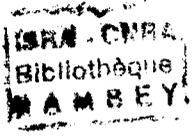


PN910005



1991/2

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL  
ET DE L'HYDRAULIQUE

DIRECTION DE RECHERCHES SUR  
LES PRODUCTIONS VEGETALES

INSTITUT SENEGALAIS DE  
RECHERCHES AGRICOLES

(I. S. R. A.)  
-----

CN910005  
FO40  
DIA

NOTE SUCCINCTE SUR LES PRINCIPALES RECHERCHES ET LES RESULTATS  
OBTENUS SUR LA FERTILISATION PHOSPHATEE AU SENEGAL

Document présenté au séminaire des Agronomes  
PHYTOTECHNICIENS à l'IITA d'IBADAN (NIGERIA)

du 7 au 19 Janvier 1991

Par

Saliou DIANCAR

Maniével SENE

Janvier 1991

Centre National de Recherches Agronomiques de Bambey

(C.N.R.A)

## **1 - INTRODUCTION**

Les sols du Sénégal sont dans leur grande majorité **carencés** en **phosphores**. Or l'utilisation des engrais phosphatés solubles d'importation pour le redressement et le maintien de la teneur des sols en phosphore est très coûteuse

Il se trouve que le sous-sol sénégalais renferme d'importants gisements de phosphates pouvant avoir dans certaines conditions des effets significatifs sur les accroissements des cultures et rendements.

Ce document est une synthèse des principales recherches effectuées au Sénégal sur la fertilisation phosphatée afin de mettre en exergue différentes possibilités d'utilisation des engrais phosphatés dans l'agriculture du pays.

## **2 - LE MILIEU NATUREL**

### **2.1- Le climat**

Au Sénégal, on distingue cinq zones climatiques (BEYE, 1977 ; NDIAYE, 1989).

- une zone sahélienne au Nord
- une zone soudanienne divisée avec deux parties :  
une partie Nord et une partie Sud ;
- une zone sub-canarienne le long du littoral Saint-Louis-Dakar
- une zone sub-guinéenne au Sud.

La pluviométrie augmente du Nord au Sud et d'Ouest en Est. Au Sud du pays, elle augmente d'Est en Ouest.

Sur l'ensemble du territoire national on compte deux saisons **tranchées** : une saison des pluies allant de Juin à Octobre en moyenne avec un allongement du Nord au Sud et une saison sèche couvrant la période Novembre - Mai.

Dans la zone Nord, la sécheresse est un **phénomène** quasi endémique.

## 2.2- Les sols

Dans la classification française, les sols du Sénégal se répartissent en sept classes et seize groupes (Fig. 1 Annexe).

Classe I : Sol alluviaux halomorphes et hydromorphes

Classe II : Vertisols lithomorphes sur marnes ou schistes

Classe III : Sols isohumiques bruns subarides ou bruns rouges sur sables colluviaux ou alluviaux.

Classe IV : Sols minéraux bruts et peu évolués sur cuirasse

Classe V : Sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés, lessivés en fer sur sables siliceux à l'Ouest et grès argilo-sableux à l'Est.

Classe VI : a) Sols ferrugineux tropicaux lessivés, sans taches ni concrétions ferrugineuses au Nord, avec taches et concrétions ferrugineuses vers le Sud, sur sable au grès sablo-argileux, cuirasse pouvant affleurer.

b) Sols ferrugineux tropicaux lessives avec taches et concrétions ferrugineuses et parfois pseudogley, sur schistes gréseux ou grès, cuirasse pouvant affleurer.

Classe VII : Sols ferrallitiques sur grès sablo-argileux.

L'examen de la Fig. 1 (annexe) montre que la répartition des sols est conforme au principe de la zonalité. En effet la zone sahélienne se caractérise par la présence de sols subarides, la zone soudanienne par des sols ferrugineux tropicaux, la zone guinéenne par des sols ferrallitiques.

Il convient de noter que malgré la diversité des sols sénégalais, la production agricole provient essentiellement des sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessives, des sols ferrugineux tropicaux lessivés sans tâches ou à tâches et concrétions et des sols faiblement ferrallitiques.

## 3 - PHOSPHORE ET FERTILISATION PHOSPHATÉE

### 3.1- Teneur des sols en phosphore

Il est généralement admis que la majorité des sols sénégalais accusent une carence en phosphore, tout au moins une teneur très faible sous sa forme dite "assimilable" rarement supérieure à 0,01% et souvent ne dépassent pas

\* : probablement teneur en ‰ (Pour mille)

0,02% (BLONDEL, 1968, NDIAYE, 1989), bien que la teneur en  $P_2O_5$  total soit parfois relativement élevée.

De par la teneur en  $P_2O_5$  total, on distingue les deux catégories de sols :

- teneur 0,1% : sols du Cayor (Nord Sénégal) ou la fraction du  $P_2O_5$  utilisable par la plante est pratiquement équivalente à celle obtenue par extraction citrique
- teneur allant de 0,1 à 0,2% : Centre et Sud (Sine Saloum Oriental, Tamba, Niore, Niombato), les réserves sont plus importantes : il existe une fraction du  $P_2O_5$  total utilisable pour la plante qui est nettement supérieure à la fraction obtenue par extraction citrique.

### 3.2- Phosphates naturels

Le sous-sol sénégalais possède d'importants gisements de phosphates. Les premiers gisements ont été découverts dans la région de Thiès dès 1887 dont le gisement principal se trouve à Lam-Lam (COLLOT, 1952, BOUYER, 1954) (Fig. 2 annexe).

#### 3.2.1- Phosphates naturels de Thiès

Ils se présentent généralement sous deux formes :

- phosphates d'alumino-calciques
- phosphates de chaux ou Baylifos qui contiennent **34 %** de  $P_2O_5$  et **47 %** de CaO.

Le phosphate d'alumine donne un engrais minéral phosphaté dont la composition moyenne est la suivante (NDIAYE, 1977)

$P_2O_5$	34,6 % (dont 26,4 % soluble au citrate d'ammonium)
CaO	10,9 %
$Al_2O_3$	35,9 %
$F_2O_3$	9,1 %
$SiO_2$	2,9 %
$TiO_2$	1,9 %
MgO	0,3 %
Divers	1,8 %
Perte au feu	2,6 %

### 3.2.2- Phosphates naturels de Matam

Plus récemment, vers **1937**, le BRG.M (Bureau de Recherches géologiques et Minières de Dakar) a trouvé des gisements de phosphates au Sud de Matam donnant un phosphate appelé Civé (CISSE, 1982). Ces phosphates calciques ou magnésiens sont très tendres et leur teneur en  $P_2O_5$  varie de **13** à **32 %** en moyenne.

#### 4 - REPONSES DES CULTURES AUX ENGRAIS PHOSPHATES ET AMELIORATION DE LA SOLUBILITE DES PHOSPHATES NATURELS

Les études menées au Sénégal sur la fertilisation des cultures avaient permis dès **1963** la mise sur pied de formules ternaires NPK t S (ISRA-CNRA, 1980).

C'est ainsi que les formules préconisées pour l'arachide étaient celles contenues dans le tableau ci-dessous :

ZONES	FORMULES					DOSES KG/HA
	N	P	K	+	S	
Louga	12	- 10	- 10	t	12	150
Tivaouane	10	14	<b>8</b>	+	10	"
Thiès	10	- 0	- <b>30</b>	t	10	"
Nord Sine Saloum	6	- 20	-10	t	<b>8</b>	"
Sud Sine Saloum	6	- 20	-10	t	3	"

Sur céréales (mil-sorgho) une fumure unique à dominance azotée, la 14-7-7+165 était préconisée à raison de 150 kg/ha.

Les engrais d'alors constitués généralement de sulfate d'ammoniaque, de phosphate bicalcique, et de chlorure de potassium étaient des produits d'importation très coûteux à l'économie nationale. Le phosphore étant l'élément chimique le plus fréquemment carencé au niveau des sols sénégalais, il est apparu très tôt la nécessité impérieuse d'utiliser des phosphates naturels dans la fertilisation des cultures.

Ainsi, en 1937 Sagot et Bouffil mirent à l'étude le phosphate tricalcique de Civé et suivirent son évolution pendant 10 ans sur des cultures d'arachide et de Mil (Bouyer, 1950). Ces études avaient abouti en 1963 à la définition de la "fumure étalée" sur l'ensemble de la rotation : Jachère brulée ou enfouie - arachide - mil - arachide (ISRA-CNRA, 1980). La formule était la suivante :

- 500 kg/ha de phosphate tricalcique sur jachère ou engrais vert enfoui
- 50 kg/ha de potasse sous forme de chlorure de potassium, sur la première arachide.
- 60 kg/ha d'azote sous forme de sulfate d'ammoniaque
- 50 kg/ha de potasse, sous forme de chlorure de potassium sur la deuxième année.

Les études ont montré que cette formule pouvait procurer des accroissements de rendement de l'ordre de 20 à 30 %. Le gisement de Matam n'était pas exploité, il ne fut malheureusement pas possible de vulgariser cette pratique. L'effort de recherches était alors orienté vers l'utilisation des phosphates de Thiès.

Par ailleurs dans un essai d'enrichissement du sol par phosphatage, le phosphate alumino-calciqique (phospal) et le phosphate de chaux (Baylifos) ont provoqué une augmentation très nette de la teneur en  $P_2O_5$  assimilable du sol (Bouyer, 1954 ; ISRA-CNRA, 1978)

Le tableau ci-dessous reproduit les résultats :

Traitements	Teneurs en $P_2O_5$ ‰ assimilables 6 mois après épandage
Témoin absolu	0,01
Baylifos (30 kg/ha $P_2O_5$ )	0,03
Phospal (30 kg/ha $P_2O_5$ )	0,03

Les aptitudes du phospal à relever la teneur du sol en  $P_2O_5$  assimilable a été mise en évidence (BEYE, 1973). En effet dans un essai mené sur sol limoneux très sableux et très acide, il a montré après deux

années de culture qu'avec l'apport de 100 kg/ha de  $P_2O_5$  sous forme de supertriple la quantité de  $P_2O_5$  assimilable augmente de 3ppm. L'effet de la même dose de phospal fut identique à celui du supertriple. Le phosphore total sous l'effet du phospal passait de 0,21 % à 0,29 %. Les résultats qui figurent dans le tableau ci-dessous montrent l'aptitude des différents phosphates naturels à relever la teneur du sol en  $P_2O_5$  assimilable :

Tableau 1 : Effet de différentes sources d'engrais phosphatés sur la teneur du sol en Phosphore et sur les rendements du riz  
(SOURCE : BEYE, 1973)

Traitements *	$P_2O_5$ %	$P_2O_5$ assimilable ppm	Rendements moyens kg/ha après 4 années de culture
NK Supertriple	0,35	10	6924
NK Phosphate d'ammoniaque	0,30	14	7 172
NK Bicalcique	0,26	17	6817
NK Phosphate tricalcique de Taïba	0,41	6	6428
NK Scories schlamms	0,10	6	6420
NK Phospal	0,29	10	6258
NK	0,25	7	2744
Témoin sans engrais	0,18	12	3312

- (\*) - NK est apporté sous forme d'urée et de chlorure de potasse à ~~111~~ kg/ha  
-  $P_2O_5$  est apporté à la dose de 100 kg/ha

Les résultats ont montré que les formes d'engrais phosphatés solubles à l'eau (supertriple, phosphate d'ammoniaque) ont été supérieures ou équivalentes aux formes naturelles et insolubles (tricalcique de Taiba, Schlamms, phospal). Cependant compte tenu du coût élevé de ces engrais solubles, l'utilisation des phosphates naturels serait plus économique.

Plusieurs auteurs ont mis en évidence l'existence d'une corrélation étroite et positive entre les rendements et les mobilisations minérales aussi bien dans le cas d'une culture d'arachide que celui d'une culture de mil (BOUYER, 1951).

Bouyer (1951) avait trouvé que le silicophosphate grâce à l'anion silicique entravait l'insolubilisation de l'acide phosphorique sous forme de phosphate ferrique dans le sol et contribuait ainsi à rendre le  $P_2O_5$  plus rapidement utilisable par la plante avec un accroissement de rendement de 14 %.

Les travaux de CISSE (1981 et 1982) sur l'efficacité des phosphates en culture pluviale (maïs, coton, arachide, riz) et riz irrigué ont montré que la très lente solubilisation des phosphates naturelles a fait qu'en général, leurs effets directs sur les cultures étaient faibles.

Les résultats des essais de courbes de réponse en effets directs et arrières-effets sont résumés dans le tableau 2 annexe 3 pour le phosphate de Matam et dans le tableau 3 (annexe 3) pour différentes formes de phosphores.

En effet direct l'efficacité du phosphate de Matam, est principalement prouvée en culture pluviale où la dose de 200 kg/ha assure le maximum de rendement pour le maïs et le cotonnier.

Les résultats obtenus d'arrière-effet d'application de doses de phosphates montrent en riziculture irriguée par submersion que c'est l'arrière-effet de la dose de 1800 kg/ha de phosphate de Matam, soit 495 kg/ha de  $P_2O_5$  qui produit le meilleur rendement en riz-paddy avec un surplus de rendement de 744 kg/ha par rapport au témoin sans phosphore.

Les résultats obtenus par ailleurs en condition irriguée (DIATTA, CISSE, 1983) indiquent que l'absence de réponse du riz irrigué aux doses de phosphore allant de 0 à 250 kg/ha de  $P_2O_5$  permet d'avancer que, dans les conditions économiques actuelles (en attendant la mise au point de techniques culturales susceptibles d'améliorer l'efficacité des engrais phosphatés dans la moyenne vallée du Fleuve Sénégal) l'apport de phosphore ne doit viser qu'à compenser les exportations de récoltes.

Sur le rendement coton-graine les doses 600 et 800 kg/ha ont donné les rendements les plus élevés en arrière-effet avec 224 et 235 kg/ha de surplus de rendement alors que la dose 200 kg/ha ayant le meilleur rendement en effet direct n'a donné que 168 kg/ha de surplus en arrière-effet.

Pour le maïs c'est la dose 600 kg/ha qui a donné le meilleur résultat (645 kg/ha de plus-value) en arrière effet mais par kg de  $P_2O_5$  apporté l'arrière-effet de la dose de 200 kg/ha est plus efficiente.

En ce qui concerne l'arachide l'arrière-effet de la dose 800 kg/ha a procuré par rapport au témoin un surplus de rendement de 301 kg/ha.

En riziculture irriguée, on observe un effet résiduel statistiquement significatif des doses de phosphates. La dose de 495 kg/ha de  $P_2O_5$  soit 1800 kg/ha de phosphate de Matam a donné le meilleur rendement par rapport au témoin de 800 kg/ha de riz-paddy.

En culture pluviale, le phosphate de fond de Matam sur maïs, arachide et coton a donné les rendements les plus réguliers et est supérieur ou équivalent aux effets des autres formes de phosphates.

#### CONCLUSION

Les résultats de nombreux essais agronomiques avec les phosphates naturels de **Taïba**, Baylifos, phospal, phosphate de Matam et Schlamms ont mis en évidence l'efficacité de ces phosphates.

La dose de 400 **kg/ha** de phosphate de **Taïba** a été préconisée pour une application en une année. En condition pluviale la dose de 200 **kg/ha** de phosphate de Matam s'avère assurer le rendement maximum pour le maïs et le cotonnier.

En riziculture irriguée pour des rendements de 5 à **6t/ha** de paddy la dose préconisée est de 150 à 175 **kg/ha** de phosphate de Matam. Cependant la dose de 1800 **kg/ha** a donné les meilleurs rendements en arrière-effet. Sur **maïs**, cotonnier et arachide, cette dose se situe entre 600 et 800 kg/ha.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 - BEYE G., **1973** - Etude comparative de différents engrais phosphatés pour la fumure phosphatée du riz en sols de rizières très acides de Basse Casamance.  
ISRA-CNRA, Djibélor Doc - mult. **19** p.
- 2 - BEYE: G., **1977** - Dégradation des sols au Sénégal situation actuelle- et perspective.  
ISRA-CNRA. Doc mult. **23** p.
- 3 - BLONDEL D., **1968** - La phosphore dans le sol et la nutrition phosphatée du riz à Richard-Toll
- 4 - BOLJYER S. **1951** - Phosphate et arachide. Résultats de la campagne **1951**.
- 5 - BOUYER S., **1954** - L'emploies phosphates de Thiès dans l'agriculture sénégalaise.  
Extrait CNRA-Bambey ~~94~~ Extraits des comptes rendus de la 2ème Conférence interafricaine des sols..
- 6 - BOUYER S., **1955** - Nouvelles orientations des Recherches sur l'utilisation des phosphates.
- 7 - BOUYER S., **1959** - Corrélations entre les résultats culturaux et les teneurs en phosphore dans le sol cas des sols ferrugineux tropicaux du Sénégal.
- 8 - CISSE L., **1981** - Etude de l'efficacité du phospal sur quelques cultures pluviales au Sénégal Oriental - ISRA-CNRA-Bambey Doc. mult. **14** p.
- 9 - CISSE L., **1982** - Etude en conditions pluviales et irriguées de l'efficacité des phosphates de Matam - Rapport analytique 1981/82 - ISRA-CNRA-Bambey. Doc. multi **18** p..
- 10 - CISSE L., **1983** - Etudes en conditions pluviales et irriguées de l'efficacité des phosphates de Matam. ISRA-CNRA-Bambey - Doc. mult. 10 p.
- 11 - COLLOT L., 1952 - Les phosphates naturels de Thiès - CRA-Bambey - Bulletin N°8
- 12 - DIATTA S., CISSE L., **1973** - Fertilisation phosphatée du riz irriguée dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal - ISRA-CNRA. **18** p.
- 13 - ISRA-CNRA, **1980** - La politique de fertilisation du mil et de l'arachide dans le Nord et le centre Sud du Sénégal. Historique et perspectives.  
ISRA-CNRA-Bambey.
- 14 - NDIAYE JP., 1977 - Essai synthèse des Recherches effectuées sur le phospal au Sénégal - ISRA-CNRA-Bambey - Doc. mult. 17 p.
- 15 - NDIAYE J.P., et al **1989** - La fertilisation des cultures au Sénégal. Bilan Diagnostic et perspectives - Ministère du Développement Rural. Doc. multi. 91 p.

## A N N E X E

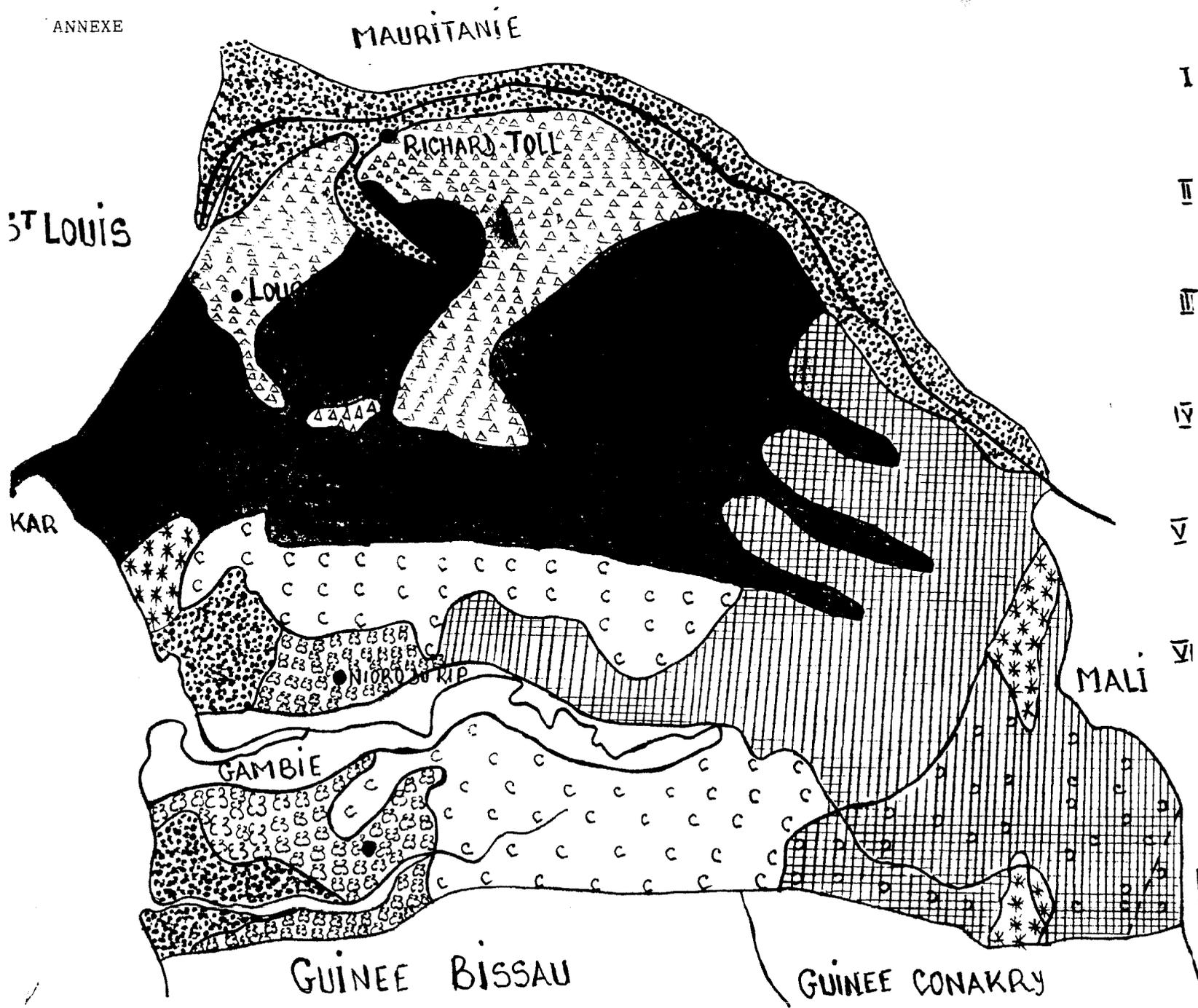
Tableau 2 : Rendements des essais courbes de réponse ou phosphate de Matam  
(SOURCE : CISSE, 1982, 1983)

RIZ IRRIGUE (Var. JAYA)			CULTURES PLUVIALES						
Doses Kg/ha	Effet direct (1982)	Arrière effet (1983)	Doses Kg/ha	Cotonnier (L 299)		Mals (Variété BDS)		Arachide (69-101)	
				Effet direct	Arrière effet	Effet direct	Arrière effet	Effet direct	Arrière effet
0 t CM*	6044	3517	0 + CM	1067	1105	2428	1679	2785	2719
600+ CM	5963	3816	200 t CM	1443	1273	2870	2071	2812	2883
1200+ CM	6159	3867	400+ CM	1345	1215	2671	2252	2848	2892
1800+ CM	6136	4311	600 t CM	1394	1329	2685	2224	2860	2930
2400+ CM	6179	3847	800 t CM	1427	1340	2522	2281	2890	3020

CM\* = fumure complémentaire NKS vulgarisée.

Tableau 3 : Rendements en grains (kg/ha) des essais de comparaison  
de différentes formes de phosphore (SOURCE : CISSE, 1982, 1983)

TRAITEMENTS	RIZ IRRIGUE		CULTURES PLUVIALES					
	Effet direct	Arrière effet	MAÏS (BDS)		ARACHIDE		COTONNIER (L.299)	
			Effet direct	Arrière effet	Effet direct	Arrière effet	Effet direct	Arrière effet
Fumure NPKS vulgarisé	5822	4286	2284	2640	2651	2626	1378	1101
" NKS t P (super- triple annuel)	5960	3866	2051	2684	2697	2702	1505	1225
Fumure NKS t P (tri- calcique annuel)	5637	3320	2333	2735	2751	2760	1400	906
Fumure NKS t P (phos- pal annuel)	6270	3859	2385	2643	2777	2655	1230	1208
Fumure NKS t P (phos- phate rie matam annuel)	6085	3712	2604	2808	2734	2605	1454	1127
Fumure NKS t P (tri- calcique tous les 5ans)	6100	3385	2379	2838	2868	2699	1497	1105
Fumure NKS t P (phos- pal tous les 5 ans)	6237	3405	2250	2844	2839	2860	1508	1101
Fumure NKS t P (phos- phate cle matam tous les 5 ans.	6426	3924	2518	2859	2804	2883	1505	1153



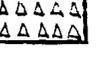
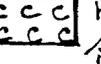
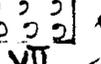
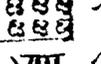
- I  Sols alluviaux halomorphes et hydromorphe.
- II  Vertisols lotomorphes sur marnes, ou schistes.
- III  Minervance bruns et peu évolués, cuirasse, avec inclusion de VI.
- IV  Isochromiques bruns sabarides, ou bruns, rouges sables colluviaux, ou alluviaux.
- V  Ferrugineux tropicaux faiblement lessivés, lessivés de peu sur sables siliceux à l'ouest et gris argilo-sableux à l'est.
- VI  Ferrugineux tropicaux lessivés sans tâches, ou concrétion ferrugineuses au nord avec tâches et concrétions ferrugineuses vers sud, sur sable, ou gris-sable argileux, cuirasse pouvant affleurer.
- VII  Idem précédent avec tâches et concrétions ferrugineuses et parfois pseudogley, sur schistes grisâtres ou gris. Cuirasse pouvant affleurer.
- VIII  Sols ferrallitiques sur gris-sable-argileux.

Fig. 1 CARTE PEDOLOGIQUE SIMPLIFIÉE du SENEGAL au 1/3.000.000 N.B. des sols numérotés IV, V, VI, VII, VIII et II patchés - ment sont essentiellement sableux.