le 17 Août
- Binages les 12/7, 13/7, 1/8, 19/8, 22/8
- Buttage le 23 Août
- Traitements phytosanitaires les 14/8, 26/8, 6/9, 19/9, 30/9, 12/10, 7/11
- Première récolte du 29 au 30 Novembre
- Deuxième récolte le 28 Décembre.

b) Missirah

Cotonnier (variété BJA 592)

- Labour aux boeufs le 15 Juin; profondeur: 15 cm
- Epandage engrais NPK 10 18 Juin
- Hersage le 22 Juin
- Semis le 1 Juillet
- Resemis le 29 Juillet
- Démariage à un pied le 21 Juillet
- Apport urée le 1/8
- Binages le 27/7
- Buttage le 19/8
- Traitements phytosanitaires les 4/8, 19/8, 31/8, 13/9, 24/9, 8/10, 19/10.

- Première récolte le 16 Novembre
- Deuxième récolte le 8 Décembre.

Sorgho (variété 51-69)

- Labour aux boeufs le 15 Juin
- Epandage engrais NPK le 18 Juin
- Hersage le 22 Juin
- Semis le 1/7
- Resemis le 27 Juillet
- Démariage à trois plants le 1/9/77
- Premier apport urée le 1 Août
- Deuxième apport urée le 30 Août
- Binage le 22 Juillet
- Traitements phytosanitaires le 12 Juillet
- Récolte les 2 et 3 Décembre 1977.

Tableau 2: Courbe de réponse au Phospal. Cotonnier Sinthiou Malème

Traitements	Nombre de pieds/ha	Rendement coton grain q/ha	Poids MS tiges q/ha
0 + Complément minéral (C.M.)	30.600	16,88	15,67
150 kg/ha Phospal + C.M.	27.100	15,05 J	16,67
300 " " + "	29.000	14,56	19,17
450 " " + "	33.800	13,16 J	16,67
600 " " + "	33,100	16,58	17,67
p.p.d.s.		-	-
C.V. %		23	26

Tableau 3 : Courbe de réponse au Phospal. Maïs - Sinthiou Malème

Traitements	Nombre de pieds/ha	Nombre d'épis/ha	Rendement MS grains q/ha	Poids MS paille q/ha
0 + Complément minéral (C.M.)	41.200	39.300	11,95	17,33
150 kg/ha Phospal + C.M.	41.200	39.800	14,35	18,33
300 kg/ha " + "	42.100	40.100	13,10	15,00
450 kg/ha " + "	40.100	38.500	11,40	17,50
600 kg/ha " + "	39.300	38.400	11,37	18,67
p.p.d.s., q/ha				
C.V. %			32	24,5

Tableau 4 : Courbe de réponse au Phospal, Cottonnier Missirah

Traitements	Nombre de pieds/ha	Rendement coton/grain q/ha	Poids MS tiges, q/ha
0 + Complément minéral (C.M.)	41.450	16,09	24,17
150 kg/ha phospal + C.M.	46.001	17,81	24,67
300 " " + "	42.100	14,22	24,17
450 " " + "	43.995	14,87	26,17
600 " " + "	43.726	14,98	27,00
p.p.d.s. (q/ha)		2,45	
C.V. %		1,2	16,64

Tableau 5: Courbe de réponse au Phospal, Riz pluvial: Missirah

Traitements	Nombre de panicules /m ²	Poids MS panicules q/ha	Rendements MS grains q/ha	Poids MS paille q/ha
0 + Complément minéral (C.M.)	726	24,35	20,78	22,08
150 kg/ha Phospal + C.M.	620	22,53	21,29	17,60
300 " " + "	666	21,52	17,76	19,45
450 " " + "	753	22,89	20,09	23,31
600 " " + "	710	21,64	18,96	19,33
P.p.d.s., q/ha	-	-	-	-
C.V. %		14	16	18

Tableau 6: Comparaison de formes de phosphates, Maïs Sinthiou Malème

Traitements	Nombre de pieds/ha	Nombre d'épis/ha	Rendement MS grains q/ha	Poids MS paille q/ha
Fumure forte vulgarisée NPKS	31.700	30.700	14,53	12,50
N KS + P supertriple annuel	32.800	32.600	13,12	14,67
N KS+P Tricalcique annuel	32.200	30.500	12,99	13,33
N KS+P Phospal annuel	32.100	30.200	13,17	11,67
N KS+P tricalciques tous les 4 ans	32.700	30.100	13,13	10,83
NKS +P Phospal tous les 4 ans	32.300	30.900	12,63	12,83
p.p.d.s; q/ha			-	-
C.V. %			34	35

Tableau-7: Comparaison de formes de phosphates. Cottonnier: Sinthiou Malème

Traitements	Nombre de pieds/ha	Rendement coton-grain q/ha	Poids MS tiges q/ha
Fumure forte vulgarisée NPKS	30.200	12,53	16,18
NKS t P supertriple annuel	37.500	17,83	17,83
NKS t P tricalcique annuel	40.100	14,70	18,00
PKS t P Phospal annuel	34.500	14,96	17,83
NKS + P tricalciques tous les 4 ans	39.900	13,29	18,67
NKS + P Phospal tous les 4 ans	34.900	15,22	18,67
p.p.d.s. q/ha		-	-
C.V. %		27	22

Tableau 8: Comparaison de formes de phosphates. Cotonnier: Missirah

Traitements	Nombre de pieds/ha	Rendement coton grain q/ha	Poids MS tiges q/ha
Fumure forte vulgarisée NPKS	37.499	14,81	19,00
NKS + P supertriple annuel	37.006	13,61	18,67
NKS + P tricalcique annuel	39.024	13,84	21,67
NKS + P Phospal annuel	37.168	15,00	20,50
NKS + P tricalcique tous les 4 ans	41.180	14,93	19,67
NKS + P Phospal tous les 4 ans	39.607	14,83	20,33
p.p.d.s.		-	-
C.V. %		17	30

Tableau 9: Comparaison de formes de phosphates. Sorgho : Missirah

Traitements	Nombre de touffes /ha	Nombre de panicules /ha	Rendement MS grains q/ha	Poids MS paille q/ha
Fumure forte vulgarisée NPKS	21.600	39.600	13,08	33,50
NKS+P supertriple annuel	23.100	44.000	14,62	42,75
NKS+P tricalcique annuel	23.301	37.400	16,59	34,50
NKS+P Phospal annuel	25.200	46.900	17,63	37,75
NKS+P tricalcique tous les 4 ans	23.900	42.500	16,18	31,75
NKS+P Phospal tous les 4 ans	10.002	41.500	17,23	34,75
p.p.d.s.			-	-
C.V. %			18,88	19

III - RESULTATS ET OBSERVATIONS

Le déficit pluviométrique enregistré sur l'ensemble du territoire national en 1977 n'a pas manqué de compromettre les chances de succès de cette expérimentation. Déjà après le premier semis on enregistrait une levée très hétérogène aussi bien à Missirah qu'à Sinthiou Malème. Les deuxièmes semis effectués n'ont pu combler le nombre élevé de manquants. D'autre part la sécheresse a provoqué une perturbation du calendrier culturel. Beaucoup d'opérations culturales n'ont pu être effectuées aux dates prévues (démariage, apport urée, buttage, etc...) Il convient de noter que l'épiaison du maïs est effectuée en pleine sécheresse ce qui explique du moins en partie, les faibles rendements obtenus.

Il semble donc que l'inefficacité du phospal pour cette première année d'expérimentation puisse s'expliquer, du moins en partie, par le faible niveau des précipitations et leur mauvaise répartition. Le manque de différence statistiquement significative entre les différents traitements de l'essai "Comparaison de formes d'engrais phosphates" est imputable aussi à la sécheresse.

En somme les coefficients de variation très élevés s'ajoutant au manque de signification statistique empêchent de tirer des conclusions fermes concernant l'efficacité du phospal et des différentes formes d'engrais phosphates.

CONCLUSION

La sécheresse de 1977 a compromis les chances de succès de cette première année d'expérimentation avec le phospal. Aussi bien à Missirah qu'à Sinthiou Malème ce qui caractérise les essais c'est le manque d'homogénéité consécutive à la sécheresse. Ceci s'est traduit par un manque de signification statistique et des coefficients de variation très élevés qui empêchent toute interprétation des résultats.

L'expérimentation phospal mise en place dans le Sénégal Oriental est de longue durée. L'on peut donc s'attendre à une éventuelle réponse des cultures au phospal dans les années à venir si les conditions climatiques s'avèrent meilleures que celles que nous avons connues cette année.

CONCLUSION

Les résultats de cette deuxième année d'expérimentation ont mis en évidence la supériorité de l'effet résiduel de la dose de 300 kg/ha de phospal à Sinthiou-Malème où le sol ne semble pas gravement carencé en phosphore. Par contre à Missirah la réponse au phospal est différente selon les cultures. En effet si pour le riz pluvial on relève la même tendance observée à Sinthiou Malème, pour le cotonnier de Missirah c'est l'effet résiduel de 450 kg/ha de phospal qui a fourni le rendement en coton-graine le plus élevé.

L'étude comparative de l'efficacité des différentes formes d'engrais phosphatés montre que la réponse des cultures est irrégulière. Dans les deux sites d'expérimentation la supériorité des formes solubles sur les phosphates naturels n'est pas souvent significative selon les standards de la statistique. Le phospal est équivalent au tricalcique de Taïba aussi bien en fumure annuelle qu'en fumure de fond.