

Ag

COMPTE-RENDU SUR TROIS ANNEES
D'EXPERIMENTATION AVEC DES ISOTOPES EN
RIZICULTURE A MADAGASCAR

par

J. VELLY

(I. R. A. M)

INTRODUCTION

Depuis le début de 1964, Madagascar participe à un programme international d'étude de la fertilisation sur le riz à l'aide des isotopes N 15 et P 32.

Ce programme est coordonné par la Division mixte FAO/Agence Internationale de l'Energie Atomique à Vienne.

L'expérimentation se fait de la manière suivante. En début de campagne, l'Agence envoie aux participants les engrais azotés et phosphorés marqués qui seront utilisés dans l'essai, de même que les engrais correspondants non marqués. Ces engrais sont déjà pesés et répartis en sachets correspondant aux différentes parcelles de l'essai.

L'Agence procure également aux participants, des crédits leur permettant l'exécution matérielle des essais (produits et main-d'oeuvre) et leur permettant aussi d'assister à la réunion annuelle des participants.

De leur côté, les participants adressent à Vienne, à des dates fixées dans les protocoles d'essais, des échantillons de feuilles, de pailles et de grains de riz. Sur ceux-ci l'Agence effectue des dosages de P 32 et de N 15 dans ses laboratoires de Vienne. Des échantillons de terre sont également adressés à Vienne pour effectuer des essais préliminaires en vases de végétation.

Tous les ans les participants, provenant pour la plupart des pays d'Extrême Orient et du Sud-Est Asiatique, se réunissent pour discuter des résultats de la campagne passée et décider du protocole d'expérimentation de la campagne suivante.

Nous tenons à renouveler ici nos remerciements très sincères à la Division mixte FAC/AIEA, pour nous avoir permis de participer à cette très intéressante série d'essais, que nous n'aurions jamais pu réaliser sans son aide.

Dans les pages qui suivent, nous donnerons quelques indications sur le milieu dans lequel cette expérimentation a été réalisée, et nous tenterons d'exposer brièvement les thèmes de chaque campagne d'essais et les conclusions que l'on a pu en tirer.

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 13555

LE MILIEU

Les essais des trois années que nous allons examiner ont tous été réalisés sur le point d'essai rizicole de l'I.R.A.M., à Mahitsy à une trentaine de kilomètres au Nord de Tananarive.

Mahitsy est situé sous un climat tropical d'altitude (voisine de 1.200 mètres). La saison des pluies s'étend normalement du 15 Novembre au 1er Avril avec une pluviométrie moyenne de 1.200 à 1.300 millimètres. La saison rizicole a lieu pendant l'été, et les températures moyennes sont pendant cette période :

Novembre	: 20° 3 C
Décembre	: 20° 9 C
Janvier	: 20° 5 C
Février	: 20° 7 C
Mars	: 20° 4 C
Avril	: 19° 1 C

Le sol utilisé est un sol hydromorphe, à engorgement total temporaire (sol humifère à taches). Les essais sont toujours placés sur une rizière sortant de jachère (avec une végétation naturelle à base de graminées et de cyperacées). La description du profil habituellement rencontré (due à J. KILIAN) a été faite en fin de saison sèche, un peu avant le début de la campagne rizicole. A cette époque la nappe était à 1 mètre de profondeur

- 0 à 25 cm : Horizon brun noir, à texture limono-argileuse, frais-assez friable. Structure grumeleuse, enracinement important surtout jusqu'à 15 cm. Veinules rouges et fines le long des radicales, quelques rares taches rouges diffuses.
- 25 à 45 cm : Brun foncé tacheté de plages rouges, texture argilo-limoneuse. Horizon frais, structure continue, taches rouges plus abondantes et plus grandes que dans l'horizon précédent. Quelques radicales enrobées de veinules rouges.
- 45 à 60 cm : Horizon brun, à texture argilo-sableuse, humide et plastique. Structure continue, quelques taches grises diffuses. Couleur plus claire que l'horizon précédent.
- 60 à 70 cm : Horizon grisâtre, à texture sableuse, humide, fluant. Structure particulière. sable grossier.
- 70 à 110 cm : Jaune, veiné d'ocre clair. Texture sableuse, sable grossier. Horizon humide, à structure particulière, avec quelques lentilles de sable grisâtre incluses dans la masse.

Dans le tableau I, nous donnons la moyenne de plusieurs analyses effectuées sur les terrains d'essais. Deux horizons ont été prélevés pour analyse : 0 à 20 cm et 20 à 40 cm.

Tableau I

	0 à 20 cms	20 à 40 cms
Sable grossier %	43,94	48,31
Sable fin %	7,19	7,90
Sable très fin %	1,29	1,31
Limon %	15,33	14,16
Argile %	23,00	19,91
pH	5,10	5,19
Carbone organique %	4,62	4,14
Azote total %	0,463	0,393
Rapport $\frac{C}{N}$	10,0	10,5
Acide phosphorique assimilable (Bray n° 2) p.p.m.	29,6	26,9
Calcium échangeable m.e. %	1,37	0,82
Magnésium " "	1,53	1,14
Potassium " "	0,13	0,09
Sodium " "	0,04	0,02
Bases échangeables totales m.e.%	3,07	2,07
Capacité d'échange m.e. %	12,2	9,30
Pourcentage de saturation	25,16	22,25

Rappelons encore en ce qui concerne les conditions générales d'exécution des essais, que ceux ci ont toujours été repiqués avec la variété de riz locale Rojofotsy n° 1285, repiquée à l'écartement de 25 × 25 cm à 3 brins par touffe.

Signalons aussi que dans ces essais, les engrais marqués sont apportés sur des sous parcelles de 1 m25 × 1 m25 et que les rendements sont mesurés sur des sous parcelles adjacentes, plus grandes (1,25 m × 2,75 m) qui reçoivent au même moment des quantités égales des mêmes engrais, mais non marqués.

EXPERIMENTATION 1964 - 1965

Le programme 1964 - 1965 avait les deux objectifs suivants :

- 1/ Déterminer l'efficacité de l'engrais azoté apporté au riz irrigué en fonction de la dose et de la date d'apport.
- 2/ Déterminer l'efficacité de l'engrais phosphaté en fonction de la dose et de la date d'apport de l'azote.

Le dispositif expérimental était constitué de 6 blocs comportant chacun 8 traitements.

Toutes les parcelles reçoivent avant repiquage à l'hectare, 60 kilos de K₂O sous forme de chlorure et 60 kilos de P₂O₅ sous forme de superphosphate. Pour ce dernier les apports sont faits sous forme marquée et non marquée.

L'azote est apporté à trois époques différentes, sous forme marquée et non marquée.

Temps a : c'est le repiquage

Temps b : période située à mi-chemin entre le repiquage et deux semaines avant l'initiation des primordia.

Temps c : deux semaines avant l'initiation des primordia : celle-ci étant définie ici comme le moment où l'on commence à pouvoir sentir l'épi à la base de la tige.

Les traitements et la quantité d'azote apporté sont résumés dans le tableau II.

Tableau II

Traitements	Kilos d'azote à l'ha aux temps		
	a	b	c
A	60		
B		60	
C			60
D	30	30	
E	30		30
F		30	30
G	20	20	20
H	120		

Les parcelles du traitement H sont particulières en ce sens qu'elles ne reçoivent pas d'engrais marqués et qu'elles sont divisées en deux. Une moitié ne reçoit pas d'azote et l'autre moitié en reçoit 120 kilos/hectare, ce qui permet de déterminer la réponse à cet élément.

Durant toute la période de croissance du riz, des observations ont été faites.

a/ en cours de végétation

Elles ont porté sur la hauteur des plants, qui a été mesurée 25 jours après le repiquage (temps b),

52 jours après le repiquage (temps c), trois semaines et cinq semaines après le temps et finalement à la récolte.

Le nombre de talles par touffe a également été mesuré aux mêmes époques.

b) à la récolte.

Les observations faites à la récolte ont porté sur :

- le nombre d épis par touffe
- le poids moyen d un épi
- le poids de 1.000 grains
- le rendement en grains
- le rendement en paille
- le rapport $\frac{\text{paille}}{\text{grains}}$

c) absorption des éléments par la plante

Le pourcentage de phosphore dérivé de l engrais a été déterminé sur des échantillons prélevés trois semaines après le dernier apport d engrais azoté.

Le pourcentage d azote 15 a été déterminé sur les mêmes échantillons

Résultats expérimentaux

Sur cet essai, il n a jamais été possible d observer, sur les facteurs de rendement, de différences dues au fractionnement de l azote Ceci a peut être été du à des conditions favorables de végétation, et en particulier à la relative abondance en matières organiques dans ce sol.

L effet de l azote sur la taille des plants est apparu 2 mois environ après le repiquage Au temps c, les traitements A et B qui ont déjà reçu 60 kilos d azote sont significativement plus hauts que le traitement c qui reçoit son azote à ce moment seulement Le traitement D qui a reçu 60 kilos d azote en deux fois est supérieur au traitement F, qui n en a reçu que 30

Le témoin sans azote est significativement inférieur aux traitements A, B, D, E, G, H. Les deux traitements C et F non différents du témoin, reçoivent leur azote tardivement.

- Trois semaines après le temps c, les différences sont moins nettes puisque toutes les parcelles ont reçu leur azote. Seul le témoin est significativement inférieur à tous les autres traitements

Les différences disparaissent par la suite, puisque 5 semaines après le temps c, et à la récolte, le riz a la même taille dans toutes les parcelles

- En ce qui concerne le nombre de talles par touffe on peut faire une observation générale d abord : la production de talles est la plus active pendant le deuxième mois de végétation du riz (entre les temps b et c) Pendant cette période le nombre moyen de talles pour tout l essai passe de 8,7 à 22,3 soit une augmentation de 256 %. Cette émission de talles se ralentit ensuite et dans les 7 à 8 semaines qui précèdent la récolte, un certain nombre de talles (les derniers émis en général) disparaissent, ceci au moment de la maturation des grains.

Des différences significatives entre traitements apparaissent dès le temps C et se maintiennent jusqu à la fin. Au temps C on retrouve la supériorité des traitements A et B qui ont reçu leur azote, sur le traitement C qui vient juste de l avoir Il y a aussi une différence significative entre le traitement H, 120 kilos d azote et le témoin

- Trois semaines après le temps C, il n y a pas de différence nette entre les traitements. Le témoin est significativement inférieur à tous les traitements sauf G La situation est la même cinq semaines après le temps C. A la récolte le témoin est inférieur à tous les autres traitements, non différents entre eux.

Les observations faites à la récolte peuvent se résumer de la manière suivante

- Il y a eu une influence nette de l'azote sur le nombre d'épis par touffe, ce sera ici le seul facteur l'augmentation de rendement.

La date d'apport de l'azote n'a pas eu d'influence sur le nombre des épis. Ce qui a compté, par contre, c'est la quantité apportée. Le traitement sans azote a eu 13,5 épis par touffe, le traitement à 60 kilos en a eu 15,6 et le traitement à 120 kilos en a eu 17,2.

- L'azote n'a pas apporté de changements significatifs dans le poids d'un épi. Il semble cependant que l'azote, s'il a augmenté le nombre d'épis, ait eu tendance à faire baisser le poids de grains par épi. Une observation analogue a pu être faite à propos du poids de 1.000 grains.

- Il n'a pas été observé de différences significatives entre les rapports $\frac{\text{paille}}{\text{grains}}$, les rendements en paille et les rendements en grains.

Malgré l'absence de différences significatives entre les traitements, on peut définir la réponse du riz à l'azote, sur cet essai, en comparant les témoins (pas d'azote), le traitement A (60 kilos d'azote au repiquage) et le traitement H (120 kilos d'azote au repiquage). Pour ces trois traitements les rendements sont respectivement de 5.534, 6.125 et 6.647 kilos à l'hectare. En d'autres termes, entre 0 et 60 kilos d'azote hectare, un kilo d'azote produit 9,85 kilos de paddy. Entre 60 et 120 kilos un kilo d'azote produit 8,70 kilos de paddy. La réponse à l'azote est presque linéaire entre 0 et 120 kilos d'azote à l'hectare.

- Si l'on examine maintenant l'absorption de l'azote et du phosphore par le riz on peut exprimer les conclusions suivantes :

En ce qui concerne le phosphore, le fractionnement de l'azote n'a pas eu d'effet sur la teneur du plant en phosphore total. D'autre part il n'y a pas eu non plus d'effet sur le pourcentage de phosphore provenant du superphosphate quand celui-ci est apporté en une fois au repiquage.

Les différents modes d'apport de l'azote ont par contre eu une très forte influence sur l'absorption de cet élément. L'apport tardif de 60 kilos d'azote en une fois a donné la plus forte teneur du plant en azote total. Dans les apports fractionnés, seul le traitement F (0 - 30 - 30) donne une teneur en azote total aussi élevée.

Le dosage de l'azote 15, effectué trois semaines après le dernier apport d'azote montre des différences très significatives entre les traitements.

L'absorption de l'azote provenant de l'engrais est beaucoup plus forte lorsque cet élément est apporté tardivement sur le riz. Si l'on compare les traitements A et C on s'aperçoit que le traitement C (azote apporté 50 jours après le repiquage) a absorbé deux fois plus d'azote provenant de l'engrais, que le traitement A (azote apporté au repiquage).

Une remarque analogue peut être faite en ce qui concerne les traitements F et D.

La méthode la plus efficace de faire absorber de l'azote par le riz semble donc être de l'apporter en une fois, environ deux semaines avant l'initiation des primordia. Il ne paraît pas y avoir d'avantage à fractionner l'apport d'azote, le pourcentage d'azote dérivé de l'engrais est toujours dans ce cas inférieur à celui provoqué par un seul apport tardif.

EXPERIMENTATION 1965-1966

L'essai mis en place au début de la campagne 1965-1966 se fixait les buts suivants :

- 1/ Déterminer l'efficacité de l'engrais azoté apporté en rizière en fonction de sa localisation, et l'interaction avec la localisation du phosphore
- 2/ Déterminer l'efficacité de l'engrais phosphaté, en fonction de sa localisation et l'interaction avec la localisation de l'azote.

Le dispositif expérimental est encore constitué de 6 blocs comportant chacun huit traitements.

Traitements

L'essai comprend 6 modes de placement de l'engrais (A à F) plus une parcelle destinée à mesurer l'effet de 120 unités d'azote hectare : G, et une parcelle sans azote : H.

Dans tous les traitements sauf G et H, l'azote est apporté à la dose de 60 unités à l'hectare sous forme de sulfate d'ammoniaque. Tous les traitements reçoivent à l'hectare 60 unités de P₂O₅ sous forme de superphosphate et 60 unités de K₂O sous forme de chlorure de potasse. Les sous-parcelles N 15 P 32, pour les traitements A à F reçoivent exactement les mêmes doses d'engrais, mais marqués. Tous les engrais sont apportés en lignes, sauf pour le traitement F. Le détail des différents traitements est donné dans le tableau I :

Tableau I

Traitement	P l a c e m e n t		Engrais mélangés ou séparés
	Engrais N	Engrais	
A	Apporté en lignes sur la surface	Apporté en lignes sur la surface	Engrais mélangés avant l'apport
B	Apporté en lignes sur la surface	Apporté en lignes sur la surface	Engrais apportés séparément en lignes sans mélange préalable
C	Apporté en lignes à 5 cm de profondeur	Apporté en lignes en surface	Engrais apportés séparément en lignes sans mélange préalable
D	Apporté en lignes à 5 cm de profondeur	Apporté en lignes à 5 cm de profondeur	Engrais mélangés avant l'apport
E	Apporté en lignes à 5 cm de profondeur	Apporté en lignes à 5 cm de profondeur	Engrais apportés séparément en lignes sans mélange préalable
F	Les engrais azotés et phosphatés sont mélangés, épandus en surface et mélangés dans les 5 cm supérieurs du sol		
G	Ceci est la parcelle servant à mesurer le rendement, et N et P sont apportés mélangés dans la rangée à 5 cm de profondeur et au taux de 120 kgs N/hectare et 60 kgs P ₂ O ₅ /hectare.		
H	Ceci est la parcelle témoin sans azote qui ne reçoit que l'apport de base de potassium et de phosphate.		

Les observations faites en 1965-66 ont été les mêmes que celles de la campagne précédente mais les dates d'observations ont été différentes. Elles ont eu lieu à trois périodes :

- a/ à un moment situé entre le repiquage et deux semaines avant l'initiation des primordia, soit, dans notre cas, 25 jours après le repiquage.
- b/ soixante jours après le repiquage
- c/ à la récolte.

Des prélèvements de feuilles ont été effectués 60 jours après le repiquage pour y doser N 15 et P 32. L'azote 15 a également été déterminé à la récolte dans les grains de riz.

Nous tenterons de résumer ci-après les résultats de ces diverses observations.

- Pour la hauteur des plants les différences entre les traitements n'apparaissent pas tout de suite; il faut attendre 60 jours après le repiquage pour les observer.

Soixante jours après la récolte, le traitement H, sans azote, est significativement inférieur ($p : 1\%$) à tous les autres traitements sauf B. Le traitement G, 120 unités d'azote est significativement supérieur à tous les autres traitements. A ce stade, la quantité d'azote apportée joue, le traitement sans azote est inférieur aux traitements avec 60 kilos d'azote, qui, à leur tour sont inférieurs au traitement avec 120 kilos.

Dans les traitements A à F, les trois traitements D, E, F, sont plus hauts que les autres, D et F étant supérieurs, à la probabilité $P : 5\%$.

À la récolte, la situation n'a pas sensiblement changé. Le traitement H est toujours inférieur à tous les autres, et le traitement G supérieur à tous les autres ($p : 1\%$). Les trois traitements D, E, F, sont supérieurs à A, B, C, mais sans que cela soit significatif.

En conclusion, on peut admettre que, pour la hauteur des plants seule la quantité d'azote apportée a joué, des différences hautement significatives existant entre les doses 0, 60 et 120 unités d'azote à l'hectare.

Dès le début de la croissance des plants, 25 jours après le repiquage, on voit se manifester des différences entre les traitements en ce qui concerne le nombre de talles par touffe. Le traitement H sans azote, est significativement inférieur aux traitements G, F et D. Les autres traitements ne diffèrent pas entre eux.

Soixante jours après le repiquage le traitement H est significativement inférieur à tous les autres traitements. Le traitement G à 120 unités d'azote, est supérieur (p. 1 %) aux traitements A et B. Les quatre traitements C, D, E, F (recevront l'azote en profondeur ou mélangé aux 5 cm supérieurs du sol) sont supérieurs (à p = 5 %) aux traitements A et B recevant l'azote en surface.

À la récolte le classement des traitements se présente de la même manière. Le traitement H est inférieur à tous les autres. Le traitement G est supérieur à A, B, C, E, F, H (p = 1 %) et à D (p = 5 %). Les quatre traitements, C, D, E, F, sont, comme à soixante jours, supérieurs à A et B et évidemment à H.

En ce qui concerne le nombre de brins par touffe, on retrouve l'effet quantitatif de l'azote, mais on a ici une nette influence du mode d'apport. Tous les traitements où l'azote a été mis à 5 cm de profondeur (ou mélangé dans les 5 cm supérieurs du sol) sont supérieurs à ceux où l'azote a été mis en surface, et ceci, dès 25 jours après le repiquage.

Observations faites à la récolte

Toutes les mesures qui vont suivre ont été effectuées dans les sous parcelles rendement. Nous passerons en revue successivement un certain nombre de facteurs du rendement.

Nombre d'épis par touffe.

On retrouve ici encore le traitement H inférieur à tous et le traitement G supérieur à tous à p = 1 % sauf D (ou il l'est à p = 5 %).

Les deux traitements A et B (à azote en surface) sont significativement inférieurs aux traitements D, E, F et G. Le traitement C occupe une position intermédiaire. On a donc, en dehors de l'effet «dose d'azote», un effet «placement de l'azote» sur le nombre d'épis à la récolte.

Poids d'un épi et poids de 1.000 grains

Il n'y a pas eu de différences significatives dans le poids des épis des divers traitements. Il y en a eu par contre dans les poids des 1.000 grains.

Le traitement H est significativement supérieur au traitement G. L'apport de 120 kilos d'azote hectare a augmenté le nombre d'épis, mais a fait baisser le poids de 1.000 grains. Les trois traitements C, D, E, où l'azote est apporté en profondeur, ont les poids les plus faibles parmi les traitements qui reçoivent 60 kilos d'azote hectare, sans que cela soit significatif.

- Les traitements où l'azote est apporté en surface ont des rapports $\frac{\text{paille}}{\text{grain}}$ inférieurs aux autres.

Rendement en grains

Il y a eu des différences hautement significatives entre les traitements, permettant de faire les constatations suivantes :

1/ Le traitement H, sans azote, est inférieur à tous les autres. Le traitement G, avec 120 unités d'azote, est supérieur à tous les autres. Le principal facteur de rendement a donc été la quantité d'azote apportée.

2/ La comparaison des traitements A et B montre qu'il n'y a pas d'influence du mélange des engrais avant épandage quand ils sont mis en surface. La comparaison des traitements D et E montre qu'il n'y a pas non plus d'influence quand ils sont placés à 5 cm de profondeur.

3/ La comparaison des traitements B et C semble montrer qu'il n'y a pas d'influence de l'apport d'azote à 5 cm de profondeur quand le phosphore est apporté en surface séparément.

4/ La comparaison des traitements C et E ne montre pas d'influence significative de l'apport du phosphore en profondeur, l'azote étant apporté séparément en profondeur.

5. Si l'on compare maintenant les traitements A et D on s'aperçoit que D est significativement supérieur à A ($p = 1\%$) ce qui semble bien dû à l'enfouissement de l'azote, les engrais étant mélangés

Lorsque les engrais sont séparés, comparaison de B à E, on a encore E significativement supérieur à B ($p = 5\%$), ce qui confirme l'intérêt de l'enfouissement de l'azote.

6. Ce qui peut confirmer encore l'intérêt de l'enfouissement de l'azote est le bon rendement obtenu sur le traitement F, où l'azote et le phosphore sont épandus ensemble en surface, et enfouis ensuite dans les 5 cm supérieurs du sol.

7. Enfin la comparaison des traitements D, G et H permet d'obtenir la courbe de réponse à l'azote. Entre 0 et 60 unités d'azote par hectare, chaque kilo d'azote a produit 28,0 kilos de paddy. Entre 60 et 120 kilos d'azote, la production de paddy par kilo d'azote a été de 22,9 kilos. Ceci confirme ce que nous savons de la variété de riz utilisée, pour laquelle la dose optimum d'azote se situe autour de 120 unités à l'hectare

- Le dosage de P 32 effectué 60 jours après repiquage montre des différences hautement significatives entre les traitements

Les deux meilleurs traitements sont D et E, significativement supérieurs, à $p = 5\%$ ou 1% , à tous les autres. Ce sont les deux seuls traitements où le phosphore est apporté en ligne en profondeur. On ne trouve pas d'influence de l'apport des engrais mélangés ou séparés

Par contre, quand le phosphore est apporté en surface, il semble mieux absorbé lorsqu'il est mélangé avec l'azote que lorsqu'il est apporté séparément. Les traitements A et F sont en effet significativement supérieurs à B et C

Le mode d'apport du phosphore paraît avoir joué un rôle important sur l'absorption du phosphore de l'engrais

- Les dosages d'azote 15 ont été effectués, rappelons-le, sur les feuilles 60 jours après le repiquage, et sur les grains à la récolte

Le pourcentage d'azote dérivé de l'engrais, dans les feuilles, montre des différences hautement significatives entre traitements

Trois traitements sont nettement meilleurs que les autres, ce sont C, D, E, où, chaque fois, l'azote a été placé à 5 cm de profondeur. Ils sont significativement supérieurs (à $p = 1\%$ ou 5% suivant les cas) à tous les autres traitements

Le mode de placement du phosphore ne semble pas avoir eu d'influence sur l'absorption de l'azote de l'engrais

- Dans les grains il y a également des différences très significatives entre traitements. Ici encore les traitements C, D, et E donnent un pourcentage plus élevé que les autres. Ils sont tous trois supérieurs au traitement A

En résumé, pour cette campagne l'étude de l'absorption des éléments marqués montre que si le placement du phosphore en profondeur n'influe pas sur le rendement, il augmente cependant très significativement l'absorption du phosphore de l'engrais par la plante dans les deux mois qui suivent le repiquage

L'observation de N 15 dans la plante met en évidence, dès 60 jours après le repiquage, une absorption de l'azote provenant de l'engrais nettement meilleure dans le cas où cet élément est apporté à 5 cm de profondeur. Cette influence du placement se retrouve encore dans le grain à la récolte

EXPERIMENTATION 1966-1967

L'expérimentation qui a débuté à la fin de 1966 se proposait :

- 1/ de comparer l'efficacité de différentes sources d'azote, apportées soit en profondeur au repiquage, soit en couverture au moment de l'initiation des primordia
- 2/ de déterminer l'efficacité de l'engrais phosphaté, en fonction de la source et du mode d'apport de l'azote

Le dispositif expérimental comprend, cette année, quatre blocs à dix traitements chacun.

En dehors des 8 traitements A à H qui reçoivent des engrais marqués il y a deux autres traitements. Le traitement I porte sur des parcelles entières et sert à mesurer la réponse à l'apport de 120 kilos d azote à l hectare. Le traitement J comporte des parcelles divisées en deux parties égales, J1 reçoit P et K mais pas d azote, et J2 est le témoin, sans aucune fertilisation

Dans tous les traitements, sauf les traitements I et J, l'azote est apporté à la dose de 60 unités/ hectare de N, sous différentes formes marquées ou non.

Tous les traitements recevant du phosphore, marqué ou non, le reçoivent à la dose de 60 kilos hectare de P2 O5 sous forme de superphosphate Enfin la potasse est apportée sous forme de chlorure à la dose de 60 unités de K2O à l hectare.

Les différents traitements de l'essai sont donnés dans le tableau suivant :

Traitement	Mode et date d'apport	
	Engrais azoté	Engrais phosphaté
A	Sulfate d'ammoniaque, au repiquage, en lignes, à 5 cm de profondeur.	Superphosphate apporté au repiquage, sur la surface du sol
B	urée, au repiquage, en lignes, à 5 cm de profondeur.	"
C	nitrate d'ammoniaque, au repiquage, en lignes, à 5 cm de profondeur.	"
D	nitrate de sodium, au repiquage, en lignes, à 5 cm de profondeur.	"
E	sulfate d'ammoniaque, en couverture 2 semaines avant l'initiation des primordia.	"
F	urée, en couverture, deux semaines avant l'initiation des primordia.	"
G	nitrate d'ammoniaque, en couverture deux semaines avant l'initiation des primordia.	"
H	nitrate de sodium, en couverture, deux semaines avant l'initiation des primordia.	"
I	Parcelles de réponse à l'azote. Celui ci est apporté sous forme de sulfate d'ammoniaque, au repiquage, en lignes, à 5 cm de profondeur, à la dose de 120 kilos de N à l'hectare. Le phosphore est apporté sous forme de superphosphate, au repiquage sur la surface du sol.	
J	Ce traitement comprend des parcelles divisées en deux. J1 reçoit P et K, apportés en surface au moment du repiquage, alors que J2 ne reçoit pas du tout d'engrais.	

Les observations réalisées, et les dates de celles-ci, ont été les mêmes que pendant la campagne 1965-1966 Signalons cependant qu'en début de végétation, l'essai a été gêné par un retard important dans le début de la saison des pluies (un mois environ) De ce fait il a fallu procéder au remplacement de nombreux pieds manquants

Ces remplacements se sont échelonnés sur période de trois semaines

Observations en cours de végétation.

Hauteurs de plants

Les différences entre traitements ne sont pas encore visibles 25 jours après le repiquage. Elles le deviennent au moment de l'initiation des primordia et le demeurent jusqu'à la récolte.

Au moment de l'initiation des primordia, les quatre traitements qui ont les plants les plus hauts sont, dans l'ordre, E, F, G, H, c'est à dire tous ceux qui ont reçu un apport d'azote en couverture deux semaines auparavant. Si l'on compare les traitements deux à deux, par exemple ceux qui ont reçu du sulfate d'ammoniaque, ou de l'urée, etc. on s'aperçoit que E est significativement supérieur à A, que F est significativement supérieur à B, que G et H sont supérieurs à C et D, mais non significativement. Il semble bien que le fait d'apporter l'azote en couverture ait provoqué à ce moment une légère augmentation de la taille des plants.

Il n'y a par contre, pas d'influence de la forme d'azote. A, B, C, D, ne sont pas différents entre eux et E, F, G, H non plus.

A la récolte, la situation est à peu près la même. On retrouve en tête les trois traitements E, F, G, suivis cette fois de I (120 kilos d'azote). Les 4 traitements A, B, C, D ne diffèrent pas entre eux. Dans le groupe E, F, G, H, E est significativement supérieur à H.

En comparant les traitements deux à deux, on retrouve E significativement supérieur à A, mais pour les autres les différences, qui sont toujours dans le même sens, ne sont cependant pas significatives.

Les deux traitements sans azote, J1 et J2, sont significativement inférieurs aux traitements E, F, G, I.

En résumé il semble que le fait d'apporter l'azote en couverture au moment de l'initiation des primordia ait amené une légère augmentation de la taille des plants, visible depuis l'initiation des primordia, c'est-à-dire deux semaines après l'apport d'azote. Il n'y a pas eu d'influence de la forme d'azote utilisée.

La dose d'azote apportée a joué aussi; il y a une différence significative entre 0 (J1) et 120 kilos d'azote hectare, mais uniquement à la récolte.

Nombre de tiges par touffe

Deux semaines après l'apport d'azote, nous trouvons en tête les traitements E, F, G, qui ont reçu l'azote en couverture ainsi que I, qui a reçu 120 kilos d'azote et B qui a reçu de l'urée au repiquage.

Le traitement E est significativement supérieur à A. Les traitements F, G, H sont supérieurs à B, C, D mais de façon non significative.

A cette période d'observations, il n'y a donc pas d'action nette du mode d'apport d'azote sur le tallage. Il semble par contre y avoir un effet de la forme d'azote utilisée. Les deux traitements D et H, pour lesquels on a employé du nitrate de soude, sont parmi les derniers. D est inférieur à A et C, et significativement inférieur à B. Dans l'autre série H est significativement inférieur à E, F, G.

Ici aussi l'effet de la dose d'azote ne se manifeste significativement qu'entre 0 et 120 kilos.

A la récolte, les choses sont peu différentes. On retrouve E, F, G, en tête, c'est-à-dire trois traitements ayant reçu l'azote en couverture. Ils ne diffèrent pas entre eux mais sont significativement supérieurs à H.

Dans la première série D est significativement inférieur à B, et inférieur à A et C.

Si l'on compare les deux modes d'apport, E est significativement supérieur à A, de même que G à C. F est supérieur à B mais de façon non significative.

On ne trouve pas ici d'effet de la quantité d'azote apportée sur le tallage à la récolte. Les trois traitements J1, A et I (0,60 et 120 unités d'azote) sont identiques, ce qui est surprenant.

On peut dire, en conclusion sur ce point, que le tallage n'a pas été influencé très nettement par le mode d'apport de l'azote, bien que l'on puisse envisager un effet positif de l'apport d'azote en couverture, ce qui est d'ailleurs peu logique.

On a par contre une action nette de la forme d'azote utilisée. Les traitements comportant du nitrate de soude, quelque soit le mode d'apport de cet engrais, sont inférieurs aux autres

Observations à la récolte

Nombre d'épis par touffe et poids d'un épi

- Il y a peu de différences entre les traitements. Dans l'ensemble les quatre traitements E, F, G, H sont supérieurs à leurs homologues A, B, C, D, mais les différences ne sont pas significatives, sauf, de justesse, entre C et G. Dans les deux groupes, ce sont les traitements D et H (nitrate de soude) qui ont le plus faible nombre d'épis par touffe.

On peut s'étonner, ici encore, du peu d'effet de la quantité d'azote apportée. Il n'y a pas de différences entre les traitements J1, A et I.

- Il n'y a pas de différences dans les poids moyens d'un épi.

Poids de 1.000 grains et rapport $\frac{\text{paille}}{\text{grain}}$

Il n'y a pas eu non plus des différences significatives dans ces valeurs pour les divers traitements.

Rendement en grains

Il y a eu des différences significatives entre traitements mais on peut remarquer, d'une manière générale, qu'il n'y a pas de réponses très nette aux traitements en ce qui concerne le rendement en paddy.

Dans le premier groupe les traitements A (sulfate d'ammoniaque) et D (nitrate de soude) sont significativement inférieurs à B (urée). L'urée semble ainsi s'être montrée la meilleure source d'azote lorsque cet élément est apporté au repiquage.

Les quatre traitements du deuxième groupe (E à H) ne diffèrent pas entre eux. Il n'y a pas eu d'influence de la forme d'azote quand on l'apporte en couverture à l'initiation des primordia.

L'influence de la quantité d'azote a peu joué. Le traitement I est significativement supérieur à J1 et à A. Entre 0 et 120 kilos d'azote hectare, chaque kilo d'azote apporte 8,5 kilos de paddy, ce qui est très peu. Ceci semble dû au rendement anormalement élevé obtenu sur les parcelles témoins J1 et J2. De tels cas ont été fréquents en 1966-67, sur les Hauts-plateaux de Madagascar.

Absorption des éléments par la plante

Les prélèvements de feuilles pour analyses ont été effectués à trois périodes :

- a/ Juste avant l'apport d'azote en couverture
- b/ Deux semaines après cet apport d'azote
- c/ à la floraison.

Au premier prélèvement les échantillons ont été pris seulement sur les traitements A, B, C, D qui avaient déjà reçu leur azote.

En outre des échantillons de paille et de grain ont été prélevés à la récolte pour analyse.

L'azote 15 a été dosé sur tous les prélèvements, ce qui permet de tirer les conclusions suivantes :

- A tous les stades de prélèvement, il y a une très nette supériorité du sulfate d'ammoniaque et de l'urée sur les deux nitrates utilisés.

- Lorsque l'azote est apporté avant repiquage l'absorption de l'azote, du sulfate d'ammoniaque et de l'urée est significativement supérieure à celle du nitrate d'ammoniaque, très faible, et surtout à celle du nitrate de soude, à peu près nulle

- Lorsque l'azote est apporté en couverture à l'initiation des primordia, l'azote des nitrates, surtout du nitrate d'ammoniaque, est mieux absorbé, mais sensiblement moins que l'azote du sulfate d'ammoniaque et de l'urée

Au moment de la floraison, période particulièrement importante, les feuilles de riz contiennent près de 40% d'azote provenant de l'engrais lorsque celui-ci est apporté en couverture sous forme d'urée ou de sulfate d'ammoniaque. A tous les stades ces deux sources d'azote ont eu la même efficacité

Les mêmes différences se retrouvent encore à la récolte dans les grains et les pailles

En ce qui concerne le phosphore, qui a été déterminé seulement sur les deux premiers prélèvements, ni la forme d'azote utilisée, ni la date d'apport de l'azote n'ont eu d'influence sur l'absorption du phosphore

o
o o