

CN0100318  
p350  
CNRAS

SR/Doc

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
PRIMATURE

1978(14)

7 Ex

SERVICE d'AGROPEDOLOGIE

R A P P O R T            D ' A    C T I V I T E  
Campagne            1977

C.N.R.A. - BAMBEY - S.D.I.
Date <u>26.06.78</u> .....
Numéro <u>039401</u> .....
Mois Bulletin .....
Destinataire <u>SR/Doc</u>

Avril 1978

Station de Recherches Rizicoles de Djibélor

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

## I N T R O D U C T I O N

Le présent rapport d'activité. retrace uniquement les principaux acquis de l'expérimentation agronomique au cours de la Campagne 1977. Les résultats obtenus en chimie des sols submergés feront l'objet d'un rapport additif. Les investigations en matière d'expérimentation au champ, se sont poursuivies dans les trois directions dégagées au cours de la campagne précédente et qui sont : l'étude des techniques de fertilisation azotée, la formulation de fumure d'entretien et l'étude du rôle de la matière organique ou l'amélioration de la fertilité des sols. Les objectifs de ces études sont tous axés sur la recherche de méthodes d'amélioration de l'utilisation par le riz des amendements apportés au sol.

Cette amélioration suppose une limitation des pertes et un meilleur ajustement entre les besoins des plantes et le rythme de libération des éléments minéraux à partir du sol et des engrais. Cette approche a été développée en situation de rizière de plaine avec l'azote à cause de la place particulière que cet élément occupe sur les plans nutritionnel et monétaire. En association avec le phosphore, le potassium et le fumier ou la paille ou le compost, cet élément est également à la base des études menées pour l'amélioration de la fertilité et le maintien de la productivité des sols.

L'hivernage anormal, tant au point de vue du volume que celui de la répartition des pluies, a perturbé en partie le bon déroulement des essais. Les conséquences les plus fâcheuses ont été notées au niveau du dessèchement des rizières de mangrove et celui de la mauvaise alimentation hydrique des plants en rizières de terrasse d'altitudes moyennes à hautes.

Cependant grâce à la participation active de MM. A. BASSINE, G. ARIAL des membres du laboratoire de sol et du service de l'expérimentation, l'essentiel des acquis ont été préservés.

## I. TECHNIQUES de FERTILISATION AZOTEE

L'accroissement récent du coût des éléments fertilisants de base et le ralentissement consécutif de la diffusion des engrais à l'échelle du monde rural, ont suscité un peu partout, la recherche de nouvelles techniques de fertilisation essentiellement basées sur une amélioration dans l'utilisation des engrais par les plantes.

En riziculture aquatique, il a été établi que le devenir de l'azote des engrais est grandement influencé par la présence de l'oxygène dans le sol et par l'importance relative des horizons oxydés et réduits qu'il contribue à créer. Les différentes formes de l'azote minéral ou organique sont soumises dans ces deux horizons à toute une série de réaction d'ordre microbienne le plus souvent d'oxydation et de réduction débouchant sur un entraînement de l'azote hors du sol. Les expérimentations dont les résultats sont analysés ci-dessous, ont pour objectifs : L'évaluation globale et la minimisation de ces pertes, par le biais de la comparaison des effets de différentes sources, méthodes et périodes d'application d'engrais azoté, sur la croissance et la productivité du riz et également sur le cinétique du stock de l'azote minéral dans le sol.

### A/- COMPARAISON DE DEUX FORMES D'ENGRAIS

Les résultats de nombreuses expérimentations de longue durée et des études lysimétriques conduites sous différentes latitudes ont montré que seulement 50 à 60% de l'azote des engrais soluble apportés au sol sont disponibles pour la plante. Dans le cas de l'urée qui s'est avéré être jusqu'à présent la source d'engrais azoté la plus efficace dans nos rizières des pertes importantes par entraînement dans les sols à texture filtrante et à faible complexe absorbant, et par volatilisation sous forme ammoniacal sont à déplorer. Dans l'optique de minimiser ces pertes physiques et biologique, une nouvelle forme d'urée à dissolution contrôlée par une gangue de soufre (SCU) est testée comparativement à l'urée simple.

L'expérimentation qui est à sa quatrième campagne est conduite dans une rizière de transition à texture sablo-limoneuse (pH = 4,3 - MO% = 2,3) suivant un dispositif en bloc avec un arrangement en split plot.

Les traitements principaux sont constitués par les 2 écartements interlignes 17cm et 25cm et les traitements subsidiaires par 3 niveaux d'azote (30, 60 et 90 U/ha) complétés par un témoin absolu et un témoin P.K. Les 8 combinaisons par répétition sont libellés comme suit :

TA = Témoin absolu	T1 = Urée 30 U/ha	T4 = SCU 30 U/ha
To = Témoin P.K.	T2 = " 60 U/ha	T5 = " 60 U/ha
	T3 = " 90 U/ha	T6 = " 90 U/ha

Le développement des plants a été dans l'ensemble normal et équivalent sous les 2 écartements. La notation suivante (Ech.0-10) de la croissance donne une idée des variations obtenues entre traitements.

TA = 5,5	T1 = 7,0	T4 = 6,9
To = 5,6	T2 = 7,2	T5 = 7,2
	T3 = 8,4	T6 = 8,5

...../.....

Le tableau 1 des résultats montre que ces différences sont statistiquement significatives pour les paramètres : densité de tallage/m<sup>2</sup> (+ 2 mois après semis et récolte) et rendement en paddy et paille t/ha. Les plus forts tallages sont observés sous les traitements T3, T4, T6 pour l'écartement 25cm et sous les traitements T5, T1, T3, T6 pour celui à 17cm. Les combinaisons T2, T3, TA pour l'écartement 25cm et T2, Ta pour l'écartement 17cm ont fourni le plus faible tallage. A noter également que la densité de tallage a pratiquement été identique sous les 2 formes d'engrais et que les doses croissantes de N n'ont pas eu l'effet positif escompté. La dose 60kg N/ha d'urée sous les 2 écartements et celle de 60 kg N/ha de SCU sous l'écartement 17cm ont engendré un tallage particulièrement faible.

Talles/m <sup>2</sup> E = 25cm		+ 2 mois E = 17cm		Talles/m <sup>2</sup> E = 25cm		/ récolte E = 17cm	
T2 = 324 a		T2 = 284 a		TA = 370 a	T2 = 306 a		
T5 = 324 a		To = 308 a		T2 = 371 a	To = 340 ab		
TA = 326 a		TA = 350 ab		T5 = 380 a	T4 = 386 abc		
To = 331 ab		T4 = 357 ab		To = 381 a	T4 = 402 bc		
T1 = 380 ab		T5 = 390 b		T1 = 422 ab	T5 = 434 c		
T4 = 425 b		T1 = 392 b		T3 = 478 b	T3 = 450 c		
T3 = 425 b		T3 = 415 b		T6 = 479 b	T1 = 459 c		
T6 = 428		T6 = 419 b		T4 = 495 b	T6 = 465 c		

  

Paddy E = 25cm		t/ha E = 17cm		Paille E = 25cm		t/ha E = 17cm	
To = 2,79 a		To = 2,94 a		TA = 3,48 a	TA = 3,09 a		
TA = 3,11 ab		TA = 2,99 a		To = 3,48 a	To = 3,37 a		
T4 = 3,77 bc		T4 = 3,65 b		T1 = 4,98 b	T1 = 5,21 b		
T5 = 3,86 cd		T1 = 3,87 bc		T5 = 5,35 bc	T4 = 5,24 b		
T1 = 3,91 cd		T5 = 4,16 bcd		T4 = 5,65 bc	T2 = 6,14 bc		
T6 = 4,45 cde		T2 = 4,36 cd		T2 = 5,90 bcd	T3 = 6,19 bc		
T2 = 4,50 dc		T6 = 4,45 cd		T3 = 6,52 cd	T5 = 6,49 c		
T3 = 4,61 c		T3 = 4,75 d		T6 = 6,92 d	T5 = 6,75 c		

Tableau : 1

Il n'y a pas eu de différences notables de rendements entre les 2 écartements. Par contre celles entre traitements subsidiaires ont été hautement significatives ; l'azote ayant eu un effet très positif sur l'accroissement de la production en matières sèches. Par rapport au témoin P.K, l'urée a augmenté en moyenne, les rendements en paddy de près de 42% contre 33% pour le SCU. La réponse aux doses croissantes de N a également été positive sous les deux écartements avec un niveau optimum proche de 90 U/ha. Les rendements en paille conduisent aux mêmes constatations à une différence près.

.../...

Le SCU induit pour ce paramètre des niveaux de production légèrement supérieurs (4,3% en moyenne) à ceux de l'urée. On peut noter par ailleurs l'effet simple de l'azote sur ces rendements et encore plus marqué avec notamment des plus values par rapport au témoin P.K de 72 et 77% respectivement pour l'urée et le SCU.

La cinétique de  $N-NH_4$  du sol suivi pendant la période de culture (Fig 10) montre logiquement des niveaux de N minéral plus élevés dans les traitements à SCU, toutefois l'écart observé va en diminuant dans le temps et s'annule après 10 semaines de submersion. Ces niveaux de  $N-NH_4$  sont en moyenne supérieurs à ceux notés sous le témoin absolu. Les concentrations relativement élevées, observées sous le témoin P.K. 8 semaines après l'installation des cultures, tiennent probablement à la fois d'une phase de minéralisation plus étalée, couplée d'une faible demande par les plantes. Aucun effet doses croissantes de N sur les concentrations de  $N-NH_4$  du sol n'a été observé sous aucun écartement.

La supériorité d'une forme sur l'autre est difficile à déterminer avec précision de nos résultats, à cause de leurs fortes variations saisonnières observées dans l'expression des rendements. L'analyse pluriannuelle des rendements en paddy t/ha obtenus en contre saison et en hivernage (tableau 2) en donne une illustration. Toutes proportions gardées les performances de l'urée se révèlent bien meilleures en hivernage et celles du SCU en contre saison. Si les causes des différences observées dans les niveaux de production entre saison, peuvent être imputées à des facteurs exogènes (températures, lunimosité) les raisons des différences d'action saisonnières des sources de N ne sont pas clairement comprises.

Contre Saison		Hivernage	
TA = 4,75	a	To = 2,97	a
TO = 5,17	ab	TA = 3,09	ab
T1 = 5,53	abc	T1 = 3,51	abc
T4 = 5,69	bc	T4 = 3,68	c
T2 = 5,77	bc	T5 = 3,70	c
T3 = 6,12	cd	T2 = 3,95	cd
T5 = 6,23	cd	T6 = 4,19	de
T6 = 6,79	d	T3 = 4,51	e

Tableau : 2

Le taux de dissolution du SCU est selon la TVA variable en fonction de la température, de la gestion de l'eau et de l'activité biologique dans le sol mais largement indépendant du pH et de l'intensité du lessivage.

Dans le cadre de nos résultats, la supériorité globale du SCU (évalué à + 4% pour les rendements en paddy) sur l'urée, ne semble pas constituer un argument de substitution suffisant. Les résultats mettent toutefois en lumière les possibilités d'amélioration dans l'utilisation de l'urée.

.../...

B/ METHODES d'APPLICATION de l'UREE

Les pertes d'azote par volatilisation directe, par dénitrification et par entraînement mécanique hors de l'horizon de labour, après application d'engrais azotés sont en riziculture aquatique des phénomènes courants. Ces pertes globales ont été évaluées entre 20 et 40% en Inde, au Japon, aux Philippines et aux U.S.A. Pour le cas particulier de l'urée, il a été établi que l'application en surface, des niveaux d'apport élevés, une faible capacité d'échange cationique du sol, des températures élevées, et une couverture végétale, accentuaient les risques de pertes par dénitrification après que l'engrais se soit hydrolysé en ammonium et en nitrate. Ces pertes prennent place rapidement dans le sol, 2 à 4 semaines après application.

Le propos de la présente expérimentation est l'évaluation globale de ces pertes dans nos rizières filtrantes et de leurs repercussions sur la productivité. La méthode usuelle d'application de l'engrais azoté en surface (2 mois après semis dans cet essai) est comparée à celle d'un glissement à 10cm de profondeur de l'urée piagée à l'intérieur de boulettes de terre, les traitements suivants ont été comparés dans une rizière sableuse et acide suivant un dispositif de blocs randomisés.

TA = Témoin absolu	T1 = 60 U/ha de N en profondeur
To = Témoin P.K	T2 = 100 U/ha de N en profondeur
	T3 = 60 U/ha de N en surface
	T4 = 100 U/ha de N en surface

Abstraction faite des signes de carence en azote dans les témoins et de la verse notée dans le traitement T2, la croissance a été quasiment normale. Elle a été fortement influencée par la présence de l'azote comme le souligne le tableau des notations (sur 10) ci-dessous

TA = 6,5	T1 = 8,7	T3 = 8,5
To = 7,4	T2 = 8,9	T4 = 8,4

Cet effet de l'azote est dans le tableau N°3 des rendements en paddy et paille et de la densité de tallage, très hautement significatif.

Talles/m <sup>2</sup> +2mois	Talles/m <sup>2</sup> récolte: Paddy t/ha		Paille t/ha
TA = 298 a	To = 358 a	To = 2,63 a	TA = 3,69 a
TO = 306 a	TA = 388 a	T-L = 2,70 a	TO = 4,21 a
T3 = 407 b	T4 = 502 b	T3 = 3,35 b	T3 = 5,18 b
T1 = 40Y b	T1 = 505 b	T4 = 3,52 b	T4 = 5,97 b
T4 = 413 b	T3 = 533 b	T1 = 3,76 b	T1 = 6,87 c
T2 = 477 b	T2 = 592 b	T2 = 4,02 b	T2 = 7,38 c

Tableau : N°3

.../...

Pour le densité de tallage et les rendements en paddy, les traitements ayant reçu de l'azote sont statistiquement équivalent entre eux et significativement supérieurs aux témoins. On peut toutefois retenir dans la supériorité arithmétique du placement en profondeur et réponse positive des doses croissantes de N sous ces traitements. Une plus valeur de 13% sur la production en grain est obtenu avec le placement par rapport à l'application en surface. Les rendements précisent plus nettement la supériorité du placement en profondeur ; les différences observées entre les traitements T1 T2 et T3 T4 étant hautement significatives. Les teneurs en azote ammoniacal du sol sont augmentés de près de 97% et 54% par rapport au témoin P.K. respectivement pour le placement en profondeur et l'apport en surface. Aucun effet doses croissantes n'a été observé sur les teneurs en N-NH<sub>4</sub>, ce qui a conduit à la représentation des valeurs moyennes sur la Fig 16. 1b

On peut noter en conclusion, que la supériorité du placement en profondeur sur celle de l'apport en surface a été observé avec une intensité variable dans tous comportements testés. La plus valeur se chiffre à 7% sur la densité de tallage, 13% sur les rendements en paddy ; 30% sur ceux en paille et 28% sur enrichissement du Stock en N-NH<sub>4</sub> du sol. Des questions restent posées sur la nature exactes de ces pertes et la mise au point de méthodes pratiques de luttés.

#### C/ PERIODES D'APPORT de L'UREE

Le fractionnement de l'urée au tiers, 1, 4 et 8 semaines après repiquage est actuellement la seule méthode d'apport de l'azote en couverture, proposée aux services de développement rural, pour toutes les situations de la riziculture aquatique. Or il a été établi que le temps et la méthode d'apport de l'engrais, pour n'importe quelle variété, dépendent essentiellement de la texture du sol, de sa perméabilité, de son activité biologique et des méthodes de gestion de l'eau. D'autre part l'étude de la cinétique de l'azote minéral dans nos rizières, a mis en évidence une importante phase de minéralisation nette durant les 3 et 4 premières semaines qui suivent la submersion. L'apport d'azote durant cette période peut dans certains types de sols, provoquer ou accentuer les pertes par entraînement ou par échanges gazeux. Pour répondre à des préoccupations d'économie, l'objectif de cet essai est de rechercher la période d'apport de l'urée qui assure l'utilisation la plus efficace de N (sol et engrais) par le riz. Les cinq traitements ont été testés dans 2 types de rizières différenciées par leur texture et leur fertilité naturelles :

- Rizière sableuse de plaine (pH= 4,6- MO%=2,3; C.E.C=1,15meq/100g
- Rizière argileuse de bas-fond (pH=4,8; MO%=6,0; C.E.C= 11,68 meq/100g.

To = Témoin absolu

T1 = Apport global de 100U/ha de N 3 semaines après repiquage

T2 = Apport global de 100U/ha de N 4 semaines après repiquage

T3 = fractionnement de 100U/ha de N au 1/3, 1, 4, 8 semaines après repiquage

T4 = fractionnement de 100U/ha en 1/2, 1/4, 1/4; 1, 4, 8 semaines après repiquage.

T5 = fractionnement de 100U/ha en 1/4 1/2 1/4; 1, 4, 8 semaines après repiquage.

.../...

Les résultats recueillis (tableau 4) montrent des réactions des différents traitements dans les 2 rizières. On peut noter à première approche que le fractionnement semble rester la technique la plus efficace dans les rizières à texture fine de bas-fond, tandis que l'apport massif de l'azote juste après le pic de minéralisation procure les meilleurs résultats dans les sols sableux de plaines.

	Tal.m2/+2mois	Tal.m2.récolte	Poids 1000 grains	Paddy t/ha	Paille t/ha
R. de Bas-Fond	T1= 200 a	T1 = 219 a	T1 = 29,1 a	T2 = 5,19 a	T2 = 4,39 a
	T3= 204 a	T3 = 225 a	To = 29,5 a	T1 = 5,35 a	To = 4,42 a
	T4 = 205 a	T4 = 227 a	T3 = 29,7 a	To = 5,56 a	T1 = 4,44 a
	To = 206 a	T2 = 227 a	T2 = 29,9 a	T5 = 6,04 a	T5 = 4,68 a
	T2 = 207 a	To = 229 a	T4 = 30,1 a	T4 = 6,10 a	T4 = 4,85 a
	T5 = 223 b	T5 = 253 b	T5 = 30,3 a	T3 = 6,23 a	T3 = 4,87 a
R. de Plaine	T3= 169 a	T3= 180 a	To= 24,0 a	T3= 2992 a	To= 2,63 a
	To= 177 a	To= 188 a	T3= 24,5 a	To= 2,98 a	T4= 2,63 a
	T5= 186 a	T2= 197 a	T5= 24,8 ab	T4= 3,05 ab	T3 = 2,68 a
	T4= 188 a	T5= 203 a	T1= 25,0 ab	T5= 3,38 bc	T1= 2,85 a
	T2= 188 a	T4= 203 a	T4= 25,0 ab	T1= 3,52 e	T5 = 2,68 a
	T1= 1.96 a	T1= 205 a	T2= 26,2 b	T2= 3,52 e	T2 = 2,88 a

1/ Dans la rizière argileuse de bas-fond aucune différenciation dans la croissance n'a été observée entre traitements, crédités tous d'une note de 8,5. La mesure de la densité de tallage montre également une égalité entre traitements, à l'exception du T5 qui est significativement supérieur aux autres. Aucune différence statistique entre traitements n'a été observée pour le poids des 1000 grains, et les rendements en paddy et paille. Toutefois pour tous ces paramètres, le fonctionnement se montre arithmétiquement supérieur à la méthode d'apport global. La cinétique de N-NH<sub>4</sub> dans le sol (Fig 2b) montre sans équivoque, les différences de contribution moyennes en N-NH<sub>4</sub> sous le T3 (traitement au 1/3) sont par exemple 2,9 et 2,2 fois plus importantes que respectivement sous le témoin et sous l'apport global à 4 semaines. (voir tableau des coefficients multiplicateurs des teneurs de N-NH<sub>4</sub> ci-dessous

	To	T2	T4
T2	1,3	-	
T4	2,3	1,7	-
T3	2,9	2,2	1,2

.../...

En réalité il est difficile d'expliquer ces différences observées entre traitements. Aucune corrélation directe, entre les valeurs de  $\text{NH}_4\text{-N}$  et les niveaux des paramètres mesurés ne peut être établie. Mais il serait surtout intéressant de pouvoir décerner l'importance relative des processus d'enrichissement (sol atmosphère et engrais) et d'appauvrissement (denitrification et volatilisation directe) pour une meilleure approche du problème.

2/ Sur rizière sableuse, le tableau n°4 des résultats ne montre une ségrégation dans les traitements que pour les paramètres : Poids des 1000 grains et rendement en paddy. Aucune différence statistique entre traitement n'a été pour la densité de tallage et la production de paille. Le développement des plants relativement médiocre a été noté 6,5 pour le témoin et 7.0 pour le reste. Le fractionnement au 1/3 a généralement produit, avec le témoin les moins bons résultats tandis que l'apport global de N a 3 ou 4 semaines ont été les plus efficaces. Aucune relation directe ne semble exister entre ces résultats et ceux recueillis pour la cinétique de l'azote ammoniacal dans le sol (Fig 2a). Contrairement aux observations de la campagne précédente, les concentrations moyennes de  $\text{N-NH}_4$  ont cette année étaient plus élevées sous les traitements avec fractionnement (voir tableau ci-dessous des coefficients multiplication entre traitement)

	To	T2	T3
T2	1,03	-	
T3	1,17	1,14	-
T4	1,23	1,17	1,03

L'effet quasiment nul (3%) de l'apport global de N sur la cinétique de  $\text{NH}_4\text{-N}$  est probablement lié à l'allure spéciale de l'hivernage durant cette campagne (en relation avec la texture, et la fluctuation de la nappe).

L'analyse pluriannuelle des rendements en paddy (t/ha), reportée au tableau 5, reste dans le cadre des tendances dégagées par les résultats de cette année et conduit aux conclusions suivantes :

RIZIERE de Bas-fond			RIZIERE de Plaine		
T2	=	5,59 a	T3	=	2,95 a
T1	=	5,65 ab	T4	=	3,08 a
To	=	5,77 ab	T5	=	3,17 a
T5	=	6,06 ab	To	=	3,18 a
T3	=	6,10 b	T1	=	3,61 b
T4	=	6,12 b	T2	=	3,76 b

...../.....

En condition de rizière à texture fine et généralement dotée d'un potentiel de fertilité satisfaisant, la méthode de fractionnement de l'azote en trois (au 1/3 ou 1/4 1/2 1/4) visant à satisfaire aux besoins du point de riz est la plus efficace. Sur rizière filtrante de plaine (pauvre en matières organiques et faible C.E.C) l'apport massif de l'azote tout juste après la contribution du sol au pool de N-minéral (3 à 4 semaines après submersion) semble être la meilleure technique d'apport.

#### D/ CONCLUSIONS :

Bien que n'enveloppant un<sup>qu'un</sup> champ limité, ces investigations sur l'amélioration de l'utilisation des engrais azotés en riziculture aquatique permettent de préciser les différences de nature et de technique d'approche pour une fertilisation adéquate entre rizière de plaine et rizière de bas-fond.

En riziculture de bas-fond où un bilan complet de l'azote reste à faire (évaluation de la fixation et des pertes par dénitrification et volatilisation), l'apport de 60U de N/ha sous forme d'urée fractionnés en 3 fois (au 1/3 au 1/4 1/2 1/4) constitue une information de départ intéressante pour les études sur l'économie de l'azote.

En rizière de plaine, outre le faible niveau du Stock de N minéral, il a été observé que des pertes relativement importantes (en azote et en productivité) pouvaient intervenir lors du placement de l'urée en surface. L'apport massif de l'urée (90 à 100 U/ha) 3 à 4 semaines après submersion assure, dans le cadre de cette méthode de placement en surface, la meilleure utilisation de N (engrais) par le riz. Quelque soit le type de rizière, il semble que l'on puisse améliorer l'efficacité de l'urée (en limitant les pertes) en l'exposant le moins possible à l'oxydation. L'établissement d'un bilan complet du flux de l'azote dans le système plante-sol-eau est probablement une étape importante pour l'établissement de techniques pratiques et économiques.

## II : FORMULATION de FUMURES d'ENTRETIEN

La riziculture aquatique en Basse Casamance, se rencontre essentiellement dans deux sites fortement différenciés par la nature et les potentialités agronomiques de leurs sols.

\* Le premier type, représente les conditions de riziculture de bas-fond. Il englobe toutes les rizières situées à l'intérieur des vallées intérieures et par extension celles surtout le plateau continental Terminal. Ces rizières, du fait de la texture fine de leur sol et de leur fertilité naturelle élevée, constituent la situation la plus favorable pour l'obtention de hauts rendements. Suivant la hauteur (h) de la lame d'eau on les regroupe en rizières faiblement noyées (h 30cm) et rizières à immersion profonde (h 30cm). Les expérimentations agronomiques antérieures ont déterminés des possibilités d'amélioration de la production basées sur le recyclage de la paille et l'utilisation de l'azote et du potassium.

+ Le second type de riziculture aquatique est celui pratiqué dans les terrasses moyennes à basses de plaine, le long de la Casamance et de ses affluents. Cette zone d'extension plus large est formée de sols sableux à argileux d'origine fluviomarine. Les contraintes les plus courantes liées à ces sols sont : l'acidité, la forte charge en toxines diverses (sels solubles, aluminium, fer . . . .) et le faible niveau de fertilité. Phosphore, azote, potassium et silice sont dans l'ordre décroissant, les éléments minéraux limitant la croissance normale du riz dans ces sols.

\* Un troisième type très marginal, limité à la zone des mangroves, vient s'ajouter à ces 2 formes. Ce type de riziculture aquatique salée qui a souffert de la persistance de la sécheresse, connaît un regain d'intérêt avec les nouveaux projets de construction de barrage-écluses et d'aménagement des terres salées. Dans ces trois situations ainsi décrites, l'objectif principal de l'expérimentation en cours est la redéfinition des conditions de fumure d'entretien et la mise à jour de la formule unique 8-18-27 proposée au développement.

### A/ CAS des RIZIERES de bas-fond :

Dans cet essai conduit sur une rizière acide de thalweg (pH = 4.7; Arg = 44% ; M.O = 5,8%) les 7 traitements ci-dessous combinant fumure minérale (engrais simple) et amendement organique (6 t/ha de paille) ont été testés dans un dispositif de bloc, avec la variété IR8

TO =	Témoin	T4 =	60N - 40P - 40K
T1 =	60X - 40P	T5 =	60N - 40P - 40K + paille
T2 =	60N - 40K	T6 =	100N - 80P - 50K
T3 =	40P - 40K	T7 =	100N - 80P - 50K + paille

Les résultats obtenus au cours de cette seconde campagne (Tableau 9) confirment l'intérêt à court terme d'un enfouissement des pailles et montrent pour la première fois un effet positif du potassium :

.../...

Tal./m <sup>2</sup> /+2mois	Tal./m <sup>2</sup> .récolte	Poids 1000 grains	Paddy/t/ha	Paille t/ha
To= 303 a	To = 348 a	T0= 27,7 a	To= 3,14 a.	To= 3,73 a
T1= 329 ab	T1 = 383 ab	T1= 27,8 a	T1= 3,60 b	T3= 4,73 b
T4= 335 ab	T4 = 384 ab	T6= 29,6 ab	T3= 4,04 b	T1= 4,87 b
T3= 363 abc	T3 = 402 abc	T2= 30,4 ab	T6= 4,12 b	T2= 5,19 bc
T2= 386 abcd	T2 = 441 bcd	T4= 30,5 ab	T4= 4,20 b	T4 = 5,54 bc
T5= 391 bcd	T5 = 456 bcd	T3= 31,2 bc	T2= 4,21 b	T6= 5,70 bc
T6= 428 cd	T6 = 476 cd	T5= 31,5 bc	T5= 4,79 c	T5= 6,11 cd
T7= 450 d	T7 = 521 d	T7= 32,1 c	T7= 5,09 c	T7= 6,72 d

Tableau : n° 9

Par ailleurs la combinaison N.P et le témoin constituent au niveau de tous les paramètres analyses, les traitements les plus médiocres. La notation de la croissance reportée ci-dessous, confirme en partie ces indications

To = 7,4	T4 = 8,1
T1 = 7,9	T5 = 8,3
T2 = 8,0	T6 = 8,2
T3 = 8,0	T7 = 8,4

L'analyse de la densité de tallages/m<sup>2</sup> a fait ressortir des différences entraînement hautement significatives, avec notamment une supériorité des combinaisons à fortes doses de NPK (T6 et T7). Les traitements T3, T2 et T5 dans un ordre de performance croissant, forment un groupe intermédiaire entre les traitements à fort tallage (T6 et T7) et ceux à faible densité (T4, T1 et To).

Pour le poids des 1000 grains et les rendements en paddy et paille on peut noter que l'incorporation de paille dans les T5 et T7 a eu un effet hautement significatif sur le remplissage des grains et la productivité. Les traitements T1, T2, T3, T4 et T6 ont été dans l'ensemble quasiment équivalents entre eux et significativement supérieurs au témoin (exception faite pour T1 dans le poids de 1000 grains).

La comparaison des rendements en paddy entre les combinaisons binaires T1, T2 et T3 et celle ternaire T4 a montré une contribution pour l'accroissement de la production de l'ordre de 0, + 4% et + 17% respectivement pour P, N et K contre 0, + 5% et - 6% la campagne précédente. La médiocrité des résultats enregistrés sous la combinaison NP constitue également une modification par rapport à la campagne précédente.

Bien que cette expérimentation nécessite plus de recul pour qu'une conclusion puisse être tirée, on peut déjà noter que la formulation 60N-40P-40K (proche de celle actuellement utilisée par la vulgarisation : 61N-36P-54K associée à un recyclage des récoltes, constitue probablement la recommandation la plus intéressante.

.../...

B/ Cas des Rizières de Plaine peu à moyennement acides

Les quatre sites choisis pour cette expérimentation ont pour point commun : l'origine alluviale et la texture relativement grossière de leurs sols et des potentialités agricoles limitées. Ils diffèrent essentiellement par leur régimes hydriques et leur degré d'évolution.

1/ RIZIERES DE "Transition" sur terrasses basses

Les 8 traitements ci-dessous :

To = Témoin                      T4 = 100N - 40P - 50K  
 T1 = 100N                        T5 = 60N - 40P - 50K  
 T2 = 100N - 40P                T6 = 100N - 40P - 80K  
 T3 = 100 N- 50K                T7 = 100N - 40P - 20K + 6t/ha de paille

ont été testés dans un dispositif en blocs, (variété DJ 684D) dans 2 rizières acides de plaines dont les caractéristiques analytiques sont les suivantes :

\* Rizière de la plaine de "Casamance" : sables totaux 78% ;  
 pH = 4,1 ; M.O = 0,9%

+ Rizière de la plaine de "Kamobeul" sables totaux 68% ;  
 pH = 3,9 ; M. O = 1,1%

Les résultats obtenus sur ces 2 anciens sols de faune (tableau 10) montrent d'importantes différences dans les niveaux de production, liées très probablement à sa remanence de traces de sels et d'importantes quantités de toxines (fer, aluminium) dans la rizière de Kamobeul.

Les tendances dégagées par l'analyse statistique des résultats, rapprochent les 2 rizières sur 2 points :

+ Celui de l'importance de la place du phosphore dans la formulation binaire (N.P) et Ternaire (NPK)

\* Celui du manque d'effet de l'azote apporté seul ou en association avec K. Dans la plupart des combinaisons, la présence de K deprime les plus values de rendements obtenus avec PK.

La principale différence dans ces 2 rizières pour un traitement de même rang se situe au niveau du T7. La présence de paille dans ce traitement affecte sérieusement le remplissage des graines et le rendement en paddy dans la rizière de "Casamance".

! Tal.m2 +2mois	! Tal.m2. récolt	! Poids 1000 grain	! Paddy (t/ha)	! Paille (t/ha)
!	!	! gr	!	!
! To= 368 a	! To= 404 a	! T3= 24,53 a	! T5= 3,23 a	! To = 4,16 a
! T1= 393 ab	! T1= 443 ab	! To= 25,23 ab	! T1= 3,61 ab	! T5 = 4,22 a
! T3= 417 abc	! T3= 473 abc	! T7= 25,24 ab	! T7= 3,71 ab	! T3 = 4,40 ab
! T5= 438 abc	! T4= 485 abc	! T1= 25,30 ab	! To= 3,81 ab	! T6 = 4,77 abc
! T4= 447 bc	! T5= 487 abc	! T2= 25,71 ab	! T3= 3,82 ab	! T1 = 4,84 abc
! T2= 455 bc	! T2= 511 bc	! T4= 25,93 ab	! T6= 4,04 ab	! T2 = 5,15 abc
! T6= 568 bc	! T6= 516 bc	! T5= 26,24 b	! T4= 4,48 b	! T7 = 5,51 bc
! T7= 484 c	! T7= c	! T6= 26,51 b	! T2= 4,56 b	! T4 = 5,73 c

Suite

Tal.m <sup>2</sup> /+2mois	Tal.m <sup>2</sup> /récol	Poids 1000grains gr	Paddy(t/ha)	Paille (t/ha)
T1=225 a	T1= 272 a	T3= 23,66 a	T3= 1,06 a	T1= 2,31 a
To=231 a	To= 294 ab	T2= 24,16 a	To= 1,10 a	T3= 2,36 a
T3= 256 ab	T3= 300 abc	To= 24,62 ab	T1= 1,15 a	To= 2,51 a
T6= 313	T6= 363 bcd	T5= 24,94 ab	T2= 2,02 b	T5= 4,01 b
T4= 343 bc	T2= 382 bcde	T1= 25,07 ab	T4= 2,14 bc	T2= 4,23 b
T2= 347 bc	T4= 389 cde	T6= 25,23 ab	T5= 2,27 bc	T6= 4,35 b
T7= 369 c	T7= 426 de	T4= 25,27 ab	T6= 2,27 bc	T4= 4,96 bc
T5= 403 c	T5= 453 e	T7= 25,99 b	T7= 2,72 c	T7= 5,88 c

Les différences entre traitements ont été hautement significatives dans les deux rizières pour la densité de tallage/m<sup>2</sup>. Les pôles extérieures sont occupés par les traitements T<sub>0</sub> et T<sub>1</sub> pour le plus faible tallage et T<sub>7</sub> pour le plus fort tallage. Les autres traitements occupent une position intermédiaire avec un rang variable (à noter que la combinaison NK se rapproche davantage du pôle faible tallage).

Cette combinaison NK produit dans les deux rizières le plus faible poids de 1000 grains. Le meilleur remplissage est observé sous les traitements T<sub>5</sub> et T<sub>6</sub> pour la rizière de Casamance (à rappeler l'effet depressif de l'incorporation de paille) et sous le T<sub>7</sub> dans la rizière de Kamobeul. Pour les rendements en paddy, les traitements regroupés en 3 classes d'efficacité, montrent des différences marquées entre rizières

T<sub>5</sub> < T<sub>1</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>0</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>6</sub> < T<sub>4</sub>, T<sub>2</sub>  
 T<sub>3</sub>, T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub> < T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> < T<sub>7</sub>

Dans la rizière de "Casamance" seule les combinaisons 100N- 40P et 100N- 40P - 50K retiennent l'attention. Les autres sont soit équivalents soit inférieurs au témoin. L'adjonction de paille dans cette rizière a dû favoriser une importance immobilisation de l'azote et d'autres éléments minéraux nutritifs, au moment de la fructification, ce qui expliquerait ce mauvais remplissage des grains et le faible rendement en paddy du T<sub>7</sub>.

Dans la rizière de Kamobeul, les traitements T<sub>0</sub>, N, et NK se sont montrés très nettement inférieurs aux autres, parmi lesquels le T<sub>7</sub> (incorporation de paille) domine. L'hypothèse d'une turnover plus rapide de l'azote est à retenir pour cette rizière (malgré les conditions de milieu plus insalubres pour l'activité biologique). Pour les rendements en paille, le même mode de classement regroupe les traitements T<sub>0</sub> et T<sub>3</sub> dans le pôle de faible production et les T<sub>4</sub> et T<sub>7</sub> dans le pôle forte production de paille.

L'analyse pluriannuelle des rendements en paddy (t/ha) sur 4 campagnes pour la rizière de "Casamance" et sur 3 campagnes pour celle de Kamobeul.

////// /

Rizière de "Casamance"

To =	3,90	a
T1 =	4,02	ab
T5 =	4,02	ab
T3 =	4,10	ab
T7 =	4,25	b
T6 =	4,30	b
T4 =	4,75	c
T2 =	4,85	c

Rizière de "Kamobeul"

T1 =	1,05	a
To =	1,10	a
T3 =	1,36	a
T2 =	2,40	b
T5 =	2,43	b
T6 =	2,53	bc
T4 =	2,61	bc
T7 =	3,04	c

est donné dans le tableau ci-dessus.

On peut noter dans les 2 cas le peu d'intérêt des traitements To, T1 et T3. La combinaison 100N- 40P - 50K est celle qui a l'efficacité moyenne la meilleure dans les 2 sites. Comparée aux traitements T2, T3, T4, elle permet de dégager la contribution de chacun des éléments fertilisants de base à l'accroissement des rendements. (tableau cidessous).

	! R. "Casamance" !	! R. "Kamobeul" !
N	+ 18%	+ 7,5%
P	+ 16%	+ 96%
K	- 2%	+ 8%

Los différences de réaction dues à l'incorporation des pailles sont très probablement liées à des variations dans l'activité microbienne, en relation avec la texture et la fertilité initiale. L'adjonction d'une forme plus évoluée de la matière organique doit permettre dans le cas de la rizière dite de "Casamance" une amélioration de la performance de la combinaison 100N - 40P - 50K. Cette formulation plus sécurisante doit être préférée à la combinaison 100N- 40P qui a également donné d'excellents résultats.

En conservant la formulation actuelle (8-18-27) la méthode de fertilisation suivante peut être proposée :

- a/ Amendement tricalcique triannuelle à raison de 400kg/ha
- b/ Recyclage des résidus de récolte (soit directe avec le labour de fin de cycle pour les rizières à texture relativement fixe, et soit par le biais du fumier ou du compost)
- c/ Enfouissement de 200kg de 8-18-27 au moment de la préparation des sols.
- d/ Apport en couverture de 160- 180 kg d'urée (enfouie à préférence) à un mois après submersion.

.../...

2/ RIZIERES sableuses de Terrasses moyennes à hautes

Les sols de ces terrasses adossés au plateau Continental terminal d'altitude moyenne de 6 à 8m sont à dominance sableuse (sables totaux 90%) acides (pH : 5 à 6) et peu fertile (M.O. 2% et C.E.C. 1 m.eq/100gr). Dans un dispositif en bloc et un arrangement en factoriel, 3 sources de matières organiques X 2 niveaux d'engrais minéral ont été testés

Engrais matières organiques	0	60N-40P	60N-40P-50K
0	To0 = 6,3	T10 = 7,3	T20 = 7,2
Fumier 4t/ha	To1 = 6,5	T11 = 7,6	T21 = 7,3
Compost 4t/ha	To2 = 6,4	T12 = 7,6	T22 = 7,4
Paille 6t/ha	To3 = 5,8	T13 = 7,5	T23 = 7,2

La très grande variabilité observée dans les résultats (CV 30%) rend aléatoire leur interprétation. Elle est très probablement liée aux mauvaises conditions de l'alimentation hydrique, provoquée par l'insuffisance et l'irrégularité des pluies. La notation de la croissance (tableau ci-dessus) montre cependant d'importants écarts entre les traitements ayant reçu une fumure minérale (NP ou NPK) et ceux n'en n'ayant pas reçu. On pourrait également souligner le léger effet dépressif de la paille en absence de source azotée, pour cette notation et pour la densité de tallage (tableau 11 ci-dessous). Concernant la production de grains on peut retenir les indications suivantes :

Tal./m <sup>2</sup> + 2 mois	Tal.m <sup>2</sup> /récolte	Paddy (t/ha)	Paille (t/ha)
To3 = 241	T3 = 274	To0 = 1,29	To0 = 3,83
To1 = 277	To0 = 304	To1 = 1,62	To3 = 3,92
To0 = 280	To1 = 306	To3 = 1,89	To2 = 4,52
To2 = 301	To2 = 344	To2 = 2,25	To1 = 4,54
T13 = 361	T13 = 392	T20 = 2,61	T10 = 4,89
T10 = 370	T22 = 407	T10 = 2,64	T20 = 5,02
T12 = 379	T10 = 408	T13 = 2,74	T23 = 5,94
T11 = 395	T23 = 421	T22 = 2,82	T21 = 6,02
T23 = 406	T11 = 433	T12 = 2,83	T13 = 6,09
T12 = 426	T12 = 468	T23 = 2,85	T22 = 6,16
T20 = 452	T21 = 492	T11 = 3,43	T12 = 6,23
T21 = 453	T20 = 525	T21 = 3,44	T11 = 6,57

.../...

a/ L'engrais minéral a eu un effet positif sur l'accroissement des rendements (toutefois pas de différences entre les combinaisons BP et NPK). La contribution moyenne de NP a été évaluée à 1,58 t/ha dans le cas du fumier, 0,96 t/ha dans le cas du compost et 1,10 t/ha dans celui de la paille.

b/ On a également enregistré un effet positif des 3 sources de matières organiques mais à une amplitude bien plus faible comme le montre le tableau ci-dessous :

	Effet simple	Interaction avec NP
Fumier	0,56 t/ha	0,24 t/ha
Compost	0,57 t/ha	< 0
Paille	0,34 t/ha	< 0

c/ Seul le fumier a eu une interaction positive avec l'engrais minéral.

Ces résultats confirment en partie, ceux obtenus la campagne précédente sur rizière sableuse de transition. La fumure minérale apportée à un niveau de 60N - 40P suffit à provoquer une correction temporaire de la déficience en éléments minéraux et tend à masquer les effets simples ou associés de la matière organique. Cette expérimentation mériterait d'être reprise dans un contexte climatique plus favorable, pour mieux préciser l'intérêt de ces amendements organiques.

### 3/ RIZIÈRES sableuses de mangrove

La riziculture aquatique en zone salée est très fortement tributaire du volume et de la répartition des pluies qui règlent le dessalement des sols et les conditions de culture.

Les conséquences du médiocre hivernage 1977 (P:1000mm) ont été le maintien d'une forte pression saline dans la rizière (Fig 3) durant toute une bonne partie du cycle, et la baisse du niveau moyen de production de près de 50% par rapport à la campagne précédente. Rappelons que les 8 combinaisons suivantes ont été reconduites dans dans une rizière de mangrove à texture sableuse (pH = 6,7 - M.O = 2,1% - C/N = 43) dans un dispositif en bloc avec la variété ROK 5.

To = Témoin	T3 = 30P
T1 = 60 N	T4 = 60 P
T2 = 80 N	T5 = 60N - 30P
	T6 = 80N - 60P
	T7 = 60N - 30P - 30K
	T8 = 80N - 60P - 60K

.... / ...

Trois tentatives de repiquage ont été effectuées avant l'implantation définitive de la culture. Les plans ont dans l'ensemble très mal poussés et ont conduit à des résultats quasiment ininterprétable (CV<sub>33</sub>)

Tal./m <sup>2</sup> /+2 mois	Talles/m <sup>2</sup> /récolte	Poids Paddy (kg/ha)	Paille (kg/ha)
T3 = 55	T3 = 57	T8 = 504	T3 = 409
T8 = 65	T8 = 67	T3 = 529	T8 = 508
T6 = 67	To = 69	T1 = 576	T1 = 521
To = 68	T6 = 69	T2 = 582	T2 = 571
T1 = 72	T1 = 74	T6 = 601	T6 = 571
T5 = 78	T5 = 80	T7 = 611	To = 657
T2 = 82	T2 = 84	TO = 649	T7 = 694
T4 = 96	T4 = 98	T5 = 696	T5 = 707
T7 = 99	T7 = 101	T4 = 791	T4 = 868

Le seul point commun entre les résultats reproduits au tableau 12 ci-dessus et ceux de la campagne précédente est la supériorité toute relative du traitement T4 = 60P sur les autres, et le mauvais comportement de la combinaison ROM- 60P - 60K. Aucune conclusion ne semble pouvoir être tirée de ces résultats. Les chances de réussite des expérimentations futures dépendent à la fois de la maîtrise du facteur hydrique et de la mise au point de variétés tolérantes aux fluctuations de la salinité.

#### 4/ CONCLUSIONS

Les résultats obtenus montrent que la formulation 8-18-27 actuellement utilisée garde encore toute sa valeur moyennant l'adjonction d'un certain nombre d'aménagements en fonction des types de rizières.

+ Sur rizière à texture fine (argileuse à limono-argileuse) où généralement le niveau initial de fertilité est élevé (M.O. ~~2%~~ stock d'azote minéral total 10ppm; C.E.C. ~~10~~ 10 m.eq/100gr de sol) et l'activité biologique probablement forte) la fumure d'entretien pourrait être conçue comme suite :

- Recyclage des pailles (5- 6t/ha) avec la labour de fin de cycle. Il pourra être direct si l'écueil technique de l'enfouissement est levé sinon un pourrissement des pailles sur place est nécessaire au paravant.

- Apport de 200kg de 8-18-27 au repiquage

- Fractionnement de 100kg d'urée en 3 fois : à la reprise, au tallage maximum, et au moment de la fructification (ou de préférence 1/4 1/2 1/4 : 1 semaine, 1 mois et 2 mois après repiquage.

...../.....

\* Sur rizières sableuses de plaine moyenne à basse (N.O.  $\approx$  2% N-minéral total  $\approx$  10ppm et C.E.C.  $\approx$  1 à 3m.eq/100gr de sol) à cause de la multiplicité des situations (remanence de sel, variabilité dans l'activité microbienne ..... ) les recommandations suivantes auront un caractère provisoire :

- Enfouissement en début de cycle de 10 à 20t/ha de matières organiques évolués (compost ou fumier bien fait)

- Apport de 200kg de 8-18-27 au moment du repiquage (date la plus précoce possible).

- Apport de 160 à 180kg d'urée 4 semaines après la submersion complète de la rizière.

#### ROLE DE LA MATIERE ORGANIQUE DANS L'AMELIORATION DE LA FERTILITE DES SOLS DE PLAINES

Les sols de "transition" situés sur les terrasses basses de plaine, sont généralement les plus sollicités pour la riziculture aquatique en Casamance. Ils sont également les plus susceptibles à la dégradation, à cause de leur très faible potentiel de fertilité et de la présence à faible profondeur d'une nappe salée. Les risques d'épuisement rapide des réserves minérales sous une pression des cultures ou biennale, ont amenés à examiner les voies et moyens d'un redressement et d'un maintien de la fertilité.

Le recyclage des résidus de récolte constitue à priori, une des pratiques les plus intéressantes pour compenser les exportations et pertes en éléments minéraux nutritifs, et surtout accroître le taux d'humus du sol. Mais nous avons vu que dans certaines situations l'incorporation de paille pouvait provoquer une immobilisation temporaire de l'azote et entrainer la formation en excès de substances toxiques comme le fer soluble, les acides organiques et H<sub>2</sub>S. La persistance de ces phénomènes négatifs est extrêmement variable d'un sol à un autre et semblent dépendre de facteurs intrinsèques au sol (biotique ou abiotique) ou du climat.

Toutefois il est reconnu qu'à long terme l'action de la paille sur l'accroissement des taux de matière organique, d'azote, de potassium et de silice est positive. Il faut parallèlement souligner la persistance d'un énorme handicap technique (maniabilité et incorporation au sol) de l'utilisation de la paille.

Le compost constitue la seconde source de matières organiques testée, pour atteindre les objectifs de redressement de la fertilité. Cette source à faible C/N est connue comme une bonne méthode de recyclage du potassium et de la silice ; mais elle pouvait avoir un faible rôle dans l'économie de l'azote, Il a cependant l'avantage d'une fabrication et d'une maniabilité aisée.

Le fumier de ferme fabriqué à partir d'une mixture de résidus de récolte et d'excréments d'animaux est la troisième source testée. Les qualités nutritionnelles directes et son action positive sur la restructuration du complexe absorbant sont connues de longue date. Dans nos conditions sa fabrication pose cependant plus de problème que sa maniabilité.

Les effets de ces trois formes de matières organiques sur une double culture (apport en début d'hivernage).

sont étudiés dans un dispositif en factoriel avec des blocs combinant 3 niveaux de fumures minérales (0 ; 60N- 40P ; 100N- 40P - 50K) et 4 doses de matières organiques (0 ; 5 ; 10 et 20t/ha exprimés en matières sèches). De l'état de la végétation (voir ci-dessous tableau de notation de la DJ 684D) on peut retenir les indications initiales suivantes :

Engrais	0			5			10			20t/ha de M.O		
	Fu	Cp	Pa	Fu	Cp	Pa	Fu	Cp	Pa	Fu	Cp	Pa
0	To0=6,3	6,4	6,3	To1=7,6	7,4	6,8	To2=7,7	7,4	6,9	To3=7,8	7,5	6,9
NP	T10=8,7	8,5	8,3	T11=8,8	8,5	7,7	T12=8,9	8,7	7,9	T13=8,9	8,8	7,8
NPK	T20=8,8	8,9	8,6	T21=9,0	8,9	7,9	T22=9,0	8,8	7,7	T23=9,0	9,0	7,8

a/ L'engrais minéral a eu un effet très positif sur la croissance

b/ Les meilleurs développements ont été observés sous le fumier, toutefois les écarts de notation avec le compost sont très faibles.

c/ La présence de paille a provoqué un affaiblissement de la croissance. Des symptômes de déficience en azote ont été notés sous tous les traitements ayant reçu un enfouissement de paille, avec une plus grande persistance dans ceux non fumés.

Ces indications sont en partie confirmées par les résultats obtenus au niveau de la densité de tallage, du poids de 1000 grains et des rendements en paddy et paille (Tableau 13)

Talles/m <sup>2</sup> / récoltes			Poids 1000 grains (gr)		
Fumier	Compost	Paille	Fumier	Compost	Paille
To0= 318 a	To0= 480 a	To1= 253 a	To0=21,78a	To1=23,03 a	To1=22,10 3
To1= 324 a	To2=506 a	To3= 327 ab	To1=22,15ab	To2=23,05 a	To2=22,30 a
To3= 495 b	To3= 576 ab	To2= 382abc	To2=23,18abc	T12=23,09 a	T10=22,65 a
T11= 557bc	T11= 592abc	To0=407 bcd	T11=23,34abc	To0=23,33ab	To2=22,67 a
To2= 559abcd	T13= 602abc	T23=407 bcd	T22=23,70abc	T11=23,33ab	T21=22,69 a
T21= 605bcd	T12= 616abcd	T12=459bcd	T10=23,71abc	T22=23,55ab	T13= 23,05a
T22= 621bcd	To1= 617abcd	T20=498cde	T12=23,97abc	T21=23,68ab	To0=23,17 a
T10= 640bcd	T10= 701bcde	T22=503cde	T23=24,25abc	T23=24,09ab	T12=23,34 a
T23= 644cd	T22= 724cde	T13=549 de	To3=24,37bc	T10=24,18ab	T22= 23,43a
T12= 676cd	T20= 745de	T11=562	T20=24,57bc	To3=24,25ab	To3=23,82 a
T20= 697cd	T23= 784 e	T10=573 e	T13=24,77c	T13=24,44ab	T11=23,88a
T13= 717d	T21= 826 e	T21=595 e	T21=24,91 c	T20=25,65b	T23=24,97 a

Paddy t/ha		
Fumier	Compost	Paille
T <sub>00</sub> = 2,59 a	T <sub>00</sub> = 2,60 a	T <sub>01</sub> = 1,53 a
T <sub>01</sub> = 3,77 ab	T <sub>02</sub> = 3,33 ab	T <sub>00</sub> = 1,75 a
T <sub>02</sub> = 3,97 bc	T <sub>01</sub> = 3,40 ab	T <sub>03</sub> = 2,11 a
T <sub>11</sub> = 4,58 cd	T <sub>03</sub> = 3,85 bc	T <sub>02</sub> = 2,46 a
T <sub>10</sub> = 4,62 cd	T <sub>10</sub> = 3,97 bc	T <sub>10</sub> = 3,43 b
T <sub>03</sub> = 4,77 cd	T <sub>22</sub> = 4,17 cd	T <sub>12</sub> = 3,49 b
T <sub>1723</sub> = 4,79 cd	T <sub>11</sub> = 4,25 cd	T <sub>13</sub> = 3,94 b
T <sub>21</sub> = 4,89 cd	T <sub>12</sub> = 4,60 cd	T <sub>11</sub> = 3,96 b
T <sub>13</sub> = 4,89 cd	T <sub>20</sub> = 4,65 cd	T <sub>20</sub> = 3,98 b
T <sub>22</sub> = 4,94 d	T <sub>21</sub> = 4,78 cd	T <sub>23</sub> = 3,99 b
T <sub>20</sub> = 5,03 d	T <sub>13</sub> = 4,78 cd	T <sub>22</sub> = 4,02 b
T <sub>12</sub> = 5,17	T <sub>23</sub> = 4,93 d	T <sub>21</sub> = 4,11 b

• D'une manière générale, l'effet intrinsèque des 3 formes, de matières organiques sur la densité de tallage a été faible. Le tallage le plus important a été enregistré sous les objets compost (+ 13% et +40% par rapport respectivement au fumier et à la paille). Les densités ont été sous cette forme particulièrement importantes en présence de N.P.K. Dans le cas du fumier, le traitement T<sub>13</sub> domine dans le groupe a fort tallage composé par les traitements T<sub>20</sub>, T<sub>12</sub> et T<sub>23</sub>. La paille apportée à une dose, à 10t/ha seule ou en association avec l'engrais minéral, provoque une réduction du tallage ; les plus fortes densités ont été relevées sous les combinaisons T<sub>21</sub>, T<sub>10</sub> et T<sub>11</sub>.

Seule une très faible différence (+ 3%) entre forme de matières organiques a été notée pour le remplissage des grains. Les différences entre traitements ont été importantes sous le fumier (T<sub>13</sub> et T<sub>21</sub> statistiquement supérieurs aux autres) modérées en présence de compost et nulle en présence de paille.

• Pour les rendements en paddy, outre une supériorité d'ensemble du fumier (+ 10% sur le compost et + 38% sur la paille) on peut retenir l'effet hautement significatif des engrais. Les plus-values de productions suivantes par rapport aux témoins sans engrais ont été notées.

	Paille	Compost	Fumier
NP	+ 83%	+ 33%	+ 30%
NPK	+ 151%	+ 43%	+ 30%

..../...

\* Dans le cas du fumier on peut noter qu'il n'y a pas de différence entre niveau de fumure minérale. La réponse des doses a été linéaire ( la plus forte pente étant notée en l'absence de fumure minérale). La dose 10t/ha qui produit pour :

$$e_0 = 3,97 \text{ t/ha}$$

$$e_{NP} = 5,17 \text{ t/ha}$$

$$e_{NPK} = 4,92 \text{ t/ha}$$

constitue un niveau d'apport intéressant.

\* Dans le cas du compost il n'y a pas eu d'effet des doses croissantes et les différences entre niveau de fumure minérale ont été limités. Toutefois on peut noter que c'est sous la dose 20t/ha qui produit pour :

$$e_0 = 3,85 \text{ t/ha}$$

$$e_{NP} = 4,78 \text{ t/ha}$$

$$e_{NPK} = 4,93 \text{ t/ha}$$

que l'engrais produit le maximum de grain, l'effet de l'engrais minéral a été fort dans le cas de l'enfouissement de paille, par contre la réponse quadratique attendue des doses croissantes n'a pas été marquée. Les niveaux "optimum" se situent à 5t/ha soit pour  $e_0 = 2,11 \text{ t/ha}$   $e_{NP} = 3,69 \text{ t/ha}$  et  $e_{NPK} = 4,11 \text{ t/ha}$ . Sur cette base la contribution de l'engrais peut être chiffrée à 2t/ha de grains.

Les trois formes ont diversement influencées la cinétique de l'azote minéral du sol (en l'absence d'effet des doses croissantes, seule la valeur moyenne a été reportée à la Fig 4). Le tableau 14 ci-dessous donne une idée des contributions de chacune des 3 sources (en présence et en l'absence de N.P) sur le stock de N-NH<sub>4</sub>.

	Fumier	Paille	compost
$e_0$	+ 15%	0	0
$e_{NP}$	+ 13%	+ 56%	0

Seul le fumier semble avoir eu un effet direct sur l'augmentation des concentrations de N minéral. L'importante phase de minéralisation observée en début d'hivernage a fait passer les concentrations de 5,5ppm à près de 17,5ppm en début Août. Elles ont décroché ; ensuite pour se stabiliser entre 5 et 9ppm.

La paille ne contribue au pool de N minéral qu'en présence de fumure minérale. Cela doit être probablement dû à une activité biologique plus intense à un "turnover" plus rapide, ce qui expliquerait par ailleurs le décalage de un mois des pics de minéralisation entre le témoin et les combinaisons NP ou NPK. Les concentrations relativement élevées de N-NH<sub>4</sub> relevées en début d'hivernage sont très sûrement liées à l'effet résiduel de la campagne précédente. La minéralisation nette au début d'hivernage fait passer les concentrations d'environ 8ppm à 16ppm.

• Le compost à aucun niveau ne participe à l'accroissement du pool de N minéral. Il est certain que les pertes en azote (denitrification et nitrification) en cours de confection du compost doivent être particulièrement importantes sous nos conditions climatiques. Des auteurs Japonais rapportent que ces pertes prennent place dans les deux premiers mois dans les horizons de surface. L'allure de la cinétique de  $N-NH_4$  sous cet objet est proche de celle décrite pour le fumier. Les concentrations passent d'un minimum de 6 ppm à un maximum d'environ 13 ppm en début Août.

#### CONCLUSIONS :

Les résultats de cette campagne ont mis en relief une supériorité d'ensemble du fumier sur le compost et la paille pour la productivité et l'enrichissement en azote minéral du sol. Il faut toutefois souligner qu'Chacune des trois formes présente un intérêt particulier pour l'amélioration de la fertilité et le maintien de hauts rendements. Les recommandations pratiques faites la campagne précédente à savoir :

+ En l'absence de matières organiques évoluées, une grande prudence doit accompagner l'utilisation de la paille comme amendement organique dans les sols sableux acides de plaine (abstraction faite de l'écueil de la technique d'enfouissement). La dose de 5t/ha enfouie en fin de cycle, semble la plus intéressante; elle doit être accompagnée d'une fumure minérale de base N.P.K (200 kg de 8-18-27 en début de culture et 160-180kg d'urée en couverture 4 semaines après repiquage.

+ Le fumier (10t/ha et le compost (20t/ha) en cas de disponibilité sont probablement les formules les plus intéressantes\*. Une fumure minérale du type 60n-40P semble devoir être relevée à 100 unités les 200kg de 8-18-27 et 160 à 180kg d'urée semblent dans ce cas devoir convenir.

L'analyse pluriannuelle des rendements de paddy fait apparaître une baisse du niveau des rendements de l'ordre de 36% après 3 cultures et une supériorité du compost de 17% sur le fumier et/23% sur la paille.

de

CONCLUSIONS GÉNÉRALES :

Les études sur l'affinement des techniques de fertilisation et sur l'économie dans l'utilisation des engrais, ont tout d'abord permis de mieux préciser la spécificité de chacune des 2 variantes de la riziculture aquatique en Basse Casamance:

Celle de bas-fond et celle de plaine. Elles ont également fait ressortir le bien fondé de la formulation actuelle 8-18-27 utilisée en fumure d'entretien et celui de l'urée apporté en couverture. L'élément nouveau pour ces deux formes d'engrais réside dans le fait que le mode et les conditions changent en fonction de la nature des rizières. Les résultats compilés de 3 années d'expérimentation sur le rôle de la matière organique dans le redressement de la fertilité des sols de plaine ont par ailleurs confirmé la fragilité de ces sols de plaine et permis d'éclaircir le rôle spécifique du fumier, du compost et de la paille sur la productivité et sur le stock en azote minéral\* L'ensemble de ces résultats peut se résumer comme suit en recommandations pratiques :

1) - Pour les rizières de bas-fond à texture généralement fine et doté d'un potentiel de fertilité élevé (MO&S stock de N-minéral > 10 ppm: C.E.C. > 10m. eq/ 100gr de sel et activité microbienne intense).

\* Recyclage des pailles (5 à 6t/ha) directement en labour de fin de cycle, ou après pourrissement sur place. L'action de la paille est positive dès la première année, sur les rendements et le stock d'azote minéral du sol.

\* Apport de 200kg de 8-18-27 au moment du repiquage

\* Fractionnement (au 1/3 ou 1/4 1/2 1/4) de 100kg d'urée 1,4 et 8 semaines après repiquage.

2) - Pour les rizières de plaine d'altitude moyenne à basse (M.O < 2%; N-Minéral total < 10ppm; C.E.C. de 1 à 3m. eq/ 100gr de sol) les recommandations suivantes sont susceptibles de modifications à cause de l'existence d'un nombre élevé de facteurs de variation entre sol (remanance de pèche de sel variabilité dans l'activité microbienne, variabilité dans la capacité de réduction, acidité.....)

\* En foussement en début de cycle d'environ 10t/ha de fumier ou de 20t/ha de compost. En cas de non disponibilité de ces formes évoluées enfouissement de 5t/ha de paille en fin de cycle,

\* Apport de 200 kg de 8-18-27 au semis ou au repiquage.

\* Localisation en profondeur (minimum 5cm) de 160kg (cas du fumier à 180kg d'urée (cas du compost et de la paille) 4 semaines après la submersion de la rizière. Les pertes provoquées par un apport de l'urée en surface ont été chiffrés dans un sol texture sabluse à 13% sur la production de grains et à 28% sur le stock de l'azote minéral du sol.

.../...