

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
 MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
 ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

INSTITUT SENEGALAIS  
 DE RECHERCHES AGRICOLES  
 DEPARTEMENT SYSTEME DE PRODUCTION  
 ET TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

84/37

CN0101033  
 P345  
 GAN

RAPPORT DE SYNTHESE 1983

Service Biochimie des sols

SR/Sol N

F. GANRY

CHIMIE	DS-11	BS-12	DAC-13	AUP-14	CG-15	COBIO-16	CFE-17	GEN-18
PRODUCTION	AGRO-21	SYST-22	AGRO-23	FORESTO-24	OCEANO-25	CPDF-26	GENE-27	GEN-28
PLANTES	BDSY-31	BT-32	GEN-33	DVS-34	COLE-35	GEN-36	GEN-37	GEN-38
P. Rapide	LARO-41	GEN-42	GEN-43	CNDR-44	CPDF-45	STL-46	MPNT-51	GEN-52

AR

Avril 1984

Centre National de Recherches Agronomiques de Niakhar  
 (C.N.R.A.)

- SOMMAIRE -

	<u>Pages</u>
I - <u>INTRODUCTION</u>	1
TITRE DES OPERATIONS	1
<b>RAPPEL</b> DES OBJECTIFS DES OPERATIONS	1
RAPPEL DES RESULTATS ANTERIEURS	1
THEME DES RECHERCHES 1983	2
REMARQUES SUR LA <b>PRESENTATION</b> DES RESULTATS	3
II - <u>RESULTATS</u>	
1 - ELABORATION D'UN COMPOST ENRICHIS EN AZOTE ET EN PHOSPHORE	4
2 - QUELQUES REMARQUES SUR LES EFFETS DE LA <b>PLUVIOMETRIE</b> SUR LE RENDEMENT DU SOJA ET DU MAIS DE 1980 à 1983. A SEFA (SUD-SENEGAL)	16
3 - ACTION DE LA <b>FUMURE</b> ORGANIQUE DU SOJA SUR LA PRODUCTIVITE DU SYSTEME SOJA-MAIS	18
4 - CULTURE CEREALIERE ET FORME DE RESTITUTION DE LA PAILLE SUR LA CULTURE DE SOJA	22
5 - <b>ESTIMATION</b> QUANTITATIVE DE LA FIXATION LIBRE DE N <sub>2</sub> CHEZ PLUSIEURS VARIETES DE MILS ET DE SORGHOS	24
6 - ETUDES DU BILAN AZOTE N-ENGRAIS SOL-PLANTE DANS UNE CULTURE DE MAIS	26
III - <u>CONSEQUENCES, IMPACT SUR LE DEVELOPPEMENT</u>	29
IV - <u>PUBLICATIONS</u>	31

Chercheur : F. GARRY  
Assistante de Recherche : Mme Fatou GUEYE

### TITRE DES OPERATIONS :

L'objectif ultime du programme "Valorisation agricole des Ressources naturelles" est l'élaboration de systèmes de production économes, à plusieurs niveaux d'intensification. A ce titre, 2 opérations 3 ont poursuivies :

- économie de l'azote et maintien de la fertilité azotée dans les agrosystèmes céréales-légumineuses ;
- gestion des résidus de récolte et du recyclage organique.

### RAPPEL DES OBJECTIFS DES OPERATIONS :

- A un niveau de production donné, définir le système de production céréale-soja (en Particulier maïs-soja) le plus économe en intrants NPK.
- Améliorer la qualité des composts, y compris des composts métrénogènes ; en particulier élaborer un composé oryano-phosphoré en incorporant le phosphate naturel au compost :
- Mettre au point un engrais végétal NP par compostage de Sesbania rostrata (riche en azote) en présence de Phosphates naturels.

Ces objectifs sont interdépendants.

### RAPPEL DES RESULTATS ANTERIEURS A 1983

- Un critère de choix de la variété de soja : l'économie de l'azote

Parmi les variétés susceptibles d'être cultivées, la variété ISRA IRAT 26/72 est celle qui présente la plus grande aptitude à économiser la cote du sol et, en année à pluviométrie favorable, à enrichir le sol en azote.

- La fumure organique du soja

Effet positif sur soja mais aussi, et surtout, arrière-effet sur maïs de la fumure organique (en l'occurrence le compost) ; accroissement rendement en grain : 1,5 q N.S/ha sur le soja et 15 q N.S/ha sur le maïs.

La restitution des pailles de céréales, qui équivaut à une fumure organique de l'ordre de 4 t N.S/ha (1), accroît sensiblement les rendements dans le cas du maïs ou du mil, le compostage des pailles améliore significativement le rendement du soja, mais dans le cas du mil, la plus-value obtenue par le compostage est insuffisante pour justifier ce dernier.

- L'inoculation mixte de soja : Rhizobium et Endomycorhizes

Mise en évidence d'une synergie "Sicmas mosseae x P-soluble" : le rendement en protéine des grains, le rapport  $\frac{\text{Grains}}{\text{paille}}$  et la fixation de N par le soja qui se manifestent certainement pour autant le stock d'azote de

1 - INTRODUCTION

-----

- L'économie des intrants N et P sur soja

Objectif 15 q M.S/ha

Restitution des pailles de céréales, compostées si Possible.

Inoculation du sol par Rhizobium.

Phosphatage Par 1% phosphate naturel. enfoui (100 à 150 kg/ha pour le Taïba)

Complément de KCl (50 à 60 kg/ha)

Objectif 25-30 q M.S/ha

- Fumure organique (incluant la restitution des pailles de céréales) de l'ordre de 6 t M.S/ha.

- Inoculation mixte du sol par Rhizobium et Glomus mosseae.

- 200 kg/ha de 8-18-27 KCl enfouis (50 à 60 kg/ha).

THEMES DES RECHERCHES 1983

Un programme de recherche sur l'élaboration de systèmes culturaux céréales-soja économes a été mis au point en 1980, Pour une durée de 6 ans (échéance 1985). Les prélèvements et analyses de sol, les épandages d'azote débuteront en 1984. Une durée minimum de fonctionnement du système cultural est, en effet, nécessaire avant d'effectuer les premiers bilans et notamment le premier bilan réel azoté qui nous permettra de tirer des conclusions quant à l'économie des intrants et à la fertilité du sol.

Le programme "Compost-Recyclage organique", après s'être apesanti sur les études de bilans matière sèche et azoté durant le processus de compostage (compostage en fosse, selon la technique de fabrication du fumier artificiel), est orienté depuis 1983 sur la mise au point d'un compost enrichi en N (par fixation de  $N_2$ ) et en P (par incorporation de phosphate naturel) afin constituer un substitut à la fumure minérale "légère" N.P.

1 - Valorisation du recyclage organique

1.1 - poursuite des études sur la valorisation des composts :

- à Bamby :

- . sur la fixation de  $N_2$
- . sur l'incorporation des phosphates naturels
- . sur l'économie de l'eau, dans le compost.

- à Séfa, sur les bilans matière-sèche et bilans minéraux, dans les composts fabriqués dans le cadre des systèmes culturaux céréales-soja.

1.2 - Essai de mise au point en milieu rural d'un engrais végétal NP à partir de Sesbanià et du phosphate naturel

1.3 - Poursuite des études sur la fumure organique du soja et son arrière-effet sur céréales

13.1 - Productivité du système soja-mais en fonction de doses croissantes de compost apportées sur soja ; cas d'un soja sans maïs.

13.2 - Culture céréalière (mil, maïs et riz) et forme de restitution de la paille (brute ou compostée) sur le soja.

1.4 - Quantification de fixation de N<sub>2</sub> de l'arachide dans la zone du Sénégal à Thiélimakha.

Effet de la fumure organique après 10 années d'apports de fumier.

2 - Economie de la fumure azotée des céréales

- 2.1 . Estimation quantitative de la fixation rhizosphérique de N<sub>2</sub> chez Plusieurs variétés de mil et sorgho (en collaboration avec l'ICRISAT).
- 2.2 - Estimation de la fixation de N<sub>2</sub> au niveau de la biomasse racinaire de mil.
- 2.3 - Fumure organique et économie de l'engrais azoté : compte-tenu du thème 13-1 (étude de pluriannuelle 1980-1985).
- 2.4 - Technique optimale de fertilisation **azotée** du maïs réduisant le plus Possible les Pertes de N-engrais (essais annuels ISRA IFDC 1983-1984).

REMARQUES SUR LA PRÉSENTATION DES RESULTATS

Les résultats présentés ci-après concernent des expériences réalisées en 1983, mais **aussi des expériences** réalisées antérieurement dont les résultats n'avaient pu être présentés en raison de la non disponibilité des résultats d'analyses, notamment <sup>15</sup>N ; inversement, les résultats de certaines expériences réalisées en 1983 (thèmes 1-4, 2-1 et 2-2) ne figurent pas dans ce rapport et seront publiés ultérieurement pour la même raison.

Par ailleurs, lorsque 2 expériences identiques sont réalisées pour un même thème, nous attendons de posséder les résultats des 2 expériences pour présenter les premières conclusions relatives à ce thème (cas des thèmes 1-2 et 2-1).

Enfin, dans le cas des expériences au champ pluriannuelles nous présentons les résultats 1983, en rappelant les résultats antérieurs afin de pouvoir dégager les premiers enseignements.

Les thèmes présentés sont les suivants :

- 1 - Elaboration d'un compost enrichi en azote et en phosphore (1-1).
- 2 - Quelques remarques sur les effets de la pluviométrie sur le rendement du soja et du maïs de 1980 à 1983 à Thiéfa (Sud Sénégal).
- 3 - Action de la fumure organique du soja sur la productivité d'un système soja-maïs (thème 1-3).
- 4 - Culture céréalière et forme de restitution de la paille sur culture de soja (thème 1-3).
- 5 - Estimation quantitative de la fixation de N<sub>2</sub> chez plusieurs variétés de mils et de sorghos (thème 2-1).
- 6 - Etude du bilan azoté N-engrais sol-plante dans une culture de maïs (thème 2-3).

## NEW PATENTS

\*\*\*\*\*

- Dans une deuxième expérience, la même paille de maïs marquée à  $15 \text{ N}$  est étudiée ainsi que 2 autres pailles : mil et sorgho. Le poids de paille mis à composter, de  $1 \text{ t}$ , est inférieur à celui de la première expérience.

Pour ces 2 expériences, la méthode de mesure de la fixation de  $\text{N}_2$  est fondée sur la dilution isotopique (cf. rapport IFS 1983 SR/Sol N). Après avoir émis l'hypothèse que la loi régissant la fixation de  $\text{N}_2$  dans la paille en cours de compostage est de type exponentiel et qu'en conséquence, elle doit entraîner une variation de l'excès isotopique dans le temps également de type exponentiel, nous avons établi l'équation permettant de calculer la fixation quantitative à l'instant  $t$ .

Soit  $E = e^{at} + b = C(e^{at})$  avec  $C = e^b$  - Excès isotopique de départ à représentant la fonction exponentielle reliant l'excès isotopique  $E$  au temps  $t$ .

.  $N$  =  $N$  total de la paille au départ,

.  $N_t = N$  total du compost au temps  $t$  avec  $N = N_t + F$ ,

.  $F$  = fixation quantitative ( $\text{mg}$ ) au bout du temps  $t = \frac{C - E}{C} N_t$

nous aboutissons à l'équation (calcul non détaillé dans le présent rapport

$$F = N \left( e^{-at} - 1 \right)$$

Dans une troisième expérience, on teste sur une culture de mil (CV. 3/4 ex-bornu) en vase de végétation ( $15 \text{ kg}$  de sol sableux dior), l'efficacité des composts organo-phosphatés (paille ayant composté en présence de P-supertriple ou de P-tricalcique) produits dans l'expérience 1.

Dans une quatrième expérience, réalisée par TRUONG Binh au laboratoire de radio-agronomie de l'IRAT à Montpellier, on mesure le taux de solubilisation du P-tricalcique contenu dans ces mêmes composts produits dans l'expérience 1. Pour ce faire, on réalise une culture d'Agrostis dans  $200 \text{ g}$  de sol ; par recours à  $^{32}\text{P}$ , et à  $^{45}\text{Ca}$  on calcule les quantités de phosphore et de calcium prélevées par la plante et les valeurs  $\%$ .

## RESULTATS - EXPERIENCE 1 (tableaux 1, 2 et 3)

La baisse de l'excès isotopique du compost au cours du temps, s'ajuste à une fonction exponentielle décroissante dont l'équation figure au tableau 1.

La validité de l'hypothèse de la fonction  $f(t)$  a été testée en mettant en comparaison les valeurs de  $N$  total du compost, obtenues d'une part, directement par analyse Kjeldahl à un instant  $t_0$ , et d'autre part, par estimation  $N_{t_0} = N_t + F$  (cf notations ci-dessus). Ces tests mettent bien en évidence la similitude des valeurs analysées et des valeurs calculées et atteste la validité de l'hypothèse de la fonction exponentielle (tableau 2).

### ----- Sur les pertes - gains d'azote

Considérant l'équivalence qui existe entre pertes relatives d'azote et pertes relatives d'azote originale de la paille, nous pouvons par déduction, calculer les valeurs suivantes :

- (1) Les pertes en N total original de la paille ;
- (2) La quantité N total final du compost provenant exclusivement de la paille, déduite des pertes calculées en (1) ;
- (3) L'input net. d'azote durant le compostage, donc la fixation nette de N<sub>2</sub>, calculé par la relation  $F = \frac{C - F}{C} N_t$  (cf. notations ci-dessus)
- (4) Les pertes relatives ayant affecté la quantité de N<sub>2</sub> fixé, selon la relation :

$$\text{pertes de N}_2 \text{ fixe} = \frac{F(t) - \text{Fixation nette de N}_2}{F(t)}$$

- (5) Les pertes relatives d'azote [paille + fixation de N<sub>2</sub>] selon la relation :

$$\text{pertes totales } \% = \frac{N \text{ départ} + F(t) - N \text{ final réel}}{N \text{ départ} + F(t)}$$

Ces valeurs figurant au tableau 3. Elles mettent en évidence :

- les pertes d'azote-paille {azote originaire de la paille.}, importantes, de l'ordre de 35 (minimum 31 %, maximum 37 %), Lesquelles n'apparaissent pas dans le bilan N total final, car contrebalancées par une fixation d'azote de l'ordre de 300 mg par 200 g de paille soit 1,5 kg d'azote fixé par tonne de paille mis à composter durant 6 mois ;

- l'effet favorable du phosphate sur la réduction des pertes d'azote fixé ; malheureusement cet effet ne s'exerce pas sur l'azote de la paille ;

- qu'au bout de 9 mois, la quantité de N<sub>2</sub> fixé atteint 567 mg pour 200 g de paille soit environ 3 kg de N<sub>2</sub> fixé par tonne de paille mise à composter ; en absence de pertes, cette fixation aurait été de 821 mg soit environ 4 kg de N<sub>2</sub> fixé par tonne de paille. Notons que sur la base de 1 kg d'azote fixé pour 40 kg de carbone organique (DOMMERMUES et MANGENOT)(1) et d'une teneur au carbone de 35 % de la paille de maïs, la fixation maximum théorique serait de 8,5 kg d'azote fixé. Toujours sur la base de ces données, il est intéressant de noter qu'environ 50 % du carbone de la paille est utilisé pour la fixation de N<sub>2</sub>.

Aucun test biologique prouvant cette fixation de N<sub>2</sub> n'a été opéré dans cette expérience (méthode "acétylène" notamment) ; mais rappelons que dans une expérience antérieure (rapport IFS 1978, bourse N° G. 125: nous avons procédé à des mesures de réduction de l'acétylène : les valeurs de fixation étaient de l'ordre 1 micromole C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/h/100 g de paille, donc non négligeables.

Ces résultats de fixation laissent entrevoir qu'en absence de pertes, le gain d'azote dans la compostière pourrait être sensiblement augmenté grâce à la fixation N<sub>2</sub>. Ces pertes sont apparues à 2 périodes bien précises : en début de fermentation et à la transition entre la saison des pluies et la saison sèche (du moins, nous faisons d'hypothèse que les pertes d'azote à cette période sont dues à cette transition). Connaissant la période de que nous venons de voir et l'origine probable de ces pertes (par voie gazeuse), il devrait être possible d'appréhender les moyens pour y remédier.

30 premiers jours, des pertes d'azote et d'une fixation de  $N_2$ . Par la suite on assiste à une stabilité des processus de pertes et de fixation de  $N_2$  qui pourrait s'expliquer par une augmentation de l'aération due à la masse insuffisante de compost au-delà de 30 jours (et notamment due à l'épaisseur de compost insuffisante dans la compostière).

En résumé des 2 expériences,

on notera que malgré les Pertes d'azote de la paille de 35 à 45 %, le stock d'azote total en fin de compostage n'est pas réduit, ces pertes ayant été compensées par une fixation de  $N_2$  ; on notera aussi l'économie de l'eau réalisée en plaçant judicieusement le démarrage de la compostière une dizaine de jours avant le début probable des pluies (15 juin à Bambey), celles-ci permettant par la suite d'entretenir une humidité du compost suffisante jusqu'à son utilisation.

RÉSULTATS-EXPERIENCE 3 (tableau 6)

Cette expérience, ne nous a pas permis d'atteindre de façon satisfaisante l'objectif fixé : constitution d'une fumure organo-phosphatée à partir du phosphate naturel (P-tricalcique) incorporé au compost et effet de cette fumure sur le rendement du mil, pour 2 raisons : la première est le degré d'humification insuffisant du compost et la deuxième raison, l'hétérogénéité dans la croissance des plantes due à des conditions d'engorgement au début de culture. Néanmoins, nous pouvons dégager les résultats suivants (tableau 8) :

- l'absence d'effet direct du P-tricalcique sur le rendement ;
- une efficacité sur le rendement du composé organo-phosphaté (P-tricalcique incorporé au compost) équivalente à celle du P-supertriple. Ce dernier résultat n'est fondé que sur le rendement de la plante entière. Une deuxième expérience sera nécessaire pour confirmer si cette efficacité demeure sur le rendement en grain, expérience dans laquelle le compost doit avoir un degré d'humification plus poussé.

RÉSULTATS - EXPERIENCE 4 (tableau 7)

Ces résultats ont fait l'objet d'un rapport : "Etude de l'efficacité d'une fumure phospho-organique dans le sol dur de Bambey (Sénégal) en zone de végétation". Compte rendu d'essais par LEUNG BINH. Ils complètent ceux de l'expérience 3 ci-dessus mentionnés. Nous rappelons ici les principales conclusions de cette expérience.

Après avoir calculé les valeurs de phosphore et de calcium labiles et non diluables, l'auteur a calculé, par déduction, les pourcentages de phosphore et de calcium labiles par rapport aux quantités apportées (tableau 9). On voit tout d'abord que le phosphore et le calcium du compost sont très labiles et sont libérés de façon prépondérante le pool du mélange compost x phosphate naturel de Taïba.

En résumé, il semble que l'interaction compost x phosphate naturel est positive sur la solubilisation du phosphore et de calcium, sur l'absorption de ces éléments par la plante et sur le rendement des plantes.

Tableau 1 - Effet de paille l'exces isotopique de la paille au temps.

	Paille	Paille supertriple	Paille P-tri calgique
Equation	$F = e^{-0,05316t} - 0,05977$	$F = e^{-0,05046t} - 0,11158$	$E = e^{-0,03358t} - 0,1151$
Coefficient de corrélation $r$	0,90	-0,84	0,71
Nombre de couples	50	42	42

En ce qui concerne la paille P-tricalgique, l'ajustement à une fonction logarithme donne un coefficient de corrélation de  $r = -0,82$ .

Tableau 2 : Comparaison des valeurs de l'azote total du compost (Nt) obtenus directement par analyse chimique et par calcul selon l'équation  $F = N(e^{-at} - 1)$ .

Date	N total à 6 mois (mg)		N total à 9 mois (mg)	
	Estimé (t <sub>1</sub> à t <sub>3</sub> )	Estimé (t <sub>1,5</sub> à t <sub>3</sub> )	Dosé	Estimé (t <sub>5</sub> à t <sub>6</sub> )
1964	1194	1308	1217	1211
			195	12
1965	1184	1184	1191	1205
			-	-

Remarque : Les données sont relatives à des périodes caractérisées par un stock  $^{15}N$  stable (absence de pertes).

1974

sur l'azote entre le début et la fin du compostage N total départ 1338 mg

	(1) Pertes N-paille	(2) N total final d'origine paille	(3) Fixation de N <sub>2</sub> nette	(4) Pertes N <sub>2</sub> fixé	(5) Pertes totales de N
al e t ois C ois		876 mg	567 mg	31	35
		906 mg	10 mg	5	34
		0	mg	2	34
répétition C 3 mois		928 mg	258 mg	14	27

Données moyennes des valeurs calculées pour chaque répétition.

TABLEAU 1 - Evolution de l'azote, de l'excès isotopique, de la quantité d'azote fixé et de la fixation nette de l'azote au cours du processus de compostage - Expérience 2 -

Temps (jours)	Excès isotopique (‰)	Quantité d'azote fixé (mg)	Fixation nette (mg)	Quantité d'azote total (mg)
0	0	0	0	0
10	1,15	1,15	1,15	1,15
20	2,30	2,30	2,30	2,30
30	3,45	3,45	3,45	3,45
40	4,60	4,60	4,60	4,60
50	5,75	5,75	5,75	5,75
60	6,90	6,90	6,90	6,90
70	8,05	8,05	8,05	8,05
80	9,20	9,20	9,20	9,20
90	10,35	10,35	10,35	10,35
100	11,50	11,50	11,50	11,50
110	12,65	12,65	12,65	12,65
120	13,80	13,80	13,80	13,80
130	14,95	14,95	14,95	14,95
140	16,10	16,10	16,10	16,10
150	17,25	17,25	17,25	17,25
160	18,40	18,40	18,40	18,40
170	19,55	19,55	19,55	19,55
180	20,70	20,70	20,70	20,70
190	21,85	21,85	21,85	21,85
200	23,00	23,00	23,00	23,00
210	24,15	24,15	24,15	24,15
220	25,30	25,30	25,30	25,30
230	26,45	26,45	26,45	26,45
240	27,60	27,60	27,60	27,60
250	28,75	28,75	28,75	28,75
260	29,90	29,90	29,90	29,90
270	31,05	31,05	31,05	31,05
280	32,20	32,20	32,20	32,20
290	33,35	33,35	33,35	33,35
300	34,50	34,50	34,50	34,50
310	35,65	35,65	35,65	35,65
320	36,80	36,80	36,80	36,80
330	37,95	37,95	37,95	37,95
340	39,10	39,10	39,10	39,10
350	40,25	40,25	40,25	40,25
360	41,40	41,40	41,40	41,40
370	42,55	42,55	42,55	42,55
380	43,70	43,70	43,70	43,70
390	44,85	44,85	44,85	44,85
400	46,00	46,00	46,00	46,00
410	47,15	47,15	47,15	47,15
420	48,30	48,30	48,30	48,30
430	49,45	49,45	49,45	49,45
440	50,60	50,60	50,60	50,60
450	51,75	51,75	51,75	51,75
460	52,90	52,90	52,90	52,90
470	54,05	54,05	54,05	54,05
480	55,20	55,20	55,20	55,20
490	56,35	56,35	56,35	56,35
500	57,50	57,50	57,50	57,50
510	58,65	58,65	58,65	58,65
520	59,80	59,80	59,80	59,80
530	60,95	60,95	60,95	60,95
540	62,10	62,10	62,10	62,10
550	63,25	63,25	63,25	63,25
560	64,40	64,40	64,40	64,40
570	65,55	65,55	65,55	65,55
580	66,70	66,70	66,70	66,70
590	67,85	67,85	67,85	67,85
600	69,00	69,00	69,00	69,00
610	70,15	70,15	70,15	70,15
620	71,30	71,30	71,30	71,30
630	72,45	72,45	72,45	72,45
640	73,60	73,60	73,60	73,60
650	74,75	74,75	74,75	74,75
660	75,90	75,90	75,90	75,90
670	77,05	77,05	77,05	77,05
680	78,20	78,20	78,20	78,20
690	79,35	79,35	79,35	79,35
700	80,50	80,50	80,50	80,50
710	81,65	81,65	81,65	81,65
720	82,80	82,80	82,80	82,80
730	83,95	83,95	83,95	83,95
740	85,10	85,10	85,10	85,10
750	86,25	86,25	86,25	86,25
760	87,40	87,40	87,40	87,40
770	88,55	88,55	88,55	88,55
780	89,70	89,70	89,70	89,70
790	90,85	90,85	90,85	90,85
800	92,00	92,00	92,00	92,00
810	93,15	93,15	93,15	93,15
820	94,30	94,30	94,30	94,30
830	95,45	95,45	95,45	95,45
840	96,60	96,60	96,60	96,60
850	97,75	97,75	97,75	97,75
860	98,90	98,90	98,90	98,90
870	100,05	100,05	100,05	100,05
880	101,20	101,20	101,20	101,20
890	102,35	102,35	102,35	102,35
900	103,50	103,50	103,50	103,50
910	104,65	104,65	104,65	104,65
920	105,80	105,80	105,80	105,80
930	106,95	106,95	106,95	106,95
940	108,10	108,10	108,10	108,10
950	109,25	109,25	109,25	109,25
960	110,40	110,40	110,40	110,40
970	111,55	111,55	111,55	111,55
980	112,70	112,70	112,70	112,70
990	113,85	113,85	113,85	113,85
1000	115,00	115,00	115,00	115,00

Les différences observées entre les deux séries de données ne sont pas significatives au test de Newman et Keuls.

Journal de l'Institut National de la Recherche Scientifique - Institut National de la Recherche Scientifique  
 Poste - Bamboye 1981

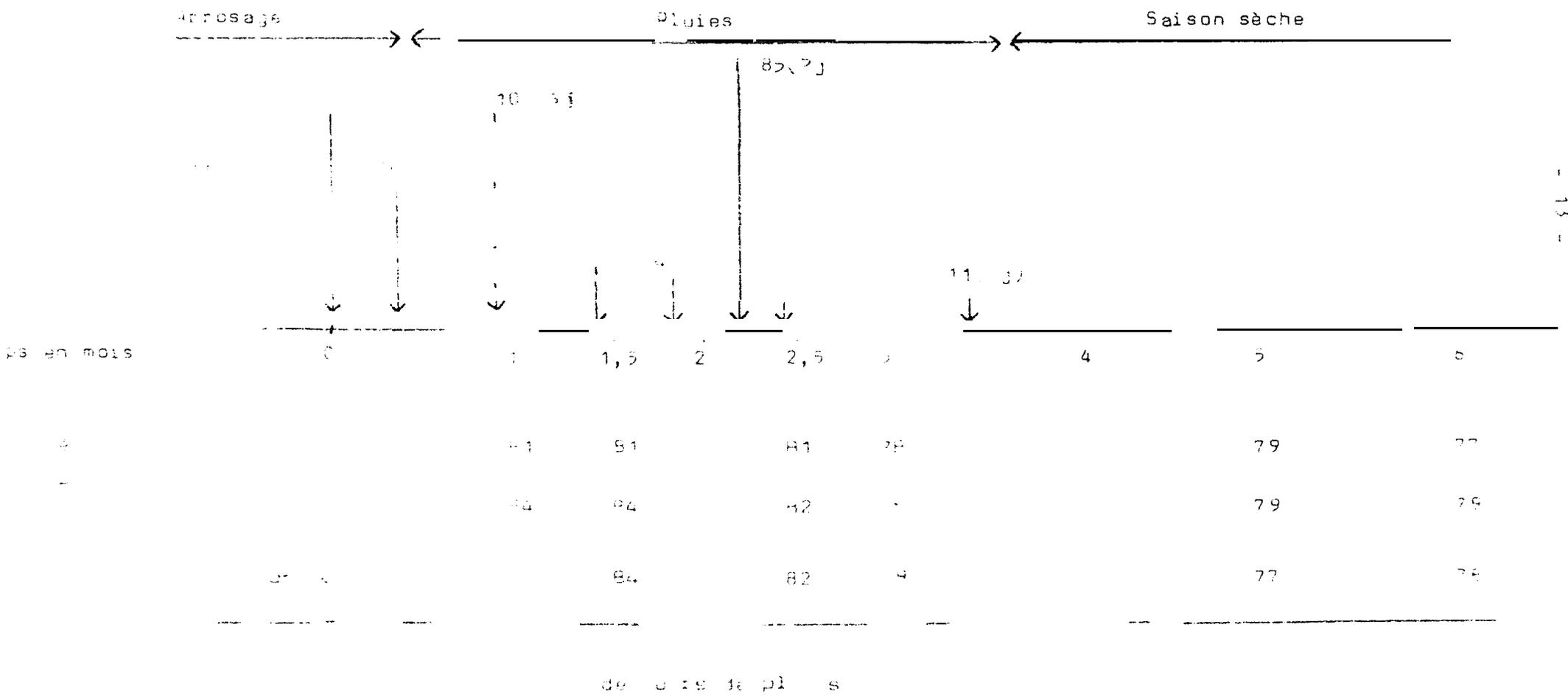


Tableau 5 - Rendement et mobilisation en N et P de la plante entière. Mil CV. 3/4 Ex. bornu.

Traitements			Paramètres étudiés				
Dose (kg/ha)	Compost animal <sup>(1)</sup>	Phosphate <sup>(2)</sup>	Matière sèche (g)	Azote		Phosphore	
				%	mg	%	mg
0	0	0	45,5 a	1,85	848 a	0,115	52
0	0	0	52,6 ab	1,13	587 bc	0,135	70
		Tricalcique	46,5 a	1,20	537 c	0,246	115
		0	61,2 bc	0,96	584 bc	0,185	122
		Supertriple	64,7 c	0,90	581 bc	0,398	257
	Supertriple	0	65,8 c	1,09	728 ab	0,257	178
	0	0	21	13	28	36	48
	0	0	11,7	0,25	182	0,081	64

Tableau 2 - Pourcentage d'éléments labiles par rapport aux quantités apportées.

N° de traitement	Phosphore		Calcium	
	Apport en ppm	% P labile	Apport en ppm	% Ca labile
1 Sol témoin	0	0	0	0
2 Sol + P + Ca caractérisé	34	20	109	5
3 Sol + compost	29	55	71	47
4 Sol + compost + P + Ca caractérisé	84	44	195	50
5 Sol + compost + P + Ca caractérisé	84	79	189	45

pour les traitements 4 et 5 il s'agit du compost enrichi en P dont le phosphate a été incorporé en début de compostage.

## 2 - QUELQUES REMARQUES SUR LES EFFETS DE LA PLUVIOMETRIE SUR LE RENDEMENT DU SOJA ET DU MAIS DE 1980 à 1983 A SEFA (SUD SENEGAL)

pour les 2 principales cultures étudiées, le maïs et le soja, les observations faites pendant 4 années ont montré l'existence de phases critiques durant lesquelles l'excès ou le manque d'eau, affectent le rendement potentiel (tableaux 8 et 9).

### Mais

L'excès d'eau est préjudiciable dans la période allant du semis au buttage, donc pendant les 40 premiers jours. La pluviométrie durant cette période est donc un facteur important de réussite. Par simplification, nous pouvons retenir comme critère, la pluviométrie de juillet + première décade d'août, dont le niveau critique serait de l'ordre de 450 mm ; au-delà, le rendement potentiel serait affecté.

### Soja

Les stress hydriques en période reproductive affectent les rendements et surtout la fixation de  $N_2$ . La réserve en eau dans le sol du stade  $R_1$  au stade  $R_7$  est donc un facteur important de réussite ; admettant qu'à  $R_1$  la réserve en eau dépend des pluies précédentes, nous considérerons la période  $V_{10}$  à  $R_7$ . Par simplification, nous retiendrons comme critère, la pluviométrie du 20 août au 10 octobre dont le niveau critique serait de l'ordre de 500 mm ; en-deçà, le rendement potentiel serait affecté. Ce critère est valable pour un soja semé fin juin - début juillet. Notons que le facteur "répartition des pluies" peut atténuer ou accentuer l'effet dépressif dû à la faible pluviométrie sur la fixation de  $N_2$  et dans une moindre mesure sur le rendement.

### En résumé,

la pluviométrie durant la phase critique : semis-buttage pour le maïs et  $V_{10}$  -  $R_7$  pour le soja, semble être un critère plus significatif que la pluviométrie utile (semis-récolte) pour expliquer les variations de niveau de rendement imputables aux conditions climatiques.

Le rendement potentiel serait affecté :

- pour le maïs, si la pluviométrie de semis - buttage dépasse 450 mm
- pour le soja, si la pluviométrie entre les stades  $V_{10}$  et  $R_7$  inférieure à 500 mm.

Tableau 6 - Pluviométrie de 1980 à 1982 à Séfa

Période considérée	Année			
	1980	1981	1982	1983
Maïs (V. 7M.10)				
Semis - buttage	275	485 <sup>(1)</sup>	458	515
Semis - récolte	350	792	703	703
Soja (V. 44/A/73)				
Vin - 6/2	256	276	306	221
Semis - récolte	350	825	837	837
Total juin à octobre	722	1062	1004	1004

(1) Le 15 août 1981, il y a eu une pluie de 100 mm, ce qui a permis de compléter la pluviométrie de la période considérée.

Tableau 7 - Rendement en grain (t/ha) obtenus durant 4 années dans les systèmes maïs-soja (1979, 1980, 81, 82 et 83).

Système	Année			
	1980	1981	1982	1983
Maïs	15	15	15	15
Soja	15	15	15	15

## 5 - ACTION DE LA FUMURE ORGANIQUE DU SOJA SUR LA PRODUCTIVITE DU SYSTEME SOJA-MAIS

En raison des fortes exportations d'azote par le soja, de 2 à 3 fois plus que la culture du mil ou d'arachide, il importe de déterminer la dose optimale de matière organique qu'il serait nécessaire d'apporter au sol pour que la fertilité azotée du sol sous système cultural céréale-soja soit maintenue. Pour ce faire, dans un système cultural soja-maïs en conditions de culture semi intensive, on étudie la réponse du soja à des doses croissantes d'un compost de paille de maïs et l'arrière-effet de cette fumure organique sur la culture du maïs. Deux expérimentations pluriannuelles ont été implantées à Séfa; l'une de type bloc split-plot démarrée avec le soja en 1980, étudie le facteur "dose compost" en traitement principal et le facteur "fertilisation azotée du maïs" en traitement secondaire; l'autre de type bloc a démarré avec le soja en 1981. Le compost est fabriqué en fosse pendant la saison sèche. Seuls les résultats "plante" sont disponibles. Un premier bilan sol-plante sera fait en 1984 pour la première expérimentation et en 1985 pour la seconde.

### RESULTATS (tableaux 10 et 11)

#### Réponse du soja aux apports de compost

Les résultats du tableau 10 mettent en évidence une réponse du soja aux doses croissantes de compost avec un maximum aux environs de la dose de 6 t M.S/ha de compost. Ce maximum déjà "en tendance" en 1981 sur soja, se manifeste de façon significative sur maïs en 1982. L'accroissement de rendement en grain du soja dû à la fumure organique, qui agit donc en effet direct et cumulatif (2 ans), est de 475 kg M.S/ha (+ 57 %) pour la dose 3 t M.S/ha et de 950 kg M.S/ha (+ 114 %) pour la dose 6 t M.S/ha. De la comparaison entre les rendements de soja de 1983 et ceux de 1981, il ressort que :

- les rendements de 1983 sont moins élevés que ceux de 1981,

- cette différence entre les 2 années est plus marquée en absence de compost (environ 1000 kg M.S/ha) qu'en présence de compost (environ 400 à 500 kg M.S/ha).

Deux hypothèses sont avancées pour expliquer ces différences : la pluviométrie, déficitaire en 1983 (cf chapitre 2), et la baisse de fertilité azotée du sol en absence de fumure organique du soja, qui affecte d'autant plus le soja que la pluviométrie est déficitaire.

#### Réponse du maïs

Les résultats du tableau 11 confirment la réponse positive croissante du maïs aux apports de compost sur soja (cf. résultats du maïs en 1982 - tableau 10). D'autre part, ils montrent que dans le système soja-maïs carencé en azote, la fumure azotée du soja (4, 3 à 6 t M.S/ha de compost, équivalent à 100 kg d'urée/ha) :

- l'année 83 moins favorable au soja que l'année 81, apparaît en 82 comme moins favorable au maïs (cf. chapitre 2) ;

- l'année 84, au contraire, plus favorable au soja qu'en 83, apparaît en 84 comme moins favorable au maïs (cf. chapitre 2). En outre, dans le système cultural soja-maïs, la productivité du système cultural appréciable en matière de rendement du maïs, n'est pas affectée; en particulier, les infestations pesonnantes des nématodes, qui ont été encore vérifiées l'année 84, d'autre part, les nématodes

pathogènes du maïs et du soja étant identiques et d'autre part, le soja étant sensible aux nématodes, la culture continue de ces 2 plantes en rotation, devait entraîner l'accroissement de leur nombre, donc de leurs préjudices aux plantes ! L'hypothèse d'un effet positif du compost est à retenir.

En résumé, on doit souligner la convergence des résultats de 3 années d'expérimentation qui atteste l'importance de la fumure organique du soja : (1) de par son effet direct sur le soja lui-même d'autant plus marqué que la pluviométrie est déficitaire ; (2) mais surtout, de par son arrière-effet sur le maïs qui peut suppléer à l'apport d'urée.



Tableau 1 - Rendement en maïs avec fumure azotée (urée) et du maïs sans fumure azotée à un apport de compost  
 (1981-1983) - 1981 - 1983.

Parcelles	Sous-traitements "fertilisation azotée"				moyenne	
	Sans urée		Avec urée (100 kg d'urée/ha)		année 81	année 83
	année 81	année 83	année 81	année 83		
1000	708	1606	1118	2342	913 a	1974 a
120	121	1934	1355	2696	1093 a	2315 b
1000	1000	2135	1544	2760	1298 b	2447 b
1000	1000	2200	2620	2900	2117 c	2550 bc
1765	1765	2357	2777	3192	2271 c	2774 b

1981 - 1983

1981 - 1983

#### 4 - CULTURE CEREALIERE ET FORME DE RESTITUTION DE LA PAILLE SUR LA CULTURE DE 5074

Dans un système cultural céréales-soja en conditions de culture semi-intensive, on étudie les céréales : mil, maïs et riz pluvial et la restitution de la paille de ces céréales, sous forme brute, en fin de cycle cultural, ou sous forme compostée, en début de cycle cultural. Une expérimentation pluriannuelle de type bloc avec split-plot a été implantée à Séfa en 1980 : la nature de la céréale constitue le traitement principal et la forme de restitution (absence, paille ou compost) les traitements secondaires. Seuls les résultats "plantes" sont disponibles. Un premier bilan azoté sol-plante sera fait en 1985.

##### RESULTATS : tableau 12)

On met en évidence un effet important de la restitution des pailles de céréales sur la productivité des systèmes culturaux.

\* La forme compostée induit, en effet direct sur le soja, un accroissement de rendement du soja supérieur à la forme brute (non compostée), cet effet étant surtout marqué dans le cas de systèmes soja-maïs et soja-riz ; pour ces 2 systèmes, l'effet de la restitution sur le rendement en grain du soja est de + 245 kg M.S/ha dans le cas de la "paille brute" et de + 475 kg M.S/ha dans le cas de la paille compostée. En arrière-effet sur céréale, c'est la forme brute qui s'avère supérieure : l'accroissement de rendement dû à la restitution des pailles est le plus important pour le maïs (+ 635 kg M.S/ha de grain en 1982).

\* La culture de la céréale précédent le soja modifie assez peu le rendement du soja, une tendance se dégageant en faveur du mil ; en revanche, en situation de paille enfouie (forme brute), les rendements de soja sont significativement plus élevés après mil qu'après riz ou maïs (2 années de résultats convergents). Le compostage des pailles supprime ces différences.

En résumé, on doit souligner l'importance de la restitution des pailles de céréales dans la productivité du système céréale-soja, dans le cas du maïs ou du riz, le compostage des pailles les améliore significativement le rendement du soja, mais dans le cas du mil, la plus-value dégagée par le compostage est insuffisante pour justifier le compostage. Enfin, il ne faut pas perdre de vue la forte productivité du riz pluvial comparé au mil ou au maïs, et notamment la forte productivité du système riz pluvial-soja avec paille ou riz compostée et enfouie en début de cycle.

Tableau 12 Effet des enfouissements de Pailles de céréales sur le rendement en grain d'un système céréale-soja -S3ta 1982 - 1983. Les comparaisons statistiques s'effectuent pour une même plante selon une ligne horizontale. Maïs CV. ZM-10 - Soja CV. ISRA-IRAT 44/A/73.

Système céréale-soja	deux traitements "Restitution des pailles de céréale sur soja"					
	Non restitution		Pailles restituées		Pailles restituées après compostage	
	Céréale 1982	Soja 1983	Céréale 1982	Soja 1983	Céréale 1982	Soja 1983
Maïs - Soja	979 a	1401 a	1318 c	1747 b	1170 b	1865 b
Maïs - Soja	1100 a	1326 a	1735 b	1573 b	1651 b	1855 b
Maïs - Soja	2007 a	1376 a	2500 c	1589 b	2350 b	1793

1982 1983

1982  
1983

- ESTIMATION QUANTITATIVE DE LA FIXATION LIBRE DE N<sub>2</sub> CHEZ PLUSIEURS VARIETES DE MILS ET DE SORGHOS

Dans un ensemble de variétés de mils et de sorghos cultivées en zone semi-aride, l'ICRISAT a repéré des variétés stimulant l'activité nitrogénasique. La culture des variétés "actives" en présence de <sup>15</sup>N devrait donc entraîner une dilution isotopique par rapport aux variétés "faiblement actives". Deux expériences lysimétriques ont été conduites à cet effet à Bambey : dans les conditions écologiques de culture de ces variétés en sols sableux "dior", peut-on discerner des différences significatives entre les excès isotopiques dans la plante entière, donc dans l'aptitude variétale à fixer N<sub>2</sub> ?

Préparation du sol, dispositif expérimental et conditions de culture.

Un sol sableux "dior" a été préalablement cultivé en mil ayant reçu du l'urée enrichie en <sup>15</sup>N. Ce sol, après culture, se trouve donc appauvri en azote minéral et marqué avec <sup>15</sup>N. L'essai est en randomisation totale : un traitement par variété, répété 6 fois. Chaque lysimètre contient 60 kg de sol pour le sorgho et 45 kg de sol pour le mil ; la culture, constituée par lysimètre d'un poquet démarré à 3 pieds, est réalisée en saison des pluies 1981 pour le sorgho (irrigation complémentaire) et en saison sèche 1983 pour le mil. Une fumure minérale PKS oligo-éléments est apportée. Les percolats de chaque lysimètre sont recyclés sur la culture.

Les résultats d'excès isotopique présentés, sont obtenus par pondération à partir des résultats d'analyse d'azote et d'azote <sup>15</sup> des grains et des pailles incluant les rachis et glume.

RESULTATS (tableaux 13 et 14)

En ce qui concerne le sorgho, les variations d'excès isotopique entre variétés sont peu marquées ; seul le cultivar IS-5108 présente une dilution isotopique significative au test de la P.O.D.S par rapport à la variété d'arabidopsis non nodulante et au cultivar IS-84 ; au test de M. et Keuls, aucune différence significative n'apparaît entre les différentes variétés de sorgho.

En ce qui concerne le mil, aucune variation de l'excès isotopique n'apparaît entre cultivars, lequel est similaire à celui du sorgho.

En résumé

dans les conditions écologiques de culture du sorgho et de mil en sol sableux "dior", il n'apparaît aucune aptitude variétale à fixer l'azote de l'air (néanmoins, il peut exister une fixation rhizosphérique de N<sub>2</sub> commune aux céréales, que la méthode isotopique en l'occurrence utilisée, ne permet pas de déceler). Notons, cependant, dans le cas du cultivar de sorgho IS-5108, une tendance à fixer N<sub>2</sub> ; calculée prenant l'IS-84 comme référence, la part de l'azote dérivée de la fixation serait de l'ordre de 10 %.

Une deuxième étude portant sur l'inoculation des céréales devrait être réalisée fondée sur la même méthode de dilution isotopique appliquée in situ. Des résultats intéressants ont été obtenus à l'ICRISAT : dans des essais au champ avec mil, Azospirillum brasilense (fourmi par BALANDREAU du INRA-Nancy) a accru significativement le rendement en grain de 17 % par rapport au contrôle (ANI, comme traitement de référence).

Tableau 13 : Valeurs de l'excès isotopique chez 6 variétés de sorgho et une arachide non nodulante cultivées en sol "dior" carencé en azote : (sol préalablement enrichi en  $^{15}N$  : E N-sol 0,116 ± 0,0031)

Variété	N total mg/lysimètre	Excès isotopique		
		f	Significativité N. et Keuls ppds	
Arachi de non nod.	764 c	0.351	a	a
IS-84	1115 a	0.341	ab	ab
CSV-5	766 c	0.34	ab	abc
IS-3003	1187 a	0.557	ab	abc
CSH-5	1097 a	0.338	ab	abc
IS-1256	900 b	0.322	ab	bc
IS-5108	834 bc	0.311	b	c
CV. %	9.7	5.4		
Si test F réalise sur Arc sin $\sqrt{\%}$ , f non significatif				

Tableau 14 : Valeurs de l'excès isotopique chez 6 variétés de mil cultivées en sol "dior" carencé en azote. (sol préalablement enrichi en  $^{15}N$  : E N-sol 0,116 ± 0,0031)

Variétés	N total mg/lysimètre	Excès isotopique %
ICH-107	362	0.328
GAF-73	366	0.335
IP-2787	340	0.332
4.8	330	0.337
AG-104	330	0.342
BBF-110	320	0.345
CV. %	2.7	4.7
Test F	1.1	3.1

## 6 - ETUDES DU BILAN AZOTE N-ENGRAIS SUL-PLANTE DANS UNE CULTURE DL MAIS

La technique de fertilisation azotée actuellement vulgarisée pour les céréales a été mise au point sur le critère de l'accroissement maximum du rendement. Malheureusement, l'urée apportée en surface en cours de cycle subit des pertes importantes par volatilisation de l'ordre de 30 à 40 %. Notre objectif est donc de redéfinir une technique de fertilisation azotée du maïs fondée le critère "efficacité maximale de l'N-engrais" par recours à la méthode isotopique.

Dans le cadre d'un Programme coordonné avec l'IFDC 1983-1984, une 1ère expérience au champ est réalisée à Séfa. D'une part, on y étudie la réponse du maïs à l'urée (0, 50, 100 et 150 N) et d'autre part, pour la dose d'azote a priori optimale (100 N), on mesure le bilan N-engrais dans le système sol- plante par le moyen de l'application d'urée enrichie à  $^{15}\text{N}$ . L'urée est fractionnée en 3 apports dans le temps (15 N au semis, et 2 fois 45 N entre le 15ème et 30ème jour) selon 2 modes d'application : en surface incorporé sous quelques cm de sol par un travail superficiel, localisé en bande incorporé, à 10 cm de la ligne de maïs et incorporé à 5 cm de profondeur. Le maïs reçoit par ailleurs la fumure PKS semi-intensive (35  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 55  $\text{K}_2\text{O}$  et 10S). Le dispositif expérimental est de type "bloc de Fisher".

RESULTATS (tableaux 15, 16 et 17)

### Rendement en grain

Les résultats du tableau 15 (interprétés selon la méthode des blocs) montre que le maïs répond significativement à l'urée dès la dose de 50 kg N/ha. Un apport supplémentaire de 50 kg N/ha accroît significativement le rendement (50 N versus 100 N) ; le rendement maximum est atteint à 100 kg N/ha. Ces mêmes résultats à l'exclusion du témoin 0, sont aussi interprétés de façon à faire ressortir les effets principaux "dose" et "méthode de placement" ainsi que l'interaction. Il ressort du tableau 16 un effet significatif de la méthode d'application de l'urée. Appliquée en "localisé" comparativement à l'apport en "surface incorporé" (méthode vulgarisée), l'augmentation du rendement en grain est de 240 kg M.S/ha (soit environ 300 kg/ha à 13 % d'humidité).

### Teneur en azote et rendement en protéides des grains

Seuls les résultats d'analyse d'N-total plante des parcelles ayant reçu 100 kg N/ha (parcelles 11 N) sont disponibles. Les résultats 15 N ne sont pas encore disponibles.

Les résultats du tableau 17 mettent en évidence une augmentation significative de la teneur en azote des grains (17 %) et du rendement en protéides des grains (17 %).

### En résumé,

la méthode de placement de l'urée en "bande incorporée" (bande) comparée à la méthode dite en "surface incorporée" (broadcasting), méthode actuellement vulgarisée au Sénégal, accroît significativement le rendement en grain du maïs de 250 kg M.S/ha (17 %) et la teneur en azote des grains de 1,1 (17 %) ; il s'agit d'une augmentation significative du rendement en protéides des grains de 17 %.

Tableau 1 : Effet de la dose et de la méthode de placement de l'urée sur les rendements (kg M.S./ha) en grain du maïs. Variété ZM-10 - Essai ISRA-IFDC - Séfa 1983).

Dose N-urée kg N/ha	Méthode	Rendement kg M.S./ha	Significativité (Newman et Keuls)	
			P = 0.05	P = 0.01
0	-	530	a	a
50	Surface	1859	b	b
	Localisée	2076	c	c
100	Surface	2383	d	c
	Localisée	2624	e	c
150	Surface	2595	d	c
	Localisée	2655	e	c

cv. = 8.0 %

Tableau 15 : Résultats des effets moyens "doses" et "méthode de placement" de l'urée sur le rendement en grain (kg M.S./ha) du maïs - Variété ZM-10 Essai ISRA - IFDC - Séfa 1983.

Effet "dose"		Effet "méthode"	
Dose kg N/ha	Rendement grain kg M.S./ha	Méthode	Rendement grain kg M.S./ha
0	1963 a		
50	2301 b	Surface	2171 a
100	2521 c	Localisée	2453 b

Interact. Dose.Méthode : non significatif.

Tableau 17 : Effet de la méthode de placement de l'urée sur l'azote total et le rendement en protéide des grains de maïs - variété ZM-10- Essai ISRA - IFDC - Séfa 1983.

Méthode de placement	Teneur N <sup>(1)</sup> %	N total kg/ha	Protides <sup>(2)</sup>
Surface	15,0 a	36,9 a	231 a
Localisée	16,1 b	43,0 b	270 b

(1) moyennes pondérées

2) N total x 6,25

111 - CONSEQUENCES, IMPACT SUR LE DEVELOPPEMENT  
-----

### III - CONSEQUENCES IMPACT SUR LE DEVELOPPEMENT

#### 1 - Un critère de choix de la variété de soja : l'économie de l'azote

Parmi les variétés susceptibles d'être cultivées, la variété ISRA-IRAT 26/72 est celle qui présente la plus grande aptitude à économiser l'azote du sol et, en année pluviométrique favorable, à enrichir le sol en azote.

#### 2 - Proposition de fumures organiques et minérales au moindre coût pour le soja et le maïs

Ces propositions fondées seulement sur 4 années de résultats, devront être précisées (après 6 années de résultats : 3 années de céréales et 5 années de soja). En particulier les objectifs de production devront tenir compte des années à pluviométrie défavorable (défavorable dans la phase critique du cycle de la plante, ce que nous avons vu au § 2) ; ceci reviendra à envisager un objectif minimum.

#### 21 - Soja

##### Objectif 15 q M.S/ha

- Restitution des pailles de céréales, compostées si possible.
- Inoculation du sol par Rhizobium.
- Phosphatage par le phosphate naturel enfoui (100 à 150 kg/ha pour le Taïba)
- Complément de KCl (50 à 60 kg/ha)

##### Objectif 25-30 q M.S/ha

- Fumure organique (incluant la restitution des pailles de céréales de l'ordre de 6 t M.S/ha.
- Inoculation mixte du sol par Rhizobium et Glomus mosseae.
- 200 kg/ha de 8-18-27 + KCl enfouis (50 à 60 kg/ha).

#### 22 - Maïs

##### Objectif de rendement : 15 q M.S/ha

- Restitution des pailles de maïs sur soja, sous forme de compost.
- Engrais ternaire 8-18-27 à raison de 100 kg/ha.

##### Objectif de rendement : 20 q M.S/ha

- Option fumure faible azotée
  - Restitution des pailles de maïs sur soja, sous forme de compost.
  - Engrais ternaire 8-18-27 à raison de 200 kg/ha.
  - Fumure azotée à raison de 100 kg/ha d'urée + complément de battage.
- Option sans fumure azotée
  - Apport de compost sur soja à raison de 4,5 t M.S/ha (incluant la restitution des pailles de maïs).
  - Engrais ternaire 8-18-27 à raison de 200 kg/ha.

Objectif de rendement : J 0 q M.S/ha

. Option fumure faible azotée

- Apport de compost (incluant la restitution des pailles de maïs) de l'ordre de 5 à 6 t M.S/ha. L'ajout de compost nécessaire serait de 1,5 à 2 t M.S/ha.
- Fumure ternaire E-18-27 à raison de 200 kg/ha ;
- Fumure azotée à raison de 100 kg d'urée/ha au moment du buttage.

. Quel précédent cultural au soja parmi les 3 céréales les plus cultivées au Casamanka ?

La culture de la céréale précédent le soja modifie assez peu le rendement du soja, une tendance se dégageant en faveur du mil ; en revanche, en situation de paille enfouie (forme brute), les rendements de soja sont significativement plus élevés après mil qu'après riz ou maïs (2 années de résultats convergents) ; le compostage des pailles supprime ces différences.

4 - Proposition d'une nouvelle technique de fertilisation azotée du maïs

*(Démarré en 1985 après la réalisation du programme ISRA 11 D.C.)*

Cette proposition va dans le sens d'une réduction de la dose et d'une simplification dans la méthode d'épandage actuellement vulgarisées au Sénégal :

- l'azote starter est nécessaire au maïs, d'où la recommandation concernant l'engrais ternaire ;
- la fumure complémentaire est apportée à raison de 100 kg d'urée au moment du buttage.

Par cette technique, 52 q M.S/ha de grain ont été obtenus en 1985, soit 57 g/ha de grain 8-13 d'humidité.

- Fabrication et utilisation du compost

- Le compost est fabriqué en hivernage et saison sèche avec un minimum d'apport d'eau (arrosage avant les pluies), sur une période de 9 mois, par exemple du 15 juin au 17 mars dans la région de Sambey.

- La perte de matière sèche est fonction du degré de broyage : paille tronçonnée, environ 15 % de perte ; paille hachée menu, environ 60 % de pertes.

Malgré les pertes, le stock d'azote est maintenu grâce à la fixation de

- L'accroissement de la solubilisation des éléments P et Ca dû au processus de compostage, permet d'envisager l'utilisation directe de phosphate naturel trivalent en agriculture, celui-ci étant incorporé au compost au début du compostage.

## PUBLICATIONS

GANRY (F.) - 1983

Sources et gestion de l'azote en zone tropicale sèche.  
Bilan de quinze années de recherche au CNRA de Bambey (Sénégal).  
Communication présentée au colloque IFDC, NIAMEY 21-23 février 1983.  
Document N° 41/83 - ISRA/CNRA Bambey (Sénégal).

GANRY (F.), WEY (J.), DIEM (H.G.) and DOMMERGUES (Y.) - 1983

Inoculation with Glomus mosseae improves N<sub>2</sub> fixation by field-grown soybeans.

Coordinated Research Program on the use of isotope in studies on Biological Dinitrogen Fixation.

Research contract N° 237 5/R3/SD of the joint FAO/IAEA Division. In IAEA presented at workshops held in Vienna in August 1983.

## PUBLICATIONS EN COLLABORATION

SARR (P.L.) et GANRY (F.) - 1983

Etude de l'apport au champ de composts aérobie (100%) sur une culture de tomate (var. ROSSOL) sous irrigation.

Rapport ISRA/CNRA - Bambey - 10 pages. Agron. Trop. (à paraître).

GUÉYÉ (Fatou) et GANRY (F.) - 1983

Compostage des pailles de céréales et essai de valorisation agronomique des phosphates naturels au Sénégal par le moyen du compostage.

Programme IFS du 1-01-82 au 1-01-83 - Bourse N° 6.132 - Rapport final. CNRA Bambey - 19 p.

ALLARD (J.L.), BERTHEAU (Y.), DREYCH (J.J.), SEZE (O.) et GANRY (F.) - 1984.

Ressources en résidus de récolte et potentialités pour le biogaz au Sénégal.

Agron. Trop. 38-3. pp. 215-221.

GAUTHIER (D.), DIEM (H.G.), GANRY (F.) and DOMMERGUES (Y.) - 1984

Assessment of N<sub>2</sub> fixation by Casuarina equisetifolia inoculated with strain U21001 using <sup>15</sup>N method.

Doc. ronéo - URSTOR - Sénégal - 19 p. + tableaux. Les phytologistes (à paraître)

## RAPPORT INTERNE ISRA

GANRY (F.) - 1983

Economie des engrais N et P dans les systèmes de culture semi-intensifs Maïs-soja.

Doc. ronéo - CNRA - Bambey - 19 p. + tableaux. (à paraître)