

# ALIMENTATION MINÉRALE DU RIZ

## Interprétation d'un essai d'engrais réalisé à l'Office du Niger

par **B. DABIN**

Pédologue à l'Office du Niger

**D**ans une publication récente du service des Recherches de l'Office du Niger « Etudes agronomiques sur le riz au Soudan Français » les différents problèmes relatifs à la fumure minérale en culture rizicole ont été exposés très en détail.

La présente étude sera donc brève et ne comportera que l'interprétation de l'essai classique N. P. K. effectué durant la saison 1949 à la Station rizicole de Kayo sur la variété, Sikasso B.

Nous ne reviendrons pas sur la description du dispositif expérimental (méthode des blocs de Fisher); nous nous contenterons de reproduire ici le tableau des traitements et des rendements obtenus (1).

### PREMIÈRE PARTIE

#### ENGRAIS UTILISÉS

N. sulfate d' $\text{NH}_3$ (20 % d'N) .....	250 kg/ha
P1. phosphate bicalcique (38,4 % de $\text{P}_2\text{O}_5$ ).....	130 —
P2. phosphate naturel (30 % de $\text{P}_2\text{O}_5$ ) .....	166 —
K. chlorure de potassium (50 % de $\text{K}_2\text{O}$ ).....	200 —

TABLEAU DES TRAITEMENTS

Traitements	Dose globale d'engrais kg/ha	Eléments fertilisants en kg/ha		
		N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$
Témoin .....	0	0	0	0
N .....	250	50	0	0
P1 .....	130	0	50	0
P2 .....	166	0	50	0
NP1 .....	380	50	50	0
NP2 .....	416	50	50	0
P1K .....	330	0	50	100
P2K .....	366	0	50	100
NP1K .....	580	50	50	100
NP2K .....	616	50	50	100

#### RÉSULTATS EN % DU TÉMOIN (RÉCOLTE PADDY, RÉCOLTE PAILLE)

Témoin.....	3.800 kg de paddy/ha.
	12.000 kg de paille/ha.

(1) Voir : *Etudes agronomiques sur le riz au Soudan Français effectuées par le service agronomique de l'Office du Niger* (p. 34). Section technique d'agriculture tropicale, Nogent-sur-Marne.

Traitements	Paddy	Paille
Témoin.....	100	100
N.....	145	176
P1.....	99	107
P2.....	102	102
NP1.....	143	181
NP2.....	144	181
P1K.....	114	116
P2K.....	111	118
NP1K.....	147	194
NP2K.....	149	195

Essai hautement significatif à la probabilité P : 0,01 plus petite différence significative (paddy% témoin) :

$$P : 0,05 = 8 \%$$

$$P : 0,01 = 11 \%$$

### CONCLUSIONS

« 1° On retrouve une fois de plus avec une très grande précision la haute efficacité du sulfate d'ammoniaque même employé seul.

« Le sulfate d'ammoniaque est indiscutablement le pivot de la fumure minérale des rizières.

« 2° Les faibles réserves du sol en acide phosphorique sont encore suffisantes pour dissimuler l'effet de cet élément fertilisant.

« L'apport de fumure phospho-potassique donne une augmentation de récolte significative par rapport au témoin, l'adjonction au sulfate d'ammoniaque n'augmente que très légèrement le rendement en paddy. »

### ANALYSE DES RÉCOLTES

#### MÉTHODE DE TRAVAIL

a) *Prélèvements.* — Afin de contrôler l'action réelle des divers engrais sur l'alimentation des végétaux, nous avons cherché à réaliser une sorte de « diagnostic foliaire annuel » selon le terme de LAGATU et MAUME; en fait, nous avons prélevé l'ensemble, feuilles et tiges, à différents stades du développement, et, après un broyage très fin au broyeur mécanique, réalisé un échantillon moyen pour chaque traitement.

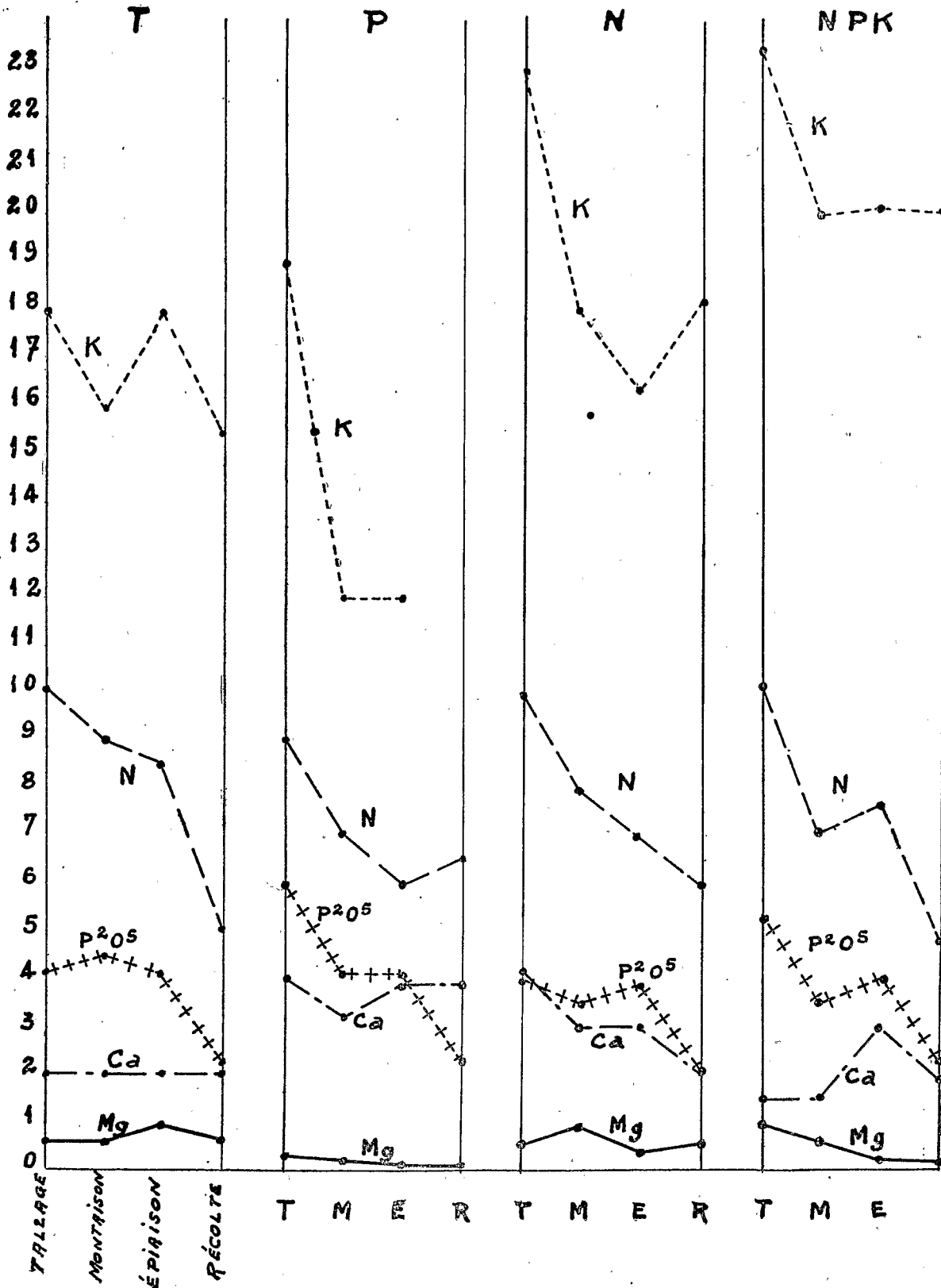
Les prélèvements de végétaux ont été effectués aux différents stades suivants :

1° tallage, 3° épiaison,  
2° montaison, 4° récolte.

#### RÉSULTATS

Eléments dosés	Traitements	Stades du développement				
		Tallage	Montaison	Epiaison	Récolte paille	Récolte paddy
N %.....	Témoin	1,1	0,9	0,87	0,49	1,05
	P	0,92	0,79	0,62	0,64	1,05
	N	1,1	0,7	0,7	0,59	1,1
	N P K	1,1	0,68	0,76	0,49	1,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> % .....	T	0,43	0,46	0,43	0,22	0,73
	P	0,58	0,42	0,42	0,21	0,73
	N	0,39	0,39	0,345	0,22	0,71
	N P K	0,52	0,36	0,41	0,2	0,74
K %.....	T	1,8	1,6	1,8	1,55	0,56
	P	1,88	1,55	1,24	1,24	0,55
	N	2,3	1,8	1,65	1,85	0,62
	N P K	2,35	2	2,05	2,1	0,56
Ca %.....	T	0,16	0,16	0,16	0,16	0,06
	P	0,4	0,32	0,4	0,4	0,06
	N	0,4	0,32	0,32	0,24	0,04
	N P K	0,16	0,16	0,32	0,16	0,04
Mg %.....	T	0,06	0,06	0,09	0,06	0,05
	P	0,05	0,03	0,03	0,015	0,015
	N	0,04	0,06	0,03	0,03	0,015
	N P K	0,11	0,07	0,01	0,01	0,01

*Alimentation Minerale du Riz*



b) *Technique d'analyses.* — Nous avons utilisé les méthodes de semi-micro analyse de MAUME, DULAC, et BOUAT:

## RÉSULTATS OBTENUS

La principale question à résoudre étant l'absence de réaction aux engrais phosphatés, la teneur en cet élément dans le sol étant particulièrement faible, nous nous sommes limités à l'analyse des traitements suivants :

Témoin .....	T	
Acide phosphorique seul.....	P2	(phosphate naturel)
Azote seul.....	N	
Engrais complet .....	NP2K	

## INTERPRÉTATION DU TABLEAU D'ANALYSE

*Azote.* — Dans les différents traitements la teneur en azote des végétaux varie peu. L'action de l'azote se manifeste par un accroissement du rendement et une exportation supplémentaire par rapport au témoin.

*Acide phosphorique.* — Dans la paille à maturité, et dans le grain, la teneur en acide phosphorique est rigoureusement invariable quel que soit le traitement; cette teneur est normale sinon élevée. L'action de l'engrais phosphaté se manifeste par un enrichissement de la plante au moment du tallage.

Il y a donc absorption de l'engrais au moment du tallage.

L'apport de sulfate d'ammoniaque seul ne provoque pas de diminution de la teneur en  $P_2O_5$  par rapport au témoin. Le sol fournit le supplément d'acide phosphorique correspondant à l'accroissement du rendement.

*Potassium.* — Cet élément existe en quantité importante dans la paille. Le phosphate de chaux semble bloquer son absorption alors que le sulfate d'ammoniaque la facilite (phénomène d'échange de bases).

L'apport d'engrais potassiques (N.P.K.) enrichit la paille en cet élément.

*Calcium et magnésium.* — « Ce sont deux éléments complémentaires, ils peuvent en quelque sorte se substituer l'un à l'autre » (DEMOLON); la très faible teneur en magnésium dans la plante correspond à une faible teneur en cet élément dans le sol.

Bien que les besoins réels de la plante en magnésium soient peu connus, cet élément est à surveiller en raison de son importance dans la fonction chlorophyllienne.

## CONCLUSION

Il ressort de cette étude que l'absence de réaction aux engrais phosphatés et potassiques n'est pas due à un défaut d'assimilabilité de ces substances, mais au fait que l'acide phosphorique et la potasse sont vraisemblablement fournis en quantité suffisante par le sol.

## DEUXIÈME PARTIE

## ANALYSE DU SOL

## 1° ANALYSE CHIMIQUE

a) <i>Matières organiques</i> % :	Horizon A 0-30 cm	Horizon B 30-75 cm
Carbone organique .....	0,68	0,38
Matières organiques totales.....	1,36	0,76
Azote total.....	0,0577	0,047
C/N.....	12	8
Acides humiques.....	0,033	0,0125

b) <i>Eléments minéraux</i> ‰ :	Horizon A 0-30 cm	Horizon B 30-75 cm
Acide phosphorique total (moyenne de plusieurs parcelles).....	0,23	0,15
Acide phosphorique assimilable.....	0,003	0,002
Potassium total.....	0,35	0,48
Fer total.....	15	42,5
Fer libre (DEMOLON).....	8,4	14

ELÉMENTS ÉCHANGEABLES POUR 1.000 DE TERRE SÈCHE  
(extraits par l'acétate d'ammoniaque)

Calcium.....	0,32	0,58
Potassium.....	0,21	0,42
Magnésium.....	0,014	0,09
Sodium.....	0,051	0,11

ELÉMENTS ÉCHANGEABLES  
(milliéquivalents pour 100 g)

Calcium.....	1,6	2,9
Potassium.....	0,52	1,05
Magnésium.....	0,12	0,74
Sodium.....	0,22	0,47
Bases échangeables totales (meq.) S.....	2,73	5,35
Capacité totale d'échange de bases (meq.) T.....	31,2	57,4
Saturation du complexe absorbant, V ou $\frac{100 S}{T}$	8,8	9,4
Rapport Ca/Na.....	3,6	5,2
pH.....	6,3	6,4

2° ANALYSE PHYSIQUE

a) *Analyse mécanique* :

Sable grossier D > 0,2 mm.....	10,02 %	6,4 %
Sable fin. D < 0,2 mm.....	55 —	19 —
Limon.....	17 —	17 —
Argile.....	17 —	57 —

b) *Structure du sol* (analyse d'agrégats) :

	Horizon A 0-30 cm	Horizon B 30-75 cm
Agrégats plus grands que 0,2 mm.....	30,46 %	66,9 %
Eléments fins agrégés $\frac{(\text{Agrégats} - \text{Sable grossier}) 100}{100 - \text{Sable grossier}}$ .....	23	64
Dispersion dans l'eau en milieu concentré $\frac{(\text{Elément en suspension}) 100}{\text{Argile} + \text{Limon}}$ .....	30	0
Porosité du sol à l'humidité équivalente.....	45 —	57 —
Humidité équivalente en volume (microporosité).....	40,55 —	40,5 —
Capacité minima pour l'air (macroporosité).....	4,5 —	16,5 —
Porosité des mottes sèches.....	29 —	44,5 —

c) *Perméabilité moyenne* en mètres/seconde .....  $4,27 \cdot 10^{-7}$        $7,7 \cdot 10^{-6}$

EXPORTATION DES RÉCOLTES

ELÉMENTS EXPORTÉS EN KG/HECTARE

	Rendement kg/ha	Azote	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	
Témoin.....	grain.....	3.800	40	28	21	2,35	1,9
	paille.....	12.000	58	26,6	185	19,5	8
	total.....		98	54,5	206	21,85	10
Sulfate d'ammoniaque..	grain.....	4.350	48	32	27	1,7	0,64
	paille.....	21.000	120	44	390	51	6,7
	total.....		168	76	417	52,7	7,34

L'apport d'azote augmente l'exportation de tous les éléments à part le magnésium ; la fourniture de cet élément par le sol semble donc limitée.

### RÉSERVES DU SOL

Les réserves du sol sont calculées d'après une masse de terre de 4.000 tonnes/hectare pour une tranche de 25 cm d'épaisseur.

#### ÉLÉMENTS EN KG/HECTARE

Profondeur	Masse de terre	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable	Echangeables		
					K	Ca	Mg
0-30 cm.....	4.800 tonnes	2.750	1.100	14,5	1.000	1.600	66
30-75 cm.....	7.200 tonnes	3.500	1.100	11	3.000	4.200	689
Total.....	12.000 tonnes	6.250	2.200	25,5	4.000	5.800	755

#### UTILISATION DES RÉSERVES DU SOL

Notons tout de suite que le dosage de l'acide phosphorique « dit assimilable » est sans valeur dans ce type de sol comme dans beaucoup de sols tropicaux, car l'exportation de la récolte est supérieure à la quantité totale de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable contenue dans une tranche de sol de 75 cm.

A part cela, tous les autres éléments dosés à savoir : azote total, acide phosphorique total, potassium, calcium, et magnésium échangeables, peuvent être considérés comme des réserves accessibles aux plantes.

Cependant pour une tranche de sol déterminée, la quantité de chaque élément pouvant être mis annuellement à la disposition des végétaux est vraisemblablement limitée.

Le pourcentage annuel de la réserve, pour chaque élément pouvant être mis à la disposition des récoltes, s'appelle le « coefficient d'utilisation » des réserves du sol. Ce coefficient d'utilisation peut varier avec la nature des éléments et aussi la tranche de sol considérée. Il diminue vraisemblablement dans les horizons inférieurs en même temps que la teneur en humus.

Un essai en pots réalisé antérieurement nous a permis de déterminer approximativement les coefficients d'utilisation suivants (1) :

N total.....	1 à 2 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total.....	2 à 4 %
K échangeable.....	10 à 15 %

On peut admettre le même coefficient pour le magnésium et le calcium échangeables.

Même en considérant les valeurs les plus élevées, on est obligé d'admettre que la plante va puiser sa nourriture au-dessous de 30 cm, c'est donc en définitive la faculté de pénétration des racines en profondeur, qui sera le facteur essentiel de l'alimentation minérale des végétaux.

### PÉNÉTRATION DES RACINES DANS LE SOL

L'observation morphologique d'un profil de sol nous montre qu'il est constitué par une couche d'alluvions, dont les horizons ne se distinguent les uns des autres que par les différences de texture, de structure et parfois de couleur. Il n'existe, en particulier, aucune formation dure (cuirasse, etc...) pouvant s'opposer à la pénétration des racines, et en effet on rencontre de fines radicelles jusqu'à 58 cm et même au-dessous.

C'est l'étude de la structure du sol (porosité, perméabilité, etc...) qui nous fournira le meilleur critère de pénétration des racines.

### STRUCTURE DU SOL

Nous observons d'après les résultats des analyses, un horizon A, finement sablo-limoneux et un horizon B argilo-limoneux. Dans tous les horizons le sable fin prédomine sur le sable grossier.

(1) Des essais en cases lysimétriques permettront de déterminer ces valeurs avec plus de précision.

L'horizon supérieur possède une structure peu stable, le pourcentage d'agrégats est faible, et le coefficient de dispersion élevé; la capacité pour l'air ou macroporosité et la perméabilité sont très faibles. Ce phénomène s'explique par des teneurs en argile et humus relativement peu élevées, un coefficient de saturation du complexe absorbant faible, et un rapport Ca/Na faible.

L'horizon B a une structure beaucoup plus stable, le pourcentage d'agrégats est élevé, la dispersion nulle, la macroporosité et la perméabilité sont élevées. La stabilité de la structure est due essentiellement à la haute teneur en argile (cohésion des agrégats), à la teneur élevée en fer (autofloculation des colloïdes, cimentation des particules par pectisation) et à un rapport Ca/Na un peu plus élevé.

Les constantes physiques, que nous indiquons, sont celles qui correspondent à un sol complètement tassé sous l'action de l'irrigation.

L'horizon supérieur subit chaque année l'action des instruments aratoires, le travail du sol augmente la macroporosité, et permet un développement rapide des jeunes racines en début de végétation. Malgré le tassement qui se produit par la suite, les racines trouvent dans l'horizon inférieur des conditions favorables à leur développement.

Par contre si le travail du sol est mal fait, ou insuffisamment profond, les racines se développent plus difficilement et on observe un abaissement des rendements.

Dans les sols, où l'horizon inférieur est moins stable, on observe généralement des rendements moins bons. Il serait nécessaire dans ceux-ci de pratiquer le sous-solage.

On cherche actuellement à améliorer la structure des sols par l'emploi d'engrais vert.

**RÉSUMÉ.** — *A part l'azote, les éléments minéraux présents dans le sol sont actuellement en quantité suffisante pour assurer d'abondantes récoltes, sous réserve d'effectuer une bonne préparation du sol.*

*Par contre, étant donné la valeur élevée des exportations et l'apport insuffisant des eaux d'irrigation — Voir « Etudes agronomiques sur le riz au Soudan français » —, il est bon de prévoir d'une part le retour des pailles au sol, d'autre part une fumure d'entretien phosphatée et au besoin potassique. L'élément magnésium est à surveiller.*

# L'AGRONOMIE TROPICALE

Extrait des n<sup>os</sup> 9-10  
Septembre-Octobre 1951

## ALIMENTATION MINÉRALE DU RIZ

Interprétation d'un essai d'engrais  
réalisé à l'Office du Niger

par **B. DABIN**

Pédologue à l'Office du Niger

27 FEVR. 1985

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 16.952

Cote : B