

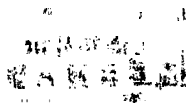
CN0100643
P342
GAN

SR/Doc
1981(3)

REPUBLIQUE DU SENEGAL

AGENCE INTERNATIONALE
DE
L'ENERGIE ATOMIQUE

SECRETARIAT D'ETAT A LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE



INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES

PROGRAMME DE RECHERCHE COORDONNE
SUR L'UTILISATION DES ISOTOPES DANS LES ETUDES
DE LA FIXATION BIOLOGIQUE DE L'AZOTE N_2

CONTRAT DE RECHERCHE N° D1-SEN 2375

ACTION DE L'INOCULATION ET RE LA FUMURE PHOSPHATEE
SUR LE RENDEMENT ET LA FIXATION SYMBIOTIQUE
DU SOJA

RAPPORT PROVISOIRE

F. GANRY et J. WEY

12/11/87
0013 00
JFM
SR/Doc

JANVIER 1981

CENTRE NATIONAL DE
RECHERCHES AGRONOMIQUES
DC BAMBEY

Ce rapport ne contient pas les résultats d'azote (N total, 15M et N₂ fixé), les analyses n'étant pas encore faites à ce jour.

Nous avons inclus dans la présente expérience de 1980, un traitement supplémentaire avec endomycorhizes qui nous a semblé bien correspondre à l'objectif de l'essai à savoir : nutrition phosphorée et fixation de N₂. Ce traitement supplémentaire nous a été possible grâce au concours de l'IRSTOM/Sénégal qui vient de mettre au point un inoculum matriciel avec endomycorhizes **incluses**.

I - INTRODUCTION

But de l'expérimentation

- Quantifier l'azote fixé symbiotiquement par une culture de soja ayant été inoculée ;
- Etudier l'effet de la fumure phosphatée sur le rendement et la fixation de N_2 ;
- Etudier l'effet d'une inoculation d'endomycorhizes (en collaboration avec l'ORSTOM).

II - MATERIELS ET METHODES

21 - L'expérimentation

Elle a été implantée à Séfa dans le sud du Sénégal (isohyète 1300mm).

211 - Dispositif expérimental

Essai bloc à 6 répétitions et 4 traitements,

Dimensions de:; parcelles principales : $3,5 \text{ m} \times 8 \text{ m} = 28 \text{ m}^2$

Dimensions des parcelles de rendement : $2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 6,25 \text{ m}^2$

Dimensions de la sous-parcelle azote 15 : $2,5 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} = 11,25 \text{ m}^2$

Constituée de 3 sous-parcelles utiles : $1 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 1,5 \text{ m}^2$

Dispositif expérimental "Endomycorhizes"

Par parcelle principale, on a isolé 2 sous-parcelles azote 15 de $1 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 2,5 \text{ m}^2$ ayant une surface utile de 1 m^2 chacune. Ce dispositif est donc de type split-plot,

212 - Traitements

- 1 - Soja inoculé Rhizobium avec fumure P + N starter
- 2 - Soja inoculé Rhizobium avec N starter seulement
- 3 - Soja non inoculé avec fumure P + N
- 4 - Soja non inoculé avec fumure N seulement.

Les traitements 3 et 4 constituent les traitements de référence (soja non nodulant),

P = 50 P_2O_5

N starter = 17 N

N = 120 N

Traitements sous-expérience "Endomycorhizes"

Dans les parcelles 1 et 2, on a appliqué 2 traitements :

A inoculation avec endomycorhizes

S inoculation avec support inoculum seulement.

213 - Fertilisation azotée

L'azote est apporté sous forme de sulfate d'ammonium en solution.

Traitements	Volume apporté ml/parcelle	N ‰ solution	N kg /ha	E ‰
1 et 2	742,5	50,4	17	0,760
3 et 4	3309,0	25,6	120	4,85

214 - Fertilisation minérale

Par parcelle de 28 m² : 300 g de supertriple au semis et 500 g de KCl en 2 fois (semis et début floraison).

215 - Inoculation

, Inoculum rhizobium :

220 g de tourbe par parcelle de 28 m² soit environ 80 kg/ha.
Cette tourbe contenait $2,9 \cdot 10^8$ Rhizobium par gramme d'inoculum frais .

, Inoculum endomycorhizes :

Mis au point à l'ORSTOM par DIEN et DOMERGUES.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques
du sol de l'expérience.

		0-20	20-4
	pl		
	eau 1/2,5	5,9	5,8
	Kcl 1/2,5	5,0	4,7
<u>Granulométrie</u>	argile < 2	12,2	15,3
	limons 2-20	5,7	7,2
	sables 20-50	9,0	8,4
	diamètre microns		
	sables 50-200	43,4	41,9
	sables 200-2000	29,9	27,8
<u>Carbone total</u> pour mille		4,81	4,08
<u>Azote total</u> pour raille		0,46	0,41
<u>Phosphore</u>	total (pour mille)	0,217	0,216
	assimilable (ppm)	5,4	2,9
	(TRUOG)		
<u>Complexe absorbant.</u>	Ca	1,37	1,39
	Mg	0,54	0,47
	Na	0,037	0,040
	K	0,059	0,037
	Somme	2,01	1,94
	T	2,74	2,93
	$v = S/T \times 100$	73	66

* 3 sites de l'essai ont été prélevés et analysés ; les valeurs indiquées en sont la moyenne,

216 - Semis et calendrier cultural

Labour de préparation du sol	:	12 juin
Epandage des engrais (hormis 15 N)	:	23 juin
Semis, inoculation	:	19 juillet
Sarclage manuel	:	22 juillet
Epandage azote 15	:	23 et 24 juillet
Démariage soja	:	3 Août
Premier binage	:	4 Août
Inoculation endomycorhize	:	4 Août
Deuxième binage	:	26 Août
Premier prélèvement début floraison	:	9 Septembre
Deuxième prélèvement début formation gousses	:	25 Septembre
Récolte	:	15 Octobre.

22 - Le milieu sol-plante-climat

221 - Sol (cf. tableau 1)

L'essai a été mis en place sur un sol ferrugineux tropical lessivé formé sur matériau sablo-argileux du continental terminal.

La teneur en argile est faible en surface (12 % dans 0-20 cm), elle augmente avec la profondeur ; la teneur en sables totaux est élevée (83 % dans 0-20 cm),

Le taux de matière organique tourne autour de 1 % et la capacité total d'échange est faible (2,5 à 3 meq/100 g). En absence de chaulage le pH est acide (<6).

222 - Plante

Le soja utilisé est la variété 44/A/73 ayant un cycle semis-récolte d'environ 110 jours,

223 - Climat

Le climat du Sénégal se caractérise par l'opposition entre 2 saisons (une saison des pluies et une saison sèche) et par l'irrégularité des pluies pendant la saison des pluies.

A Séfa, où l'expérimentation a été conduite, la pluviométrie moyenne (sur 40 ans) est de 1300 mm étalés sur 4 à 5 mois. L'année de l'expérimentation, 1980, la pluviométrie a été de 670 mm, caractérisée par 3 facteurs limitants :

- un déficit important par rapport à la moyenne ;
- un démarrage tardif (retard d'environ 30 jours) ;
- une période sèche à un moment (deuxième décade de septembre) correspondant au remplissage des gousses pour le soja.

La pluviométrie se répartit comme suit par décade :

Juin	X	1				1	50
	X	2	47			2*	27
	X	3	16			3	74
A 0 0 t		1				1	127
		X	2	74	1	2	18
		X	3	100		3	48
Octobre	X	1	33				
	X	2**	0				
	X	3	0				

* semis le 19-07-80

**récolte le 15-10-80

I II - RESULTATS

31 - Evolution du rendement

Voir : tableaux 2 et 3, graphique 1.

La fumure phosphatée accroît significativement les rendements. En sa présence, la fumure azotée (120 N) ou l'inoculation accroissent les rendements de manière identique ; en revanche, en absence de fumure phosphatée l'efficacité de l'inoculation est diminuée significativement par rapport à celui de la fumure azotée, et ce à partir du 70ème jour.

32 - Rendement à la récolte

Voir tableaux 4 et 5.

On retrouve l'effet positif de la fumure phosphatée qui agit sur 2 paramètres :

- la nutrition minérale. La comparaison des traitements 3 et 4 indique un effet de + 300 kg M.S sur les grains et de + 730 kg M.S ha⁻¹ sur la paille ;

- la fixation de N₂ + nutrition minérale. La comparaison des traitements 1 et 2 indique un effet de + 420 kg N.S ha⁻¹ sur les grains et de + 860 kg N.S ha⁻¹ sur paille.

33 - Nodulation

Voir tableaux 6 et 7

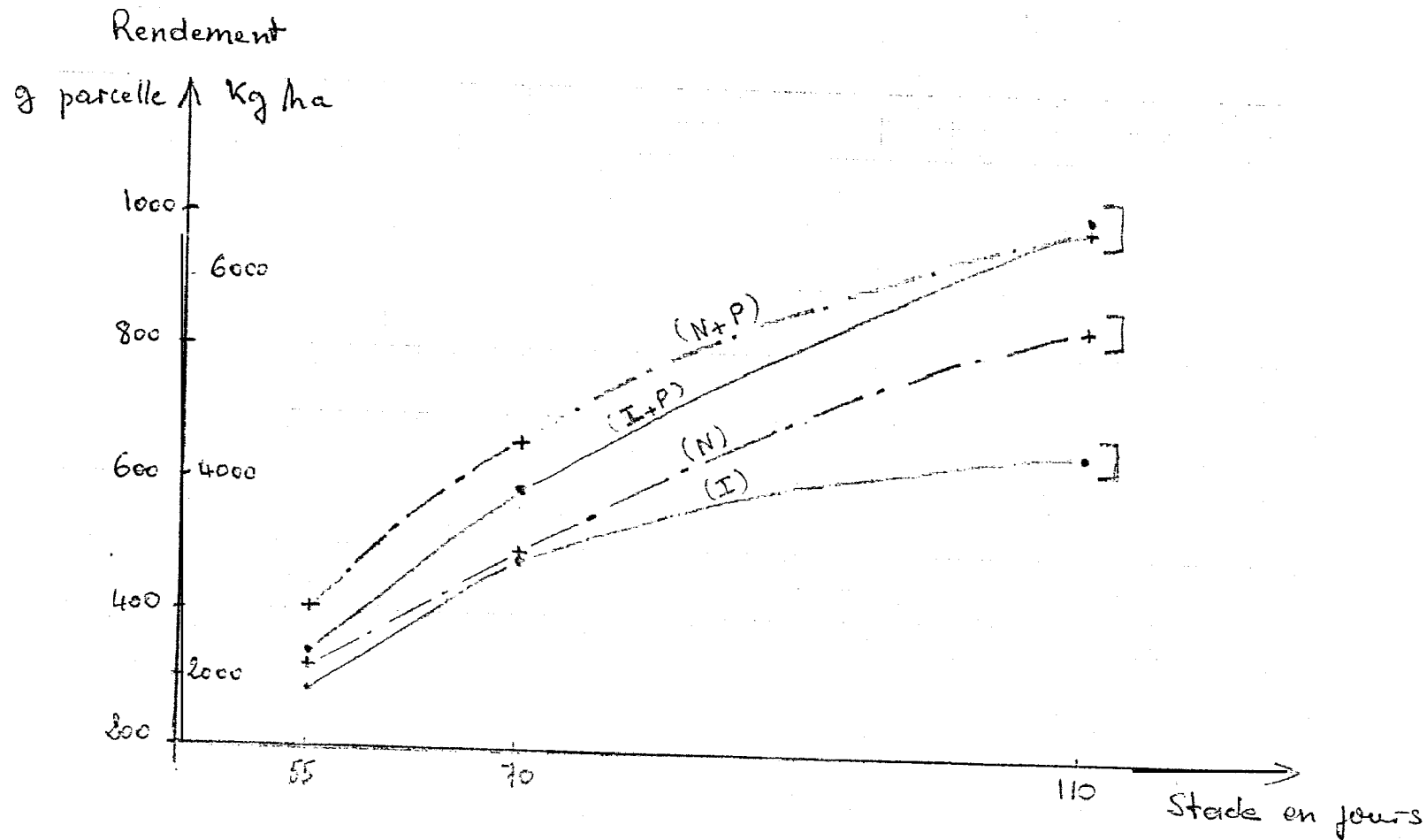
La fumure phosphatée accroît significativement le nombre et le poids des nodosités.

En absence d'inoculation, la nodulation est très faible (entre 5 et 10 nodules par plante).

Tableau 2 - Rendement du soja au cours des 3 prélèvements en cours de cycle (exprimé en g H.S pour 3 m récoltés soit 1,5 m²)

Traitements	Premier prélèvement	Deuxième prélèvement	Troisième prélèvement		
	(9 - 09)	(25 - 09)	(maturité)		
	Parties aériennes	Parties aériennes	grains	paille	total
1 (I, P)	444,2	718,9	347,4	911,4	1258,8
	252,8	624,4	299,4	758,3	1057,7
	368,8	709,2	288,6	789,7	1078,3
	275,8	468,1	242,3	591,3	833,6
	361,1	476,6	241,4	646,3	887,7
	362,1	553,3	297,1	656,7	947,8
	$\bar{m}$	571,8	285,0	725,6	1010,7
2 (I, Po)	252,8	442,9	180,4	443,1	623,5
	267,6	448,1	156,1	342,5	498,6
	424,3	800,1	276,9	607,5	884,4
	193,8	303,9	141,2	311,7	452,9
	253,8	433,5	201,3	512,8	714,1
	291,8	459,2	222,5	507,4	731,9
	$\bar{m}$	481,3	196,4	454,5	650,9
3 (Io, P)	368,8	783,3	313,4	770,9	1084,3
	460,9	833,8	254,3	746,1	1000,3
	362,1	514,2	233,1	623,7	856,8
	343,9	518,4	221,4	614,2	835,6
	419,2	698,8	201,9	772,4	1054,4
	469,2	632,3	340,6	845,3	1186,4
	$\bar{m}$	663,5	274,1	728,9	1003,0
4 (Io, Po)	277,9	372,4	253,9	625,5	879,4
	362,6	544,2	174,3	542,4	716,7
	313,8	434,8	262,1	738,4	1000,5
	293,7	362,7	133,9	369,1	503,0
	272,5	625,4	297,2	690,6	987,8
	409,7	613,5	276,0	706,7	982,7
	$\bar{m}$	493,2	232,9	612,1	845,0

* Semis le 19 juillet.



N Fumure azotée 120N
P Fumure phosphatée
I Inoculation Rhizobium

Graph. 1 Courbes de croissance du Soja en fonction des traitements

Tableau 3 - Tests statistiques sur les rendements parcelles des 3 prélèvements en cours de cycle (cf. tableau 2)

				1 (I, P)	2 (I, Po)	3 (Io, P)	4 (Io, Po)	C.V. %
Premier prélèvement	X	Parties aériennes	< D	344 a b 344 a b	280 a 280 a	404 b 404 b	322 a b 322 a	18
Deuxième prélèvement	X	Parties aériennes	< D	592 a b 592 a b	481 a 481 a	664 b 664 b	493 a b 493 a	23
	X	Grains	K D	285 b 285 c	196 a 196 a	274 b 274 b c	233 a b 233 a b	16
Troisième prélèvement	X	pailles + cosses	< D	726 b 726 b	454 $\equiv$ 454 a	729 b 729 b	612 a 612 a	14
	X	Plante totale	K D	1011 c 1011 c	651 a 651 a	1003 c 1003 c	845 b 845 b	14

C.V. = Coefficient de variation

K = Test de Keuls Po.05

D = Test de DUNCAN Po.05

Tableau 4 - Rendement du soja à la récolte exprimé en g N.S par parcelle de 6,25 m²
(entre parenthèse figurent les rendements en kg/ha)

	Grains	Pailles + coques	Plante totale
	955	2330	3285
	1000	2055	3055
	1115	2140	3255
1	870	1990	2860
(I, P)	1024	2170	3194
	1035	2260	3295
$\bar{m}$	1000 (1600)	2158 (3453)	3157 (5053)
	542	1260	1802
	495	970	1465
2	505	2040	2945
(I, Po)	710	1520	2230
	870	2160	3030
	911	1780	2691
$\bar{m}$	738 (1180)	1622 (2595)	2360 (3775)
	928	2060	2988
	884	2240	3124
3	919	2190	3109
(Io, P)	734	1815	2549
	919	2290	3209
	1045	2430	3475
$\bar{m}$	905 (1448)	2171 (3474)	3076 (4922)
	597	1470	2067
	881	2245	3126
4	527	1220	1747
(Io, Po)	569	1210	1779
	838	2080	2918
	899	2065	2964
$\bar{m}$	719 (1150)	1715 (2744)	2435 (3894)

Tableau 5 - Tests statistiques* sur les rendements à la récolte
(cf. tableau 4)

		1 <u>(I, P)</u>	2 <u>(I, Po)</u>	3 <u>(Io, P)</u>	4 <u>(Io, Po)</u>	C.V. <u>%</u>
Grains	K	1000 a b	1180 a	1448 b	1150 a	14
	D	1000 b	1180 a	1448 b	1150 a	
Paille	K	2150 b	1622 a	2171 b	1715 a	17
	D	2158 b	1622 a	2171 b	1715 a	
Plante totale	K	3157 b	2360 a	3076 b	2433 a	16
	D	3157 b	2360 a	3076 b	2433 a	

* C.V. Coefficient de variation

K = Test de Keuls

D = Test de DUNCAN

Po.05

Tableau 6 - Mesures sur la nodulation du soja au cours des 2 prélèvements à 55 jours et à 70 jours.

- 10 -

Traitements	Nombre de plantes prélevées		Nombre des nodules par plante		Poids des nodules mg/plante		Frais sec	
	55 jours	70 jours	55 jours	70 jours	55 jours	70 jours	55 jours	70 j.
(1, P)	35	77	45	44	381	917	179	335
	86	84	46	42	626	735	149	273
	56	58	91	55	2100	1271	432	442
	70	67	50	48	1065	536	277	263
	77	78	35	35	1040	679	233	254
	69	84	65	48	937	730	278	255
$\bar{M}$	74	75	55	45	1126	1111	268	303
2 (I, Po)	108	100	31	25	4.43	3110	56	150
	81	74	38	36	697	539	38	230
	65	92	50	33	1106	651	260	283
	79	76	26	23	431	341	122	156
	70	94	37	30	683	501	153	190
	82	34	48	31	880	499	177	173
$\bar{M}$	81	86	38	29	716	473	142	196
3 (Io, P)	56	65	23	9	077	292	150	86
	94	74	9	7	241	264	44	72
	57	51	7	10	195	251	41	104
	84	61	11	4	119	85	24	32
	53	77	11	4	223	117	42	45
	65	41	7	9	182	243	36	83
$\bar{M}$	68	61	11	7	306	208	56	70
4 (10, Poj)	58	61	5	2	108	22	22	10
	104	106	7	4	119	121	26	44
	60	67	4	2	71	26	12	11
	66	54	2	0	78	0	14	0
	53	71	4	6	121	103	22	36
	68	73	4	10	104	144	18	58
$\bar{M}$	68	72	4	4	100	69	19	26

Tableau 7 - Tests statistiques* sur les mesures de nodulation effectuées au cours des 2 prélèvements en cours de cycle (cf. tableau 6)

			1 (I, P)	2 (I, Po	3 (Io, P)	4 (Io, Po	C.V. %
Premier prélèvement	Nombre nodules	K	56 c	38 b	11 a	5 a	42
		D	56 c	38 b	11 a	5 a	
	Poids sec nodules	K	271 c	141 b	57 a	19 a	61
		D	271 c	141 b	57 a	19 a	
Deuxième prélèvement	Nombre de nodules	K	46 c	30 b	7 a	5 a	20
		D	46 c	30 b	7 a	5 a	
	Poids sec nodules	K	306 d	198 c	74 b	27 a	27
		D	306 d	198 c	74 b	27 a	

L'analyse de variance prend en compte 2 répétitions internes par répétition du fait des 2 mesures (1 mesure par ligne) réalisées par prélèvement parcellaire.

C.V. : coefficient de variation ; K = Test de Kolts ; D = Test de DUNCAN. Po.05

34 - Résultats de l'expérience "endomycorhize"

I l s'agit d'une expérience préliminaire faite en micro-parcelles ; de ce fait, il conviendra de n'accorder qu'une portée relative aux résultats de celle-ci.

Les résultats des tableaux 8 et 9 font ressortir un effet positif des endomycorhizes sur le rendement, et sur le nombre de nodules en absence de fumure phosphatée. Bien que non significatif à la récolte, cet effet positif était visuellement net (soja de taille plus haute et de couleur plus verte) vers le 70ème jour, à la fin de la période sèche qui a sévi au moment de la formation des gousses (cf. § 223).

On remarquera l'effet positif sur les grains (et non sur les pailles) en présence de phosphate, et sur les pailles (et non sur les grains) en absence de phosphate pour lesquelles il existe une interaction significative $P \times$ endomycorhizes. Ce résultat pourrait s'expliquer par un effet "retard" des endomycorhizes sur la fourniture en phosphore ; de ce fait, mais aussi en raison de la sécheresse au moment du remplissage des gousses qui a freiné les transferts, on pourrait expliquer qu'une partie du phosphore absorbé soit resté dans les pailles. En revanche, l'apport par l'engrais au semis permet une absorption plus précoce, vraisemblablement favorisée par les endomycorhizes.

L'examen du coefficient de variation qui diminue sous l'action des endomycorhizes, montre que l'apport d'endomycorhizes efficaces est un facteur de régularisation des rendements du soja.

Tableau 8 - Rendements du soja en cours de cycle en présence (A) ou en absence (S) d'une inoculation par endomycorhize (1).

		1		2	
		A	S	A	S
Prélèvement à 55 jours	Rendement g m.s/plante	7,6	6,6	7,8	6,2
	Rendement (g m.s/plante)	15,3	14,2	9,6	8,4
Prélèvement à 70 jours	Nombre nodules (par plante)	86	33	73	62
	Poids nodules (mg m.s/plante)	410	495	330	335
Prélèvement à maturité	Rendement g m.s/m ²	601	507	447	420

- (1) 1 traitement inoculé rhizobium avec fumure phosphatée
2 traitement inoculé rhizobium sans fumure phosphatée

Les résultats au 55 ème jour et 70ème jour sont chacun la moyenne de 4 plantes.

Tableau 9 Rendement du soja en présence (A) ou en absence (S)
d'inoculation par endomycorhizes (1).

		Grains				Pailles + cosses				Plante totale			
		1		2		1		2		1		2	
		A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S
Rendement	kg/ha	154,0	154,6	138,1	137,3	416,5	412,5	339,1	284,5	601,3	557,1	477,2	420,2
	%/traitement	4,2	12,0	30,4	33,5	3,4	14,6	13,6	27,1	6,2	11,1	17,8	27,8
	% total			17,7				14,5				13,8	
F	Phosphore			2,63				9,02*				14,93*	
	mycorhizes			0,32				0,30				0,76	
	interaction			1,92				8,48*				2,11	
	théorique			3,29				5,42				5,42	
	à 5 %												

1 traitement inoculé rhizobium avec fumure phosphatée

2 traitement inoculé rhizobium sans fumure phosphatée