

FERTILISATION DE REDRESSEMENT ET ENTRETIEN DE LA FERTILITÉ EXPÉRIMENTATION 1964-1969

Première partie : RIZ

P. ROCHE

Chef de la Division d'Agronomie (IRAT)

par

J. CELTON

Chef du Service d'Agronomie (IRAT/IRAM)

J. VELLY

Directeur de l'IRAT/IRAM

L'arrière-action des fumures de redressement apportées, tant en rizière que sur les cultures sèches, méritait d'être observée, au moins sur une partie des essais de courbe de réponse réalisés au champ par l'IRAM à partir de 1964.

Il ne nous a pas été possible, sous peine de voir croître démesurément le volume de nos essais régionaux, de poursuivre, sur toutes les courbes de réponse, cette étude des arrière-actions.

Quelques essais ont été cependant réservés à cette intention. En effet, un certain nombre de questions se posaient, en particulier :

Comment poursuivre l'expérimentation à partir des courbes de réponse ?

Que devient la fertilisation de redressement ? N'est-elle pas rétrogradée ou insolubilisée dans le sol ? N'est-elle pas perdue par lixiviation ?

Sur les essais qui ont été poursuivis, et pour tenter de répondre à ces questions, nous nous sommes servis, chaque fois que cela était possible, de déterminations analytiques : diagnostic foliaire, analyse des pailles et des grains, estimations d'exportations par les récoltes, observations sur la structure du sol, analyses pédologiques pour le contrôle de l'évolution de la fertilité.

Les caractéristiques physiques et chimiques de la plupart des sols étudiés ont, d'autre part, déjà été publiées dans les comptes rendus du Colloque sur la Fertilité des Sols Tropicaux (Tananarive, novembre 1967).

Les conditions, les résultats et la chronologie de l'expérimentation seront donnés en annexe pour quelques essais représentatifs (il n'est pas possible de reproduire toutes les fiches d'essai).

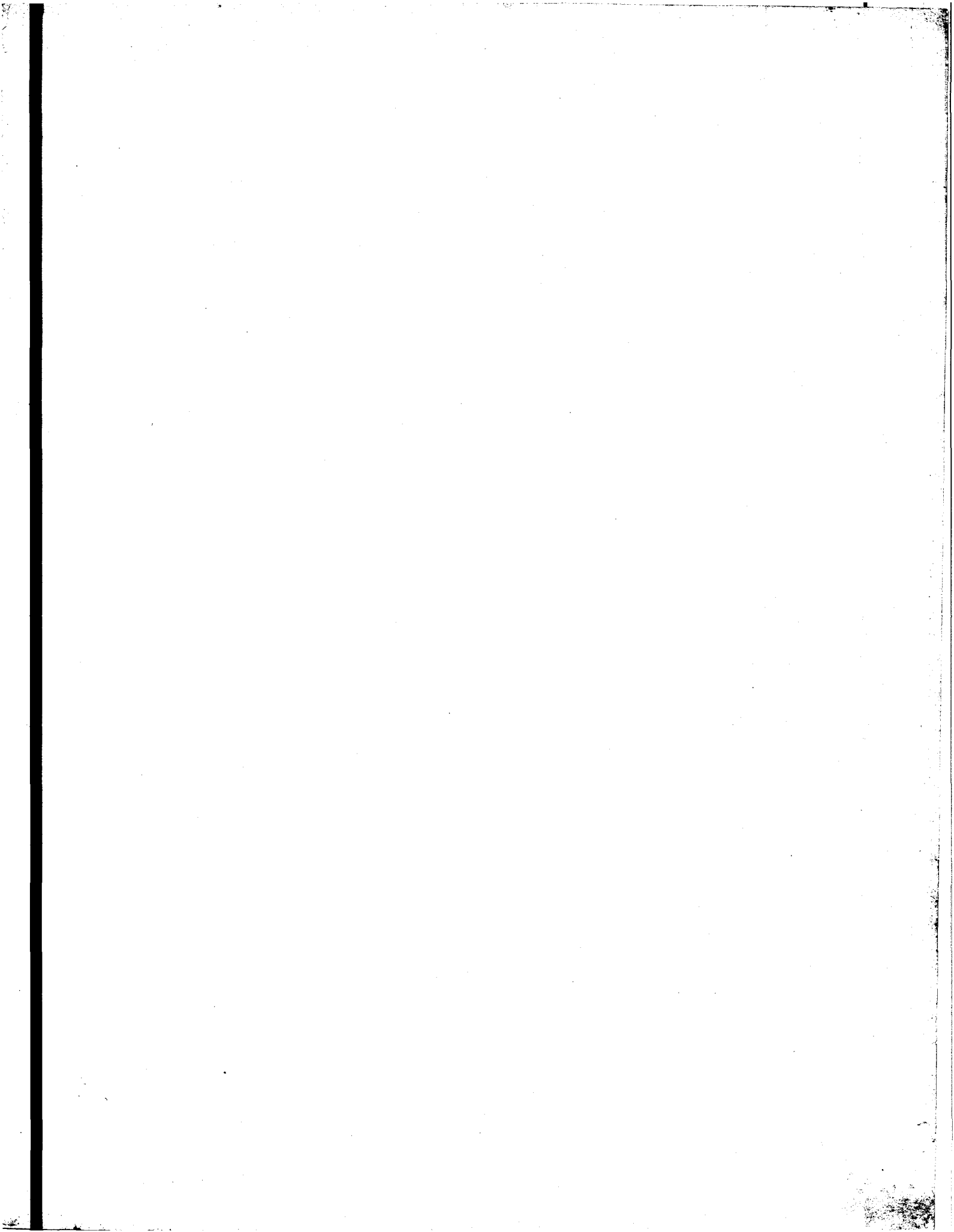
En ce qui concerne la riziculture, nous étudierons d'abord l'arrière-action des fertilisations de redressement et, ensuite, nous passerons en revue les résultats d'expérimentation pouvant concourir à la fumure d'entretien, tout cela pour les différents types de sols que nous avons étudiés.

I) FERTILISATION DE REDRESSEMENT EN RIZIERE

Ce qui va suivre concerne exclusivement des rizières irriguées, où le riz est, traditionnellement, repiqué.

Les arrière-actions étudiées en rizière concernent essentiellement les apports de phosphore et, à un degré nettement moins important, la potasse.

L'étude des arrière-actions s'est faite de la manière suivante. L'élément principal, P ou K, a été apporté à doses croissantes en une fois, au début de l'expérimentation, et n'a jamais été renouvelé depuis.



Les autres éléments de la fertilisation ont été apportés chaque année, ceci concernant essentiellement l'azote.

A titre d'exemple, pour étudier l'arrière-action des doses croissantes de phosphore, on a apporté chaque année, au riz uniquement, une fertilisation d'entretien NK.

Nous examinerons maintenant les résultats obtenus, pour les principaux types de sols.

A) SOLS HYDROMORPHES MOYENNEMENT ORGANIQUES HUMIQUES A GLEY

1) MAHITSY

Point d'essai situé dans la sous-préfecture d'Ambohidratrimo, à 30 km au nord de Tananarive.

a) APPORTS DE PHOSPHORE A DOSES CROISSANTES (fiche n° 14)

L'essai est à sa cinquième année de culture, soit à sa quatrième année d'arrière-action. Il y a eu chaque année, sauf en 1966-1967, une arrière-action significative des doses croissantes de phosphore. En 1969, par exemple, l'arrière-action de 1.000 kg/ha de P_2O_5 élève les rendements en paddy, toutes choses égales par ailleurs, de 1.234 kg par hectare. La dose P-100, dans les mêmes conditions, élève le rendement de 313 kg/ha, ce qui est significatif.

Il faut constater une remarquable efficacité de la fertilisation de redressement phosphatée. Des rendements de 60 q/ha à 70 q/ha de paddy ont pu être obtenus sans discontinuité depuis 1964, en présence de 120 unités d'azote et 120 unités de K_2O à l'hectare. Sans apport de phosphore et avec la seule fertilisation NK d'entretien, ce type de sol est capable de fournir des rendements de l'ordre de 55 q/ha à 58 q/ha. Il contient des quantités assez importantes de phosphore, en particulier sous formes organiques et liées à l'aluminium (1). Une partie est mise à la disposition de la plante chaque année, que l'on peut estimer à 50 kg/ha de P_2O_5 (2).

$$\begin{array}{l} 5,5 \text{ t de grain} \times 7,25 \text{ kg} = 39,8 \text{ kg} \\ 6 \text{ t de paille} \times 1,85 \text{ kg} = 11,1 \text{ kg} \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{ soit } 50,9 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ par hectare et par an.}$$

En cinq ans, ce sol de rizière a donc fourni, par hectare, environ 250 kg de P_2O_5 , ceci, évidemment, au détriment des réserves du sol, et donc de façon non gratuite.

Les observations sur cet essai seront poursuivies aussi longtemps qu'il sera possible pour savoir, en particulier, si les rendements des parcelles P-0 se maintiendront à un niveau aussi élevé. Observons déjà qu'en l'absence de potasse dans la fertilisation d'entretien (année 1967-1968) les rendements sur la parcelle P-0 sont tombés à 39 q/ha. Cette possibilité pour le riz d'absorber du phosphore dans le sol semble bien liée à la vigueur de la plante. L'absence de deux éléments sur trois dans la fumure en 1967-1968 tend normalement à rapprocher le rendement de la parcelle P-0 de celui du témoin absolu (39 q contre 36 q).

Les analyses de diagnostic foliaire exécutées en 1968 et 1969 sur cet essai indiquent que le phosphore apporté en 1964 continue d'améliorer la nutrition phosphatée du riz, principalement pour les fortes doses P-400 et P-1000.

La comparaison des résultats de diagnostic foliaire des deux années est intéressante.

TENEURS EN % DE LA MATIÈRE SÈCHE
(moyenne de six répétitions)

Traitements	Azote (%)		Phosphore (%)		Potassium (%)	
	1967-1968	1968-1969	1967-1968	1968-1969	1967-1968	1968-1969
P-0	3,34	3,30	0,169	0,166	1,468	2,035
P-100	3,22	3,23	0,167	0,168	1,228	2,077
P-200	3,21	3,26	0,171	0,171	1,45	1,960
P-300	3,19	3,12	0,172	0,176	0,961	1,823
P-400	3,09	3,00	0,180	0,176	0,867	1,808
P-1000	3,29	3,00	0,204	0,200	0,820	1,744
CV (%)	5,48	6,77	5	4,38	23,8	11,19
ppds	NS	NS	0,010	0,009	0,307	NS

D'une année à l'autre, il y a peu de différences dans les teneurs en azote, les teneurs en phosphore sont aussi très voisines. Seules les parcelles P-1000 ont une teneur en phosphore convenable. Par contre, il y a de fortes différences dans les teneurs en potassium. L'essai n'en n'avait pas reçu en 1967-1968, et pour cette raison 120 kg/ha de K_2O ont été apportés en 1968-1969 en plus de l'azote. Il est possible que les meilleurs rendements obtenus en 1968-1969 soient dus à une meilleure nutrition potassique du riz. On remarquera que les doses croissantes de phosphore font, dans les feuilles prélevées, diminuer les teneurs en azote et surtout en potassium.

Pour le potassium, il est possible que cette diminution soit due à un antagonisme K-Ca, les doses croissantes de P_2O_5 ayant été apportées sous forme de phosphate tricalcique.

En analysant également les pailles et les grains à la récolte, on s'aperçoit que les doses croissantes de P_2O_5 élèvent les teneurs en phosphore des pailles et surtout des grains.

TENEURS EN % DE LA MATIÈRE SÈCHE
(moyenne de six répétitions)

Traitements	1967-1968		1968-1969	
	P % dans la paille	P % dans les grains	P % dans la paille	P % dans les grains
P-0	0,051	0,202	0,048	0,215
P-100	0,055	0,209	0,047	0,221
P-200	0,056	0,216	0,042	0,248
P-300	0,054	0,228	0,047	0,248
P-400	0,062	0,239	0,055	0,259
P-1000	0,083	0,291	0,050	0,298
CV (%)	16,6	10,8	19,50	13,16
ppds	0,012	0,031	NS	0,039

Le problème de la fertilisation phosphatée peut donc être aisément résolu sur ce type de sol. Nous recommandons d'y apporter une fertilisation de redressement de l'ordre de 300 unités de P_2O_5 /ha. On est assuré, jusqu'à la cinquième année au moins, que ce phosphore reste disponible. Cet apport initial doit être complété chaque année, pour ne pas appauvrir le sol, par une fertilisation d'entretien compensant les exportations d'une bonne récolte de riz, c'est-à-dire environ 60 kg/ha de P_2O_5 .

b) APPORTS DE POTASSE A DOSES CROISSANTES (fiche n° 15)

Cet essai est également suivi depuis cinq ans. Il a été étudié par l'un de nous (3) et ne sera donc pas repris en détail. Nous disposons maintenant d'une année supplémentaire d'expérimentation, mais le thème de l'essai a changé, de nouvelles doses de potasse, plus faibles qu'à l'origine, ont été apportées en 1968-1969, et cet essai est du ressort de la fertilisation d'entretien ; à ce titre, il en sera rendu compte plus loin.

En ce qui concerne les apports de potasse effectués il y a cinq ans, leur arrière-action a permis de faire les observations suivantes :

pendant les trois premières années, il n'y a pas eu de réponse à la potasse, alors que les essais en vases de végétation, avec le riz comme plante-test, avaient mis en évidence une carence en cet élément ;

on peut admettre que, sous l'influence d'une forte fumure phosphatée et azotée, les réserves du sol ont pu fournir au riz la potasse dont il avait besoin pour donner de très bons rendements, de 60 q/ha à 70 q/ha ;

ce maintien de bon rendement s'accompagnait cependant d'une très nette diminution des teneurs en potasse des feuilles et des pailles de riz ; celles-ci passaient de 3 % environ en première année à 1 % la troisième, et ceci sur tous les traitements ;

en quatrième année, on peut noter une réponse aux apports de potasse antérieurs ; il y a des différences significatives, mais peu importantes entre les traitements, K-600 étant supérieur à tous les autres ; de toute façon, les rendements sont assez bas et l'essai montre des signes généralisés de carence en potasse : taches brunes sur les feuilles et sur les pailles, les pailles sont molles, sensibles à la verse, la taille des plants est en moyenne de 20 cm inférieure à celle des plants normaux.

Tout ceci est expliqué par les teneurs en K du matériel végétal, qui sur l'ensemble des traitements, sont tombées à un niveau extrêmement bas, de l'ordre de 0,4 %.

On peut conclure de cet essai que l'apport de potasse à forte dose a été inutile. Il n'y a jamais eu de supplément de rendement, sauf en quatrième année. Mais à ce moment, les teneurs en potasse des plantes sont tellement basses qu'il faut de toute façon en apporter de nouveau.

Sur ce sol, possédant un horizon organique de surface, perméable, reposant sur un horizon de gley de texture grossière, il est probable que la potasse excédant les besoins de la première récolte a été lessivée très rapidement.

La potasse ne sera donc apportée à ces sols que sous forme de fertilisation d'entretien.

2) ANJOZORO

Point d'essai situé dans la sous-préfecture de Manjakandriana, à 50 km environ à l'est de Tananarive.

a) ESSAI DE PHOSPHORE A DOSES CROISSANTES

Il a débuté en 1966 et, en 1968-1969, est à sa troisième année d'arrière-action. Il y a toujours une réponse aux doses croissantes de phosphore jusqu'au traitement P-1000 qui est significativement supérieur à tous les autres.

Dans cette zone froide et humide, les conditions climatiques empêchent l'obtention de rendements élevés en riz. En présence d'une fertilisation d'entretien de 90 unités d'azote et 90 unités de potasse à l'hectare, on atteint des rendements de l'ordre de 50 q/ha, alors que le témoin absolu en produit environ la moitié.

b) ESSAI DE POTASSE A DOSES CROISSANTES

Cet essai n'ayant donné aucun résultat significatif pendant les deux premières années a été abandonné.

3) AMBOHIBARY-SAMBAINA

Ce point est situé dans la sous-préfecture d'Antsirabe, à environ 40 km au nord de cette ville.

a) ESSAI DE PHOSPHORE A DOSES CROISSANTES

Depuis que cet essai est en place, on peut observer une réponse extrêmement nette au phosphore entre 0 et 300 kg de P_2O_5 . En trois ans, l'apport de 300 kg de P_2O_5 a provoqué la production supplémentaire de 4.428 kg de paddy à l'hectare.

On peut noter sur cet essai ce que nous aurons l'occasion de voir sur d'autres sols de rizière bien pourvus en matières organiques, à savoir l'augmentation régulière de rendement des parcelles P-0. Pendant les trois campagnes, celui-ci a été successivement de 3.444 kg/ha, 3.601 kg/ha et 4.112 kg/ha.

b) ESSAI DE POTASSE A DOSES CROISSANTES

Il n'a pas été possible de déceler une réponse nette à la potasse pendant les trois années d'essai. Pendant les deux dernières campagnes, l'essai n'a pas été significatif. Faute d'avoir pu faire des analyses de matériel végétal, nous ne savons pas exactement où en est la nutrition potassique de la plante. Tout ce que l'on peut dire, au vu des rendements de la dernière campagne, est que le riz ne manifeste pas de besoin important en potasse.

Cependant, sur l'essai de phosphore que nous venons de voir, avec la même variété, la même dose d'azote, la même arrière-action en phosphore, mais avec 90 kg/ha de K_2O , on récolte 6.420 kg au lieu de 5.444 kg (plus fort rendement de l'essai de potasse à doses croissantes).

4) MAHATSINJONY-MATSIATRA

Ce point est situé dans la vallée de la Matsiatra, à quelques kilomètres de Fianarantsoa.

Les courbes de réponse au phosphore et à la potasse ont été poursuivies pendant deux ans sans aucun résultat significatif.

5) STATION DE L'IVOLOINA

Le point d'essai est situé à une quinzaine de kilomètres au nord de Tamatave, sur la Côte-Est de Madagascar. Toute l'expérimentation y est réalisée à raison de deux cultures par an.

a) ESSAI DE PHOSPHORE A DOSES CROISSANTES

Cet essai en est à sa huitième culture. Dès l'utilisation de variétés *Japonica*, la réponse au phosphore a été nette. Un seul apport de fertilisation phosphatée d'entretien (60 kg/ha de P_2O_5) a été effectué, par erreur, en 1966, sur toutes les parcelles sauf sur les parcelles P-0.

La dose élevée, 1.000 kg de P_2O_5 /ha apportée en 1965, a, en septième et huitième cycles, une arrière-action encore nettement significative, élevant les rendements en paddy respectivement de 13 q/ha et 6 q/ha par rapport à la parcelle P-0 n'ayant jamais reçu de fertilisation phosphatée.

Des diagnostics foliaires ont été effectués sur cet essai pendant les campagnes 1967-1968 et 1968, le riz cultivé étant la variété Chianan 8 (1632). Les teneurs en phosphore des feuilles sont données ci-dessous (moyenne de six répétitions) :

Traitements	1967-1968	1968
P-0	0,277	0,232
P-100	0,272	0,228
P-200	0,290	0,236
P-300	0,305	0,223
P-400	0,323	0,243
P-1000	0,364	0,217
CV (%)	7,5	7,02
ppds	0,027	NS

L'effet des doses de phosphore est net pendant la saison chaude 1967-1968, beaucoup moins pendant la saison fraîche suivante. De toute façon, ces teneurs en phosphore sont déjà élevées, ce qui expliquerait la réponse relativement modeste au phosphore à la station de l'Ivoloina.

b) ESSAI DE POTASSE A DOSES CROISSANTES

Cet essai a été mis sur son terrain actuel en 1966 ; il a été suivi en arrière-action jusqu'à la saison chaude 1967-1968 comprise. La suite de l'expérimentation sera vue au chapitre de la fertilisation d'entretien.

Il y a eu réponse à la potasse dès la première culture, et l'arrière-action a été visible jusqu'à la campagne 1967-1968, mais les rendements n'ont pas évolué de façon uniforme. Pendant les deux premières campagnes, ils demeurent bons, on note une légère réponse à la potasse, puis, à partir de la troisième campagne, les rendements s'effondrent et l'essai présente des symptômes généralisés de carence en potasse : fortes attaques de brunissure, verse, etc. L'effet des doses de potasse sur les rendements est toujours visible, mais assez peu important.

On retrouve ici la même suite d'événements que nous avons déjà pu voir à Mahitsy. Pendant les deux premières cultures, les rendements sont bons sur toutes les parcelles, puis dès la troisième campagne, l'effondrement est général avec apparition de symptômes graves de carence en potasse. La seule différence avec Mahitsy est qu'ici les choses sont allées plus vite, ce qui pouvait être prévu par la réponse à la potasse, visible dès la première culture.

Des analyses de matériel végétal ont été faites pour la campagne 1967-1968, la dernière menée en arrière-action. Les résultats en sont résumés dans le tableau qui suit (moyenne de six répétitions) :

Traitements (apportés en 1966)	Rendement (kg/ha)	K % dans les feuilles	K % dans les pailles	K % dans les grains
K-0	2.533	0,953	0,329	0,235
K-90	2.606	1,083	0,375	0,243
K-180	2.510	0,932	0,302	0,269
K-270	2.997	0,942	0,415	0,243
K-360	2.964	0,969	0,354	0,243
K-600	3.752	1,031	0,388	0,246
CV (%)	11,1	14,4	18,5	11,44
ppds (kg/ha)	376	NS	NS	NS

Les teneurs en potasse sont très basses dans tous les organes analysés, au point qu'il n'y a plus de différences significatives entre les traitements. On retrouve dans les pailles les mêmes teneurs extrêmement faibles qu'à Mahitsy.

B) SOLS HYDROMORPHES MINERAUX A PSEUDOGLEY

1) ANTSIRABE

Le point d'essai est situé à quelques kilomètres d'Antsirabe, dans la Province de Tananarive.

ESSAI DE PHOSPHORE A DOSES CROISSANTES (fiche n° 25)

L'essai est en cinquième année d'expérimentation. En quatrième année d'arrière-action, la réponse aux doses élevées d'acide phosphorique est toujours très forte. Le traitement P-1000, par exemple, apporte par rapport au traitement P-0 un supplément de rendement de 20 q/ha.

On peut remarquer sur cet essai, ce que nous avons déjà signalé précédemment, l'augmentation constante des rendements sur le traitement P-0 sous l'influence d'une forte utilisation azotée et potassique. Depuis la première campagne, ces rendements ont été successivement de 2.398 kg/ha, 3.044 kg/ha, 3.482 kg/ha, 3.819 kg/ha et 5.038 kg/ha.

2) BELANITRA

Point situé à quelques kilomètres de Tananarive.

ESSAI DE PHOSPHORE A DOSES CROISSANTES

La deuxième culture a été récoltée en 1969. Malgré le rendement déjà élevé du traitement P-0, on a une très forte réponse aux apports de phosphore effectués l'année précédente, puisque le traitement P-300 atteint 110 q/ha, soit 50 q de plus sur les parcelles P-0.

3) AMBOSITRA

Point situé dans la Province de Fianarantsoa, à peu près entre cette ville et Antsirabe.

a) ESSAI DE PHOSPHORE A DOSES CROISSANTES (fiche n° 29)

Il en est à sa quatrième année de culture, et la réponse au phosphore en arrière-action est nette jusqu'à la dose P-200. Comme sur l'essai précédent, les rendements sont élevés à tous les niveaux de phosphore, ce qui n'implique pas qu'il n'y ait pas de carence. En effet, l'arrière-action de 200 kg de P_2O_5 amène un supplément de rendement de 1.124 kg de paddy à l'hectare.

b) ESSAI DE POTASSE A DOSES CROISSANTES

En quatrième année de culture, il n'y a toujours pas de différences significatives entre les traitements. Nous sommes ici sur des alluvions micacées qui doivent avoir de fortes réserves de potasse.

4) VOHIPENO

Ce point est le premier de trois, situés dans une région de la Côte-Est de Madagascar que nous passerons très brièvement en revue.

A Vohipeno, les essais ont été réalisés d'abord sur sol hydromorphe minéral à pseudogley, pendant deux campagnes, ensuite sur un sol tourbeux. Pour ne pas compliquer encore la présentation des résultats, nous rendrons compte des résultats sur les deux types de sol ici-même.

ESSAI DE PHOSPHORE A DOSES CROISSANTES

Sur **alluvions**, en première campagne, l'effet du phosphore est très net entre les doses P-0 et P-100. En première arrière-action, chaque kg de P_2O_5 procure 8,7 kg de paddy supplémentaires.

Sur **sol tourbeux**, en première année, on a une réponse franche entre 0 kg/ha et 65 kg/ha de P_2O_5 et une réponse faible ensuite. Ces 65 kg de P_2O_5 produisent 1.474 kg de paddy supplémentaires. En 1968-1969, première arrière-action, on a une bonne réponse jusqu'à 130 kg/ha de P_2O_5 , mais les rendements sont malheureusement faibles en raison du cyclone « Dany ».

5) MANAKARA

Point d'essai à une cinquantaine de kilomètres au nord du précédent. Les essais à doses croissantes, commencés en même temps qu'à Vohipeno, n'ont montré de réponse ni à la potasse ni au phosphore.

6) FARAFANGANA

Toujours dans la même région, on n'y a pas observé de réponse au phosphore.

ESSAI DE POTASSE A DOSES CROISSANTES

A la première campagne, en 1967-1968, on a une réponse à K entre 0 kg et 90 kg de K_2O . Dans les deux campagnes d'arrière-action qui ont suivi, on a le même résultat, à savoir réponse peu marquée, mais continue, jusqu'à la plus forte dose apportée, K-600.

7) FENERIVE

Point situé sur la Côte-Est, à 90 km au nord de Tamatave.

ESSAI DE PHOSPHORE A DOSES CROISSANTES

Il a été mis en route en 1966, à raison de deux campagnes par an, et sa septième culture vient d'être récoltée. A ce moment, on note une arrière-action encore très nette de la première dose de phosphore, P-100, qui apporte, en sixième arrière-action, 609 kg de paddy supplémentaires à l'hectare. Au-delà de cette dose, la progression est peu visible.

L'action de ces 100 kg de P_2O_5 apportés en 1966 peut paraître surprenante, car cette quantité de P_2O_5 ne représente qu'une fraction de ce qui a été exporté par les sept cultures de riz sur ce traitement et dont la production cumulée au cours de cette période atteint 30.713 kg de paddy à l'hectare. Par rapport au traitement P-0, ceci représente une plus-value de 6.924 kg pour la période considérée. Ce supplément de rendement a nécessité la fourniture d'environ 70 kg de P_2O_5 et l'on peut penser que les 100 kg de P_2O_5 apportés en 1966 ne sont pas encore complètement épuisés.

La réponse au phosphore est donc très intéressante.

C) SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES. SOLS TOURBEUX

1) ANTSAMPANDRANO

Point d'essai situé sur les Hauts-Plateaux, à 30 km environ à l'est d'Ambatolampy.

a) COURBE DE RÉPONSE AU PHOSPHORE

La réponse au phosphore est la plus spectaculaire que nous ayons vue. Sur ce sol, le riz ne pousse pas, ce qui est rarissime. Pendant deux ans, nous n'avons eu aucune récolte sur les témoins absolus, sans aucune fumure.

En deuxième année, le froid a entraîné une baisse de rendement sur la variété utilisée, probablement mal adaptée à cette région. Mais les deux années, la réponse est franche jusqu'à P-1000, le phosphore étant vraiment, sur ce sol, un facteur limitant absolu. On a là un exemple parfait de l'intérêt de la fertilisation de redressement. Un apport initial de 300 kg de P_2O_5 , valant sous forme tricalcique 15.500 FMG, a procuré en deux ans un supplément de rendement de 5.554 kg de paddy valant 83.310 FMG.

b) COURBE DE RÉPONSE A LA POTASSE

Pendant les deux années, il n'a pas été possible de voir une réponse nette à la potasse.

2) LAC ALAOTRA (TOURBE RECEMMENT RECUPEREE)

Le point d'essai est situé sur la rive ouest du Lac Alaotra, sur un sol tourbeux qui a été mis en culture pour la première fois en 1964, à la suite de travaux de drainage et qui n'a jamais été brûlé depuis.

a) ESSAI DE PHOSPHORE A DOSES CROISSANTES

Il y a encore, en quatrième année d'arrière-action, une réponse très marquée aux apports initiaux de phosphore. En 1969, le rendement sans phosphore est de 46 q/ha de paddy et, sur l'arrière-action de 400 kg de P_2O_5 apportés en 1964, il est de 55 q. Aucune fertilisation d'entretien n'est apportée sur cet essai depuis 1966.

b) ESSAI DE POTASSE A DOSES CROISSANTES

Aucune réponse à la potasse n'a pu être observée pendant que cet essai a été poursuivi.

3) LAC ALAOTRA (TOURBE EVOLUEE)

Ce sol est plus anciennement cultivé que le précédent, mais le matériau d'origine est exactement le même.

ESSAI DE PHOSPHORE A DOSES CROISSANTES

Il a débuté un an plus tard que l'essai sur sol tourbeux récent. En quatrième année d'essai, on a encore une réponse très nette jusqu'à la dose P-1000. L'arrière-action de cette dose procure, en 1969, un supplément de rendement de 18 q à l'hectare. Ici aussi, aucune fertilisation d'entretien n'est apportée.

II) ENTRETIEN DE LA FERTILITE EN RIZIERE

L'étude de l'entretien de la fertilité en rizière a été un deuxième stade de notre travail. Après avoir pu constater qu'il était possible d'obtenir de très hauts rendements en riz par une fertilisation de redressement, le problème était de savoir s'il était possible de maintenir ces hauts rendements.

Cette question a été étudiée par une expérimentation comprenant d'abord la poursuite des courbes de réponse que nous venons de voir, et, d'autre part, par des essais d'apports d'azote, d'enfouissement de paille, d'apports de potasse, de fertilisation d'entretien.

Les résultats obtenus sur ces essais seront brièvement passés en revue pour les types de sol que nous avons déjà examinés et, pour chacun de ceux-ci, une courte conclusion fera la synthèse de ce que nous pensons sur leur fertilisation.

A) SOLS HYDROMORPHES MOYENNEMENT ORGANIQUES HUMIQUES A GLEY

1) MAHITSY

a) COURBES DE RÉPONSE A L'AZOTE (fiche n° 13)

Avec la variété 1285, en présence d'une fertilisation de redressement phospho-potassique, la réponse à l'azote est linéaire jusqu'à 200 unités d'azote/hectare. On passe de 28 q sur le témoin absolu à 65 q pour la forte dose de N. Le résultat est du même ordre en deuxième année, l'effet de l'azote, quadratique, est maximum pour 150 unités d'azote.

La réponse à l'azote étant ainsi connue, cet essai a été modifié à partir de la troisième année. On a combiné l'apport d'azote à doses croissantes (50 kg, 100 kg et 150 kg d'azote/hectare) avec l'enfouissement de pailles de riz après la récolte à la dose de 6 t/ha.

Le premier enfouissement de paille n'a pas modifié les rendements. Le deuxième a été efficace, apportant un supplément de paddy compris entre 500 kg/ha et 1.500 kg/ha selon les doses d'azote utilisées. Le troisième, enfin (1968-1969), est encore plus efficace, amenant un supplément de rendement de 2.181 kg/ha au niveau N-50, 1.949 kg pour N-100 et 2.015 kg pour N-150.

On ne voit pas, sur cet essai, de réponse à l'azote. Dans le cas des parcelles sans paille, ceci est dû, nous le verrons, à une carence en potasse. Dans le cas des parcelles avec paille, la raison en est probablement que le traitement N-50 + paille reçoit une fumure azotée déjà assez forte, de l'ordre de 80 kg à 90 kg d'azote/hectare en tout.

Cet essai a été suivi d'assez près, à l'aide de nombreuses analyses de matériel végétal, ceci depuis la campagne 1967-1968. L'élément important apporté par ces analyses concerne la nutrition potassique de la plante, aussi nous contenterons-nous, dans les tableaux suivants, de rapporter les chiffres concernant cet élément.

1967-1968.

Traitements	Rendement (kg/ha)	K % dans les feuilles	K % dans les pailles	K % dans les grains
N-50	5.924	0,937	1,697	0,302
N-50 + paille	6.533	1,416	2,384	0,291
N-100	5.932	0,742	1,145	0,281
N-100 + paille	7.117	1,307	2,312	0,322
N-150	6.057	0,644	1,192	0,294
N-150 + paille	7.572	1,265	1,898	0,323
CV (%)	3,8	17	39,4	5,9
ppds	305 kg/ha	0,213	0,830	0,084

1968-1969.

Traitements	Rendement (kg/ha)	K % dans les feuilles	K % dans les pailles	K % dans les grains
N-50	4.920	0,706	0,367	0,291
N-50 + paille	7.101	1,570	0,982	0,291
N-100	5.312	0,706	0,250	0,301
N-100 + paille	7.261	1,693	1,015	0,291
N-150	5.223	0,623	0,390	0,265
N-150 + paille	7.238	1,426	0,999	0,281
CV (%)	7,92	24,8	36,18	14,36
ppds	630 kg/ha	0,331	0,288	NS

L'examen des résultats de deux années est intéressant. Dans les deux cas, l'enfouissement de la paille augmente les teneurs en K des feuilles, des pailles et éventuellement des grains, donc améliore la nutrition potassique de la plante qui n'a pas reçu de fertilisation potassique depuis l'apport initial en 1964.

Mais, d'une année sur l'autre, il y a une variation importante dans les teneurs en potasse. Celles-ci ont considérablement baissé dans les pailles, peu de différences apparaissant dans les feuilles qui sont prélevées à un stade précoce (floraison), où les besoins en potasse ne sont pas encore très élevés et où les symptômes de carence apparaissent rarement.

On peut, à partir des deux tableaux précédents, essayer de calculer les exportations totales en potasse des deux récoltes. Ceci n'est pas tout à fait précis, car nous n'avons pas le poids exact des pailles récoltées ; mais, pour la variété 1285, on peut avec une bonne approximation compter un poids de paille égal au poids de grains. Dans ces conditions on a, pour les deux années, les quantités suivantes de K_2O exportées, par hectare :

Traitement	1967-1968 (kg/ha)	1968-1969 (kg/ha)
N-50	141,5	38,9
N-50 + paille	209,8	108,5
N-100	101,1	35,1
N-100 + paille	224,4	113,2
N-150	107,9	41,0
N-150 + paille	201,8	111,2

D'une année sur l'autre, la diminution de la potasse exportée est impressionnante. Les parcelles sans paille, dont le rendement a nettement baissé entre 1968 et 1969, sont rendues à des niveaux de carence grave et leur situation devrait vraisemblablement s'aggraver encore en 1969-1970.

Les rendements des parcelles avec paille se sont maintenus, mais avec des niveaux de K_2O dans les pailles qui sont à la limite des seuils de carence. Les pailles enfouies sur l'essai contiennent environ 1,6 % de K (teneurs moyennes à Mahitsy). Ceci, pour 6 t/ha, amène sur les parcelles environ 115 kg de K_2O /hectare. A voir le tableau des exportations, on a l'impression que les parcelles avec paille utilisent la totalité de la potasse apportée par la paille. Celle-ci est certainement très bien utilisée puisque, malgré des teneurs dans le matériel végétal qui ont beaucoup baissé, les rendements se sont maintenus.

Nous avons analysé cet essai de manière un peu plus détaillée, à titre d'exemple. Pour la plupart des autres essais nous renverrons simplement à la fiche d'expérimentation et nous donnerons directement les conclusions.

b) ESSAI DE FERTILISATION POTASSIQUE (fiche n° 15)

Cet essai, nous l'avons déjà signalé, est la poursuite de la courbe de réponse à la potasse. En cinquième année (1968-1969), une fumure d'entretien phosphatée (60 kg/ha) est apportée et on renouvelle l'apport de doses croissantes de potasse, mais à un niveau plus faible qu'auparavant. Ces niveaux sont maintenant : 0, 60, 120, 180, 240, 300 kg de K_2O /ha, et par an. Alors qu'en 1967-1968 les rendements sont uniformément bas, en 1968-1969 ils remontent tous très nettement (68 q/ha à 73 q/ha), y compris sur les parcelles K-0 n'ayant jamais reçu de potasse. Nous n'avons pas d'explication pour ce phénomène, sinon la constatation que les conditions de la campagne ont été bonnes puisque le témoin absolu, qui n'a jamais reçu d'engrais, voit son rendement passer, d'une année à l'autre, de 3.000 kg/ha à 3.887 kg/ha.

Nous donnerons, dans les deux tableaux suivants, le résumé des analyses effectuées les deux dernières années sur cet essai. Tous les chiffres sont la moyenne de six répétitions. Pour 1967-1968, il s'agit d'arrière-action et, pour 1968-1969, il y a eu nouvel apport de K_2O .

1967-1968.

Traitement	Rendement (kg/ha)	K % dans les feuilles	K % dans les pailles	K % dans les grains
K-0	3.609	0,343	0,436	0,213
K-90	4.061	0,326	0,457	0,207
K-180	4.055	0,312	0,384	0,213
K-270	3.998	0,323	0,451	0,188
K-360	4.243	0,315	0,384	0,234
K-600	4.901	0,347	0,464	0,228
ppds	495	NS	NS	NS
CV (%)	9,9	13,4	15,8	21,4

1968-1969.

Traitement	Rendement (kg/ha)	K % dans les feuilles	K % dans les pailles	K % dans les grains
K-0	6.830	0,994	0,765	0,260
K-60	7.061	1,208	0,781	0,291
K-120	6.898	1,593	0,943	0,301
K-180	7.336	1,697	1,124	0,291
K-240	6.916	1,754	1,405	0,312
K-300	7.350	1,760	1,552	0,291
ppds	NS	0,290	0,480	0,029
CV (%)	5,37	16,30	36,64	8,38

En 1968-1969, les rendements sont anormalement élevés pour les faibles doses de K, et en particulier pour K-0. Les rendements élevés se comprennent quand on voit les teneurs en K des divers organes analysés. Les nouvelles doses de potasse apportées font augmenter très nettement les teneurs en K de tous les organes analysés, par rapport à l'année dernière, et en fonction des doses apportées. Cette augmentation est normale et le tableau précédent montre qu'il faut ici atteindre la dose de 120 kg/ha de K_2O en fertilisation d'entretien pour avoir un taux de potassium convenable dans la plante (en particulier dans la feuille où il doit être voisin de 1 %). Notons, en passant, que 120 kg de K_2O donnent sur cet essai un taux de 0,943 % de K dans la paille, alors que sur l'essai que nous avons présenté précédemment, 6 t de paille (apport estimé : 115 kg de K_2O) donnent un taux moyen dans les pailles de 0,998 % de K.

Si l'on examine les quantités de potasse exportées par la plante, on remarque qu'elles peuvent varier, environ du simple au double, quand on passe de K-60 à K-300. Il y a là, manifestement, une part de consommation de luxe. La dose de 120 kg/ha nous paraît constituer une fertilisation d'entretien convenable. En effet, les exportations de ce traitement sont d'environ 102 de K_2O /ha. Compte tenu des pertes inévitables en rizière, la dose de 120 kg/ha semble être un minimum à apporter. À cette dose, nous l'avons déjà signalé, la potasse est certainement bien utilisée, sans consommation exagérée.

c) ESSAI DE FERTILISATION D'ENTRETIEN (fiche n° 17)

Il a été mis en place en 1965-1966. Pendant les deux premières campagnes, l'influence de la potasse est apparue peu nette. Par contre, en 1967-1968 et 1968-1969, la potasse apportée à la dose de 90 unités/ha élève significativement les rendements aux différents niveaux d'azote. La nécessité d'apporter de la potasse en fertilisation d'entretien est donc confirmée à nouveau sur cet essai.

Dans le tableau suivant, nous résumerons les résultats d'analyses obtenus ces deux dernières années sur les feuilles et les pailles, les grains, en effet, n'offrent en général qu'un intérêt limité dans les problèmes de potasse. Toutes les parcelles ont reçu une fertilisation phosphatée uniforme.

Traitements	K % dans les feuilles		K % dans les pailles	
	1967-1968	1968-1969	1967-1968	1968-1969
N-40	1,197	0,984	1,343	0,989
N-80	1,031	0,926	1,338	0,843
N-120	1,031	0,926	1,250	0,843
N-40 + K-90	1,536	1,484	1,659	1,897
N-80 + K-90	1,484	1,432	1,782	1,331
N-120 + K-90	1,489	1,400	1,557	1,168
CV (%)	12,6	3,64	21,1	36,38
ppds	0,194	0,130	NS	0,487

La supériorité des traitements avec potasse s'explique par des teneurs nettement plus fortes de cet élément dans les feuilles et les pailles. Ici aussi, on peut noter une diminution des teneurs en K des pailles d'une année sur l'autre, vraisemblablement due au fait que les 90 kg de K_2O apportés compensent insuffisamment les exportations.

A partir de la campagne 1969-1970, cet essai sera d'ailleurs modifié et comportera deux doses de K_2O , 60 kg/ha et 120 kg/ha.

d) ESSAI RELATIF AU RÔLE SPÉCIFIQUE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

Il s'agit d'une courbe de réponse à l'azote (0, 40, 80, 120, 160, 200 unités d'azote/ha) réalisée avec ou sans apport de 6 t/ha de paille de riz, les éléments P et K étant apportés chaque année en quantité suffisante pour que la paille n'intervienne pas par son apport d'éléments fertilisants, P et K.

En première année, la paille ne marque pas. En deuxième année, elle marque déjà nettement, au moins jusqu'à la dose N-120. En troisième année, la paille marque uniquement pour les fortes doses d'azote, mais la dose de 120-N donne déjà le meilleur rendement : 72 q/ha. Sans matière organique, d'autre part, les rendements plafonnent à 65 q/ha. Ces résultats, qui restent à confirmer par l'expérimentation ultérieure, pourraient peut-être s'expliquer par un rôle spécifique biologique de la matière organique qui favoriserait l'utilisation des fortes doses d'azote.

Quelles sont les conclusions que l'on peut tirer, au moins provisoirement, pour ce sol de Mahitsy ?

La réponse à la fertilisation de redressement phosphatée est très nette et se fait encore sentir en cinquième année d'essai en arrière-action.

La fertilisation d'entretien potassique est indispensable et devra comporter au moins 90 kg/ha et plus, vraisemblablement 120 kg/ha de K_2O , si l'on veut maintenir des rendements élevés.

L'azote répond jusqu'à des doses de 120 kg/ha à 150 kg/ha suivant les variétés.

L'enfouissement des pailles améliore l'efficacité de l'azote dès la deuxième année d'enfouissement. Cette restitution pourrait permettre également une réduction très sensible de la fertilisation d'entretien potassique.

En résumé, après un apport de 300 kg/ha de P_2O_5 en fertilisation de redressement, la fertilisation d'entretien, si les pailles ne sont pas enfouies, devrait être du type 120-N, 60- P_2O_5 , 120- K_2O , ce qui permet, avec des variétés locales améliorées du type Rojofotsy 1285, l'obtention régulière de rendement de 60 q à 70 q de paddy à l'hectare.

2) ANJOZORO

a) ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

Avec la variété Rojofotsy 1285, il y a en général réponse à l'azote jusqu'à la dose de 150 kg de N/ha.

b) ESSAI DE FERTILISATION D'ENTRETIEN

En deuxième année, la potasse est efficace uniquement au niveau élevé d'azote (N-120). C'est généralement de cette manière que l'effet de la potasse commence à se faire sentir.

En conclusion pour ce point d'essai, on peut estimer que la fertilisation de redressement pourrait comporter 300 kg à 400 kg d'acide phosphorique à l'hectare.

La fertilisation annuelle d'entretien, en tenant compte du fait que la paille est traditionnellement exportée de la rizière, pourrait comporter à l'hectare 90 kg à 120 kg d'azote, 60 kg de P_2O_5 et 90 kg de K_2O .

Dans ces conditions, la variété locale Rojofotsy 1285 permet d'atteindre des rendements de 60 q/ha.

3) AMBOHIBARY-SAMBAINA

ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

Il a été réalisé pendant deux ans et indique que l'on a une réponse à l'azote jusqu'à la dose de 150 kg/ha.

Les conclusions sont sensiblement les mêmes que pour le point d'essai précédent.

4) MAHATSINJONY-MATSIATRA

ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

Il a été détruit la première année par une attaque de piriculariose. Les années suivantes, on a pu voir une réponse jusqu'à 60 kg d'azote/ha.

En 1967-1968, on a apporté de la paille en présence de doses de N croissantes. Il y a un effet de la paille dès la première année au niveau N-50. En 1968-1969, l'essai n'est pas significatif.

Sur ce sol, la réponse à l'azote est faible, le potentiel de production est élevé.

Les conclusions pour les sols hydromorphes de la Matsiatra sont difficiles à tirer. La réponse à l'azote est modeste pour toutes les variétés utilisées (Ali-Combo, 1632...). Il y a eu légère réponse au phosphore pour les faibles doses (100 unités de P_2O_5) dans l'essai de fumure de fond.

Rien n'est très net, mais cependant, en l'absence de toute fertilisation, le témoin absolu ne produit que 45 q/ha à 48 q/ha alors que des rendements de 70 q/ha à 80 q/ha sont atteints sur les parcelles fertilisées.

La fertilisation du riz dans cette région, au moins au début, relèvera d'apports modestes de phosphore et d'azote.

5) STATION DE L'IVOLOINA

a) ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

Mis en place en 1965, huit cultures ont déjà été récoltées. La réponse à l'azote est devenue nette à partir de 1966, date à laquelle nous avons utilisé des variétés *Japonica*. Par la suite, la variété IR 8 a également été essayée.

D'une manière constante, la réponse à l'azote est nette jusqu'à 60 kg/ha, rarement jusqu'à 90 kg/ha. Au-delà de ces doses, l'effet de l'azote est dépressif, pour des raisons phytosanitaires. La variété IR 8, par exemple, devient très sensible à la bactériose (*Xanthomonas translucens*) à partir de 90 kg d'azote. Les variétés *Japonica* : Taïnan 3, Chianan 8, sont sensibles à diverses brunissures à partir de cette même dose.

Nous résumons, dans le tableau suivant, les résultats des diagnostics foliaires établis pendant les deux saisons de 1968, avec la variété IR 8 :

Traitement	Saison chaude 1967-1968			Saison froide 1968		
	N %	P %	K %	N %	P %	K %
N-0	3,21	0,294	1,307	2,59	0,200	0,791
N-30	3,46	0,300	1,331	2,65	0,200	0,802
N-60	3,64	0,323	1,296	2,77	0,216	0,859
N-90	3,73	0,328	1,338	2,96	0,249	0,802
N-120	3,93	0,334	1,395	3,01	0,256	0,750
N-150	4,48	0,339	1,487	2,91	0,253	0,802

Pendant les deux saisons, l'apport d'azote élève nettement les teneurs en azote des feuilles. On peut noter, d'une manière générale, qu'en saison fraîche les teneurs des divers éléments sont nettement plus basses qu'en saison chaude. Les teneurs en azote de saison chaude sont d'ailleurs probablement trop fortes, et cet excès d'azote dans la feuille n'est certainement pas étranger aux problèmes phytosanitaires qui limitent en général les rendements à partir de 60 kg d'azote/ha.

b) ESSAI DE FERTILISATION POTASSIQUE

Ici, comme à Mahitsy, de nouveaux apports de potasse à plus faible dose ont été effectués sur la courbe de réponse à la potasse à partir de la saison fraîche 1968 (0, 60, 120, 180, 240, 300 kg de K_2O /ha à chaque culture).

Dès la première culture de ce nouvel essai, la réponse à la potasse est extrêmement nette entre 0 kg et 60 kg de K_2O . Les deux cultures suivantes confirment ce chiffre.

De très nombreuses analyses de matériel végétal ont été faites sur cet essai, diagnostics foliaires, analyses de pailles et de grains. Pour ne pas alourdir exagérément ce compte rendu, nous ne garderons que les analyses de paille, qui sont souvent les plus expressives. Les teneurs en K sont données en % de la matière sèche, moyenne de six répétitions. A partir de la saison fraîche 1968, les doses de potasse sont apportées à chaque culture.

Arrière-action	1967-1968	Nouveaux traitements	1968	1968-1969
K-0	0,329	K-0	0,396	0,390
K-90	0,375	K-60	0,398	0,583
K-180	0,302	K-120	0,685	1,270
K-270	0,415	K-180	0,959	1,556
K-360	0,354	K-240	1,098	1,354
K-600	0,388	K-300	1,078	1,690
CV (%)	18,5		34,67	29,5
ppds	NS		0,317	0,400

Dès le premier apport de potasse, en 1968, les teneurs en K des pailles augmentent, en même temps que les rendements. La même observation peut être faite pendant la saison chaude 1968-1969, les teneurs étant plus élevées qu'en saison fraîche.

Toujours dans la fertilisation potassique, nous avons abordé, à l'Ivoina, l'étude du fractionnement de la potasse.

Sur l'essai de fertilisation potassique dont nous venons de rendre compte, et ce, pendant les trois campagnes, chaque dose de potasse a été apportée soit en une fois au repiquage, soit en deux fois : moitié au repiquage et moitié 40 jours après, c'est-à-dire au début de la montaison. Les résultats de l'expérimentation sont donnés dans le tableau suivant :

Traitements	Rendement moyen des trois campagnes		Différence K 1 - K 2 (kg)	Test de DUNCAN	
	K 1 fois (kg)	K 2 fois (kg)		p 5 %	p 1 %
K-60	5.030	5.347	317	+	+
K-120	5.255	5.531	276	+	+
K-180	5.435	5.648	213	+	+
K-240	5.653	5.739	86	+	+
K-300	5.819	6.081	262	+	+

Les résultats du fractionnement sont donc hautement significatifs. Cette étude sera poursuivie plus en détail durant les prochaines campagnes.

En conclusion, pour les sols hydromorphes humiques à gley de l'Ivoina, on observe une réponse modeste à l'azote : 60 kg/ha en saison chaude, parfois 90 kg/ha en saison fraîche, réponse limitée par l'incidence de diverses maladies du riz.

La réponse au phosphore est très nette. Il en est de même pour la potasse mais, contrairement au phosphore, cet élément n'a d'arrière-action que sur la campagne qui suit immédiatement la culture fertilisée. Il faut donc apporter cet élément, peu susceptible d'être stocké dans ce sol submergé, peu susceptible d'être fourni en abondance à partir des réserves du sol, en fertilisation d'entretien (90 kg/ha à 120 kg/ha de K_2O). Nous avons vu qu'il est prouvé qu'il vaut mieux fractionner cet apport de potasse, le supplément de l'ordre de 300 kg de paddy/ha ainsi obtenu payant à lui seul le coût des 120 kg de potasse apportés.

B) SOLS HYDROMORPHES MINERAUX A PSEUDOGLEY

1) ANTSIRABE

ESSAI DE FERTILISATION D'ENTRETIEN

Il indique une très bonne réponse à l'azote jusqu'à la dose de 180 kg de N/ha. La potasse ne semble pas, jusqu'ici (quatrième année d'expérimentation), avoir d'effet sur les rendements. Le sol hydromorphe, formé sur alluvions d'origine basaltique, est bien pourvu en bases échangeables : la potasse y figure pour 0,20 m.e. à 0,25 m.e. %.

Des analyses de matériel végétal effectuées en 1968 ont montré dans les grains et les pailles des teneurs en potasse élevées (de 1,5 % à 1,9 % dans les pailles). La fertilisation potassique n'est donc pas encore indispensable et, après fertilisation de redressement de 300 kg à 400 kg de P_2O_5 /ha, la fertilisation d'entretien, pour des riz locaux types Rojofotsy 1285, pourrait être de l'ordre de 120 kg de N et 60 kg de P_2O_5 , du moins pendant quelques années.

2) AMBATOBE-TANANARIVE

a) ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

A été mis en place en 1964-1965. En première année, l'essai a été endommagé par des borers. En deuxième année, on a obtenu une très bonne réponse jusqu'à 120 kg/ha et même au-delà (81 q/ha avec 200 kg d'azote).

A partir de la troisième année, l'essai a été modifié comme celui de Mahitsy. On a conservé trois doses d'azote (50, 100, 150 kg/ha) combinées ou non à l'enfouissement de 6 t/ha de paille.

Dès la deuxième année d'enfouissement, il y a réponse nette aux apports de paille, surtout à la forte dose d'azote. En 1968-1969, les rendements sont médiocres, sans que l'on sache exactement pourquoi. La réponse à la paille est cependant nette, mais peu importante. Il n'y a pas de réponse à l'azote.

Ici aussi, de nombreuses analyses de matériel végétal ont été effectuées. Nous donnerons seulement, dans le tableau suivant, les teneurs en K % des pailles, pour les deux dernières campagnes :

Traitements	1967-1968	1968-1969
N-50	1,44	0,848
N-50 + paille	1,948	1,577
N-100	1,114	0,817
N-100 + paille	1,709	1,307
N-150	1,117	0,734
N-150 + paille	1,531	1,109
ppds	0,389	0,268
CV (%)	22,2	21,12

L'enfouissement de paille amène des augmentations significatives de la potasse dans les feuilles et, normalement, elles auraient dû avoir une influence plus marquée sur le rendement. Ici aussi, les teneurs en K des pailles sont plus faibles que celles de l'an passé, mais elles restent suffisantes pour qu'un meilleur rendement ait été possible.

Signalons également ce que l'on voit régulièrement, c'est-à-dire la diminution des teneurs en potasse des organes analysés sous l'effet des doses croissantes d'azote.

b) ESSAI DE FERTILISATION D'ENTRETIEN

Est en place depuis 1965-1966 et indique que la potasse, comme il a été constaté maintes fois, marque d'abord au fort niveau d'azote (180 unités N) en troisième année, et à tous les niveaux d'azote en quatrième année. La potasse, là aussi, devient rapidement indispensable dans la fertilisation d'entretien.

Le tableau suivant résume quelques-unes des données analytiques obtenues sur cet essai en 1968-1969 (moyenne de six répétitions) :

Traitements	Rendement (kg)	K % dans les feuilles	K % dans les pailles	K % dans les grains
N-60	3.763	0,947	1,516	0,322
N-120	4.247	0,932	1,200	0,290
N-180	3.796	0,833	1,150	0,291
N-60 + K-90	4.447	1,229	1,811	0,322
N-120 + K-90	4.711	1,104	1,547	0,318
N-180 + K-90	4.878	0,947	1,601	0,281
N-120 + fumure de fond	4.596	1,104	1,795	0,263
Témoin	2.807	1,041	1,847	0,284
ppds	367	0,134	0,391	NS
CV (%)	7,49	11,24	21,26	13,04

Dans les feuilles, l'apport de potasse se traduit par une élévation nette des teneurs en cet élément, surtout pour les doses moyennes d'azote (N-60, N-120). Pour les doses élevées d'azote (180-N), la fertilisation d'entretien en potasse (K-90) semble insuffisante.

L'apport de potasse se traduit par une nette élévation de la teneur en cet élément dans les pailles, alors que le traitement N-180 sans paille approche le seuil de la carence potassique. Et, cependant, les teneurs en K des pailles et des grains sont relativement élevées dans l'ensemble, ce qui n'empêche pas l'apport de potasse d'amener un supplément de rendement. Ici aussi, les doses croissantes d'azote, après trois ou quatre années de culture, se traduisent, quelle qu'en soit la cause (baisse des disponibilités du sol en potasse, gêne dans l'absorption de l'ion K par la plante), par une chute des teneurs en K des différents organes analysés.

3) BELANITRA-TANANARIVE

Les essais réalisés sur ce point d'essai, situé dans la plaine rizicole de Tananarive, ont donné des rendements particulièrement élevés en raison de la parfaite maîtrise des facteurs de production dans ce périmètre : irrigation, techniques culturales, variétés, fertilisation, protection phytosanitaire.

ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

Réalisé avec les variétés Taïnan I ou Chianan 8, a donné en première et en deuxième années une réponse à l'apport de 80 kg d'azote/ha. Le rendement sur le témoin absolu est particulièrement élevé.

4) AMBOSITRA

ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

L'ensemble de l'expérimentation dans cette région n'a commencé utilement que lorsque l'on a pu disposer de variétés ayant une bonne résistance à la piriculariose (Chianan 8). Il y a réponse jusqu'à 120 kg à 150 kg d'azote/ha. Le rendement obtenu sans azote est déjà élevé (52 q). On a cependant observé, certaines années, des réponses également très nettes sur des variétés locales (Ambalalava 1283).

A Ambositra, le phosphore est l'élément dominant de la fertilisation. L'azote doit être utilisé avec prudence en raison des risques de maladies.

5) VOHIPENO

Sur les deux sols utilisés successivement, il y a réponse à l'azote jusqu'à 90 kg à 120 kg/ha.

6) MANAKARA-AMBILA

La seule réponse observée est celle à l'azote. Avec les variétés Chianan 8 et IR 8, on a un effet jusqu'à la dose de 150 kg de N/ha.

7) FARAFANGANA

On a, ici aussi, une réponse à l'azote jusqu'à la dose de 90 unités/ha.

8) MAHAVANONA - DIEGO-SUAREZ

ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

Poursuivi depuis 1966 en culture continue, avec des variétés à cycle court (Chianan 8, IR 8), à raison de trois campagne par an. En juin 1969, on a atteint la huitième culture. On a régulièrement réponse jusqu'à 60 kg à 90 kg de N/ha.

Les rendements sont moyens, le sol étant maintenu constamment submergé, ce qui n'est pas favorable à l'obtention de hauts rendements.

9) STATION DE L'ALAOIRA

ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

Il a été conduit avec plusieurs variétés. Une tentative a même été faite, en 1967-1968, de conduire l'essai en double culture, mais les résultats en ont été décevants, en particulier en raison de la date beaucoup trop tardive du repiquage de la première culture, par manque d'eau.

Avec la variété locale *Indica* Makalioka 34 on a une réponse jusqu'à 80 kg à 90 kg de N/ha. La réponse peut aller quelquefois plus loin mais, au-delà de 90 kg, il y a des risques certains d'effets dépressifs dus surtout à la verse. Avec des variétés *Japonica*, il y a réponse jusqu'à 200 kg d'azote mais, dans les deux cas, les rendements obtenus sont identiques et de l'ordre de 70 q/ha.

10) FENERIVE

ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

Mené en double culture avec des variétés *Japonica*, la réponse est bonne jusqu'à 60 kg à 90 kg d'azote/ha, suivant les saisons.

Les **conclusions** que l'on peut tirer concernant la fertilisation des sols hydromorphes minéraux à pseudogley peuvent être les suivantes :

la réponse au phosphore est générale, sauf dans le cas de sols peu évolués dérivés d'alluvions récentes (Alaoira, Diégo-Suarez, Manakara) ; l'arrière-action de cet élément est encore très nette après trois ou quatre ans de culture, même dans le cas de deux campagnes par an ;

l'azote répond d'une manière générale, le niveau de réponse dépendant de la variété utilisée et des incidences phytosanitaires ; ce niveau peut se situer de 60 kg à 200 kg d'azote/ha ; en basse altitude, la dose de 60 kg nous paraît la plus sûre ;

la potasse est à prévoir dans la fertilisation d'entretien, sauf pour certains sols dérivés d'alluvions récentes (Alaoira, Ambositra, Diégo-Suarez, Manakara, Vohipeno) où les trois ou quatre cultures réalisées jusqu'ici ne permettent pas encore de conclure à un besoin en potasse ; les analyses de matériel végétal, surtout de pailles de riz, peuvent permettre de prévoir, en temps opportun, les apports de potasse.

C) SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES. SOLS TOURBEUX

1) ANTSAMPANDRANO

ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

Sur ce type de sol, le riz, gêné par le froid et par la piriculariose, ne montre pas de réponse nette à l'azote.

2) LAC ALAOIRA (TOURBE RECEMMENT RECUPEREE)

ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

Dès la deuxième année de culture, l'azote marque jusqu'à la dose de 90 kg/ha. Par la suite, la minéralisation de la matière organique libère assez d'azote pour que la parcelle N-0 donne de très forts rendements. L'azote apporté ne marque d'abord plus puis, à un stade ultérieur (1969), devient dépressif.

3) LAC ALAOIRA (TOURBE EVOLUEE)

ESSAI D'AZOTE A DOSES CROISSANTES

N'a été fait que pendant un an ; en effet, l'apport d'azote a eu tout de suite, sur ce sol déjà bien évolué, un très net effet dépressif. En l'absence d'azote, l'année suivante, on obtient sur l'essai de phosphore à doses croissantes, des rendements dépassant 70 q/ha.

Les témoins absolus produisent déjà 55 q/ha à 60 q/ha.

Ces sols hydromorphes tourbeux se caractérisent, jusqu'à présent, par une bonne réponse aux apports de phosphore. Les apports d'azote, sauf les toutes premières années de mise en valeur, sont inutiles et peuvent même être nuisibles. Les apports de potasse ne sont pas non plus nécessaires, en début de culture. Toutefois, sur certains sols tourbeux de la Côte-Est, nous avons pu voir une grave carence en potasse apparaître dès la troisième culture après la mise en valeur.

CONCLUSION GENERALE

1) **Pour le phosphore** : quel que soit le type de sol, on notera que le phosphore fourni n'est pas perdu. Les craintes de « rétrogradation ou de fixation irréversible » ne sont pas justifiées. Le phosphore n'étant pas lixivié, l'agriculteur a donc le choix, pour réduire la carence phosphatée, soit d'apporter une fumure de redressement suivie d'une fumure d'entretien normale (qui compense les exportations) ou fournir régulièrement une fumure annuelle phosphatée forte qui réduira progressivement la carence en phosphore.

2) **Pour la potasse** : il est à peu près certain qu'aucune rizière ne pourra indéfiniment maintenir de très hauts rendements sans apport de potasse, surtout dans les zones (Hauts-Plateaux) où la paille est exportée de la rizière.

A Madagascar, on n'observe pas en général, en début d'expérimentation, de carence potassique des sols de rizière. A ceci s'ajoute le fait que la potasse ne se conserve pas en rizière, car elle est perdue par consommation de luxe du riz et par lessivage. Le problème est alors de préciser les doses de potasse à fournir à chaque culture. La restitution des pailles au sol est une solution et on peut penser que les eaux d'irrigation, l'altération des minéraux du sol compensent les pertes relativement modestes par l'exportation des grains. En l'absence de restitution des pailles, la fertilisation potassique d'entretien est de l'ordre de 90 unités de K_2O /ha.

3) **Pour l'azote** : il est évident que les besoins des riz sont importants. Sauf sur les sols très organiques (tourbeux), l'apport de cet élément est indispensable. La quantité apportée variera, suivant la variété (*Indica* ou *Japonica*), le climat, le type de sol et aussi en fonction de la correction plus ou moins complète des carences en phosphore et secondairement en potasse. Dans ces conditions, l'éventail de doses apportées pourra varier de 60 kg à 150 kg d'azote/ha.

4) Bien que nous disposions encore de trop peu d'éléments, il nous semble que le cas de la silice est assez voisin de celui de la potasse, à savoir que peu de rizières pourront fournir les quantités de silice exigées par de très fortes récoltes. A l'avenir, les analyses (grains et pailles) mentionneront, à côté des éléments habituels (N, P, K), la silice, et une série d'essais va être mise en place pour l'étude de cet élément.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) ROCHE (P.). Contribution à l'étude du statut phosphorique des sols de Madagascar.
Document IRAM, n° 48, novembre 1965.
- 2) VELLY (J.). Les exportations de quelques plantes cultivées à Madagascar comme guide de la fertilisation d'entretien.
Document IRAM n° 129, octobre 1967.
- 3) —, Quelques aspects de la fumure potassique en rizière.
Document IRAM n° 170, décembre 1968.
- 4) KEMMNER (G.). La fumure du riz (paddy), expériences faites en Asie méridionale et orientale.
« Tropenlandwirt witzenhaosen » (RFA), novembre 1968.
Revue de la potasse, section 9, 16^e suite, mai 1969.

ANNEXES

FICHE N° 13

RIZ

COURBE DE RÉPONSE A L'AZOTE - CULTURE CONTINUE (AZOTE)

MAHITSY

Sol hydromorphe humique à gley

Fertilisation réalisée	1 ^{re} année 1964-1965	2 ^e année 1965-1966	3 ^e année 1966-1967	4 ^e année 1967-1968	5 ^e année 1968-1969
Variété	1285	1.285	1.285	1.285	1285
Fumure de fond	1.000 u P ₂ O ₅ 600 u K ₂ O				
Fumure d'entretien ..	N à doses croissantes	N à doses croissantes 120 u K ₂ O	N à doses croissantes + paille 6 t/ha	N à doses croissantes + paille 6 t/ha	N à doses croissantes + paille 6 t/ha
N-0 u N/ha	4.487	4.733	N-50 = 8.553	5.924	N-50 = 4.920
N-30 u	4.997	—	N-50 + paille = 8.328	6.533	N-50 + paille = 7.101
N-60 u	5.096	5.892	N-100 = 8.217	6.533	N-100 = 5.312
N-90 u	5.437	6.027	N-100 + paille = 7.436	7.117	N-100 + paille = 7.266
N-120 u	5.787	6.326	N-150 = 8.171	6.057	N-150 = 5.223
N-150 u		6.546	N-150 + paille = 7.948	7.572	N-150 + paille = 7.238
N-200 u	6.572	6.131			
Témoin absolu	2.821	2.905	4.128	3.658 et 3.000	
CV (%)		5,9 %	5,6 %	4,2 %	7,92 %
ppds	390 kg	422 kg	542 kg	410 kg	630 kg
Remarques	Réponse linéaire jusqu'à 200 u N	Réponse jusqu'à 150 u N	Les rendements décroissent au-dessus de 50 u N	La paille est efficace par son apport de potasse	F cal. = 32,02 F 1 % = 4,10 Très net effet de la paille, N-50 + paille suffit. La paille fait gagner 2,2 t sur le traitement N-50.

FICHE N° 14

RIZ

COURBE DE RÉPONSE P - CULTURE CONTINUE (PHOSPHORE)
MAHITSY

Sol hydromorphe humique à gley

Fertilisation réalisée	1 ^{re} année 1964-1965	2 ^e année 1965-1966	3 ^e année 1966-1967	4 ^e année 1967-1968	5 ^e année 1968-1969
Variété	1285	1285	1285	1285	1.285
Fumure de fond	600 u K ₂ O				
Fumure d'entretien ..	120 u N	180 u K ₂ O 120 u N	120 u K ₂ O	150 u N	120 u N 120 u K ₂ O
P-0 kg/ha P ₂ O ₅	5.842	5.502	7.301	3.973	5.680
P-100 u	6.173	5.728	7.337	4.574	5.992
P-200 u	6.513	6.413	7.580	4.294	5.959
P-300 u	6.852	6.489	7.742	5.111	6.523
P-400 u	6.681	6.714	7.694	5.128	6.158
P-1000 u	6.854	7.088	7.679	6.067	6.914
Témoin absolu (hors essai)	2.821	3.080	4.128	3.658	
CV (%)		5,9 %	5,1 %	8,9 %	3,67 %
ppds 5 %	479 kg	454 kg	Non signif.	524 kg	274 kg
Remarques	Rendements croissants jusqu'à P-300	Rendements croissants jusqu'à P-300 et ensuite jusqu'à P-1000	Il n'y a plus de différences entre les traitements	F cal. = 17,59 F 1 % = 4,10 Réponse d'arrière- action jusqu'à P-1000 u, manque K ₂ O - l'essai doit manquer de potasse	F cal. = 22,89 F 1 % = 4,10 Réponse d'arrière-action jusqu'à P-1000

FICHE N° 15

RIZ

COURBE DE RÉPONSE A LA POTASSE (K₂O)
MAHITSY

Sol hydromorphe humique à gley

Fertilisation réalisée	1 ^{re} année 1964-1965	2 ^e année 1965-1966	3 ^e année 1966-1967	4 ^e année 1967-1968	5 ^e année 1968-1969
Variété	1285	1285	1285	1285	1285
Compacité	25 × 10 à 2 br	20 × 20 à 3 br	20 × 20 à 3 br	20 × 20 à 8 br	20 × 20 à 3 br
Fertilisation de redressement ..	1.000 u P ₂ O ₅ Potasse				K à doses croissantes (2 ^e apport depuis 1964-1965)
Fertilisation d'entretien	120 u N	120 u N en 2 fois	150 u N	150 u N	120 u N en 2 fois 60 u P ₂ O ₅
K-0	6.331	5.813	7.074	3.609	K-0 6.830
K-90	6.086	5.463	7.601	4.061	K-60 7.061
K-180	6.047	5.565	7.385	4.055	K-120 6.898
K-270	6.481	5.746	6.986	3.998	K-180 7.336
K-360	6.300	5.667	7.281	4.243	K-240 6.916
K-600	6.123	6.123	7.540	4.901	K-300 7.350
Témoin absolu	2.821	2.905	4.128	3.000	Témoin
CV (%)	8 %	6,1 %	8 %	9,9 %	5,37 %
ppds 5 %	Non signific.	Non signific.	Non signific.	550 kg/ha	Non signific.
Remarques	F calculé = 0,69	F calculé = 2,57	F calculé = 0,90	F cal. = 6,41 F 1 % = 4,10 K-600 - K-360 K-360 - K-0 La potasse marquée en 4 ^e année, elle est tombée à 0,4 % dans les feuilles	F cal. = 2,16 F 5 % = 2,71 Le rendement fourni par K-0 est très surprenant

La potasse est indispensable dans la fumure d'entretien.

FICHE N° 17

RIZ

FUMURE D'ENTRETIEN EN RIZIÈRE
MAHITSY-TANANARIVE

Sol hydromorphe humifère à gley

Fertilisation réalisée		1 ^{re} année 1965-1966		2 ^e année 1966-1967		3 ^e année 1967-1968		4 ^e année 1968-1969	
Variété cultivée		1285		1285		1632		1285	
		Fertilisation	Rendement	Fertilisation	Rendement	Fertilisation	Rendement	Fertilisation	Rendement
N° 1	Fond	200 u P ₂ O ₅	6.113	40 u N 60 u P ₂ O ₅	5.959	40 u N 60 u P ₂ O ₅	4.311	40 u N 60 u P ₂ O ₅	4.644
	Entretien	120 u N							
N° 2	Fond	200 u P ₂ O ₅	6.009	80 u N 60 u P ₂ O ₅	6.030	80 u N 60 u P ₂ O ₅	4.039	80 u N 60 u P ₂ O ₅	5.459
	Entretien	120 u N							
N° 3	Fond	200 u P ₂ O ₅	5.784	120 u N 60 u P ₂ O ₅	6.032	120 u N 60 u P ₂ O ₅	4.171	120 u N 60 u P ₂ O ₅	4.655
	Entretien	120 u N							
N° 4	Fond	200 u P ₂ O ₅	6.048	40 u N 60 u P ₂ O ₅ 90 u K ₂ O	6.078	40 u N 60 u P ₂ O ₅ 90 u K ₂ O	4.996	40 u N 60 u P ₂ O ₅	5.629
	Entretien	120 u N							
N° 5	Fond	200 u P ₂ O ₅	6.113	80 u N 60 u P ₂ O ₅ 90 u K ₂ O	6.393	80 u N 60 u P ₂ O ₅ 90 u K ₂ O	4.773	80 u N 60 u P ₂ O ₅ 90 u K ₂ O	5.952
	Entretien	120 u N							
N° 6	Fond		4.714	200 u P ₂ O ₅	6.051	120 u N 60 u P ₂ O ₅ 90 u K ₂ O	4.750	120 u N 60 u P ₂ O ₅ 90 u K ₂ O	5.459
	Entretien								
N° 7	Fond		4.663		5.128		3.796	200 u P ₂ O ₅	4.776
	Entretien					120 u N			
N° 8	Fond		4.419		5.030		3.586		4.274
	Entretien								
CV (%)		8,7 %		5,4 %		9,0 %		7,50 %	
ppds 5 %		550 kg/ha		367 kg/ha		449 kg/ha		452 kg/ha	
Remarques		1, 2, 3, 4, 5 > à 6, 7, 8.		1, 2, 3, 4, 5, 6 > à 7, 8. (5) N-80, P-60, K-90 ≥ (2) N-80, P-60. La potasse marque très médiocrement dans la fumure d'entretien en 2 ^e année.		F calculé = 9,98 F 1 % = 3,21 La potasse marque N-40 N-40 80 + K-90 > 80 120 120 C'est la 1 ^{re} année que la potasse marque bien dans la fumure d'entretien.		F calculé = 14,39 F 1 % = 3,21 Effet bloc significatif, la potasse marque (sauf N-80 peu net) N-40 N-40 N-120 + K-90 > N-120 N-80 N-80	

FICHE N° 25

RIZ

 COURBE DE RÉPONSE P - CULTURE CONTINUE
 ANTSIRABE-AMPATAKA

Sol hydromorphe minéral sur alluvions basaltiques

Fertilisation réalisée	1 ^{re} année 1964-1965	2 ^e année 1965-1966	3 ^e année 1966-1967	4 ^e année 1967-1968	5 ^e année 1968-1969
Variété cultivée	1285	1285	1572	1285	1285
Date de semis				25-10-1967	
Date de repiquage				23-11-1967	
Date de récolte			24-4-1968	6-5-1968	
Fumure de fond	600 u K ₂ O				
Fumure d'entretien	120 u N	180 u K ₂ O 180 u N	60 u P ₂ O ₅ (sauf P-0) 90 u K ₂ O 150 u N	150 u N en 2 fois 90 u K ₂ O	150 u N en 2 fois 90 u K ₂ O
P-0 0 u P ₂ O ₅ /ha	2.398	3.044	3.482	3.819	5.038
P-100 u P ₂ O ₅ /ha	3.144	4.119	5.215	4.400	5.334
P-200 u P ₂ O ₅ /ha	3.781	4.450	5.247	4.236	5.625
P-300 u P ₂ O ₅ /ha	4.296	4.850	5.247	4.654	5.669
P-400 u P ₂ O ₅ /ha	3.664	5.362	6.364	4.964	6.387
P-1000 u P ₂ O ₅ /ha	4.103	5.859	6.332	5.130	7.007
Témoin absolu (hors essai)	1.500	2.304			3.020
CV (%)	13,8 %	5,7 %	8,3 %	11,2 %	6,80 %
ppds 5 %	568 kg/ha	314 kg/ha	529 kg/ha	607 kg/ha	473 kg/ha
Remarques	Froid Fusariose Manque d'azote sur les traitements P-400 et P-1000	P-1000 > à tous les autres traitements.	P- 400 = P-1000 > à tous les autres traitements.	P- 400 = P-1000 > à P-200 = P-100 = P-0 - Réponse jusqu'à P-400 F cal. = 5,37 F 1 % = 3,86	F cal. = 19,98 F 1 % = 3,86 Très nette arrière-action à partir de P-400, P-1000 — P-400 > à tous les autres traitements.
	25 × 10 à 2 br	25 × 10 à 2 br	20 × 20 à 3 br	20 × 20 à 8 br	

En quatrième année, arrière-action nette de P-400 - P-1000.

FICHE N° 29

RIZ

COURBE DE RÉPONSE A L'ACIDE PHOSPHORIQUE (P₂O₅)
AMBOSITRA-FIANARANTSOA

Alluvions brun rouge micacées

Fertilisation réalisée	1 ^{re} année 1965-1966	2 ^e année 1966-1967	3 ^e année 1967-1968	4 ^e année 1968-1969
Variété cultivée	Ambalalava	1632	1632	1632
Ecartement		20 × 20 à 3 br	20 × 20 à 8 br	
Fumure de redressement	600 u K ₂ O P ₂ O ₅ à doses croissantes			
Fumure d'entretien	120 u N en 2 fois	120 u N	90 u K ₂ O 120 u N en 2 fois	120 u N 90 u K ₂ O
Date de semis	12-10-1965	1-10-1966	17-10-1967	19-10-1968
Date de repiquage	18-11-1965	28-11-1966	27-11-1967	2-12-1968
Date de récolte	22- 3-1966	10- 4-1967	25- 4-1968	26- 4-1969
P-0	626	4.520	7.456	6.316
P-1 100 u P ₂ O ₅	759	5.197	6.491	6.820
P-2 200 μ	640	5.687	7.949	7.440
P-3 300 u	655	6.072	7.423	7.330
P-4 400 u	721	5.895	7.872	7.478
P-5 1.000 u	695	5.906	7.587	7.840
Témoin absolu		(2.000)	4.868	
CV (%)	30,5 %	9,7 %	8,8 %	7,40 %
ppds	Non signific.	645 kg/ha	778 kg/ha	634 kg/ha
Remarques	Essai détruit par la piriculariose et les nématodes.	F cal. = 7,01 F 1 % = 3,86 Arrière-action de la dose 300 u P ₂ O ₅	Il n'y a plus d'arrière-action. F cal. = 3,99 F 1 % = 3,86 Rendement très élevé de P-0 peu compréhensible.	F 5 % = 6,34 F cal. = 6,27 Arrière-action à partir de P-200.

RESUME. — *On rend compte des travaux effectués de 1964 à 1969 en matière d'intensification de la riziculture irriguée à Madagascar.*

Après diagnostic de carence en vases de végétation, on a apporté en rizière des fumures de redressement de la fertilité, permettant d'atteindre les potentiels de production des milieux étudiés.

L'arrière-action de ces fumures de redressement, en particulier de la fumure phosphatée, a été étudiée de 1965 à 1969.

Il est également indiqué les résultats obtenus dans le cadre de la fertilisation d'entretien en rizière.

Les résultats sont, comme toujours, fournis par type de sols :

- 1) *Sols hydromorphes humiques à gley.*
- 2) *Sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley.*
- 3) *Sols hydromorphes organiques à gley. Sols tourbeux.*

On s'aperçoit que partout à Madagascar des rendements de 50 q/ha à 70 q/ha de paddy peuvent être obtenus avec les variétés utilisées : 1632, 1285, MK 34, 1572, etc. Seuls les sols de Manakara-Ambila carencés en silice donnent des rendements inférieurs à 50 q/ha.

Le phosphore s'avère, en fertilisation de redressement, l'élément majeur indispensable pour les sols hydromorphes étudiés.

Des arrière-actions importantes sont encore obtenues pour les doses élevées d'apport après quatre et cinq années de cultures successives.

Les craintes de rétrogradation ou de fixation irréversible ne sont pas justifiées.

On n'observe pas, en général, en début d'expérimentation de carences potassiques graves en sols de rizière. Cependant, il est à peu près certain qu'aucune rizière ne peut maintenir indéfiniment de très hauts rendements sans apport de potasse, surtout dans les zones où la paille est exportée de la rizière.

Pour l'azote, les besoins du riz sont importants lorsqu'on recherche des rendements élevés.

La quantité apportée variera suivant la variété (Indica ou Japonica), le climat, le type de sol et aussi en fonction de la correction plus ou moins complète de la carence en phosphore et secondairement en potasse.

Dans ces conditions, l'éventail des doses à apporter pourra varier de 60 kg à 150 kg d'azote/ha.

Sur les sols très organiques tourbeux en voie d'évolution, l'apport d'azote n'est pas indispensable.

SUMMARY.—*BASAL DRESSING AND MAINTENANCE APPLICATIONS. FIRST PART: RICE. 1964-1969 EXPERIMENTS.*

This paper gives an account of the work carried out, from 1964 to 1969, on the intensification of irrigated rice growing in Madagascar.

Production potentials were attempted to be reached first by deficiency diagnosis in pots and then by adequate basal dressings in the rice-fields.

The residual effect of these basal dressings, more particularly of phosphorus fertilizers, has been studied from 1965 to 1969.

The results obtained for maintenance applications in rice-fields are also reported.

They are given, as usual, by type of soils:

- 1) *Humic hydromorphic gley soils.*
- 2) *Mineral hydromorphic pseudo-gley soils.*
- 3) *Organic hydromorphic gley soils; peat soils.*

It can be seen that in all places in Madagascar yields of 50 q/ha to 70 q/ha of paddy can be obtained with the varieties used: 1632, 1285, MK 34, 1572, etc.

Only the soils at Manakara-Ambila, which are deficient in silica, give yields less than 50 q/ha.

Phosphorus appears to be the indispensable major element in fertilizing on the hydromorphic soils studied.

High applications still have significant residual effects after 4 and 5 years of successive crops.

Retrogradation or irreversible fixation are not to be feared.

Generally no serious potassium deficiency is found in rice-field soils at the beginning of the experiments. Yet it is fairly certain that no rice-field can produce indefinitely very high yields without potash applications, more particularly in the areas where straws are removed from the rice-fields.

The nitrogen requirements of rice are important when high yields are looked for.

The amount applied will vary according to the variety (Indica or Japonica), climate, the type of soil and also according to the more or less corrected deficiency in phosphorus and secondarily in potash.

Under these conditions the range of amounts to be applied can vary from 60 kg/ha to 150 kg/ha of nitrogen.

On the very organic peat soils, which are evolving, nitrogen applications are not essential.

RESUMEN. — FERTILIZACION DE CORRECCION Y MANTENIMIENTO DE LA FERTILIDAD. PRIMERA PARTE : EL ARROZ. EXPERIMENTACION 1964-1969.

Se describen los trabajos realizados entre 1964 y 1969 en el campo de la intensificación del cultivo del arroz de regadío en Madagascar.

Después de estudiar en macetas el diagnóstico de carencias se ha suministrado a los arrozales un abonado de corrección de la fertilidad para alcanzar el nivel de las potencialidades de producción en los ambientes estudiados.

Se ha estudiado la acción residual de los abonos de corrección, especialmente los abonos fosfatados (1965-1969).

Asimismo, se indican los resultados obtenidos en lo que se refiere a la fertilización de mantenimiento en los arrozales.

Dichos resultados dependen del tipo de suelo :

- 1) Suelos hidromórficos húmicos de glei.*
- 2) Suelos hidromórficos minerales de pseudo-glei.*
- 3) Suelos hidromórficos orgánicos de glei y suelos turbosos.*

En todas las regiones de Madagascar, pueden obtenerse rendimientos de 50 q/há a 70 q/há de paddy con las variedades siguientes : 1632, 1285, MK 34, 1572, etc. Los rendimientos inferiores a 50 q/há se han registrado únicamente en los suelos de Manakara-Ambila que tienen una carencia de sílice.

En la fertilización de corrección, el fósforo es un elemento nutritivo indispensable en los suelos hidromórficos estudiados.

Se han observado efectos residuales importantes al cabo de cuatro o cinco años de cultivo, en el caso de las dosis elevadas.

Según parece, no existe ningún riesgo de retrogradación o de fijación irreversible.

No se observa, por lo general, ninguna deficiencia grave de potasio en los suelos dedicados al arroz, al principio de la experimentación. Sin embargo se considera que es casi imposible mantener por un tiempo indefinido rendimientos elevados sin aportación de potasio, especialmente en las zonas en donde se eliminan las pajas del arrozal.

En cuanto al nitrógeno, las necesidades son importante cuando se quiere obtener rendimientos elevados.

Las cantidades suministradas deben variar en relación con la variedad (Indica o Japonica), el clima, el tipo de suelo y el nivel de corrección de las carencias de fósforo y potasio.

En tales condiciones, las dosis deberán variar entre 60 kg y 150 kg de nitrógeno por hectárea.

En los suelos muy orgánicos turbosos en vías de evolución, las aportaciones de nitrógeno no son necesarias.

