

CN0100513
F640
LAR

1979/118

JL/MS
REPUBLIQUE DU SENEGAL
PRIMATURE

SECRETARIAT D'ETAT
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

PREMIER BILAN DES MOBILISATIONS MINERALES
DU SOJA AU SENEGAL

Par 3, LARCHER
Ingénieur de Recherches IRAT détaché à l'ISRA

Décembre 79

Centre National ds Recherches Agronomiques
de BAMBEY

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES

(I. S. R. A.)

PREMIER BILAN DES MOBILISATIONS MINERALES
DU SOJA AU SENEGAL

Cet essai a pour but de réunir les informations de base, sur les exportations minérales du soja et sur les périodes d'intense absorption des éléments fertilisants qui permettent de bâtir des plans de fumure adaptés à cette culture.

1 - PROTOCOLE EXPERIMENTAL

11 - Localisation : Station de Séfa, sole 19

12 - Type de sol : Sols ferrugineux tropicaux à taches et concrétions (sols beiges) :

pH eau (moyenne de 7 prélèvements) = 5,36.

13 - Précédents culturaux : Maïs

14 - Dispositif d'études

- dispositif non statistique, deux parcelles
- dimensions et superficie de l'essai $26,00 \times 100,00 = 2600 \text{ m}^2$
- dimensions et superficie d'une parcelle élémentaire
 $12,00 \times 100,130 = 1200 \text{ m}^2$
- largeur de l'allée entre parcelles : 2,00 m

15 - Traitements

A. Inoculation du sol, (Nitragin, 14 kg/ha) fumure faible (0-50-60) labour aux boeufs.

B. Inoculation du sol, (Nitragin, 14 kg/ha) fumure Porte (30-100-120 + 1T/ha de chaux magnésienne), labour au tracteur.

18 - Variété : ISRA 44-A/73

17 - Conditions de réalisation

- labours 27-06-78
- épandage des engrais : 28-06-78
- reprise de labour à la herse : 03-07-78
- Inoculation (Nitragin) et semis au semoir Super-Eco le 05-07-79;

, écartement entre lignes 0,60 m
densité 81 kg/ha

- binages : Manuel le 18-07-78
Houe occidentale 10.08.78

- maturité : 11.10.78 (38 jours)
- récolte : du 19 au 26-10-78
- pluviométrie :

• juillet : 235,7 mm en 18 jours
• août : 345,4 mm en 21 jours
• septembre : 228,7 mm en 15 jours
• octobre : 85,5 mm en 9 jours,

895,3 mm en 63 jours.

18 - Prélèvements des échantillons

181 - Stades végétatifs et dates des prélèvements

Stades végétatifs	Dates	Jour de cycle
R1 : Une fleur à quelques noeuds	20.08.78	47
R3 : Gousses longues de 11,5 cm sur un des quatre noeuds les plus hauts ayant une feuille complètement déroulée,	05.09.78	63
R5 : Grains commençant à se développer sur un des quatre noeuds les plus hauts ayant une feuille complètement déroulée.	15.09.78	73
R6 : Gousses contenant des graines entièrement développées sur un des quatre noeuds les plus hauts ayant une feuille complètement déroulée.	29.09.78	87
R7 : Maturité physiologique, 50 % des feuilles sont jaunes, Tiges jaunissantes.	09.10.78	97

192 - Méthode de prélèvement des échantillons

Au cinq stades végétatifs décrits ci-dessus, la totalité des plantes (à l'exception du système racinaire) de trois emplacements de 12 m² pris au hasard sur chaque parcelle, est prélevé.

Pour chaque prélèvement, on sépare, avant séchage à l'étuve,

- les feuilles (limbes et pétioles) (R1, R3, R5, R6, R7)
- les tiges (R1)
- les tiges et les gousses (R3 et R5)
- les tiges et les gousses (R6 et R7)
- les graines (R6 et R7)

Après séchage et broyage, les lots sont passés à l'échantillonneur-diviseur pour constituer les échantillons élémentaires destinés aux laboratoires (CNRA Bamboey et GERDAT Montpellier).

2 - RESULTATS ET DISCUSSIONS

21 - Production de matière sèche (moyenne de 3 prélèvements)
(feuilles tombées non comprises).

Stades végétatifs	Organes	A		B	
		kg/ha	E.T.	kg/ha	E.T.
R1	Feuilles	456,1	154,2	1120,3	460,8
	Tiges	145,8	61,1	472,3	193,8
	Total plante	<u>601,9</u>	-	<u>1592,6</u>	-
R3	Feuilles	1195,8	132,4	1951,6	216,8
	Tiges + gousses	505,2	54,1	1026,3	200,7
	Total plante	<u>1700,8</u>	-	<u>2977,9</u>	-
R5	Feuilles	1458,8	151,3	1740,2	240,8
	Tiges + gousses	1294,1	184,1	1552,1	193,0
	Total plante	<u>2752,9</u>	-	<u>3292,3</u>	-
R6	Feuilles	1140,2	136,4	1187,5	49,3
	Tiges + Gosses	1353,8	181,6	2080,8	228,2
	Graines	881,3	138,1	1401,9	33,5
	Total plante	<u>3375,3</u>	-	<u>5270,2</u>	-
R7	Feuilles	676,6	148,5	896,3	166,4
	Tiges + Cosses	1350,5	213,1	1741,6	113,0
	Graines	1515,8	270,8	1683,3	355,6
	Total plante	<u>3542,8</u>	-	<u>4321,2</u>	-

Rendement (stade R8) kg/ha à 13 % humidité

A 1618 kg
3 2115 kg

Ces résultats, qui ne tiennent pas compte des feuilles tombées en cours de végétation, reflètent une variabilité assez importante dans la majorité des cas. La variabilité même d'une plante à l'autre, alliée au faible nombre de répétitions (3), peuvent être mis en cause.

Pour les feuilles présentes sur la plante (les feuilles tombées n'ont pas été comptabilisées) le maximum de production est atteint entre les stades R3 et R5, le maximum est plus rapidement atteint dans le cas d'une fumure forte (graphe n°1). Au delà de ces stades les premières feuilles tombent. Au stade R8 (maturité de récolte) toutes les feuilles sont tombées.

MATIERE SECHE (kg/ha)

GRAPHIE N°

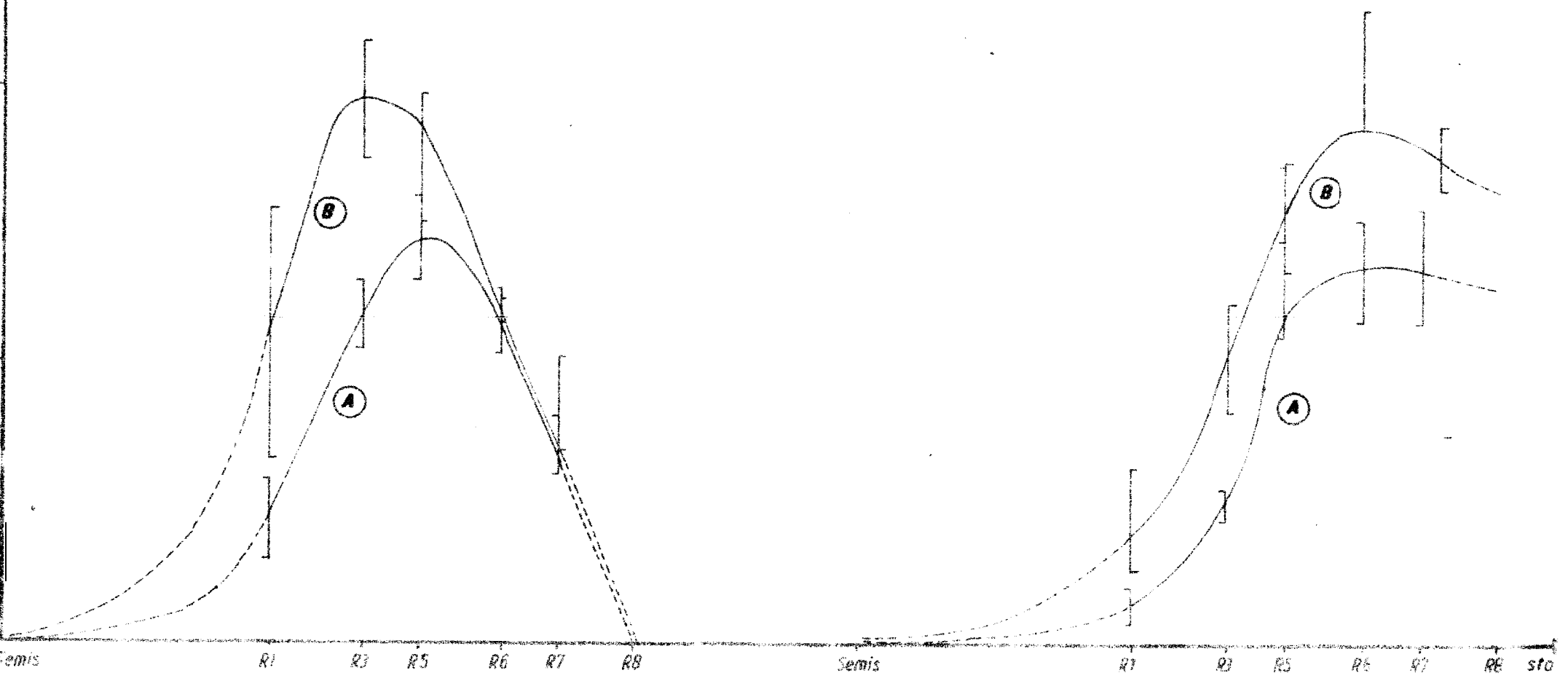
ESSAI 571A '8

(sauf système racinaire)

kg/ha

FEUILLES
(feuilles tombées non comprises)

TIGES + GOUSSSES



] erreur standard

La production de matière sèche des tiges et des cosses est maximum au stade R6. De ce stade jusqu'à la récolte on note une légère diminution.

Le poids de matière sèche des graines augmente régulièrement du stade R5 à la récolte,

22 - Mobilisations minérales

Pour le traitement B (fumure forte), on enregistre, entre les stades R3 et R5, une augmentation trbs faible des quantités d'éléments minéraux mobilisés par la plante. Ceci est lié ou fait que, pour ce traitement, la quantité de matière sèche produite par les feuilles est maximum au stade R3 et qu'elle diminue après, les grains ne commençant à se former qu'au stade R5 (graphe n°1).

222 - Azote (tableau n°1, graphe n°2)

La traitement B mobilise 182 kg d'azote/ha. Ce résultat se rapproche de ceux obtenus par GANRY, WEY et NICOU (1) : 172 à 189 kg avec une fumure 30,80,80 pour une quantité de matière sèche produite sensiblement équivalente,

Les proportions d'azote mobilise par les différents organes par rapport au total mobilisé par la plante, sont assez voisines, quelque soit le traitement, exception faite d'une accumulation double d'azote dans les tiges et les cosses au stade R7 du traitement B.

Les teneurs en azote des feuilles, élevées au stade R1, diminuent jusqu'à la maturité. Les résultats obtenus dans cet essai se rapprochant de ceux de HENDERSON and KAMPRATH (2).

Teneur en azote des feuilles (%)

	Début floraison	Maturité
Henderson	3,6	1,0
Sénégal	3,61	1,58

Dans les tiges et les cosses les teneurs les plus élevées apparaissent au stade R5 (début formation des grains).

Quels que soit; les traitements, la teneur en azote des grains est de 7,1 %, HANWAY and WEBER (3) citent le chiffre de 6,5 %.

Dans les cas d'une récolte mécanique, feuilles, tiges et cosses étant restituées au sol, les grains exportent, pour des récoltes de 1900 à 2120 kg, 115 à 150 kg d'azote, chiffres obtenus par GANRY, WEY et NICOU au Sénégal (1).

Tableau n°1 - Mobilisation de l'azote

Stades végéta- tifs	Organes	Teneurs %				kg/ha mobilisés		% kg/ha mobilisés	
		A		B		A	B	A	B
		$\bar{x}$	E.T	$\bar{x}$	E.T				
R1	Feuilles	3,21	0,18	3,61	0,17	14,66	40,95	89	85
	Tiges	1,22	0,08	1,53	0,13	1,80	7,07	11	15
	Total plante	-	-	-	-	<u>16,46</u>	<u>48,02</u>	100	100
R3	Feuilles	3,23	0,06	3,49	0,07	30,60	68,22	82	77
	Tiges + gousses	1,69	0,05	2,02	0,03	7,12	20,68	18	23
	Total plante	-	-	-	-	<u>45,72</u>	<u>88,90</u>	100	100
R5	Feuilles	2,92	0,08	3,25	0,07	42,64	56,57	56	58
	Tiges + gousses	2,57	0,15	2,66	0,18	33,24	41,59	44	42
	Total plante	-	-	-	-	<u>75,88</u>	<u>92,16</u>	100	100
R6	Feuilles	2,68	0,14	2,58	0,16	30,52	46,15	29	25
	Tiges + cosses	1,44	0,19	1,88	0,20	16,59	39,12	16	21
	Grains	6,62	0,21	6,95	0,16	57,90	97,44	55	54
	Total plante	-	-	-	-	<u>105,01</u>	<u>182,71</u>	100	133
R7	Feuilles	1,65	0,90	1,58	0,18	11,19	14,34	8	9
	Tiges + cosses	0,91	0,12	1,12	0,13	12,46	32,78	9	20
	Grains	7,12	0,17	7,18	0,20	108,32	116,66	83	71
	Total plante	-	-	-	-	<u>131,97</u>	<u>163,78</u>	100	100

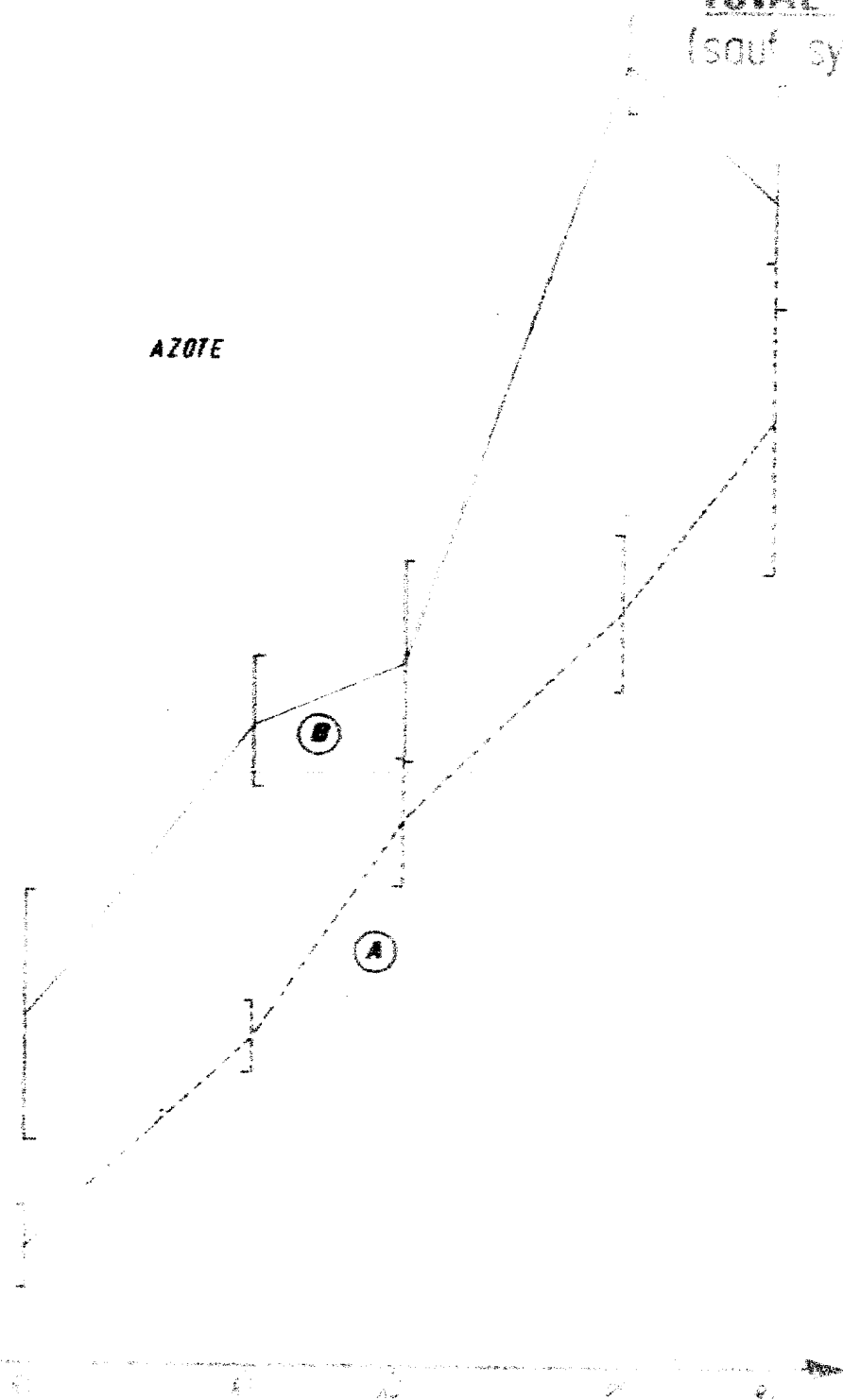
223 - Phosphore (tableau 2 . graphe 3)

Les teneurs en Phosphore des feuilles et des tiges plus les cosses sont maximum au stade R1 (début floraison). Ces teneurs diminuent jusqu'à la récolte.

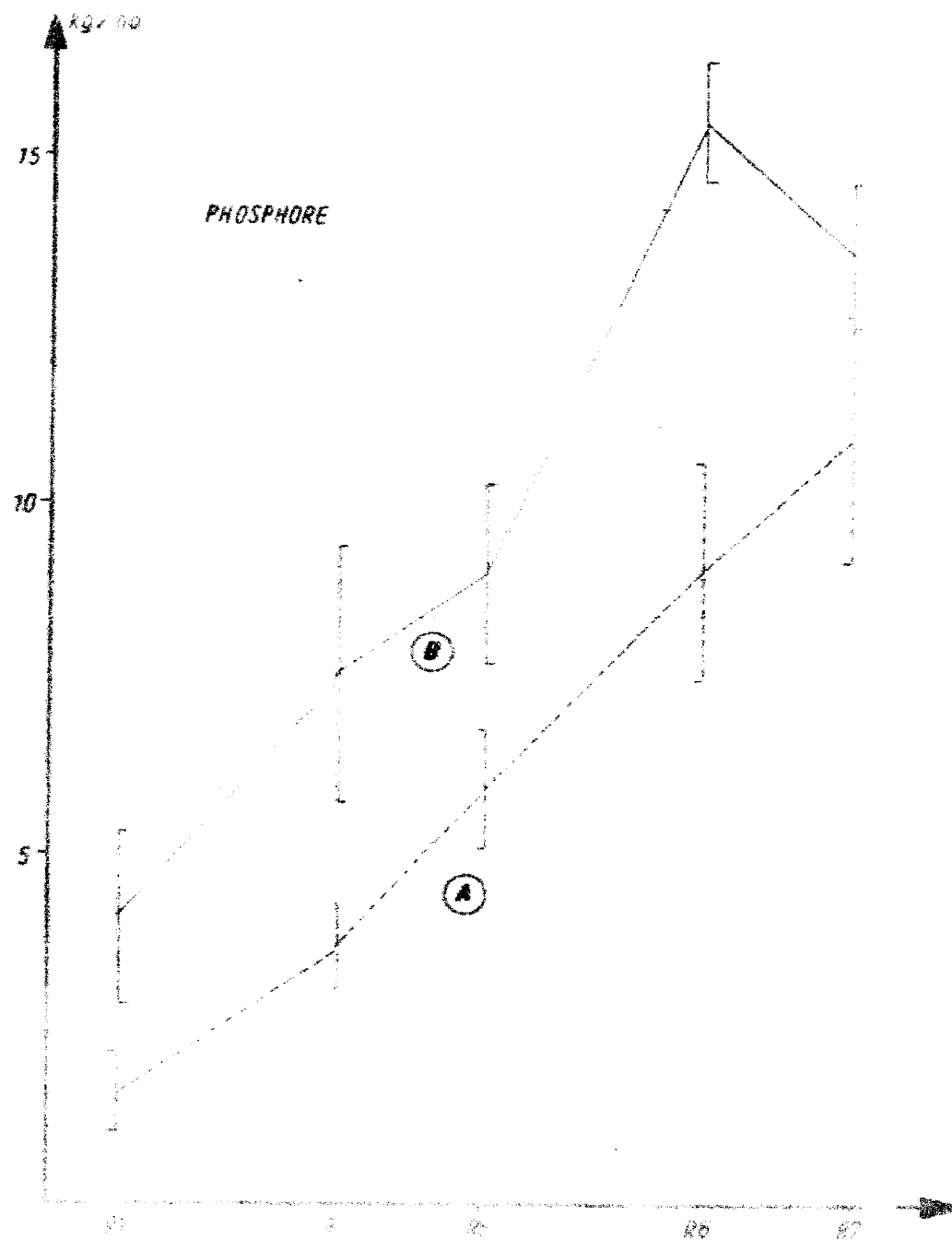
TOTAL NUTRIFICATION (sauf système ruineux)

RR-PM- 89 2
CICA 01A 1876

AZOTE



PHOSPHORE



Les proportions de phosphore mobilisé par les différents organes de la plante sont Peu différentes quelque soit les traitements. On note cependant au stade R7 (maturité physiologique) une différence, pour les tiges + cosses et les graines, entre les deux traitements.

	A	B
Feuilles	7 %	7 %
Tiges + Cosses	12	25
Grains	81	68

où les tiges et cosses du traitement B ont proportionnellement mobilisé deux fois plus de phosphore que dans le traitement A.

Pour les graines, les teneurs en phosphore sont équivalentes 0,57 % (A) et 0,55% (B). Ces résultats sont légèrement supérieurs à ceux obtenus par GANRY, WEY et NICOU (1) en 1371 à Séfa : 0,41 à 0,51 %.

A la maturité physiologique, 81 % du phosphore mobilisé se retrouve dans les graines du traitement A contre 68 % dans celle du traitement B. HAMMOND et AL (4) estiment qu'à maturité 82 à 85 % du phosphore mobilisé est contenu dans les graines.

Si l'on tient compte des restitutions possibles (feuilles, tiges et cosses) 2100 kg de graines exportent un peu plus de 9 kg de phosphore. Une fumure phosphatée de 100 unités sembla donc surévaluée par rapport au besoin du soja.

Tableau n° 2 - Mobilisation du phosphore

Stades végétatifs	Organes	Teneurs %				kg/ha mobilisées		% kg/ha Mobilisés	
		A		B		A	B	A	B
		$\bar{x}$	E.T	$\bar{x}$	E.T				
R1	Feuilles	0,29	0,01	0,28	0,01	1,33	3,22	80	78
	Tiges	0,22	0,008	0,19	0,02	0,32	0,90	20	22
	Total plante	-	-	-	-	<u>1,65</u>	<u>4,12</u>	100	100
R 3	Feuilles	0,23	0,01	0,25	0,24	2,80	5,03	75	66
	Tiges t gousses	0,19	0,02	0,24	0,04	0,95	2,55	25	34
	Total Plante	-	-	-	-	<u>3,75</u>	<u>7,58</u>	100	100
R5	Feuilles	0,19	0,01	0,24	0,009	2,90	4,27	49	43
	Tiges t gousses	0,23	0,01	0,30	0,02	3,07	4,70	51	52
	Total plante	-	-	-	-	<u>5,97</u>	<u>8,97</u>	100	100
R6	Feuilles	0,20	0,01	0,20	0,009	2,33	3,65	25	24
	Tiges + cosses	0,15	0,02	0,20	0,01	2,13	4,11	23	27
	Grains	0,53	0,02	0,55	0,02	4,65	7,70	52	49
	Total plante	-	-	-	-	<u>9,11</u>	<u>15,46</u>	100	100
R7	Feuilles	0,12	0,01	0,13	0,02	0,80	0,99	7	7
	Tiges + cosses	0,09	0,03	0,14	0,04	1,30	3,40	12	25
	Grains	0,57	0,02	0,55	0,06	8,84	9,20	81	60
	Total plante	-	-	-	-	<u>10,94</u>	<u>13,59</u>	100	100

224 . Potasse (tableau n°3 - graphe n°3)

Dans les feuilles et les tiges + cosses, les teneurs en potasse du traitement B sont plus élevées que celles du traitement A.

Par contre les proportions de potasse mobilisée sont identiques à tous les stades végétatifs quelque soit le traitement. On note cependant une proportion de potasse mobilisée par les tiges t cosses du traitement B (38 %) Plus Importante que celle du traitement A (25 %) au stade R7.

Les teneurs en potasse des graines, aux stades R6 et R7, sont sensiblement équivalentes d'un traitement à l'autre mais les proportions de potasse mobilisée du traitement B sont inférieures à celles du traitement A.

Les besoins en potasse du soja sont importants au stade R6, 86 kg de potasse sont mobilisés dans le traitement B (fumure potassique : 120 kg) contre 49 kg pour le traitement A (fumure potassique : 60 kg).

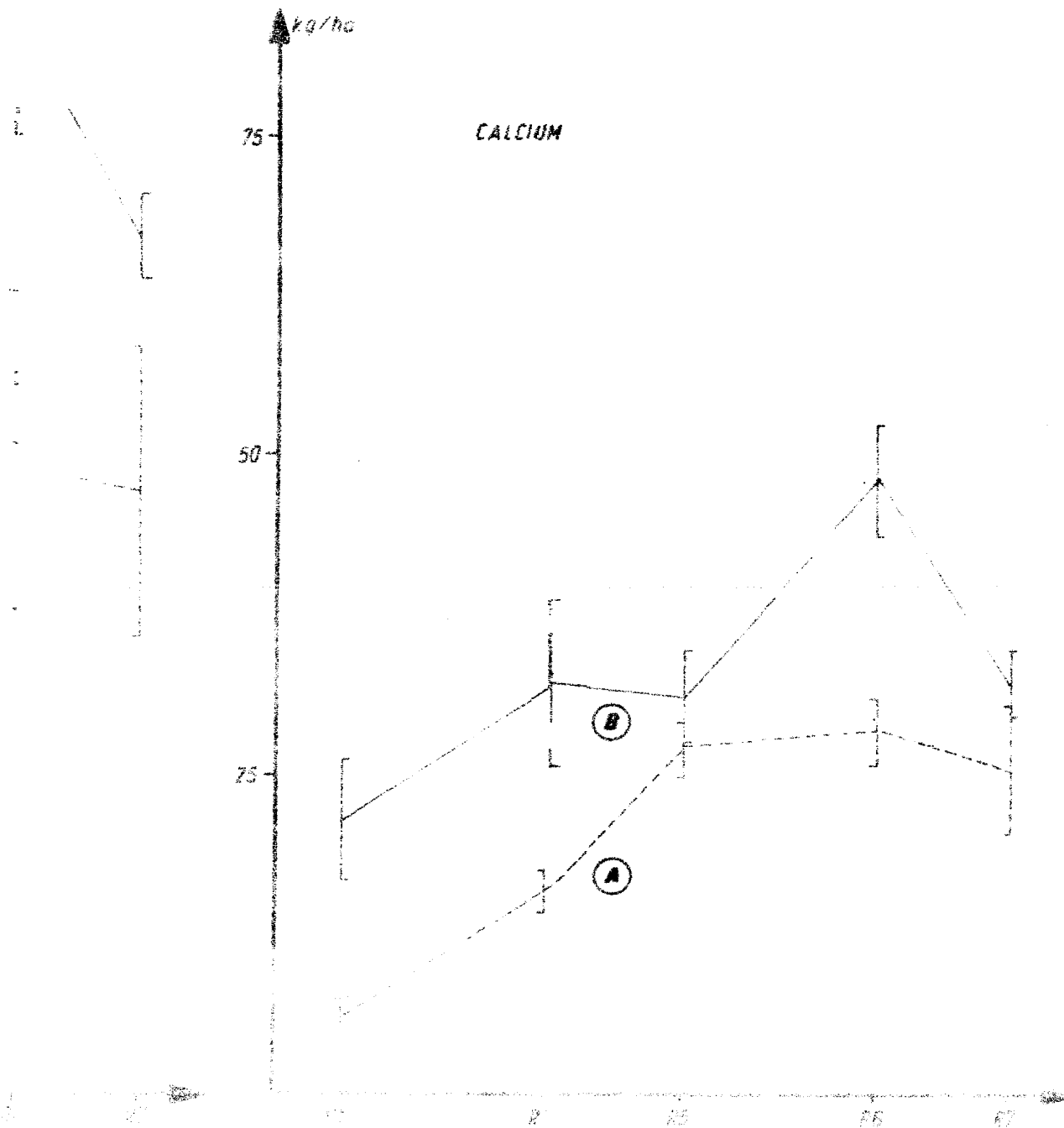
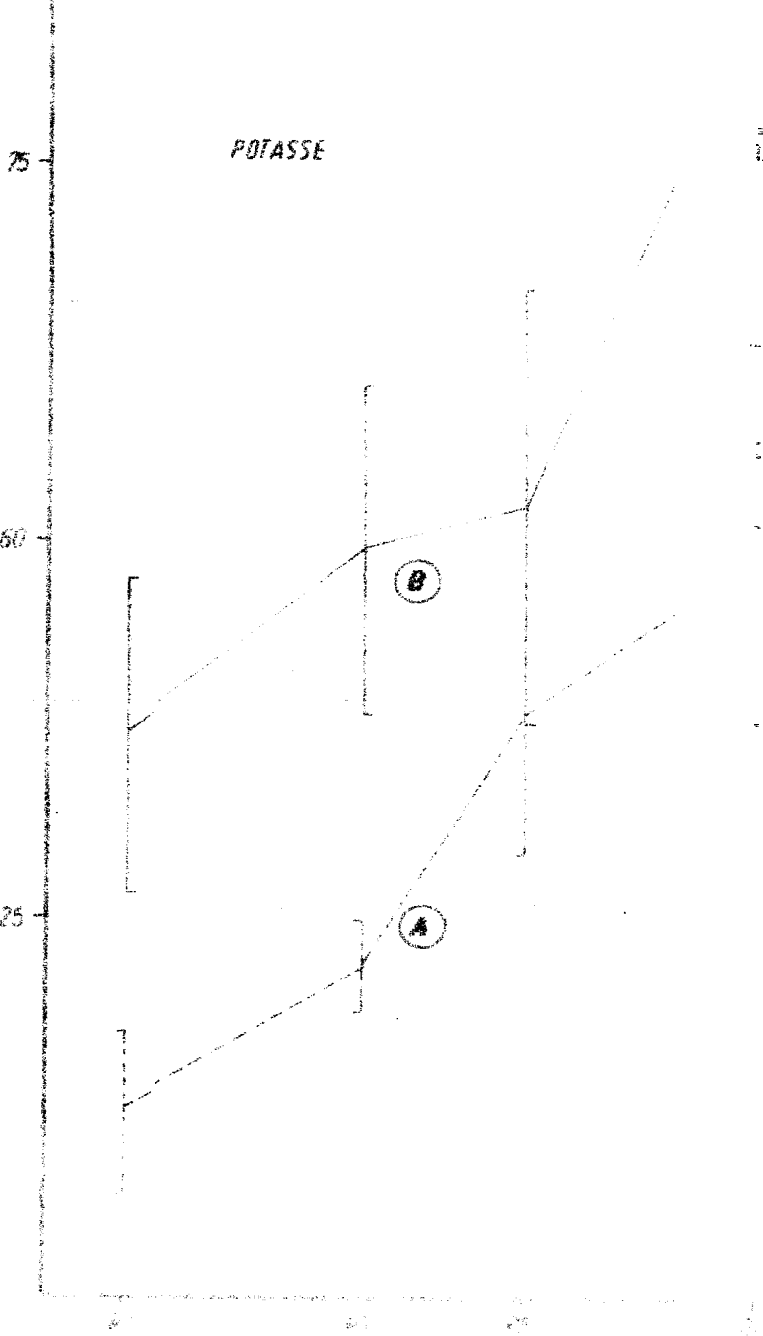
Les exportations par les grains sont de l'ordre de 33 à 35 kg de potasse à l'hectare pour un rendement de 2100 kg.

Tableau n°3 - Mobilisation de la potasse

Stades végétatifs	Organes	Teneurs %				kg/ha mobilisés		% kg/ha mobilisés	
		A		B		A	B	A	B
		$\bar{X}$	E.T	$\bar{X}$	E.T				
R1	Feuilles	2,07	0,30	2,31	0,27	9,64	26,58	76	72
	Tiges	1,96	0,34	2,28	0,38	2,97	10,31	24	28
	Total plante	-	-	-	-	12,61	36,89	100	100
R3	Feuilles	1,29	0,14	1,74	0,33	15,37	34,05	72	69
	Tiges + gousses	1,18	0,21	1,46	0,27	6,05	15,32	28	31
	Total plante	-	-	-	-	21,42	49,37	100	100
R5	Feuilles	1,30	0,17	1,56	0,30	19,19	27,63	54	53
	Tiges + gousses	1,25	0,16	1,55	0,15	16,47	24,34	46	47
	Total plante	-	-	-	-	35,66	51,97	100	100
R6	Feuilles	1,42	0,22	1,58	0,27	16,35	28,28	33	33
	Tiges + Cosses	1,05	0,22	1,44	0,15	14,43	30,28	29	35
	Grains	1,86	0,05	1,96	0,12	18,27	27,56	38	32
	Total plante	-	-	-	-	49,05	86,12	100	100
R7	Feuilles	0,82	0,19	0,96	0,23	5,80	8,88	12	13
	Tiges + Cosses	0,82	0,37	1,05	0,19	11,64	25,27	25	38
	Grains	1,96	0,08	1,90	0,07	29,77	32,93	63	49
	Total plante	-	-	-	-	47,21	67,08	100	100

TOTAL MOBILISATION (sauf système racinaire)

GRAPHIE NO 3
ESSAI SOJA 1678



225 - Calcium (tableau n°4 - grapho n°3)

Les teneurs en calcium des feuilles et des tiges + cosses sont en général plus élevées dans 10 traitement E mais la proportion de calcium mobilisé est sensiblement la même quelque soit le traitement.

Pour les grains on note des teneurs légèrement plus faibles pour le traitement B.

Les exportations par les grains sont peu importantes, de l'ordre de quelques kg/ha.

L'amendement calcaïque dans les sols acides, joue surtout un rôle important dans la nodulation en modifiant le pH du sol.

Tableau n°4 - Mobilisation de calcium

Stades végétatifs	Organes	Teneurs %				kg/ha mobilisés		% kg/ha mobilisés	
		A		B		A	B	A	B
		$\bar{X}$	E.T	$\bar{X}$	E.T				
R1	Feuilles	1,10	0,11	1,22	0,01	5,10	13,68	86	83
	Tiges	0,57	0,04	0,58	0,02	0,84	2,78	14	17
	Total plante	-	-	-	-	<u>5,94</u>	<u>16,46</u>	100	100
R3	Feuilles	1,13	0,06	1,29	0,14	13,53	25,47	82	80
	Tiges + gousses	0,57	0,03	0,61	0,03	2,90	6,37	18	20
	Total plante	-	-	-	-	<u>16,43</u>	<u>31,84</u>	100	100
R5	Feuilles	1,28	0,06	1,28	0,004	18,73	22,23	69	71
	Tiges + gousses	0,64	0,004	0,59	0,08	8,29	8,97	31	29
	Total plante	-	-	-	-	<u>27,02</u>	<u>31,20</u>	100	100
R6	Feuilles	1,42	0,01	1,72	0,12	17,71	30,92	62	64
	Tiges + cosses	0,57	0,006	0,61	0,006	7,81	12,77	27	27
	Grains	0,35	0,01	0,31	0,006	3,22	4,37	11	9
	Total plante	-	-	-	-	<u>28,74</u>	<u>48,05</u>	100	100
R7	Feuilles	1,63	0,12	1,81	0,11	11,12	16,33	44	51
	Tiges + cosses	0,69	0,08	0,64	0,05	9,48	10,68	37	33
	Grains	0,31	0,007	0,29	0,01	4,72	5,26	19	16
	Total plante	-	-	-	-	<u>25,32</u>	<u>32,27</u>	100	100

226 - Soufre (tableau n°5 - grapho n°4)

Les teneurs en soufre sont sensiblement équivalentes pour les deux traitements, et les exportations par les graines de l'ordre de quelques kg/ha.

Tableau n° 3 - Mobilisation au sautape

Stades végétat.	Organes	Teneurs (ppm)				kg/ha mobilisés		% kg/ha Mobilisés	
		A		B		A	B	A	B
		$\bar{x}$	E.T	$\bar{x}$	E.T				
R1	Feuilles	1973	145,47	1990	206,00	1,07	2,70	68	69
	Tiges	2893	67,00	2089	88,70	0,51	1,20	32	31
	Total plante	1	-	1	-	1,58	3,90	100	100
R5	Feuilles	1708	32,07	1957	421,18	2,46	4,58	72	69
	Tiges + Gousses	1610	203,39	1694	660,62	0,98	2,07	28	31
	Total plante	-	-	-	-	3,44	6,65	100	100
R5	Feuilles	1437	170,87	1591	242,87	2,35	3,29	47	54
	Tiges + Gousses	1727	417,44	1508	363,59	2,62	2,76	53	46
	Total plants	-	-	-	-	4,97	6,05	100	100
R6	Feuilles	1542	193,71	1450	63,21	2,12	3,12	32	31
	Tiges + Cosses	1095	165,97	1046	25,92	1,79	2,61	27	26
	Grains	2666	60,50	2591	96,57	2,81	4,36	41	43
	Total plante	-	-	-	-	6,72	10,09	100	100
R7	Feuilles	1116	70,54	978	172,08	0,90	1,07	12	13
	Tiges + Cosses	770	56,36	787	447,33	1,29	1,69	17	20
	Grains	2896	34,11	2795	42,91	5,27	5,64	71	67
	Total plante	-	-	-	-	7,46	8,40	100	100

TOTAL NUTRITION (soil system control)

18

kg/ha

SOUFRE



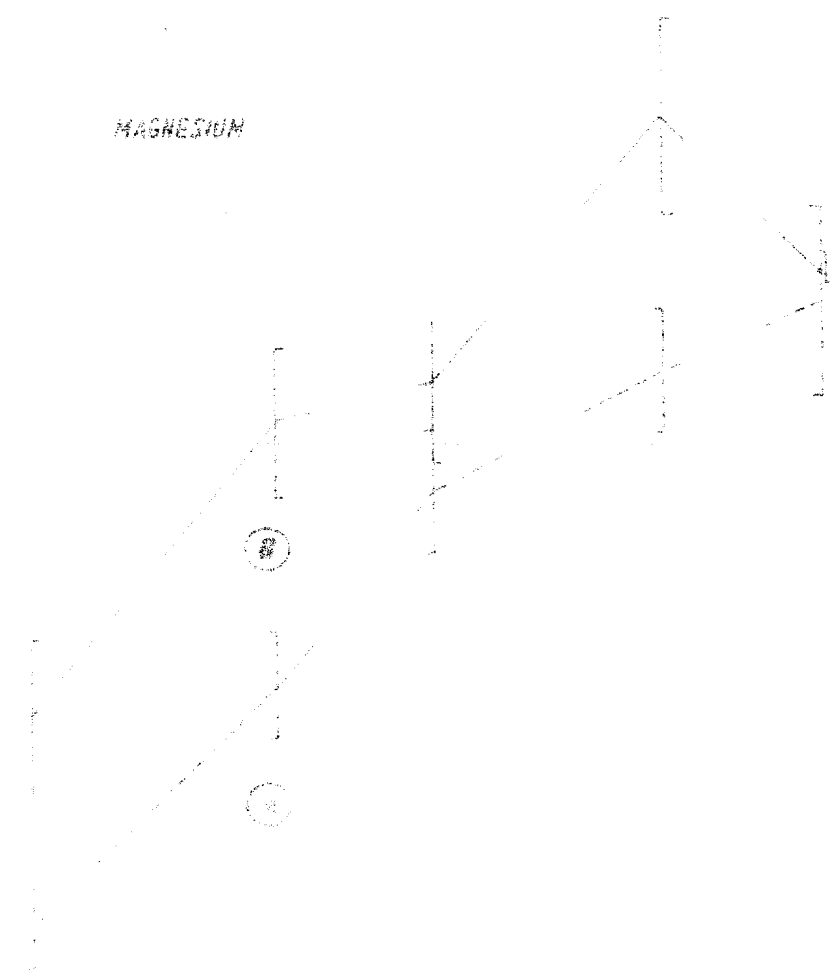
kg/ha

MAGNESIUM

30

20

10



227 - Magnésium (tableau n°6 - graphe n°4)

On note très peu de différences entre les teneurs en magnésium d'un traitement à l'autre. Les exportations par les graines sont de l'ordre de quelques kg/ha.

Tableau n°6 - Mobilisation en magnésium

Stades végétatifs	Organes	Toncurs %				kg/ha		% kg/ha	
						Mobilisés		f	Mobilisés
		A		B					
		$\bar{x}$	E.T	$\bar{x}$	E.T	A	B	A	B
R1	Feuilles	0,57	0,008	0,59	0,01	2,60	6,66	79	75
	Tiges	0,47	0,01	0,46	0,01	0,68	2,21	21	25
	Total plante	-	-	-	-	3,28	2,87	100	100
R3	Feuilles	0,59	0,07	0,58	0,04	7,08	11,49	74	70
	Tiges + Gousses	0,49	0,06	0,48	0,03	2,51	4,95	26	30
	Total plante	-	-	-	-	9,59	16,44	100	100
R5	Feuilles	0,57	0,02	0,61	0,14	8,43	10,54	57	60
	Tiges + Gousses	0,48	0,01	0,47	0,05	6,26	7,06	43	40
	Total plants	-	-	-	-	14,69	17,60	100	100
R6	Feuilles	0,65	0,07	0,60	0,08	7,37	10,78	41	44
	Tiges + Gousses	0,59	0,007	0,47	0,04	8,03	9,83	45	40
	Grains	0,27	0,01	0,27	0,006	2,43	3,91	14	16
	Total plante	-	-	-	-	17,83	24,52	100	100
R7	Feuilles	0,76	0,09	0,83	0,04	5,12	7,41	26	36
	Tiges + Cosses	0,73	0,05	0,59	0,07	10,31	8,24	52	41
	Grains	0,28	0,01	0,27	0,009	4,34	4,68	22	23
	Total plante	-	-	-	-	19,77	20,33	100	100

3 - CONCLUSION

Pour un rendement de 2100 kg de graines, une culture de soja, dans les sols beiges de Séfa produit un peu plus de 5 tonnes de matière sèche dont les $\frac{3}{5}$ (feuilles, tiges et cosses) peuvent être restituées au sol dans le cas d'une récolte mécanique.

La production maximum de matière sèche est atteinte pour les fouilles entre les stades R3 et R5, pour les tiges et les cosses au stade R6 et pour les graines au stade R8.

En ce qui concerne la nutrition minérale, une telle culture mobilise :

- 180 kg d'azote, dont 100 kg environ proviennent de la fixation symbiotique (3. WEY, communication personnelle) et exportés, par les graines, 120 kg d'azote;

- 15 kg de phosphore dont les $\frac{2}{3}$ sont exportés par la récolte ;

- 90 kg de potasse dont 33 kg exportés ;

- 50 kg de calcium ;

- 10 kg de soufre ;

- 25 kg de magnésium.

L'azote et la potasse apparaissent donc comme les éléments les plus importants de la nutrition du soja. Pour l'azote on constate que la symbiose bactérienne ne couvre pas les besoins de la plante.

J. LARCHER

B I B L I O G R A P H I E

- 1 . F. GANRY, 3. WEY et R. NICOU

Programme de recherche coordonné sur l'utilisation des isotopes dans l'étude de l'efficacité des engrais sur les légumineuses. Rapport provisoire sur l'expérimentation réalisée au Sénégal en 1973
Doc. Mult, 1974, 29 pages, IRAT/AIEA.

- 2 . J.B. HENDERSON, E.J. KAMPRATH

Nutrition and dry matter accumulation by soybeans
N.C. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull, N° 197, February 1970,

- 3 . J.J. HANWAY, C.R. WEBER

N.P. and K percentagos in soybean (Glycine max 1.) plants parts.
Agron. J., 1971, Vol 63, pp 286-290

- 4 . L.C. HAMMOND, C.A. BLACK, A.G. NORMAN

Nutrient uptake by soybeans on two IOWA soils
IOWA Agr. Exp. Sta. Research Bull. n° 384, 1951

- 5 . W.R. FEHR, C.E. CAVINESS, D.T. BURMOOD, J.S. SENNINGTON

Stages of davelopment descriptions for soybeans
Crop Science, Vol 11, Nov.-Dec. 1971, pp 929-93.
