

1985/5

Doc

DEVELOPPEMENT SYSTEMES DE
PRODUCTION ET TRANSFERT
DE TECHNOLOGIES

CN0101070
P350
GAN

SYNTHESE DES RESULTATS 1984

PROGRAMME VALORISATION AGRICOLE DES
RESSOURCES NATURELLES

SERVICE BIOCHIMIE DES SOLS
SR/Sol N

f. GANRY

FEVRIER 1985

Centre National de Recherches Agronomiques
de Bambeay

	<u>Pages</u>
A - TITRE DES OPERATIONS.....	1
B - RAPPEL DES OBJECTIFS DES OPERATIONS.....	1
C - THEMES DE RECHERCHE: 1984	2
D - ETAT D'AVANCEMENT ET ORIENTATION DES RECHERCHES.....	3
E - RESULTATS	
I - <u>Fumure organique de la légumineuse et économie de l'engrais azoté - Cas du système soja-maïs.....</u>	6
<u>Résultats</u>	
. Réponse du soja aux apports de compost.....	6
. Réponse du maïs : arrière-effet de l'apport de compost.....	6
II - <u>Importance de la nature de la céréale et de la forme de restitution de la paille, sur la productivité du système céréale-soja.....</u>	
<u>Résultats</u>	
. Importance des restitutions de pailles de céréales sur le rendement des céréales.....	7
. Doses de pailles et de compost restituées - Rapport de transformation de la paille en compost - Années 81 et 83.....	7
III - <u>Efficiéce de l'urée apportée sur maïs ZM-10, Effet de la localisation de l'engrais sur le rendement et les pertes en azote.....</u>	10 <i>i</i>
<u>Résultats</u>	
. Rendement et productivité.....	10
. Efficiéce N-engrais (Bilan ¹⁵ N).....	11
IV - <u>Etude quantitative de la fixation libre de N₂ dans l'agro-système tropical sol sableux-céréales.....</u>	18
F - CONSEQUENCES - IMPACT SUR LE DEVELOPPEMENT * * * * *	19
I - <u>Proposition d'une nouvelle technique de fertilisation azotée du maïs.....</u>	19 <i>v</i>
II - <u>Propositions de fumures organiques et minérales au moindre coût pour le maïs en rotation avec le soja.....</u>	19

III - Fabrication et utilisation du compost.....

Exemples d'agriculteurs appliquant ces recommandations.

G - PUBLICATIONS ET DOCUMENTS DE SYNTHESE.....

Assistante de Recherche : Saliou FAYE
Techniciens : Youssouph NOIAYE
Saliou FAYE

A - 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 sont Poursuivies :

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

B - RAPPEL DES OBJECTIFS DES OPERATIONS :

• A un niveau de production donné, définir le système de production céréales-soja (en particulier maïs-soja) le plus économe en intrants NPK.

• Améliorer la qualité de 8 composts, y compris des composts méthanogènes ; en particulier élaborer un composé organo-phosphoré en incorporant le phosphore naturel au compost ;

• Mettre au point un engrais végétal NP par campastage de Sesbania rostrata (riche en azote) en présence de phosphates naturels.

Nos recherches sont guidées par 4 thèmes directeurs ;

- 1 - Objectifs de production : élaborer des techniques et recommandations en fonction d'objectifs de production, par exemple : 1, 2 et 3 t/ha.
- 2 - fixation de N₂ et recyclage organique : pour un niveau de production donné :
 - pour la légumineuse réduire le plus possible la fourniture d'azote par le sol ;
 - pour la céréale accroître le plus possible la fourniture d'azote par le sol incluant l'azote fixé (en vue de réduire l'apport d'engrais N).
- 3 - Efficacité de l'azote-engrais : réduire la plus possible les pertes d'N-engrais.
- 4 - Système de culture "longue durée" : raisonner l'économie de l'azote dans le cadre d'un système de culture pluriannuel, par exemple soja-maïs, constituant le référentiel à l'état d'équilibre (ou tendant vers cet état).

travaux effectués ont permis de quantifier la fixation biologique de l'azote par les légumineuses : l'arachide et le soja, de 2 céréales, d'un arbre et d'une paille en cours de compostage ; ces recherches se poursuivent et devraient s'étendre à d'autres écosystèmes sol-plante.

C - THEMES DES RECHERCHES 1984

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 ont débuté 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 d'intrants et à la fertilité du sol.

Le programme "Compost-Recyclage organique", après s'être appuyé 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 N₂) et en P (par incorporation de phosphate naturel) afin de 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 Bambey :

- par différentes techniques de compostage (systèmes ouverte ou fermés) ;

- par l'incorporation des phosphates naturels, sur le critère de l'économie de l'eau et de l'économie de l'azote, dans le compost.

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

1.2 - Essai de mise au point en milieu rural d'un engrais végétal NP à partir de Sesbania 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 maïs sans urée.

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 N₂ de l'arachide dans la zone d'ouest du Sénégal à Thiémakha.

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

2 - Economie de la fumure azotée des céréales

- 2.1 - Estimation de la fixation de N_2 au niveau de la biomasse racinaire de mil.
- 2.2 - Fumure organique et économie de l'engrais azoté : compte-tenu du thème 13-t (étude de pluriannuelle 1980-1985).
- 2.3 - Technique optimale de fertilisation azotée du maïs réduisant le plus possible les pertes de N-engrais (essais annuels ISRA-IFDC 1983-1984).

D - ETAT D'AVANCEMENT ET ORIENTATION DES RECHERCHES:

1 - Etat d'avancement en fonction des différents thèmes
(cf. C. Thèmes de recherche)

1.1 - Valorisation du recyclage organique :

- Thème 1-1, Pour les recherches menées à Bamboey : premier bilan effectué en 1981 (cf. rapport IFS 1981) ; deuxième bilan, plus complet, effectué en 1983 (cf. rapport IFS 1983). Réorientation SA 1986.

Pour les essais menés à Séfa : premier bilan effectué en 1983 (cf. document intitulé "Economie des engrais dans les systèmes culturaux maïs-soja"). Bilan en 1986.
- Thème 1-2. L'étude démarrera en 1984 ; elle devrait s'achever en 1986.
- Thème 1-3. Etude démarrée en 1979. Une première mise au point a été faite en 1983 (cf. document intitulé "Economie des engrais dans les systèmes culturaux maïs-soja"). Mais les premiers résultats tangibles seront obtenus en 1984-85. Bilan en 1986.
- Thème 1-4. Cette étude s'inscrit dans le programme coordonné AIEA réalisé en 1983 sur l'expérimentation "longue durée" de Thilmakha. Résultats d'analyses ^{15}N non encore tous disponibles, d'où le retard dans la publication des résultats de cet essai.

1.2 - Quantification de la fixation de N_2 par la méthode isotopique

De 1980 à 1982, des études de l'effet des facteurs "alimentation en eaux", "variétés", "engrais phosphatés" et "endomycorhizes" sur la fixation quantitative de N_2 du soja ont été réalisées. La synthèse de ces résultats a été rédigée en mars 1984 (cf. référence bibliographique N° 12-b). Une synthèse des résultats de quantification de la fixation de N_2 dans les différents agro-systèmes fixateurs étudiés, a été rédigée en nov, 84 (cf. référence bibliographique N° 12-2).

- Thème 2-1. Un essai lysimétrique de confirmation a été réalisé pour estimer la fixation quantitative de N_2 au niveau de la biomasse racinaire du mil (un premier essai avait été réalisé en 1979).

1.3 - Economie de la fumure azotée du maïs

• Thème 2-2. cf. § 11 thème 1-3. Des maïs semi-intensifs cultivés sans apport d'urée sont d'ores et déjà envisageables. Des propositions concrètes ont déjà été formulées en 1983; elles s'affineront d'année en année jusqu'en 1986, année où un bilan sera fait.

• Thème 2-3. Un premier essai au champ a été réalisé en 1983; un deuxième essai, compte-tenu des résultats 1983 a été réalisé en 1984. A l'issue de ces 2 essais une nouvelle technique de fertilisation azotée du maïs devrait être proposée. Un troisième essai devrait être réalisé en 1985.

2 - Perspectives de mise en place d'un dispositif expérimental dans le Sine-Saloum

A l'instar du dispositif actuellement en place en Casamance (thèmes 1-3 et 2-2) un dispositif semblable devrait se mettre en place dans le Sine-Saloum; un premier essai pourrait être implanté en 1985.

Ces dispositifs répondent à la nécessité de posséder des référentiels techniques de station.

E - RESULTATS
=====

- Deux objectifs
- (1) Maintien de la productivité du système cultural soja-maïs : 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 culturel céréale-soja soit maintenue ;
 - (2) Economie de l'engrais azoté : l'amélioration de la capacité fixatrice de N₂ de la légumineuse (Soja) peut-elle permettre la culture semi-intensive de maïs sans engrais azoté ?

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 1960, étudie le facteur "dose compost" en traitement principal et le facteur "fertilisation azotée du maïs" en traitement secondaire ; l'autre identique mais avec des doses de compost supérieures 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 1985 pour les 2 expériences.

Résultats (tableaux 1 et 2)

Réponse du soja aux apports de compost

La restitution des pailles de maïs accroît significativement des rendements en grain du soja d'environ 400 kg M.S./ha. Cette restitution est évaluée à 3,5 t M.S/ha paille ou 3,0 t M.S/ha de compost. Un apport complémentaire de compost de 1,5 à 2 t M.S/ha peut accroître encore le rendement du soja de 200 à 250 kg M.S/ha. Cet accroissement de rendement est lié à un accroissement du nombre de nodules, 4 fois plus nombreux sous l'action de la fumure organique.

Réponse du maïs (arrière-effet de l'apport de compost)

C'est sans aucun doute au niveau de la céréale, le maïs, que la fumure organique du soja est la plus intéressante, en raison de l'économie d'urée qu'elle permet. Un apport complémentaire de compost de 1,5 à 2 t M.S/ha (1) permet d'obtenir, sans apport d'urée, en moyenne 2 t M.S/ha de grain de maïs (variation de 1,7 à 2,4) ; même en années défavorables au maïs (cas de 1981 et 1984) des rendements de 1,7 à 1,8 t M.S/ha sont réalisables sans urée ; (2) permet d'atteindre 3,0 t M.S/ha de grain de maïs ZM-10 avec une fumure azotée faible, à savoir 100 kg d'urée/ha au moment du buttage.

IMPORTANCE DE LA NATURE DE LA CÉRÉALE ET DE LA FORME DE RESTITUTION
DE LA PAILLE, SUR LA PRODUCTIVITÉ DU SYSTÈME CÉRÉALE-SOJA

Dans un système cultural céréales-soja en conditions de culture semi-intensive, on étudie 3 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.

Résultats (tableaux 3 et 4)

Importance des restitutions de pailles de céréales sur les rendements

L'arrière-effet de la restitution sur soja des pailles de céréales, accroît les rendements en grain de ces mêmes céréales de 300 à 400 kg M.S/ha s'il s'agit de la paille brute enfouie en fin de cycle ; s'il s'agit de la paille compostée enfouie en début de cycle, l'effet est identique pour le mil mais nettement plus marqué pour le maïs : + 800 kg M.S/ha et pour le riz : + 650 M.S/ha. Cet effet "compostage", marqué, est vraisemblablement lié au déficit hydrique enregistré en août et Septembre (tableau 10).

Doses de pailles et de compost restituées - Rapport de transformation de la paille en compost - Années 81 et 83

Les doses de pailles restituées varient de 5,0 à 5,5 t M.S/ha pour le mil, de 2,5 à 3,0 t M.S/ha pour le maïs et de 2,0 à 2,5 t M.S/ha pour le riz. Les rapports de transformation de la paille en compost sont les mêmes pour 1981 et pour 1983 ; ils dépendent du mode de compostage identique aux 3 céréales, et de la nature de la céréale. Ce rapport est de 0,75 pour la paille de mil, de 0,88 pour la paille de maïs et de 0,85 pour la paille de riz. Technique de compostage : hachage de la paille au hache-paille manuel, inoculation par du fumier, arrosage et mise sous bâche (on évite ainsi tout apport extérieur de terre ou de matière organique afin d'avoir le rapport de transformation intrinsèque de la paille). Deux recoupages + arrosages sont effectués en cours de saison sèche. En milieu paysan, on recommande une technique légèrement différente, permettant l'économie des arrosages (voir § Impact sur le développement).

Rhizobium japonicum dans une rotation soja-maïs, sur les rendements moyens du soja et du maïs, entre 1981 et 1984 à Sésé (Sud Sénégal).

Soja (44 A/73) 200 kg/ha de R-18-27 t inoculation			Maïs (ZM-10) semi-intensif 200 kg/ha de B-16-27	
Fumure organique		Rendement	Urée kg/ha	Rendement (1) kg M.S/ha
Restitution (2) des pailles de maïs	Complément compost t M.S/ha	Kg M.S/ha		
non	non	1650	0	900
oui	non	2000	0	1 300
oui	1,5 à 2	2250	0	2 000
non	non	1600	100	1 300
oui	non	2000	100	1750
oui	1,5 à 2	2200	100	2 900

(1) Pour la dose 0 urée rendement moyen sur les 3 années 81, 83 et 84
Pour la dose 100 kg urée/ha rendement moyen sur les 4 années 81, 82, 83 et 84.

(2) Sous forme brute ou mieux compostée estimée à 3 t M.S/ha de compost (cf. tableau 4).

Tableau 2 : Effet de la fumure organique (compost) du soja inoculé avec Rhizobium japonicum, dans une rotation soja-maïs, sur le nombre de nodosités par plante au 55ème jour.

Doses compost t M.S/ha	Nombre de nodosités/plante
0	7 a
1,5	18 b
3	27 c
4,5	26 cd
6	23 d

Test Newman et Keuls - CV = 12 %
à P = 0.005

Tableau 3 : Arrière-effet des enfouissements de pailles de céréales sur le rendement en grain de la céréale. Maïs : ZM-10 - Mil : souma III - Riz 144-B-9 - Fumure minérale vulgarisée.

<u>Sous traitements</u> : Restitution des pailles de céréales sur soja			
Traitements principaux système cultural	Non restitution	Pailles resti- tuées	pailles res- tituées après compostage
Soja - <u>Mil</u>	1016 a	1328 b	1279 b
Soja - <u>Maïs</u>	1237 a	1652 b	2051 c
Soja - <u>Riz</u>	1225 b	1510 b	1873 c

- Pour une même céréale, les valeurs affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au test de Newman et Keuls.

- Coefficient de variation des sous-traitements : 10,5 %.

Tableau 4 : Restitution en paille brute ou compostée des 3 céréales (Mil, Maïs, Riz) et rapport de transformation de la paille en compost, pour les années 1981 et 1983 à Séfa - Compostage semi-anaérobie

Culture	Paille kg M.S/ha		Equivalent compost kg M.S/ha		Rapport de transformation	
	Année 1981	Année 1983	Année 1981	Année 1983	Année 1981	Année 1983
Mil	4,9	5,6	3,7	4,2	0,75	0,75
Maïs	2,3	3,1	2,0	2,7	0,88	0,88
Riz	2,0	2,5	1,7	2,1	0,85	0,85

EFFICIENCE DE L'UREE APPORTEE SUR MAÏS ZM-10 ; EFFET DE LA LOCALISATION DE L'ENGRAIS SUR LE RENDEMENT ET LES PERTES EN N.

La technique de fertilisation azotée actuellement vulgarisée au Sénégal pour les céréales a été mise au point sur le critère de l'accroissement maximum du rendement. Malheureusement, l'urée apportée "en surface incorporée" en cours de cycle subit des pertes importantes de l'ordre de 30 à 40 %, en grande partie par volatilisation en raison d'une mauvaise ou d'une non-incorporation de cette urée dans le sol. Notre objectif est donc de redéfinir une technique de fertilisation azotée du maïs Fond & sur le critère "efficacité maximale de l'N-engrais" par recours à la méthode isotopique.

A ce titre un programme coordonné ISRA-IFDC a été mis en œuvre, échelonné sur 3 ans : 1983 - 1984 - 1985 ; une première expérience au champ a été réalisée en 1983 ; la deuxième fait l'objet de la présente note et la troisième devrait être réalisée en 1985.

En ce qui concerne les 2 premières expériences, d'une part, on y étudie la réponse du maïs à l'urée (0, 50, 100 et 150 N) apportée selon 2 méthodes en 1983 et 3 méthodes en 1984 ; 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 en ^{15}N .

Les 3 méthodes d'application sont les suivantes :

- "Broadcast incorporated". L'urée est apportée en surface puis incorporée sous quelques cm de sol : 2 apports en cours de cycle ;
- "Banded". L'urée est apportée en bande 10 cm de la ligne de maïs puis incorporée à 5 cm de profondeur : 1 seul apport en cours de cycle (au moment du buttage) ;
- "Point placed". L'urée, conditionnée sous forme de super-granules est apportée à raison de 1 ou 2 super-granules par pied : 1 seul apport en cours de cycle (au moment du buttage).

Résultats

Le maïs répond significativement à l'urée dès la dose de 50 N (tableau 6), mais à cette dose, la productivité de l'unité d'azote est de 10, faible, comparativement à celle de 1983 qui était de 26 (tableau 7) (cela peut s'expliquer par les fortes pluies qui ont suivi le semis). Un apport supplémentaire de 50 N accroît significativement les rendements : la productivité de l'unité d'azote de ces 50 N supplémentaires est de l'ordre de 30. Le rendement maximum en grains est atteint à 100 N, ce qui confirme les résultats de 1983 ; au-delà de 100 N, l'apport d'azote augmente seulement le rendement en paille (tableau 6).

Le maïs répond significativement à la localisation de l'urée (tableau 6).

Point placed > Banded > Broadcast incorporated.

A la dose 100 N, l'apport localisé "point placé" accroît le rendement du grain 750 kg M.S./ha comparativement à l'apport en "Broadcast incorporated" (tableau). Notons la similitude des résultats de productivité de l'unité d'azote en 1983 et en 1984 (tableau 7).

Ce rapport Grain/paille approche l'unité (0,99) pour la dose 100 N en "point placé" (tableau 8).

Les premiers résultats d'analyse isotopique montrent que la localisation de l'urée en bande (banded) :

(1) accroît significativement le coefficient d'utilisation réel de N-engrais par les grains de + 41 %, donc proportionnellement plus que le rendement en grain, dont l'accroissement est de + 10 %;

(2) supprime les pertes d'N-engrais, ce que traduit la quasi-totale récupération de l'N-engrais de 98.8 % (tableau 9).

Le profil d'immobilisation de l'N-engrais dans le sol est le même que l'urée soit apportée en surface (Broadcast) ou en bande (Banded) ; on remarquera la profondeur de lessivage jusqu'à 150 cm et l'influence très nette du système racinaire entre les 2 horizons 15-30 cm et 90-120 cm sur la réduction de l'immobilisation de l'N-engrais. L'absence de pertes d'N-engrais pour l'apport en bande conduit à penser que les pertes au delà de 150 cm sont négligeables ; mais pour s'en assurer, un prélèvement jusqu'à 180 cm aurait été nécessaire (cf Fig 1).

Rappelons que la méthode "Broadcast incorporated" (2 apports complémentaires) est la méthode actuellement vulgarisée au Sénégal ; les méthodes d'apport de l'urée en "localise" (un seul apport complémentaire) sont donc nettement plus efficaces.

Tableau 6 : Effet de la dose et du mode d'application de l'urée sur le rendement du maïs, kg grain M.S/ha - S4fa 1984.

<u>Effet "dose"</u>				<u>Effet "méthode"</u>			
<u>Grains</u>		<u>P 0,05</u>	<u>P 0,01</u>	<u>Grains</u>		<u>P 0,05</u>	<u>P 0,01</u>
50 N	1021	a	a	Broadcast	1592	a	a
100 N	2435	b	b	Banded	1909	b	ab
140 N	2300	b	b	Point	2255	c	b
<u>Tiges + feuilles + Spathes</u>				<u>Tiges + feuilles + Spathes</u>			
50 N	1093	a	a	Broadcast	2 2 8 0	a	a
100 N	2573	b	b	Banded	2564	a	ab
150 N	3235	c	c	Point	2856	b	b

Neuman et Kauls P = 0,05 et P = 0,01

Tableau 7 : Effet de la dose et du mode d'application de l'urée sur la productivité⁽¹⁾ de l'unité d'azote engrais (urée), Année 1984 et année 1983.

Mode d'apport et doses considérés		1984	1983
50 N broadcast incorporated	versus contr 01	9,9	26,6
50 N banded	versus contral	15,8	30,9
50 N point placed	ver au s contr 01	19,4	-
100 N broadcast incorporated	ver sus contr 01	18,0	18,5
100 N banded	ver sus contr 01	21,5	21,0
100 N point placed	ver eus contr 01	25,5	-
100 N broadcast	versus 50N broadcast	26,1	10,5
100 N banded	versus 50N banded	27,3	11,0
100 N point placed	versus 50N point placed	31,5	-

(1) calculée sur les graine.

Tableau 9 : Effet de la dose et du mode d'application de l'urée sur le rendement du maïs kg M.S/ha et le rapport grain sur paille - Séfa 1984.

Dose d'azote	Mode de placement	Rendements kg MS/ha			Rapport Grain/paille
		Grains ⁽¹⁾	Pailles ⁽²⁾	Rachis(*)	
0		269 a	859 a	359	0,31
50	broadcast incorpor.	765 b	1765 b	437	0,43
50	banded	1057 bc	1884 b	506	0,56
50	point placed	1241 c	2027 bc	862	0,61
100	br oadcaet incorpor .	2072 de	2285 c	774	0,91
100	banded	2420 ef	2 590 d	812	0,93
100	point placed	2814 f	2843 d	786	0,99
150	br oadcast incorpor .	1939 d	2790 d	862	0,69
150	banded	2257 de	3219 e	752	0,711
150	point placed	2710 f	3697 f	856	0,73

(1) calculé sur 5 répétitions (bloc I supprimé)

(2) calculé sur 6 répétitions.

Newman et Keuls α P = 0,05

Tableau 9 : Pourcentage de l'N-engrais stocké dans la plante et dans le sol - Séfa 1983.

Mode d'apport de l'urée	Grains	Feuilles + Spathe	Tiges	Rachis	Total plante	Sol	Total sol
Broadcast	27,8 a	12,8 a	1,6 a	3,4 a	45,5 a	37,8 a	83,

Neuman et Keuls : P = 0,05.

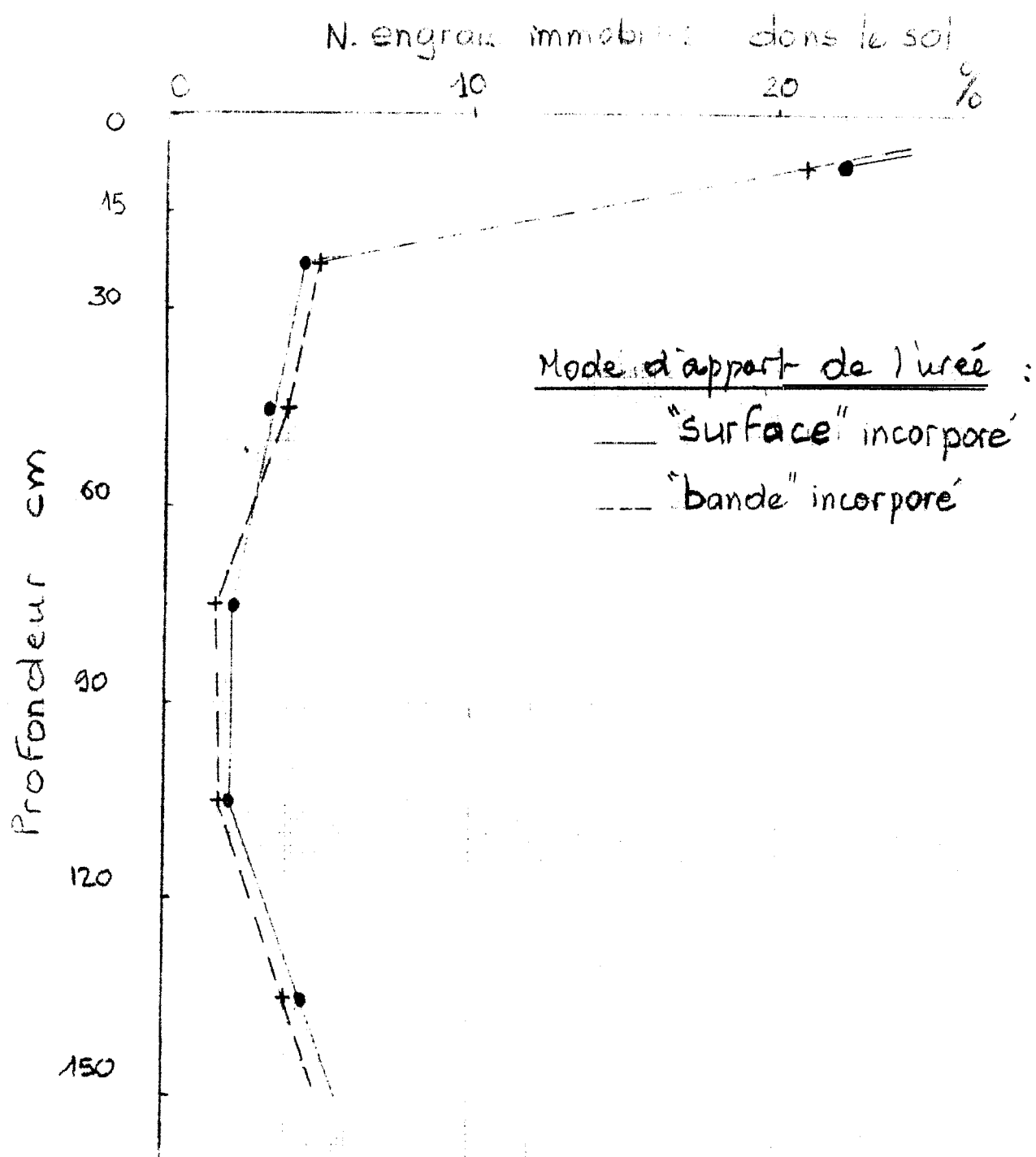


Fig 1 Profil d'immobilisation de l'N-engrais (urée à 100 N) dans le sol sous culture de maïs - Sefa 1983.

Tableau 10 : Pluviomètre décadaire en mm à Séfés en 1984

	118		54
Juillet	113	Août	36
	127		75
	86		20
Septembre	79	Octobre	0
	5		0

ETUDE QUANTITATIVE DE LA FIXATION LIBRE DE N₂ DANS L'AGROECOSYSTEME TROPICAL SOL SABLEUX - CEREALES - ROLE DE LA BIODEGRADATION RACINAIRE.
Application de la méthode de la dilution isotopique.

Cette étude a fait l'objet d'un rapport détaillé (cf. référence bibliographique N° 11-e) dont nous reprenons ici la conclusion.

La biodégradation racinaire dans la sol est à l'origine d'un apport d'azote à la plante dont une partie non négligeable peut provenir de l'atmosphère lorsque les conditions d'environnement sont propices à la fixation de N₂. En effet, 2 expériences portant sur le système mil-sol sableux "dior" mettent en évidence 3 résultats bien distincts : (1) des racines préincubées en sol sableux pauvre en argile et en azote (6 % d'argile, 0,03 % d'N et 10 ppm N-NO₃⁻) cultivée en mil non fertilisé en azote, ont été à l'origine d'un apport d'azote à la plante représentant 34 % de son azote total ; (2) en revanche, en absence de préincubation et en sol plus riche en azote (0,05 % N et 23 ppm N-NO₃⁻) cet apport d'azote n'a représenté que 6 % de l'azote total de la plante ; (3) dans ces 2 expériences, la part de l'azote de la plante provenant des racines sensu stricto a été de 8 et de 6 %. De ces 3 résultats, on peut déduire qu'en sol sableux pauvre en azote, les racines préincubées ont engendré un apport d'azote atmosphérique à la plante représentant au moins 25 % de son azote total. (La préincubation simule la présence des racines dans le sol humide in situ en dehors de la période végétative). Cependant, en raison des conditions expérimentales s'écartant des conditions in situ, notamment la concentration en racines dans le sol plus grande qu'in situ - le poids de racines par plante, quant à lui, respectant les valeurs in situ - nous concluons à un potentiel de fixation de 25 % de l'azote total du mil, engendré par la biodégradation racinaire.

I - PROPOSITION D'UNE NOUVELLE TECHNIQUE DE FERTILISATION AZOTEE DU MAIS

(Devrait être faite en 1985 après la réalisation du programme ISRA-IFDC)

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 localisée au banda au moment du buttage.

Par cette technique, 32 et 24 q M.S/ha de grain ont été obtenus respectivement en 1983 et en 1984.

En raison de l'importance des plus-values de rendement enregistrées avec l'urée conditionnée en super-granule, il importe d'approfondir les aspects fabrication en uaine et pratique d'apport au maïs qui devraient faire appel à des technologies nouvelles dont l'incidence économique devra être examinée.

II - PROPOSITIONS DE FUMURES ORGANIQUES ET MINERALES AU MOINDRE COUT POUR LE MAIS EN ROTATION AVEC LE SOJA - MAIS - SOL BEIGE-ISOHYETLS 900-1200 mm

Ces propositions fondées seulement sur 4 années de résultats, devront être précisées (après 6 années de résultats : 3 années de céréales et 3 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) ; ceci reviendra à envisager un objectif minimum.

a - Objectif de rendement : 15 q M.S/ha

▼ Option sans fumure azotée

- Restitution des pailles de maïs sur soja, sous forme de compost.

- Engrais ternaire S-18-27 à raison de 750 kg/ha.

b - 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 au moment du but-

- Apport de compost sur soja à raison de 4,5 à 6 t M.S./ha (incluant la restitution des pailles de maïs).
- Engrais ternaire 8-18-27 à raison de 200 kg/ha.

c. - Objectif de rendement : 30 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, en plus de la restitution des pailles ;
- Fumure ternaire 8-18-27 à raison de 200 kg/ha ;
- Fumure azotée à raison de 100 kg d'urée/ha au moment du buttage.

III - FABRICATION ET UTILISATION DU COMPOST

Le compost est fabriqué en hivernage et saison sèche avec un minimum d'apport d'eau (1 arrosage avant les pluies), sur une période de 9 mois, par exemple du 15 juin au 17 mars dans la région de Bamboey.

La perte de matière sèche est fonction du degré de broyage : paille tronçonnée, de 15 à 25 % de pertes (12, 15 et 25 % respectivement pour le maïs, le riz et le mil) ; paille hachée menue, environ 60 % de pertes.

Malgré les pertes, le stock d'azote est maintenu grâce à la fixation de N₂.

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

Exemples d'agriculteurs appliquant ces recommandations

La présence quasi-continue de nos techniciens, à Séfa, chaque année en saison de culture, depuis 1980, a permis de nombreux échanges avec les agriculteurs et la diffusion de certaines techniques en l'occurrence le compostage. Pour cette dernière opération, nous avons pu noter que la qualification professionnelle, la présence sur le terrain favorisée par la possession d'un moyen de locomotion et l'appartenance ethnique du technicien impliqué, furent 3 atouts majeurs pour la réussite de cette opération compostage-fumure organique.

Deux agriculteurs, l'un Ousmane BADIANE de Séfa (village de Bloc), l'autre, Chekhou KONATE de Soucoutoto (à environ 4 km au sud-est de Séfa), appliquant depuis 1981 la technique du compostage et de la fumure organique, suite aux observations qu'ils ont faites sur nos essais et aux discussions qu'ils ont eues avec nos techniciens. Ousmane BADIANE est agriculteur mais également employé à la station ISRA ; Chekhou KONATE est agriculteur à part entière. Voici, résumées, les principales données recueillies auprès de ces 2 agriculteurs concernant leur exploitation et l'importance du compost comme fumure organique parmi leurs facteurs de production.

<u>Superficie totale</u>	6 ha	2 ha
<u>Superficie recevant le compost</u>	3 ha en arachide chaque année	1 ha en arachide de bouche chaque année
<u>Culture</u>	Arachide - Mil	Arachide de bouche -- Maïs
<u>Matériaux utilisés pour le compost</u>	Litière de stabulation enterrée, 2 paires de boeufs	Paille de maïs hachée manuellement
<u>Mode de fabrication du compost</u>	<ul style="list-style-type: none"> - En meules recouvertes de feuilles (3 ou 4 meules à des stades d'évolution différents) ; - Un arrosage au départ et les eaux usées ; - profits de l'eau de pluie. 	<ul style="list-style-type: none"> - En meules recouvertes de feuilles (3 meules) - Un arrosage au départ + les eaux usées.
<u>Dose épandue et culture recevant le compost</u>	Maxi. 3 t M.S/ha, enfoui en début de cycle avant le semis de l'arachide.	Maxi. 3 t M.S/ha, enfoui en début de cycle avant le semis de l'arachide.
<u>Engrais minéral</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Engrais ternaire : approvisionnement en fonction de la production arachidière = faible et irrégulier ; - Urée très chère : 150 F le kg. Seulement quelques agriculteurs peuvent en acheter. 	Idem
<u>Fertilisation minérale</u>	Depuis 1980, apport d'engrais ternaires à des doses très faibles en fonction de la production arachidière.	Idem
<u>Effet du compost</u>	<p><u>Arachide 69-101</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • rendement environ 2 t gousses/ha en 1984 ; • moins d'adventices que sur les champs sans compost ; • <u>de visu</u>, la culture la mieux réussie parmi celles des autres agriculteurs n'appliquant pas le compostage* <p><u>Mil santo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • rendement environ 2,0 t/ha sans urée en 1984. <p><u>Effets induits</u> : l'accroissement de la production arachidière sous l'action du compost, entraîne un élargissement</p>	<p><u>Arachide de bouche</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • rendement environ 1 à 1,5 t de gousses/ha, vendue à 100 F le kg en mi-sept, ; • moins d'adventices que sur les champs sans compost, <p><u>Maïs ZM-10</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • rendement environ 1,5 t/ha sans urée ; • <u>de visu</u>, en 1984, culture aussi bien réussie que celle des agriculteurs voisins qui avaient apporté de l'urée à raison de 70 kg d'urée par ha ; rendement estimé à 1,5 t/ha.

SUR LES PROGRAMMES VALORISATION :

- 1 - Fixation azote et économie engrais ;
- 2 - Recyclage organique et économie engrais.

1 - FIXATION AZOTE

11 - publications

- a - GANRY (F.), DIEM (H.G.) et DOMMARGUES (Y.), 1982
Effect of inoculation with Glomus mosseae on nitrogen fixation by field grown soybeans.
Plant and Soil 68, 321-329.
 - b - GANRY (F.), WEY (J.), DIEM (H.G.) et DOMMARGUES (Y.), 1985
Inoculation with Glomus mosseae improves N₂ fixation by field-grown Soybeans.
Biology and Fertility of soils - Sous presse.
 - c - GANRY (F.) et WEY (J.), 1982
Fumure phosphatée et bilan azoté dans un agrosystème soja-sol sableux au Sénégal - Etude au moyen de ¹⁵N.
Collection : Etudes Techniques du CNRA - 82/107 - Agron. Trop. à paraître.
 - d - GAUTHIER (D.), DIEM (H.G.), DOMMARGUES (Y.) and GANRY (F.), 1984
Assessment of N₂ fixation by Casuarina equisetifolia inoculated with FRANKIA using ¹⁵N methods. Soil Biology and Biochemistry.
Sous presse.
- Publications internes ISRA non soumises à une revue internationale
- e - GANRY (F.), 1985
Etude quantitative de la fixation libre de N₂ dans l'agrosystème tropical sol sableux-c& Bals :
 - I - Expérience portant sur la fixation rhizosphérique de N₂ chez plusieurs variétés de mils de sorghos ;
 - II - Expérience portant sur la biodégradation racinaire chez le mil.,
Doc. ronéo ISRA/CNRA - 20 p.
 - f - GANRY (F.), 1984
Efficacité de l'application de l'urée sur maïs.
Note adressée à l'IFDC dans le cadre du contrat ISRA-IFDC 1983-1985.
7 p.

.../...

Documents de synthèse

- a - GANRY (F.), 1984
Application de la méthode isotopique à l'étude quantitative de la fixation de N₂ dans les principaux agrosystèmes en zone tropicale sèche (légumineuses, céréales, arbres, compost).
Séminaire FAO/AIEA sur l'utilisation des isotopes dans les études de la fixation biologique de l'azote. ANKARA 12-16 nov. 1984 - 51 p.
- b - LARCHER (J.), WEY (J.) et GANRY (F.), 1984
Recherches sur le soja 1978-1983.
Edité par l'ISRA - 86 p.
- c - WETSELAAR (R.) and GANRY (F.), 1982
Nitrogen balance in tropical agrosystem.
In *Microbiology of Tropical soils*. Eds. : Y.R. DOMMERCUES and H.G. DIEM - Martinus Nijhoff, The Hague.
- d - DOMMERCUES (Y.) and GANRY (F.), 1985
Biological N₂ fixation and soil fertility maintenance.
En cours de rédaction - sera soumis au colloque IFDC de LOME en mars 1985.

2 - RECYCLAGE ORGANIQUE

21 - Publications

- a - ALLARD (J.L.), BERTHEAU (Y.), DREVON (J.J.), SEZE (O.) et GANRY (F.), 1983
Ressources en résidus de récolte et potentialités pour le biogaz au Sénégal - Agron. Trop. 38-3.
- b - SARR (P.L.) et GANRY (F.), 1985
Etude de l'apport au champ de composts aérobies CIDR sur une culture de tomate (var. RDSSOL) sous irrigation
Agron. Trop. (à paraître).

22 - Documents de synthèse

- a - GANRY (F.) et SARR (P.L.), 1983
Valorisation du recyclage organique dans un objectif d'économie des engrais et de maintien de la fertilité des sols au Sénégal.
Acquis et perspectives.
Collection : Etudes Techniques du CNRA - 100/83 - 19 p.
- b - GUEYE 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.
Rapport à la fondation Internationale de la Science (F.I.S.) - Bourse N° G 133 - 11 p. + tableaux et graphiques.
- c - GANRY (F.), 1984
Rapport de synthèse 1983 - Service Biochimie des sols - SR/Sol N