

## REPONSE DU RIZ A LA FUMURE dans la région du Fleuve Sénégal

Par

M. COUEY

Directeur du Secteur de  
Recherches Agronomiques  
du Fleuve Sénégal  
(I.R.A.T.)

S. BOUYER

Chef du Service  
Fertilité et Fertilisation  
des sols  
(I.R.A.T.)

et

R. CHABRCLIN

Chef du Service Riz  
(I.R.A.T.)

F. COURTESSOLE

Adjoint au Directeur du Secteur  
de Recherches Agronomiques du  
Fleuve Sénégal  
(I R A T)

### INTRODUCTION

La station de Richard-Toll située en amont du Delta du Fleuve Sénégal, a entrepris depuis 1948, de nombreuses études sur la fumure du riz. Ces études ont été reprises d'une façon plus systématique en 1954, mais elles restent limitées par l'orientation vers des plus-values moyennes, avec des investissements en engrais à court terme et peu importants. (1) et (2).

Actuellement avec l'accroissement rapide de la population, améliorer la productivité des cultures est devenu une obligation vitale. Dans cette optique, les récents travaux en matière de fertilisation du Riz à Richard-Toll se proposent une amélioration plus complète et plus durable des sols. Les investissements nécessaires seront sans doute coûteux et à plus long terme, le soutien du Gouvernement sera indispensable pour améliorer progressivement le patrimoine foncier national.

### CLIMATOLOGIE

Le climat de Richard-Toll est du type sahélien, avec une pluviométrie faible et relativement irrégulière. La moyenne annuelle (sur quinze ans) est de 323 mm en 24 jours, s'étalant de juin à Octobre. Les limites extrêmes des pluies sont 476,3 mm (1962) et 455,8 mm (1967).

La température moyenne durant cette période est d'environ 29,4° C. Cette température tombe à 10-15° C durant les nuits de janvier et de février, pour atteindre 45 ° C aux heures les plus chaudes de mai à juin.

Les auteurs remercient Monsieur J. DEJARDIN (ORSTOM), MM. J. WEIL et NGUYEN NGOC QUOI (IRAT) pour leur collaboration dans l'interprétation statistique des résultats.

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 13543

L'évaporation moyenne de l'eau est estimée à 7 mm par jour. Les besoins en eau des cultures du casier de Richard-Toll sont presque entièrement couverts par le pompage des eaux du Lac de Guiers au confluent de la Taouey et du Fleuve Sénégal

#### SOLS :

Les rizières de la région de Richard-Toll sont établies sur deux types de sols alluviaux hydromorphes : Les Hollaldés à texture très fine, et les Fondés, moins compacts.

La teneur en argile des Hollaldés par exemple varie de 40 à 60 pour 100 et ils n'y a que des traces de sable grossier.

La teneur en matière organique est faible, souvent inférieure à un pour cent.

Ces terrains sont pauvres en azote, total (0,3 à 0,9 p. 1000) et en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total (0,3 à 0,7 pour 1000) ; le phosphore dit « assimilable » n'existe qu'à l'état de traces.

Par contre la capacité d'échange pour les cations est satisfaisante, et les teneurs en bases échangeables sont élevées : 8 milliéquivalents de Ca, 7 de Mg et 0,7 de K, en moyenne, pour 100 grammes de sol, le taux de saturation varie de 70 à 100 pour 100.

Le pH, qui varie de 5,0 à 6,5 est satisfaisant pour la riziculture.

Le pouvoir fixateur à l'égard du phosphore est élevé : environ 350 p.p.m. de P, ce qui correspond sensiblement à 1600 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> à l'hectare, si l'on estime à 2000 tonnes le poids d'un hectare de terre arable.

Le fractionnement des formes minérales du phosphore du sol, effectué par la méthode de CHANG et JACKSON, a montré que cet élément est surtout fixé par le fer ; c'est d'ailleurs vers cette forme qu'évoluent les phosphates calciques que l'on utilise comme engrais ; ces deux faits, fort pouvoir fixateur et évolution vers la forme P-Fe, peuvent expliquer l'inefficacité de la fumure phosphatée lorsqu'elle n'est pas apportée à très forte dose, malgré la faible teneur du sol.

Ces études analytiques laissent prévoir :

- une réponse très nette à la fumure azotée ;
- la nécessité d'appliquer des quantités très importantes d'engrais phosphatés, si l'on veut qu'ils

incomplets de 9 parcelles, avec une seule répétition. Les coefficients de variation de l'essai vont au cours des années, de 11 à 13 %. Voici la répartition des doses d'engrais dans le temps.

Tableau I

Année	Phosp. Taïba (37% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) en t/ha	Chaux agricoles (en t/ha)	Supertriple (46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (en kg/ha)	Azote (en kg/ha)	Variété de riz cultivé
1963	0 - 1 - 2	0 - 0,5 - 1	0 - 50 - 100	40-80 - 120	Makalioka 823
1964			0 - 50 - 100	40-80 - 120	-d°-
1965			0 - 50 - 100	40-80 - 120	H 821 - 3
1966	0 - 3 - 6	0 - 1 - 2	0 - 50 - 100	50-100- 150	H 821 - 3
Total	0 - 4 - 8	0 - 1,5 - 3	0 - 200 - 400	170-340- 510	

Le phosphate de Taïba et la chaux agricole ont été épandus après la préparation des sols, et enfouis à environ 10-15 cm de profondeur. Toutes les parcelles, à titre de sécurité, ont reçu une dose uniforme de 100 kg/ha de Patantkali et 5 kg/ha de nutramine. Le supertriple est enfoui soit au moment du tallage (1963), soit plus aisément juste avant le semis (1964-1966). Quant à l'azote, les 3/8 de la dose sont épandus au tallage et le reste à la montaison. Notons que cet essai a eu pour antécédents culturaux : Riz (1960) - Jachère (1961) - Jachère (1962).

#### Résultats

De 1963 à 1965, le phosphate tricalcique et la chaux agricole n'ont pas marqué. Seule la réponse à l'azote est positive et linéaire.

En 1966, un second apport de fumure de fond a été effectué de manière à augmenter la concentration en P des solutions, et pallier la faible solubilité des phosphates tricalciques. Les niveaux d'azote ont été également portés à 50 N - 100 N - 150 N/ha. La réponse est positive et de forme quadratique. Par contre, les fumures de fond restent inefficaces. Peut-être faut-il attendre 1967, pour que ces fumures indiquent une différence significative ? En ce qui concerne l'azote, nous avons obtenu les rendements suivants (exprimés en kg de paddy par hectare).

Tableau II

Ses résultats sont cependant intéressants car nous avons affaire à 4 années différentes (climat amé

Tableau IV

N I V E A U	P0	P1	P2	P3	P4
Kg de $P_2O_5$ (1964+1965)	0 + 0	150+150	300+300	450+450	600+600
Rendement en paddy (q/ha)	37,2	38,14	38,14	39,8E	40,09

La réponse à l'azote reste positive, et l'effet est quadratique. L'indice d'efficacité qui est de 20 entre les doses de 30 et 60 N/ha, décroît vers 12 entre les doses de 60 N et 150 N/ha. La rentabilité de la fumure azotée reste cependant assurée.

En troisième année (1966), l'efficacité de N et P est confirmée. De plus, l'interaction NP se trouve pour la première fois significative. Les courbes de réponse à N pour chaque niveau de P, et réciproquement sont données par le tableau 10.

Les résultats de l'analyse de variance indiquent qu'il est possible d'ajuster à la fonction de production une surface quadratique. Les écarts entre valeurs ajustées et valeurs observées ne sont pas significatifs au seuil de 5 %.

Prenons :

$$X = \frac{N}{50} - 2$$

$$Y = \frac{P}{1000} - 2$$

comme nouvelles variables.

Dans les limites de l'expérience, X et Y varient respectivement entre -2 et +2.

La fonction de production est égale à :

$$R(X, Y) = 60,874 + 5,006 X + 2,990 Y - 0,784 X^2 - 0,759 Y^2 - 0,666 XY$$

c'est l'équation d'un paraboloides elliptique

Tableau des rendements ajustés et observés ( ) en q/ha :

Tableau V

		1	2	3	4	5
P	0	36,05 (33,25)	44,74 (44,20)	51,86 (53,00)	57,41 (58,25)	61,40 (61,70)
	1	42,64 (48,90)	50,67 (50,05)	57,13 (55,65)	62,01 (60,00)	65,33 (65,65)
	2	47,73 (45,85)	55,88 (54,85)	60,87 (60,75)	65,10 (64,95)	67,75 (67,20)
	3	51,29 (46,85)	57,98 (59,85)	63,11 (66,55)	66,66 (68,35)	68,65 (66,90)
	4	53,33 (52,10)	59,36 (59,40)	63,82 (66,70)	66,71 (67,45)	68,03 (65,50)

Les courbes de production à un niveau constant d'un des facteurs sont des paraboles.

Pour une production déterminée les éléments N et P satisfont à l'équation

$$R_c(X, Y) = 60,874 - 0,784 X^2 - 0,759 Y^2 - 0,666 XY + 5,006 X + 2,990 Y$$

Les courbes d'isoproduction (ou isoquants) forment donc une famille d'ellipses de centre M (X, Y) projection orthogonale du sommet de la surface sur le plan X, Y.

Ses coordonnées sont :  $X = 2,894$        $Y = 0,700$  en dehors des limites de l'essai

La zone de production irrationnelle (zone où une augmentation du facteur de production entraîne une diminution du rendement) est limitée par les droites d'équation :

$$5,006 - 2 \times 0,784 \times - 0,666 Y = 0 \qquad 2,990 - 0,666 \times - 2 \times 0,759 Y = 0$$

Etant donné l'importance des doses de P2O5 apportées au titre de fumure de fond, l'analyse économique de cet essai qui serait possible sur ces bases mathématiques, n'aurait pas de sens pratique. Elle ne pour-

## Essai n° 3

## Etude des phosphates naturels du Sénégal (AF - 65)

Le seuil d'efficacité de l'action des engrais phosphatés étant provisoirement fixé à 1000 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> par hectare, cette étude a pour but de déterminer le temps au bout duquel les phosphates naturels du Sénégal commenceront à donner des effets positifs, et la pérennité de ces effets.

Les phosphates employés sont :

Le bailyphos (33 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) - les schlamms phosphatés (23 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) - le phosphate de Taïba (37 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) et le phosphal (34 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Les niveaux auxquels ils sont testés sont (en kg/ha) :

Tableau VI (en kg/ha)

1965	0	500	1000	1500
1966	0	500	1000	1500
TOTAL	0	1000	2000	3000

Un apport uniforme de 120 kg d'azote par hectare (1965), et 150 kg d'azote par hectare (1966) est épandu sur toutes les parcelles. Par ailleurs l'essai est placé suivant deux situations : sur parcelles où la paille de la récolte précédente est enfouie, et sur parcelles où elle est brûlée.

Les résultats sont négatifs pour les deux premières années.

Tableau VIII (rendement en kg/ha)

DOSE DE N ANNEE	N1	N2	N3	Témoin sans engrais
1965	4920	5440	5270	4400
1966	5680	6010	6090	5619
Moyenne	5300	5725	5680	5009

En comparant ces résultats avec ceux du même essai en sol hollaldé, on remarque :

- 1° - que les parcelles (témoin) sans engrais en fondé ont un potentiel de production plus élevé qu'en sol hollaldé.
- 2° - que la dose N1 (40 N à 50 N) donne des suppléments de rendements plus importants en hollaldé qu'en fondé.
- 3° - que les rendements maximum sont plus vite atteints en fondé qu'en hollaldé. Les rendements économiques se situent suivant les années, aux environs de 90 N/ha à 100 N/ha, alors qu'ils se trouvent entre 120 N/ha et 150 N/ha en sol hollaldé. Naturellement, dans ce cas aussi ces doses s'adressent aux variétés améliorées répondant bien aux engrais et résistantes à la verse.



Mais l'azote reste le facteur principal du rendement du riz. Il est intéressant d'analyser la fonction de production.

P et N ont respectivement des réponses cubiques et quadratiques. La fonction de production possédant un écart d'ajustement non significatif au seuil de 5 % est au moins du 3ème degré.

Les nouvelles variables :

$$X = \frac{N}{50} - 2$$

$$Y = \frac{P}{1000} - 2 \text{ varient de } -2 \text{ à } +2$$

Cette fonction de production exprimée en kg/ha est égale à

EN CONCLUSION

- 1° - Il semble qu'on puisse corriger la forte carence en phosphore des rizières de Richard-Toll par un apport de 1000 kg de  $P_2O_5$  en sol hollaldé, probablement moins en sol fondé, et que l'efficacité de cette dose soit plus lente à se manifester en sol hollaldé (après 3 ans).
- 2° - Le rendement en paddy en fonction de la dose d'azote reste constamment supérieur au niveau P2 (2000 kg  $P_2O_5$  /ha) à celui du niveau P1 (100 kg  $P_2O_5$  /ha). Il ne semble toutefois pas in-

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 - Rapports annuels du Casier Expérimental de Richard-Toll, par MARTINE P. - MAGNE C - CHATEAU R. - COUEY M.
- 2 - Réponse du riz à la fumure en riziculture aquatique du Sénégal (Richard-Toll). par S. BOUYER , Cl. MAGNE, P. MARTINE -RIZ et RIZICULTURE 2ème-3ème trimestres 1957.
- 3 - Etude pédologique de la station IRAT à Richard-Toll, par BEYE GORA - Archives du C.R.A. de Bamby : août 1966.
- 4 - Contribution à l' étude du statut phosphorique des sols de Madagascar - Influence sur les problèmes de Fertilité, par P. ROCHE - Agronomie Tropicale 1967 n° 3 .
- 5 - Etudes récentes sur la Fertilisation du riz dans le Delta du Sénégal. par M. COUEY - S. BOUYER -