

CI 000 195

P350
NDI
CRA/CJ

INSTITUT SENEGALAIS
DE RECHERCHES AGRICOLES

S

FERTAZP1
17/10/89

DEPARTEMENT DE RECHERCHE SUR
LES SYSTEMES AGRICOLES
ET
L'ECONOMIE AGRICOLE

C.R.A.
SAINT-LOUIS

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES
SYSTEMES DE PRODUCTION
DU DELTA DU FLEUVE
SENEGAL

LA FERTILISATION AZOTEE ET PHOSPHATEE
EN RIZICULTURE IRRIGUEE
DANS LE DELTA

Résultats d'expérimentations en milieu paysan

Mamadou NDIAYE
Jean Yves JAMIN
Moustapha GAYE

SOMMAIRE

	<u>PAGE</u>
1. <u>INTRODUCTION ET OBJECTIF</u>	1
2. <u>MATERIEL ET METHODE</u>	3
2.1. Choix des sites	3
2.2. Description des sites	3
2.3. Le dispositif expérimental	4
3. <u>RESULTATS ET DISCUSSIONS</u>	
3.1. Résultats globaux	7
3.2. Influence du type de sol	8
3.3. Influence de la maîtrise des adventices	8
3.4. Influence du type de sol suivant, la maîtrise des adventices	9
3.5. Résultats par site	11
4. <u>ANALYSE ECONOMIQUE</u>	14
4.1. Données économiques de base	14
4.2. Résultats de 3.985	14
4.3. Résultats sur sol fondé (1.985)	16
4.4. Résultats sur sol. hollaldé (1985)	17
4.5. Analyse de sensibilité	19
5. <u>CONCLUSION</u>	23

1. INTRODUCTION ET OBJECTIF

La fertilisation est une des pratiques culturales les plus variées dans la riziculture du Delta. Les variations se situent au niveau des doses, des dates et des conditions d'application. Elles sont liées aux nombreux critères pris en compte dans l'exécution de cette technique : disponibilité financière du chef d'exploitation, coût et mode de cession des engrais, dates d'acquisition et de désherbage, expérience de l'agriculteur...

De cette diversité des techniques, il en résulte une hétérogénéité des rendements et beaucoup d'interrogations des paysans sur l'application des engrais (doses, dates) et surtout sur l'utilité du phosphate d'ammoniaque dont l'effet sur la végétation est moins net, visuellement que celui de l'urée.

Afin d'apporter quelques éléments de réponses, nous nous sommes intéressés à la fertilisation azotée et phosphatée, habituellement effectuée dans le Delta.

Dans le souci d'une exploitation rationnelle des périmètres hydro-agricoles, le maintien de la fertilité des sols de la vallée a longtemps préoccupé les chercheurs.

Des travaux réalisés, la fertilisation phosphatée a occupé une place de choix à cause de la déficience des sols en acide phosphorique, (POISSON 1970, SEDAGRI, 1973).

Les travaux les plus importants ont été réalisés par l'IRAT (POISSON, 1970) et sont déroulés sur une vingtaine d'années (1946-1969).

De 1946 à 1955, les études ont porté sur le phosphate d'alumine. Pendant ces dix ans d'étude, aucun effet du phosphore n'est mis en évidence, ceci semble être lié aux fortes teneurs en chlorures et en fer du sol.

De 1948 à 1955, elles ont porté sur la comparaison de différentes formes de phosphates (tricalcique, d'alumine et bicalcique) avec des apports, en fond (fortes doses ; 800 à 2.000 kg/ha), et annuel (150 à 200 kg/ha). Les réponses notées pendant cette période sont très variables ; aucun effet des fumures de fond ; le phosphate bicalcique en application annuelle n'a marqué que deux fois et le phosphate d'alumine une seule fois. Cependant l'analyse de sol effectuée a montré une incohérence entre le phosphore soluble et la quantité de P₂O₅ exportée par la culture.

Toujours dans le but de corriger les carences en phosphore, une étude "Amélioration foncière" est menée de 1964 à 1968. Elle visait plusieurs objectifs :

- déterminer la dose optimum de phosphate ;
- déterminer la meilleure forme de phosphates naturels parmi ceux disponibles au Sénégal ;
- déterminer la dose d'azote compte tenu de celle du phosphate.

Les essais menés ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

- Aucun effet du phosphore quelque soit sa forme ;
- Possibilité de corriger la déficience en phosphore par une forte dose de phosphate soluble (supertriple à la dose de 100 kg de P₂O₅ à l'hectare), mais sur deux ans seulement ;

- Sur sol Hollaldé, interaction négative de N et P aux fortes doses de P2O5 (de 1.000 à 2.000 kg de P2O5/ha, la réponse de l'azote est linéaire et positive, aux fortes doses, de 3.000 à 4.000 kg de P2O5/ha, elle est quadratique) ;

- sur sol Fondé l'interaction entre N et P est positive.

Pour un souci d'économie, le supertriple est mis en comparaison en 1967 et 68 avec le phosphate d'ammoniaque (très soluble). Ainsi le phosphate d'ammoniaque donnait pour la première fois des réponses à P à de faibles doses.

En 1969, une étude de la courbe de réponse donne un maximum de rendement avec la dose de 120 kg/ha, et l'optimum économique à l'époque était de 110 kg/ha.

Pour l'azote, les premiers résultats avaient mis en évidence une interaction "variété-fumure". Les essais factoriels N et P qui ont été menés par la suite, ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

- sur Hollaldé, courbe de réponse non linéaire, mais croissante avec un maximum de 185 unités d'azote à l'hectare (optimum économique ; 156 unités/ha) ;
- sur "Fondé", le maximum est atteint plus rapidement ; 157 unités par hectare de 120 unités pour l'optimum économique.

Avec l'extension des périmètres hydro-agricoles, les formules recommandées sont vite généralisées dans la vallée.

Mais les conditions d'exploitation de ces périmètres étant très variées (aménagements systèmes de culture différents). La SAED a jugé nécessaire de vérifier la validité des formules et doses d'engrais utilisées. Les travaux sont confiés à l'ADRAO. (II. VAN BRANDT et JP. HUBERT, 1981).

Les expérimentations, menées de 1980 à 1984 couvrent plusieurs sites ; Delta (Lampsar, Grande Digue) et Moyenne Vallée (Nianga, et PIV de Aéré Lao). Elles portent sur les trois éléments principaux N, P et K et sur la source d'azote (comparaison de l'urée et du supergranulés d'urée).

Les réponses obtenues sont variables d'une année à une autre et peuvent l'être pour un même site. Ceci peut être attribué en partie au changement du protocole expérimental pendant la période (la double dose d'azote retenue a été suivie les années 60 ou 90 unités...).

De ces essais on peut retenir :

- Un effet de l'azote, mais très variable ; à Lampsar en 1981, le rendement de la double dose d'azote ne s'est pas différenciée significativement de celui de la simple dose (rendement témoin sous azote 5,1 T/ha) et l'a été par la suite.
- L'effet du phosphore ne s'est fait sentir que dans le Delta et ceci au bout de la troisième année, d'abord sur le cycle (précocité de 7 à 10 jours des traitements ayant reçu du phosphore par rapport à ceux n'en ayant pas eu) et ensuite sur le rendement de la quatrième année.
- Aucun effet du potassium, cependant une interaction N x K est observée dans le Delta au bout de la quatrième année.

Devant la variabilité de ces résultats et la persistance des interrogations de l'encadrement et du paysannat sur ces problèmes, nous avons intégré dans notre

dispositif d'enquête, un réseau d'expérimentation.

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Choix des Sites

Les essais ont été conduits durant deux campagnes ; hivernage 85 et hivernage 86. Différents périmètres étaient choisis ; Lampsar, Diawar, Wassoul et NDombo-Thiago. Ces villages ont été retenus dans le cadre de l'enquête-suivi des exploitations agricoles, leur choix pour les essais était lié d'une part à la présence d'un observateur chargé de l'exécution technique des essais (épandage d'engrais) et de la collecte des données (observations, surveillance récolte-battage...), d'autre part à leurs diversités pédologiques.

2.2. Description des Sites

Chacun des périmètres retenus a son histoire propre :

LAMPSAR

Les essais ont été effectués dans les parcelles des paysans sur le périmètre SAED, dans la cuvette de Lampsar. Les terres sont de type Hollaldé et salées par endroit. La cuvette a été remise en culture en hivernage 80, depuis, deux cultures peuvent y être réalisées mais pas de manière continue. La maîtrise de la culture est assez bonne. Une seule variété est cultivée dans le casier ; I Kong Pao (IKP), c'est elle qui a été utilisée dans les essais.

DIAWAR

Les essais ont été effectués dans les parcelles que les paysans de ce village exploitent sur le casier SAED de Boundoum-Nord. Ces parcelles sont toutes situées sur des terres de type Hollaldé, sans problème important de salinité. Cette cuvette a été mise en culture dès les débuts de la SAED, et elle est exploitée avec un aménagement tertiaire depuis 1973. Dans l'ensemble, les paysans maîtrisent assez bien leurs cultures. La variété utilisée sur les essais est IKP.

WASSOUL

Pour ce village, les essais ont été effectués sur le foyer des jeunes, situé à proximité immédiate du village, et non sur le casier SAED de Boundoum-Nord où les paysans ont aussi des parcelles, en effet, vu l'éloignement de ces dernières, la maîtrise de l'eau et des adventices y est très faible, ce qui rend peu intéressant la conduite d'essais sur la fertilisation, qui n'est alors pas un problème crucial. Le foyer a été mis en culture en 1984, donc très récemment ; on y trouve des terres de type Hollaldé, comme à Diawar, et des terres plus légères, des levées fluvio-deltaïques, peu salées ici, qui s'apparentent aux Fondés ; la variété est IKP.

NDOMBO-THIAGO

Les essais ont été effectués sur le casier SAED, qui après une période d'abandon a été réaménagé, et remis en culture au début de 1982 ; depuis cette date, la culture y est assez intensive (double culture les premières années, simple culture avec des rendements assez élevés actuellement). Dans l'ensemble, la maîtrise des cultures est bonne. Dans les parcelles d'essais, les paysans ont utilisé la variété JAYA à Ndombo et la variété IKP à Thiago.

2.3. Le Dispositif Expérimental

L'essai est de type factoriel ; trois niveaux sont retenus pour l'azote (0, 70, 140 unités/ha, soit 0, 150 et 300 kg/ha d'urée) et deux niveaux pour le phosphore (0, 60 unités/ha, soit 0 et 130 kg/ha de phosphate Super Triple (TSP) ce qui correspond aux mêmes apports en P2O5 que le phosphate d'ammoniaque (18-46-0).

Les 6 traitements retenus sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1. : Traitements mis en Comparaison

Numéros	Désignation	Unités N	Unités P2O5
1	11	0	0
2	12	0	60
3	21	70	0
4	22	70	60
5	31	140	0
6	32	140	60

Les doses généralement pratiquées par les paysans sont ; 150 kg/ha pour l'urée et 100 kg/ha pour le 18-46-0, mais il arrive qu'elles soient largement dépassées.

Le dispositif retenu était un criss-cross, ceci, d'une part pour permettre une lecture facile des essais par les paysans, et d'autre part réduire les risques d'erreurs des observateurs lors de la mise en place des essais et lors de la collecte des informations.

La taille des parcelles élémentaires était de 25 m², soit 150 m² par essai élémentaire ; le plus souvent deux essais étaient installés au sein de chaque parcelle paysanne retenue.

Les paysans ayant mené l'expérimentation s'étaient portés volontaires, les essais étaient ainsi dispersés au sein des différents périmètres et l'effectif variable d'un site à un autre et d'une campagne à une autre.

L'ensemble des opérations culturales a été effectué par les paysans suivant leurs conduites habituelles.

Les apports d'engrais ont été effectués par les observateurs, pour les traitements qui en recevaient, le phosphore était apporté avant semis, l'urée était fractionnée ; une première moitié de la dose au 21ème jour après semis et, la deuxième moitié à l'initiation paniculaire.

En hivernage 85, une forte infestation d'adventices dans certains essais nous a amenés à distinguer deux situations ; "bonne maîtrise" et "mauvaise maîtrise" des adventices.

En plus donc des deux facteurs étudiés, deux autres sont pris en compte ; le type de sol sur lequel est implanté l'essai et la maîtrise des adventices.

Tableau 2 : Répartition des essais suivants les sites, le type de sol, et la maîtrise des adventices

HIVER- NAGE 85-86	Lampsar	Diawar	Wassoul	NDombo- Thiago	Total		
Nbre d'es- sais par type de sol	Hollaldé salé 4	Hollal* non salé 13	Fondé non salé 15	Hollal. non salé 12	Fondé non salé 4	Hollal. non salé 8	56
Maîtrise bonne des adven- tices mauvai- ves	-	7	6	4	4	8	29
							56
	4	6	9	a			27
Essais par type de sol (bonne maîtrise des adven- tices)	-	11	17		-		28
TOTAL 85	4=2x2	13=6x2 +1	27=13x2+1	12=(4x2) +(4x1) +(6x1)	56=	(25x2)	
	essais élémentaires	essais élément.	essais élémentaires	essais élémentaires	essais élément.		
TOTAL a6	11=5x2+1	17=8x2 +1			28=	(13x2) +(2+1)	essais élé- ment.
	essais élémentaires	essais élémen- taires					

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats de Lampsar en hivernage 85 ont été éliminés de l'analyse car ils sont sujets à caution ; récolte effectuée dans de mauvaises conditions et implantation tardive de la culture (liée des problèmes de remboursement des dettes avec la SAED).

3.1. Résultats Globaux

Le rendement moyen obtenu dans les essais est de 4,3 T/ha. Ce résultat se situe dans la gamme des rendements obtenus par les paysans en grande parcelle. On note cependant une très forte variabilité d'une parcelle à une autre (écart-type de 1,22 T/ha, extrêmes ; 0,72 T/ha et 6,8 T/ha), l'effet parcelle est hautement significatif.

Il faut donc garder à l'esprit que si, comme on le verra ci-dessous, la fertilisation joue un rôle très important sur l'élaboration du rendement, les autres facteurs et conditions ne doivent pas être négligés (cet effet "parcelle" pouvant être décomposé en un effet "terrain" et un effet "itinéraire technique" ou "paysan").

Sur l'ensemble des parcelles d'essai, l'effet de l'azote est très net (significatif à 1 p.m), il en est de même pour le phosphore mais avec une probabilité plus faible (significatif à 1 p.c).

Aucune interaction n'a été notée entre ces deux éléments, (cf Annexe Ia). Cependant l'effet de P n'a été net que sur le niveau 2 de l'urée (avec 70 unités d'azote, cf Annexe Ib). Les rendements moyens des différents traitements sont consignés dans le tableau No.3.

Le classement à l'aide de la méthode de Newman et Keuls ne montre un effet très net du P205 que sur le niveau 2 pour l'urée.

Tableau 3 : Effets N et P sur le rendement *

P	N			
	0	70	140	Moyenne
0	3,45	4,36	4,76	4,19
60	3,51	4,64	5,01	4,39
Moyenne	3,48	4,50	4,89	4,29

Les 70 premières unités d'azote (150 kg d'urée) permettent de gagner en moyenne 1 tonne de paddy par hectare, les 70 suivantes 0,4 T/ha, tandis que l'apport de 60 unités de phosphore (130 kg de 18-46-0) permet de gagner 0,2 T/ha (voir figure 1).

(*) N et P en unités/ha, rendement en T/ha.

Ces résultats sont très inférieurs à ceux obtenus en station, surtout pour l'azote pour lequel les conditions de culture sont très importantes. La variabilité de ces conditions fait d'ailleurs que les chiffres globaux ne représentent qu'un intérêt relatif car une analyse plus détaillée montre des réponses à la fertilisation effectivement très différentes selon les situations.

3.2. Influence du Type de sol

Sur les 80 essais retenus pour l'analyse, 65 se trouvent sur des sols Hollaldé et 15 sur des sols de Fondé. Pour une même dose des 2 éléments étudiés, on note presque les mêmes rendements (voir figure 2).

Cependant l'analyse de variance donne des résultats sensiblement différents; sur Hollaldé, les trois niveaux d'azote sont significativement différents et il en est de même pour les doses de phosphore (effet significatif à 3,3 p.c. cf. Annexe II). Sur Fondé, seul l'effet de l'azote est net et les différences ne se font que sur les deux premiers niveaux, (ceci est lié en partie au nombre d'essais faible sur ce type de sol).

3.3. Influence de la Maîtrise des Adventices

Sur l'ensemble on a noté 34 essais avec une "Bonne maîtrise des adventices" et 46 avec une "mauvaise maîtrise".

Les tableaux ci-dessous donnent les rendements moyens des différents traitements pour chaque situation.

Tableau 4 : Rendement Moyen des Traitements en "Mauvaise Maîtrise des Adventices"

P	N	0	70	140	Moyenne
0		3,09	3,58	3,69	3,45
60		3,0	3,53	3,90	3,47
Moyenne		3,04	3,55	3,80	3,46

Tableau 5 : Rendement Moyen des Traitements en "Bonne Maîtrise des adventices"

P	N	0	70	140	Moyenne
0		3,72	4 , 9 6	5,60	4,76
60		3,92	5 , 50	5,87	5,10
Moyenne		3,82	5,23	5,73	4,93

Ces résultats repris sur la figure 3 montrent l'importance de la maîtrise des adventices surtout en cas de fertilisation.

Dans les essais où la maîtrise des adventices est mauvaise, le rendement moyen est de l'ordre de 3,5 T/ha. Dans de telles conditions, l'apport des 70 premières unités d'azote permet un gain de 0,5 T/ha et l'apport de 70 unités d'azote supplémentaires n'entraîne aucune augmentation de rendement (les rendements obtenus avec les 70 et 140 unités d'azote ne sont pas significativement différents).

L'apport de 60 unités de phosphore n'a aucun effet sur le rendement.

Dans les situations où les mauvaises herbes sont maîtrisées, le rendement moyen est de l'ordre de 5,0 T/ha. Par rapport à la situation précédente, la maîtrise des adventices permet de gagner 1,5 T/ha. L'apport des 70 premières unités d'azote permet de gagner 1,4 T/ha et les 70 unités suivantes, 0,5 T/ha. (Les rendements des trois niveaux d'azote sont ici significativement différents).

Quant à l'apport de 60 unités de phosphore, il permet un gain de 0,4 T/ha (effet significatif à 1 p.m, cf. Annexe III).

En cas d'absence d'engrais, un bon désherbage permet d'augmenter le rendement de 0,8 T/ha.

3.4. Influence du Type de sol suivant la Maîtrise des Adventices

Sur Fondé, la maîtrise des adventices ne semble être intéressante qu'en cas d'apport d'azote supérieur à 70 unités ; l'apport des 70 premières unités d'azote présente les mêmes résultats dans les deux conditions de maîtrise des adventices, (cf figure 4). Pour le phosphore aucune augmentation significative de rendement n'est notée (ces résultats sont à prendre avec une certaine prudence, le nombre d'essais sur ce type de sol a été très faible ; 10 essais en mauvaise maîtrise, 5 en bonne maîtrise).

Sur Hollaldé, l'écart de rendement observé entre les situations de mauvaise et, bonne maîtrise des adventices est important ; 1,8 T/ha. En cas de mauvaise maîtrise, seul l'apport de 70 unités d'azote permet un gain de rendement (0,4 T/ha), ni l'apport des 70 unités supplémentaires, ni celui du phosphate n'a de répercussion significative sur le rendement.

Dans des conditions de bonne maîtrise, les 70 premières unités permettent un surplus de rendement de 1,5 T/ha, et les 70 suivantes 0,5 T/ha. Quant à l'apport des 60 unités d'acide phosphorique, il permet un surplus de 0,4 T/ha.

En condition de mauvaise maîtrise, la compétition des mauvaises herbes semble être beaucoup plus marquée sur les sols de Hollaldé. De par leur nature, ces sols favoriseraient mieux le développement des adventices.

En cas de non contrôle des adventices, l'apport d'engrais doit, pour être rentable, se limiter à 70 unités d'azote seulement et ceci quelque soit le type de sol.

Fig. 1 : Réponse à l'azote
suivant la présence
de P sur l'ensemble
des essais

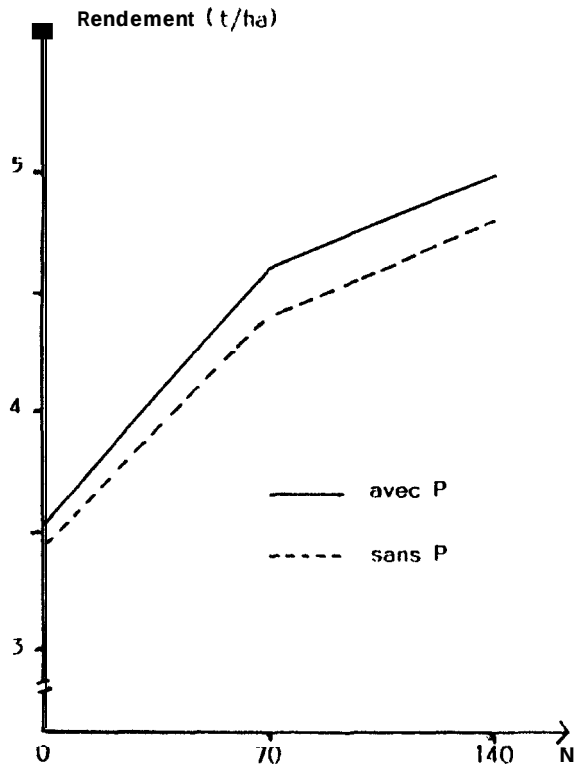


Fig. 2 : Réponse à l'azote
suivant le type de sol

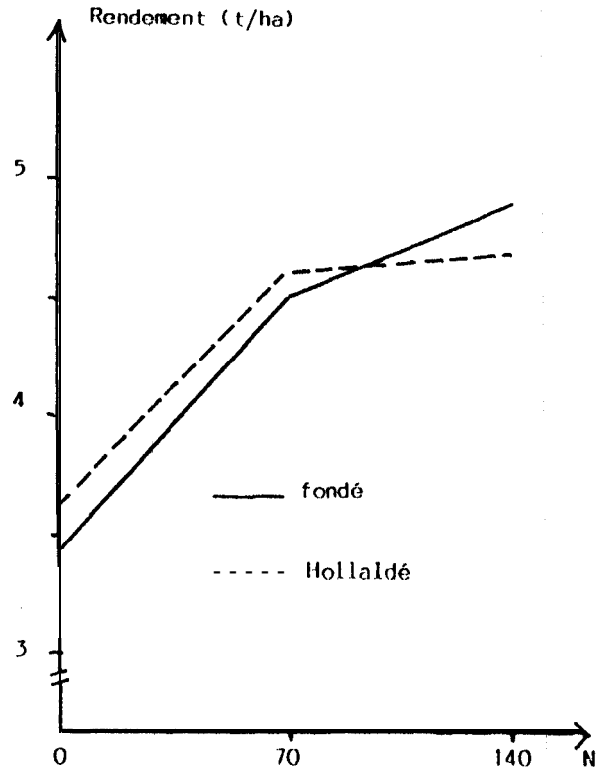


Fig. 3 : Réponse à l'azote
suivant la maîtrise
des adventices

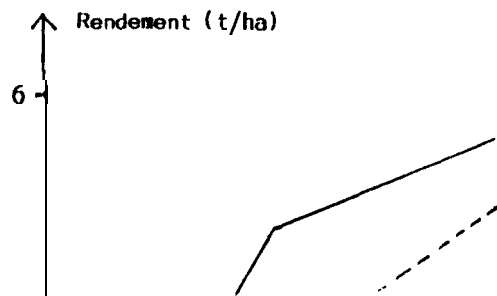
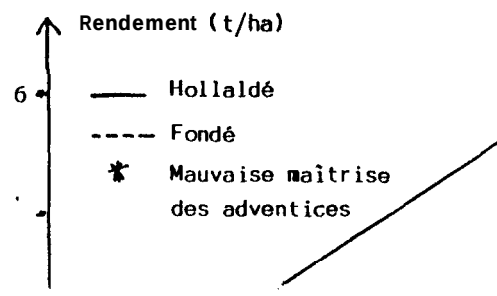


Fig. 4 : Réponse à l'azote suivant les
sols et la maîtrise des ad-
ventices.



3.5. Résultats par Site

3.5.1. Diawar

C'est le seul endroit où les essais ont été conduits et réussis durant les deux années de suite, soit un total de 30 essais élémentaires.

Le rendement moyen des parcelles est de 4,7 T/ha avec une forte variation ; extrême 2,2 et 7,1 T/ha (écart-type ; 1,3 T/ha). Les résultats globaux montrent une différence hautement significative pour l'azote (1 p.m) ; l'apport des 70 premières unités d'azote permet de gagner 0,9 T/ha et les 70 suivantes 0,5 T/ha (cf figure 5). Pour le phosphore, aucune différence significative de rendement n'est observée. (Annexe IVa).

En différenciant les parcelles suivant la maîtrise des adventices on note :

- un effet azote dans les deux situations, mais beaucoup plus marqué dans les conditions de bonne maîtrise où les rendements des trois niveaux se différencient significativement alors que dans les conditions de non contrôle des adventices, seuls les rendements des niveaux 1 et 3 se différencient significativement. (cf figure 6 et Annexe IVb).

- un effet du phosphore uniquement en cas de contrôle des adventices où il permet un gain moyen de 0,4 T/ha. (Annexe IVc).

En comparant les résultats des deux années, on note une légère différence des effets ; en 85, les effets de N et P sont significatifs la réponse de N est presque linéaire (en passant de 0 à 70 unités on gagne 0,8 T/ha et de 70 à 140 unités, 0,7 T/ha) ; pour P l'apport de 60 unités permet d'augmenter le rendement de 0,4 T/ha.

En 86, seul l'effet de N est significatif pour l'ensemble des essais (gain de 1,0 T/ha pour les premières unités et 0,5 T/ha pour les 70 suivantes, Annexe V).

Ces différences s'expliquent par le taux de maîtrise des adventices (qui semble beaucoup jouer sur la réponse à P) variable suivant les années ; en 85, dans 70 % des essais les mauvaises herbes ont été bien maîtrisées alors qu'en 86, 53 % seulement des essais ont eu un bon contrôle des adventices.

En ne retenant que les essais où la maîtrise des adventices est bonne, les réponses à N et P sur les deux années deviennent presque identiques. (figure 7).

9.5.7. Wassoul

Pour ce village, le rendement moyen des essais est assez faible 3,7 T/ha, nettement inférieur à celui du village de Diawar car la maîtrise des cultures y est en général moins bonne. Ce chiffre couvre cependant une forte variabilité interparcelle puisque les rendements moyens par parcelle varient de 0,8 à 5,7 T/ha.

L'azote et le phosphore ont des effets significatifs à 1 p.c, mais ceux-ci sont assez faibles, surtout pour le phosphore (cf tableau 6).

Tableau 6 : Wassoul Rendement Moyen des Traitements

P	N				Moyenne
	0	70	140		
0	3,20	3,56	3,89		3,55
60	3,39	3,76	4,09		3,75
Moyenne	3,30	3,66	4,00		3,65

Les 70 premières unités d'azote permettent donc de gagner 0,4 T/ha les 70 suivantes 0,3 T/ha. L'apport de phosphore ne permet de gagner que 0,2 T/ha, ce qui couvre juste les frais de l'engrais et ne présente donc aucun intérêt économique immédiat.

En croisant les types de terrain et la maîtrise des adventices, nous avons quatre situations culturales.

Les réponses à N et P obtenues dans ces situations sont illustrées par la figure 8 et celles en Annexes VI.

L'interprétation de ces résultats doit être prudente, car le dispositif est déséquilibré et pour certaines situations le nombre de blocs est très faible. Néanmoins on peut noter certaines tendances ;

* pour l'azote les réponses sur Fondé et sur Hollaldé sont voisines (courbes parallèles), par contre la maîtrise des adventices entraîne des réponses très différentes selon qu'elle est assurée ou non (pentes différentes).

En moyenne les rendements obtenus sur Fondé sont meilleurs, mais il serait hasardeux d'en tirer des conclusions absolues, on notera cependant que cela permet de relativiser "l'inaptitude" parfois déclarée des terres plus légères à la riziculture.

La maîtrise des adventices semble être un facteur important, même si sur Fondé la situation n'est pas très nette (on a néanmoins une meilleure réponse avec une bonne maîtrise, le niveau de terrain ne doit pas être considéré de façon absolue).

* pour le phosphore, les réponses sont partout faibles et économiquement peu rentables à court terme. On peut distinguer très prudemment une tendance à avoir de meilleures réponses sur Fondé que sur Hollaldé, et en conditions maîtrisées plus qu'avec une mauvaise maîtrise, mais les différences sont vraiment trop faibles et il est plus sage de ne pas les prendre en compte.

3.5.6. NDOMBO-THIAGO

Le rendement moyen des essais est de 4,3 T/ha avec une variabilité très importante d'une parcelle à une autre. N et P ont tous deux des effets significatifs (à 1 p.C). (cf tableau 7).

Fig. (: Diawar: Réponse à N suivant la présence de P

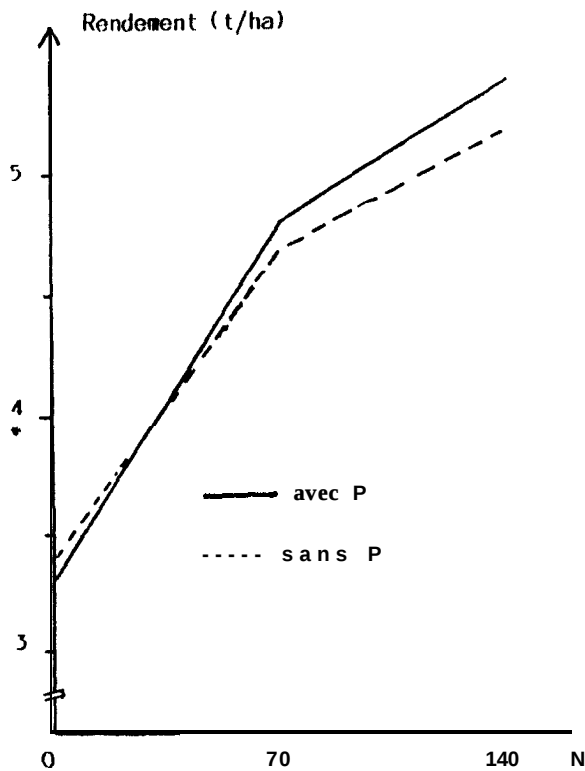


Fig. J : Diawar : Réponse à N en présence ou non de P en bonne maîtrise des adventices en 85 et 86

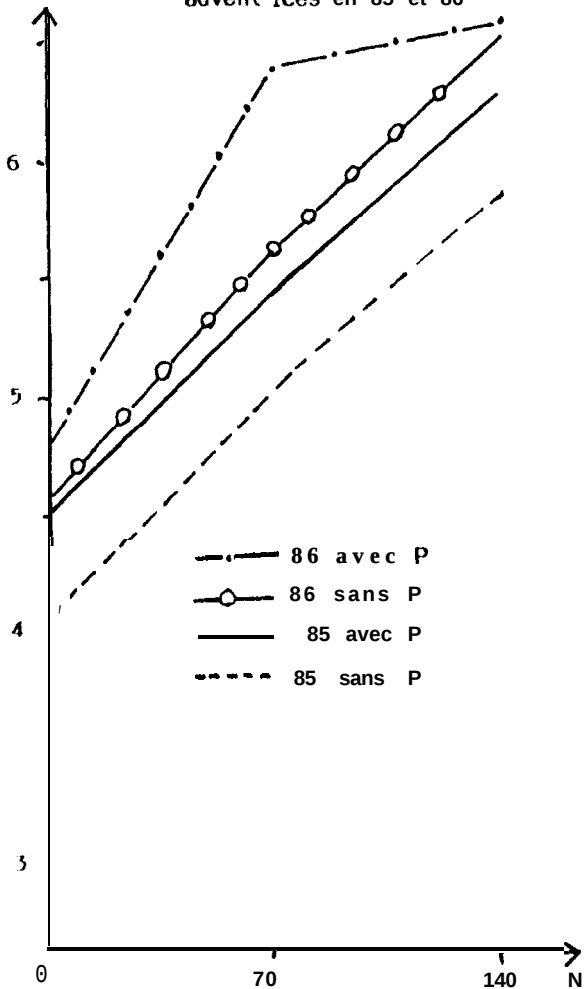


Fig.0 : Diawar : Réponse à N en présence ou non de P et suivant le type de maîtrise des adventices

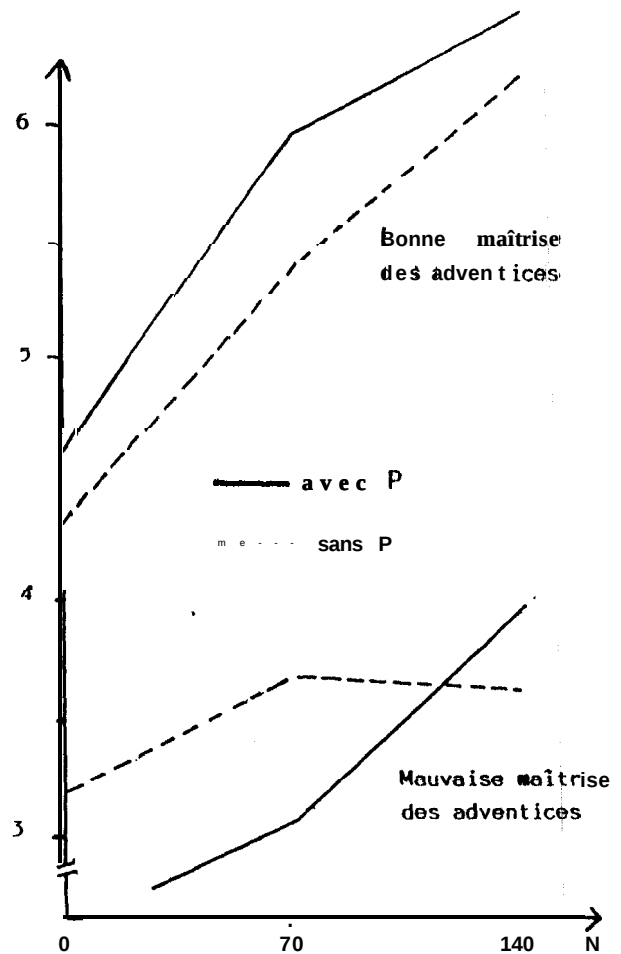


Fig. 8 : Wassoul : Réponse à N dans 4 situations culturales différentes

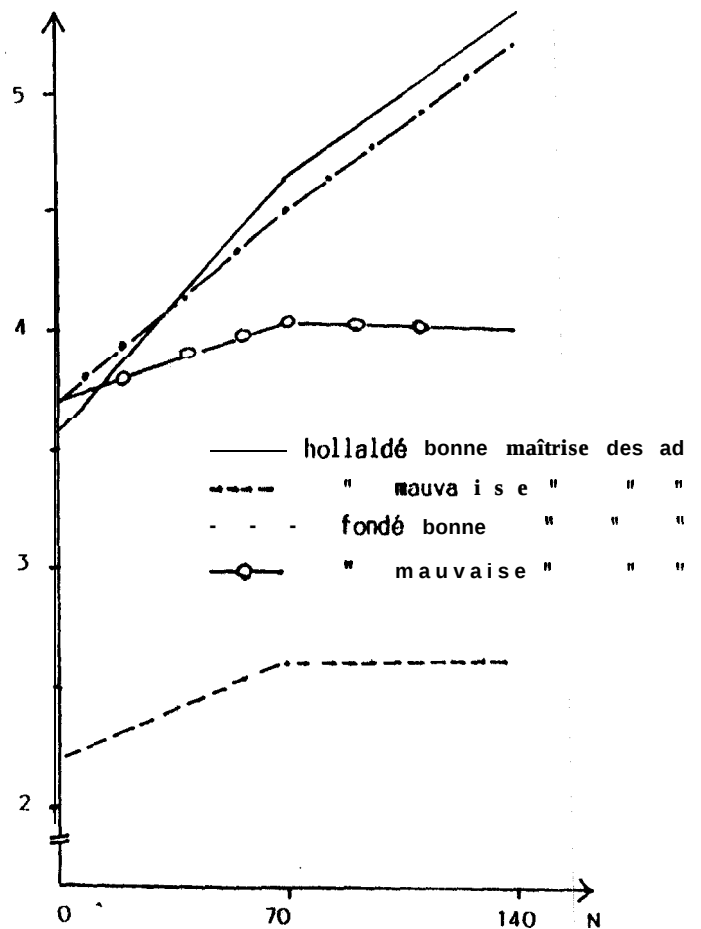


Tableau 7 : Ndombo-Thiago Rendement moyen des traitements

p	N				Moyenne
	0	70	140		
0	2,43	4,23	5,29		3,98
60	2,89	5,38	5,73		4,68
Moyenne	2,66	4,81	5,57		4,33

- En moyenne dans ce périmètre, les 70 premières unités d'azote permettent donc de gagner 2,1 T/ha, les 70 suivantes, 0,7 T/ha.

On peut noter qu'ici les paysans qui effectuaient les essais ont apporté des fumures fortes sur le reste de leur parcelle (environ 300 kg d'urée/ha) ; le rendement moyen des essais ne reflète donc pas ici la situation paysanne, mieux représentée par les rendements des niveaux "140" N.

Comme partout ailleurs, l'effet "parcelle" est importante, à peu près autant que l'effet "azote". Les cultures ont dans l'ensemble été bien maîtrisées en ce qui concerne les adventices ; par contre cela n'a pas toujours été le cas pour l'irrigation, mais nos contrôles n'ont pas été suffisants pour distinguer deux groupes de parcelles bien net par rapport à ce problème, qui a été cependant plus important dans le groupement de Thiago cultivant sur Fondé.

Le reste de l'itinéraire et les passés culturaux n'ont pas non plus permis de distinguer de groupes nets ; c'est donc par rapport au type de sol que nous avons ici discriminé les parcelles pour voir si cela pouvait expliquer une partie de la variabilité observée (cf figure 9 et 10).

Il faut être très prudent quant à l'interprétation de ces résultats car le nombre d'essais sur Fondé est très faible et la variété est différente à Ndombo et à Thiago.

On peut, néanmoins noter :

- pour l'azote, des réponses fortes dans les deux cas, ces réponses sont plus marquées sur Hollaldé que sur Fondé ici, ce qui peut être lié à la panne de pompe qui a affecté le groupement où se trouvaient les essais sur Fondé. Cela a probablement limité l'effet des fortes doses d'azote. La variété a aussi pu jouer.

- Pour le phosphore, il semble y avoir malgré ces problèmes d'irrigation une réponse plus forte sur les Fondé, dont les réserves en phosphore sont en général plus faibles que celles des Hollaldés.

3.5. 7. LAMPSAR

Seuls les résultats de 86 sont retenus dans l'analyse. Le rendement, moyen des essais est de 5,0 T/ha. Comme ailleurs, la variabilité entre les différentes parcelles est assez élevée bien que la maîtrise des adventices soit, bonne sur l'ensemble des essais.

L'effet de N est significatif à 5 p.m, mais seuls les rendements des niveaux 1 et 2 se différencient fortement.

Fig.9 : Ndombo Thiago : Réponse à P dans deux types de sol

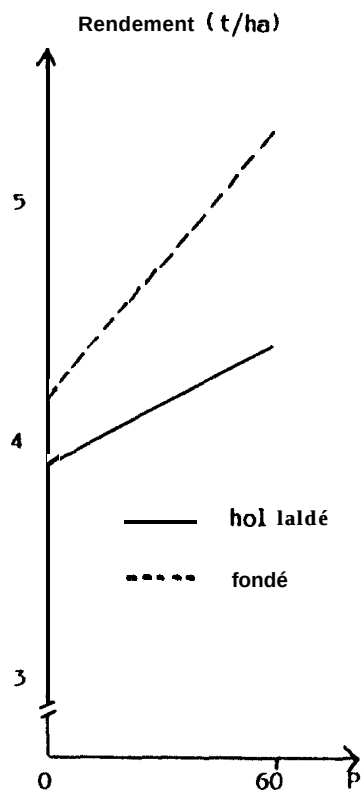


Fig. 10 : Ndombo Thiago : Réponse à N dans deux types de sol

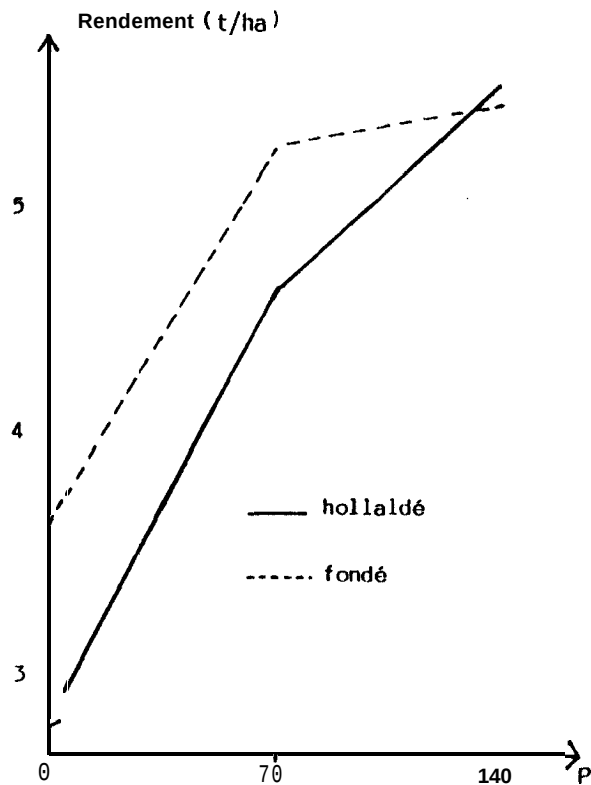
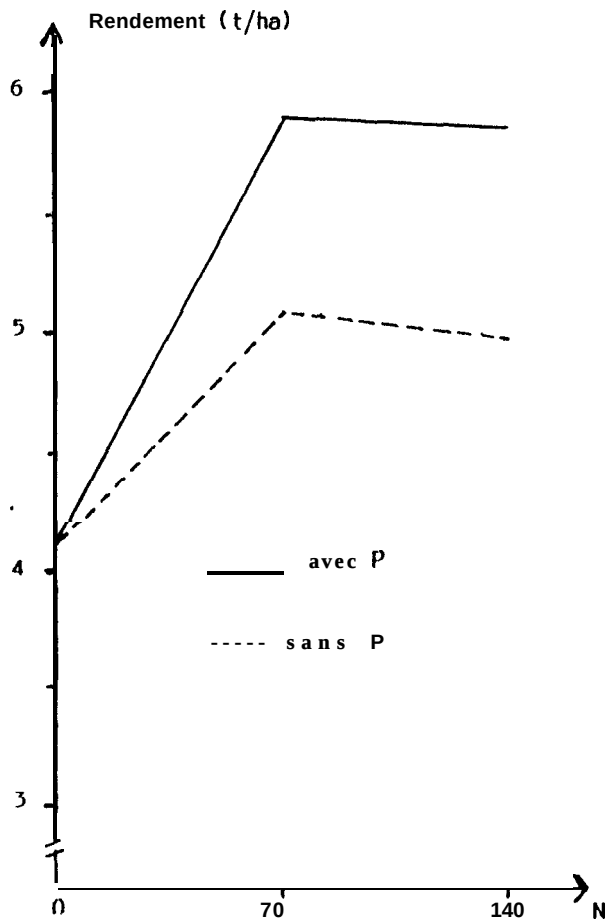


Fig. 11 : Laapsar : Réponse à N en présence ou non de P.



Pour le phosphore l'effet est également net (significatif à 1 p.c.) malgré que l'analyse n'ait pas mis en évidence une interaction entre les deux éléments (Annexe VI), l'effet de P ne s'est pas fait manifester sur le niveau 1 de l'azote (cf tableau 8).

Tableau 8 : Lampsar Hiv. 86, Rendement moyen T/ha des traitements

P	N			
	0	70	140	Moyenne
0	4,19	5,14	5,04	4,79
60	4,14	5,89	5,82	5,28
Moyenne	4,16	5,51	5,43	5,04

La figure 11 montre la réponse à N, on y observe un aplatissement très rapide de la courbe ; au-delà de 70 unités, d'autres facteurs semblent limiter le rendement.

4. ANALYSE ECONOMIQUE

Les résultats qui viennent d'être exposés montrent que les réponses à la fertilisation azotée et phosphatée sont, dans les parcelles des paysans, très variables selon les conditions de culture, en particulier, le type de sol, l'histoire culturale (âge et intensité d'exploitation), la maîtrise des adventices et celle de l'eau.

Pour l'analyse économique, nous tiendrons compte surtout de la maîtrise des mauvaises herbes et du type de sol.

4.1. Données Economiques de Base

Les paramètres économiques utilisés dans cette analyse sont principalement le prix au producteur de 85 F CFA le kilogramme de paddy, de 118 F CFA le kilogramme d'urée, de 110 F CFA le kilogramme de phosphate d'ammoniaque (18-46-00) et de 74 F CFA le kilogramme de TSP pour l'année 85/86. Le changement des prix de l'engrais pour 1988 aura touché l'urée qui descend à 61 F CFA le kilogramme et le phosphate d'ammoniaque (18-46-00) à 75 F CFA le kilogramme.

D'autre part pour corriger le biais pouvant provenir des différences dans la conduite des essais et des conditions agro-climatiques, il a été introduit dans l'analyse une probabilité de 10 % de perte de rendement.

4.2. Résultats de 1985

Dans les conditions globales de non prise en compte du type de sol (Hollaldé ou Fondé) et de la maîtrise ou non des adventices tous les traitements sont dominants. Toutefois, le traitement 21, c'est-à-dire avec 70 unités de N et 0 unité de P soit 150 kg d'urée à l'hectare, présente le taux de rendement marginal le plus élevé avec 395 %. Ceci signifie que le passage du motif 12 au 21 permet à chaque franc CFA supplémentaire investi un gain supplémentaire sur le bénéfice brut de 395 F CFA. Ou autrement dit l'augmentation supplémentaire de 100 F CFA des coûts variables engendre une augmentation de 396 F CFA des bénéfices brutes.

A part le motif 21 trois autres motifs ont des TRM (cf Annexe VII) supérieurs à 40 % et sont les suivants ; le 31, le 22 et le 12 avec respectivement 106,5 %, 106,5 %, 106,5 %.

106,4 %, et 65,9 %. Le motif 32 correspondant à 250 kg d'urée et 130 kg de 18-46-00 a un TRM de 37,7 % qui est inférieur au taux minimal escompté de 40 %.

Du point de vue de l'analyse de variabilité du rendement et donc du bénéfice brut, trois critères sont retenus à savoir l'indice de variabilité, le bénéfice brut minimal et la moyenne des deux bénéfices bruts les plus bas. Le traitement 21 a l'indice de variabilité le moins élevé et donc une variabilité autour de la moyenne plus faible. Toutefois un indice de 35 % représente un risque très élevé pour le paysan car cela peut aboutir à un rendement inférieur plus faible.

A part le traitement témoin tous les autres traitements ont un bénéfice minimal négatif. Dans ce cas un conseil basé sur des rendements correspondants donne un aperçu des résultats pouvant être obtenus par les paysans les moins productifs ou dans des conditions très favorables. Même par rapport à ce critère le traitement 21 présente le rendement minimal le moins déficitaire en dehors du traitement 12 qui est dominant de ce point de vue. Le traitement 32 qui est le plus intensif a paradoxalement l'un des bénéfices bruts minimaux les moins acceptables du point de vue de l'analyse du risque pouvant être supporté par le producteur.

4.3. Résultats sur sol FONDE (1985)

Les essais sur sol fondé ont montré un net avantage des traitements semi-intensifs sur les traitements intensifs. Respectivement les traitements 21, 22 et 12 ont les TRM le plus élevés avec 309 %, 147 % et 43 % (à la limite du TRM minimal escompté) (figure 12). Les traitements 31 et 32 sont dominés et n'ont pas fait l'objet d'analyse approfondie. Donc du point de vue de l'analyse marginale les traitements intensifs (300 kg d'urée et 0 kg de NP et 250 kg d'urée et 130 kg de NP) sur sol Fondé ne sont pas rentable pour être vulgarisés en milieu paysan lorsque la variable "degrés d'enherbement" n'est pas prise en compte.

Toutefois, lorsque l'on introduit cette variable dans l'analyse à peu près les mêmes résultats sont obtenus en situation de mauvaise maîtrise des adventices. La différence vient du fait que dans ce cas le traitement 22 offre le TRM le plus élevé avec 287 % à la place du traitement 21 (figure 13). Dans les circonstances de bonne maîtrise des adventices sur sol fondé les traitements intensifs 31 et 32 deviennent par contre des motifs dominants alors que paradoxalement des traitements semi-intensif seul le traitement 21 demeure économiquement rentable avec un TRM de 263 % qui est le plus élevé de tous (figure 14).

L'analyse de variabilité révèle des différences significatives selon que l'on est en présence d'une maîtrise des adventices ou non. Ce qui est un peu paradoxal c'est la plus faible variabilité autour du rendement moyen en situation de mauvaise maîtrise des adventices que dans le cas où l'enherbement a été bien maîtrisé exception faite du traitement 32 très intensif qui a un indice de variabilité supérieur en mauvaise maîtrise des adventices qu'en bonne maîtrise de ces adventices avec respectivement 37 % contre 6 %. Autrement dit le traitement intensif 32 présente moins de risque lorsque l'enherbement est maîtrisé sur sol fondé que dans le cas contraire ce qui semble plus logique agronomiquement.

Le paradoxe constaté au niveau des indices de variabilité ne s'est pas reflété sur les bénéfices bruts moyens, les bénéfices bruts les plus bas et les moyennes des deux bénéfices bruts les plus faibles. En d'autres termes, la fertilisation NP sur sol fondé offre de meilleurs résultats économiquement et par rapport à ces trois critères selon qu'on est en situation de bonne maîtrise des adventices ou non. Cependant, seul le traitement 21 avec 150 kg d'urée est resté dominant dans tous les cas.

FIG 12 ESSAIS FERTILISATION NP 1985
sol **fonde**

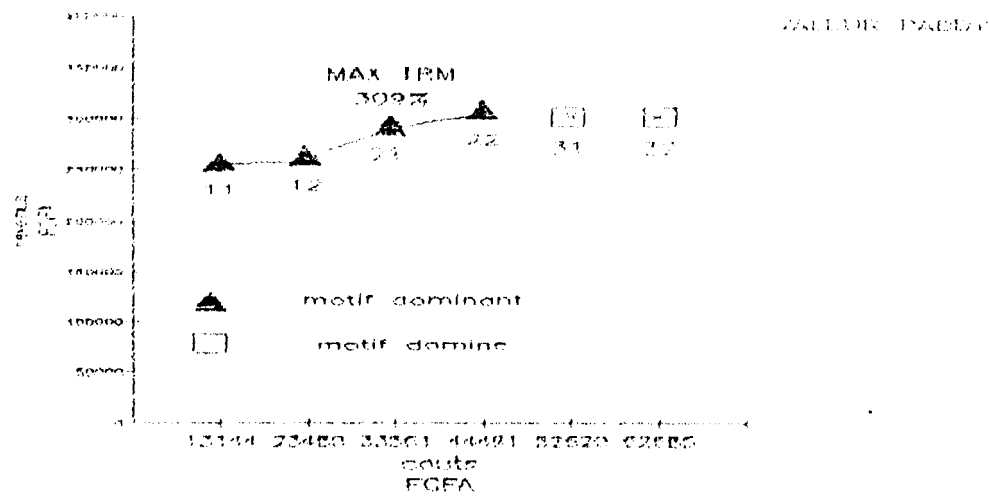


FIG 13 ESSAIS FERTILISATION NP 1985
bonne maîtrise des adventices
sol **fonde**

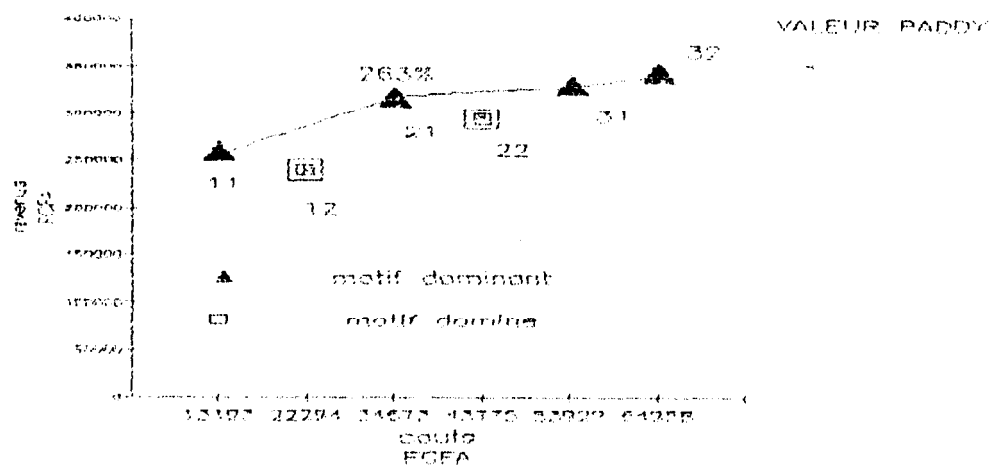
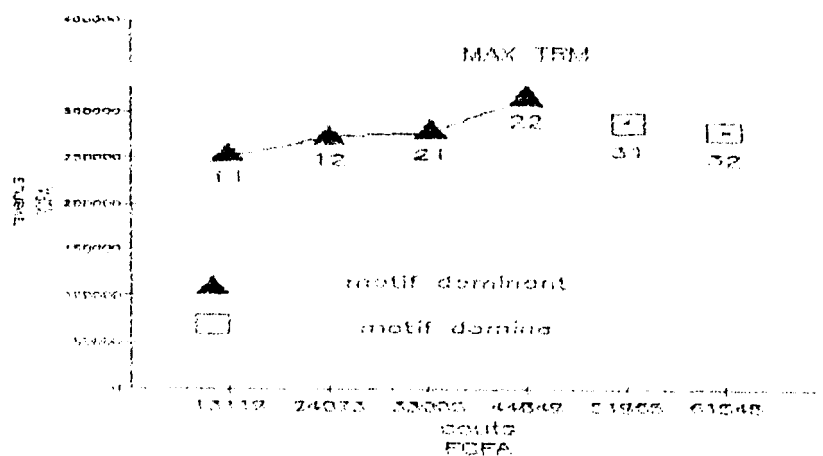


FIG 14 ESSAIS FERTILISATION NP 1985
mauvaise maîtrise des adventices
sol **fonde**



4.4. Résultats sur sol HOLLALDE (1985)

Les essais menés sur sol Hollaldé sans tenir compte de la maîtrise ou non des adventices ont conduit à des résultats économiquement rentables pour tous les traitements dont le 21 fournissant le TRM le plus élevé de 427 % (figure 15). Les indices de variabilité sont très élevés avec un minimum de 41 % pour le traitement 21. Ces indices donnent une idée du grand risque que peuvent courir les producteurs lorsqu'on leur donne un conseil basé sur le rendement moyen sans tenir compte des techniques de désherbage. Toutefois ces résultats sont globaux parce que ne tenant pas compte de l'état d'enherbement de la parcelle.

Dans le cas où il y a une bonne maîtrise des adventices sur sol hollaldé tous les traitements sont dominants sauf le traitement 32 très intensif. Le motif 21 offre toujours le TRM le plus élevé avec 586 % (figure 16). Dans ces conditions la variabilité autour du rendement moyen est plus acceptable avec un maximum de 35 % et un minimum de 19 %. Aucun des traitements ne montre un bénéfice brut négatif ni une moyenne négative des deux bénéfices bruts les plus faibles.

Par contre lorsque l'enherbement est important seuls les traitements 21, 32 et 11 sont dominants avec des TRM de 36 %, 1 % et 0 % respectivement (figure 17). Ces chiffres montrent qu'aucun des traitements n'est économiquement acceptable par rapport au TRM minimal escompté de 40 %. Sur sol hollaldé sans maîtrise des adventices la variabilité autour du rendement moyen peut aller jusqu'à 73 % avec un minimum de 50 %. Autrement dit le rendement peut chuter jusqu'à 27 % de sa valeur moyenne pour les paysans les moins productifs ou dans des conditions très défavorables. Cela a pour conséquence des bénéfices bruts minimaux négatifs pour tous les traitements sauf le témoin d'une part et une moyenne négative des deux bénéfices bruts les plus faibles pour le traitement 32 très intensif.

Les essais fertilisation conduits en 1986 sur le même type de sol n'ont pas donné les mêmes résultats. En l'absence de prise en compte de la bonne maîtrise ou non des adventices les traitements 12 et 31 ne sont pas dominants mais le traitement 21 offre toujours le TRM le plus élevé avec 227 %. Aucun des traitements ne montre un bénéfice brut minimal négatif.

Pour la même année lorsqu'il y a une bonne maîtrise des adventices l'analyse marginale des essais montre trois traitements dominants dont le témoin. Toutefois, le traitement 22 offre le TRM le plus élevé contrairement, à l'année 1985 où le traitement 22 dominait. La variabilité autour du rendement moyen est plus grande pour l'année précédente en règle générale.

Le traitement 21 offre également le TRM le plus élevé (130 %) en l'absence d'une bonne maîtrise des adventices. Ces résultats corroborent à peu près ceux obtenus en 1985 dans les mêmes conditions car à part les traitements 11 et 21 tous les autres sont dominés. En 1985 le traitement 32 était dominant, mais n'offrait qu'un TRM de 1,5 % qui n'atteint pas le TRM minimal escompté de 40 % ce qui fait son exclusion de ses motifs pouvant être économiquement conseillés pour la vulgarisation dans ces conditions. Là aussi la variabilité autour du rendement moyen est plus acceptable qu'en 1985 mais demeure assez importante.

En conclusion, le traitement 21 avec 150 kg d'urée à l'hectare offre un meilleur TRM sur sol hollaldé mais cela nécessite une bonne maîtrise des adventices.

4.5. Analyse de Sensibilité

L'objectif de l'analyse de sensibilité est de voir les changements éventuellement induits dans la structure des coûts et revenus par un changement d'un ou de plusieurs paramètres exogènes tels que le coût des intrants, le prix des

FIG. 15 ESSAIS FERTILISATION NP 1985
sol **hollalde**

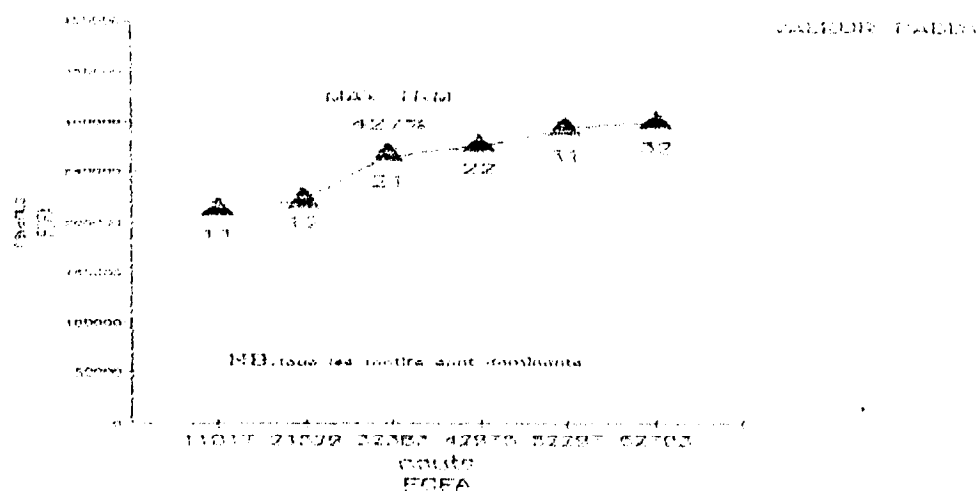
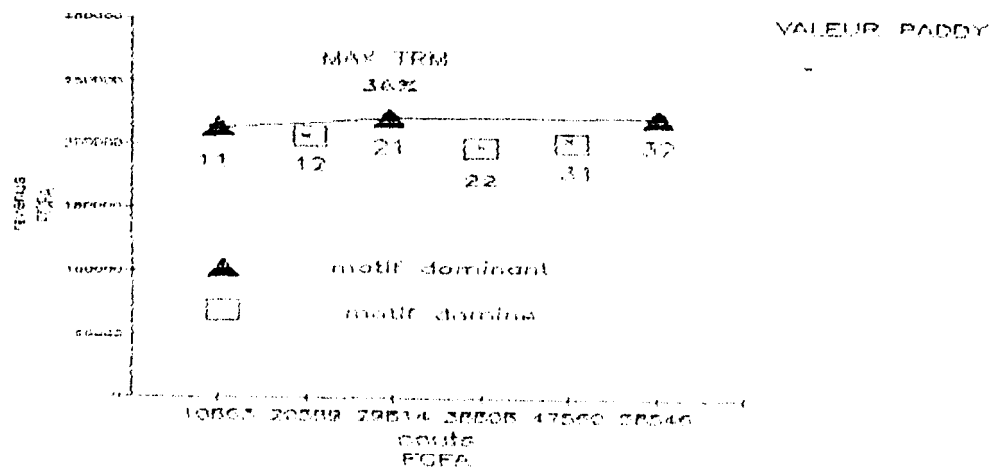


FIG. 16 ESSAIS FERTILISATION NP 1985
bonne maîtrise des adventices
sol **hollalde**



FIG. 17 ESSAIS FERTILISATION NP 1985
mauvaise maîtrise des adventices
sol **hollalde**



extrants etc.. La baisse du prix du riz pour la consommation finale n'incite pas à une prise en compte d'une éventuelle hausse du prix du paddy au producteur.

La seule analyse prise en compte porte sur le changement du prix de certains engrais intervenu entre 1985 et 1988. Le prix de l'urée est passé de 118 F CFA le kilogramme à 61 F CFA soit une baisse de 48 % et celui du phosphate d'ammoniaque (18-46-00) est passé de 110 F CFA à 75 F CFA le kilogramme dans la même période.

L'effet global de ce changement a été d'une part, une hausse du bénéfice moyen obtenu pour tous les traitements exception fait du traitement témoin qui n'a pas fait l'objet d'une fertilisation et d'autre part une augmentation très importante des taux de rendement marginal. Des changements spécifiques ont été observés et portent essentiellement sur les réponses des traitements dans certaines conditions.

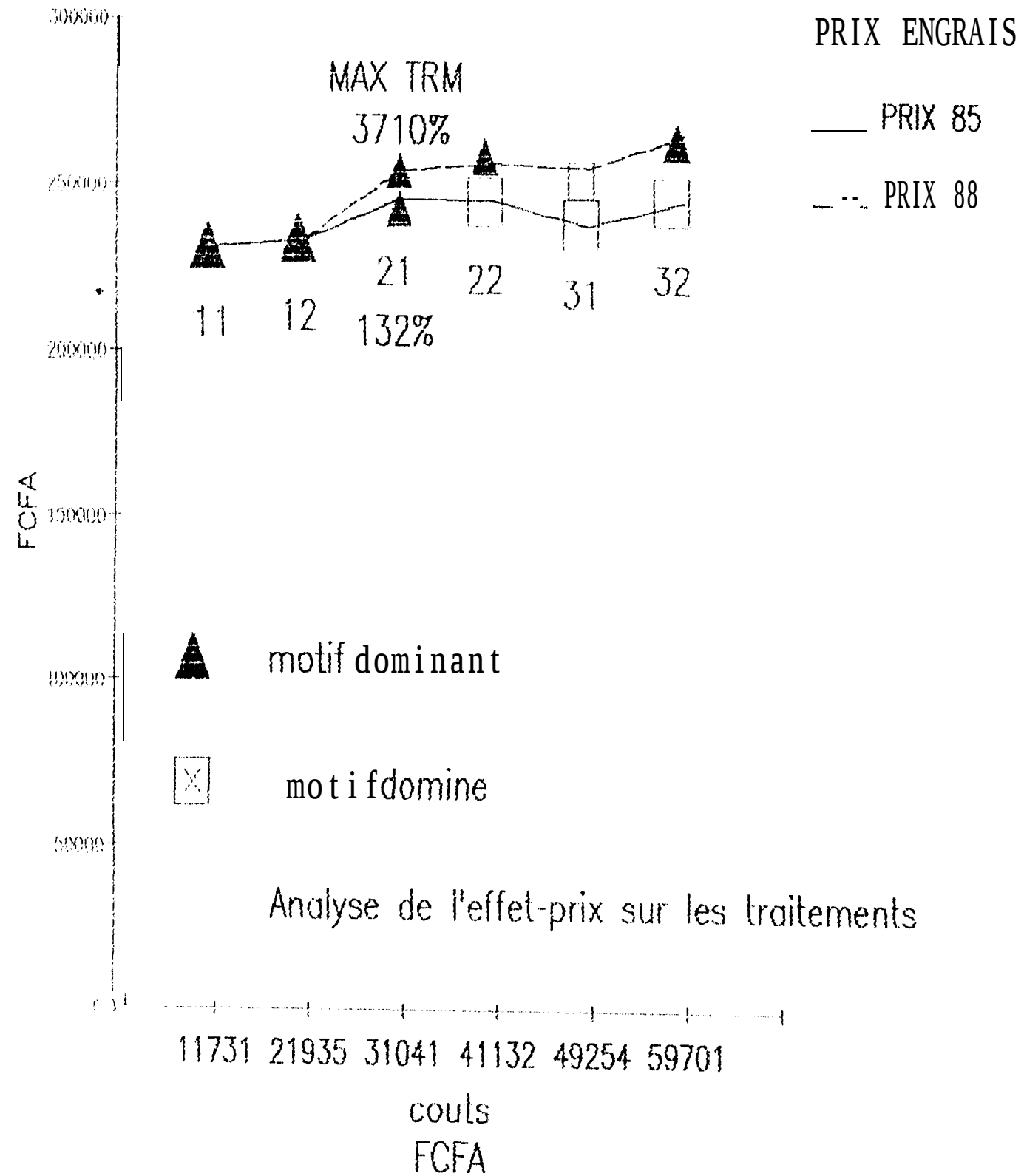
En cas de mauvaise maîtrise des adventices sans différenciation aucune du type de sol, la baisse des prix des engrais aura eu pour conséquence de rendre attractifs les traitements 22 et 32 qui étaient dominés dans le système des prix de 1985 (voir figure 18). Toutefois, seul le traitement 32 offre un TRM supérieur au TRM minimal escompté.

Lorsque les essais sont menés sur sol hollaldé et en bonne maîtrise des adventices le traitement 32 qui n'était pas dominant par rapport aux prix appliqués en 1985 le devient mais avec un TRM trop faible pour être retenu comme recommandation du point de vue de l'analyse économique. Le traitement 21 a toujours le TRM le plus élevé mais aura plus que triplé dû au changement des prix. (Annexe VIII).

Par contre, en condition de mauvaise maîtrise des adventices sur sol hollaldé le changement induit n'intervient pas dans le passage de l'état dominé à l'état dominant des traitements mais aura eu pour effet d'augmenter les TRM des traitements dominants au dessus du TRM minimal rendu plus attractif des traitements qui ne l'étaient antérieurement (voir graphique).

Sur sol fondé et ne tenant pas compte des adventices le traitement 32 devient dominant mais son TRM est trop faible (5,8 %) par rapport au taux cible. Toutefois, le TRM qu'offre le traitement 21 passe de 309 % à 2598 %. Sur le même sol lorsqu'il y a mauvaise maîtrise des adventices le traitement 21 offre le TRM le plus élevé (4506 %) contrairement au système de prix de 1985 où le traitement 22 offrait le TRM le plus élevé avec 287 %. (Annexe XIV).

FIG 18 ESSAIS FERTILISATION NP
mauvaise maîtrise des adventices



5. CONCLUSION

Les éléments qui viennent d'être exposés montrent que les réponses à la fertilisation azotée et phosphatée sont, dans les périmètres hydro-agricoles actuels, très variables selon les conditions de culture, en particulier le type de sol, la maîtrise des adventices et celle de l'eau, l'histoire culturale (âge et intensité d'exploitation).

Pour l'azote, les réponses ne sont pas toujours linéaires et qu'en particulier dans le cas de mauvais contrôle des adventices les faibles réponses ne justifient pas l'adoption de fortes doses. On constate aussi que dans certaines situations de maîtrise des adventices, il y a plafonnement de l'effet azote, dû probablement à l'entrée en jeu d'autres facteurs limitants.

Pour le phosphore, les réponses semblent être surtout liées au périmètre (type de sol, âge, degré d'intensification), mais il semble également qu'il y ait un effet année qui intervienne.

A cause des faibles gains de rendement que l'apport de phosphore autorise et de son prix de vente généralement supérieur à celui de l'urée les traitements sans phosphore ont souvent en dans l'analyse économique, des taux de rémunération marginale inférieurs. Dans certaines situations (niveaux de rendements élevés...) la fertilisation phosphatée doit être effectuée, ne serait ce que pour préserver l'avenir en compensant les exportations, son application peut être favorisée par une réduction de prix ce qui rehausserait le taux de rendement marginal.

De ces essais on retiendra :

- La pertinence des recommandations issues des expérimentations menées entre 1967 et 69 sur la fertilisation, mais dans des conditions et rapprochant bien de celles de la station expérimentale (bonne maîtrise de la culture).
- L'importance du désherbage ; les adventices semblent être les premiers facteurs limitant le rendement (dans les parcelles avec maîtrise des adventices, les témoins sans azote ont eu des rendements moyens de 4 T/ha, alors qu'en mauvaise maîtrise, avec 140 unités d'azote, on n'atteint à peine 3,5 T/ha).

Les résultats économiques préconisent donc au plus haut point une bonne maîtrise des techniques de désherbage.

- Un intérêt général de la fertilisation (azotée et phosphatée), mais devant la variabilité des réponses, il n'est pas préférable de généraliser une dose unique aux différents périmètres n'ayant ni les mêmes caractéristiques de sol, ni les mêmes conditions d'exploitations. La variabilité au niveau des unités de production et des parcelles à l'intérieur d'un même périmètre doit également être prise en compte.

Il faudrait mieux raisonner la fertilisation en tenant compte des conditions de culture, des contraintes des paysans et de leurs objectifs de production.

Dans certaines situations, il sera d'ailleurs plus utile de faire porter le conseil agricole sur d'autres contraintes, plutôt que sur la fertilisation.

- Nécessité de poursuivre ces expérimentations avec une plus grande collaboration entre chercheurs thématiques et chercheurs systèmes et en intégrant dans le protocole des analyses de sol, d'eau, et de plante pendant les différentes phases de végétation pour mieux élucider l'effet des facteurs sur l'élaboration du rendement.

BIBLIOGRAPHIE

LAMBRECHT. PH, VAN BRANDT. Note sur les budgets de culture, l'analyse marginale et les 6 analyses de variabilité et de sensibilité. ISRA-ADRAO - Saint-Louis, Juin 1986.

POISSON, C. 1970. Bilan de 25 années de recherches rizicoles à Richard-Toll, Juillet 1970.

SEDAGRI, 1973. Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal. Etude pédologique, Paris 1973.

VAN BRANDT, H, HUBERT, J.P, 1981. Rapports u r la première campagne d'essais fertilisation multilocaux en milieu paysan dans les périmètres villageois du secteur d'Haéré Lao. ADRAO, projet spécial Richard-Toll/Fanaye, Novembre 1981.

VAN BRANDT. H, 1983. Rapport sur la campagne d'essais multilocaux en milieu paysan dans le Delta et la Vallée du Fleuve Sénégal année 1982, ADRAO Projet Spécial Richard-Toll/Fanaye, Novembre 1983.

VAN BRANDT. H, 1985. Rapport sur la campagne d'essais multilocaux en milieu paysan dans le Delta et la Vallée du Fleuve Sénégal année 1983. ADRAO Station Régionale Riz Irrigué Saint-Louis Février 1985.

A N N E X E S

a) Résultats globaux sur l'ensemble des sitesTableau d'analyse de la variance

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés des écarts	Carrés moyens	F observé	Prob.
Essais	79	808.46	10.234	9.71	.000
Facteur A (N)	2	168.61	84.304	79.99	.000
Résiduel le (a)	158	166.53	1.054		
Facteur B (P)	1	4.65	4.651	6.58	.012
Résiduelle (b)	79	55.87	0.707		
Interaction (NxP)	2	1.06	0.528	1.17	.314
Résiduelle (c)	158	71.56	0.453		
Coefficient de variation = 15.70 %					

b) Classement des traitements

* Azote (à 1 p.m)

(0) ; 3,48 c
Niveau 2 (70) ; 4,50 b
Niveau 3 (140) ; 4,89 a

* Différents traitements (1 p.m)

1 = 3,45 d
2 = 3,51 d
3 = 4,36 c
4 = 4,64 b
5 = 4,76 ab
6 = 5,01 a

* Phosphore (A 1 p. m)

Niveau 1 (0) ; 4,19 a
Niveau 2 (60) ; 4,39 b.

ANNEXE II

a) Analyse de la variance des essais sur Hollaldéa1- Tableau d'analyse de la variance

Source de variation	Degré de liberté	Somme de carrés des écarts	Carrés moyens	F observé	Prob
Essais	64	778.37	12.162	11.16	.000
Facteur A (N)	2	152.25	76.124	69.86	.000
Résiduelle (a)	128	139.47	1.090		
Facteur B (P)	1	3.56	3.558	4.70	.033
Résiduelle (b)	64	48.42	0.757		
Interaction (NxP)	2	1.16	0.579	1.21	.301
• Résiduelle (c)	128	61.29	0.479		

Coefficient de variation = 16.13 %

a2- Classement des traitements

* Azote (à 1 p.m)

(0) ; 3,44 c
Niveau 2 (70) ; 4,51 b
Niveau 3 (140) ; 4,93 a

* Dif férents traitements (1 p.m)

1 = 3,42 d
 2 = 3,46 d
 3 = 4,37 c
 4 = 4,64 bc
 5 = 4,79 ab
 6 = 5,06 a

* Phosphore (à 5 p.c)

Niveau 1 (0) ; 4,20 b
 Niveau 2 (60) ; 4,40 a

b) Analyse de la variance des essais sur Fondéb1- Tableau d'analyse de la variance

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés des écarts	Carrés moyens	F observé	Prob
Essais	14	30.05	2.146	2.42	,022
Facteur A (N)	2	18.55	9.273	10.44	,000
Résiduelle (a)	28	24.87	0.888		
Facteur B (P)	1	1.11	1.111	2.09	,169
*Résiduelle (b)	14	7.43	0.531		
Interaction (NxP)	2	0.21	0.107	0.30	
Résiduelle (c)	28	9.95	0.355		
Coefficient de variation = 13.97					

b2- Classement des traitement23

* Azote

Niveau 1 (0) ; 3,64 a
 Niveau 2 (70) ; 4,46 b
 Niveau 3 (140) ; 4,71 b

ANNEXE III

a) Analyse de la variance des essais avec mauvaise maîtrise des adventices

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés des écarts	Carrés moyens	F observé	Prob
Essais	33	320.86	9,723	14,70	1000
Facteur A (N)	2	15.83	7.917	11.9	.000
Résiduelle (a)	66	43.66	0.661		
Facteur B (P)	1	0,01	0.008	0.01	
Résiduelle (b)	33	29.93	0.907		
Interaction (NxP)	2	1,03	0.516	1.42	.249
Résiduelle (c)	66	24.02	0.364		
Coefficient, de variation = 17,29 %					

b) Analyse de la variance des essais avec bonne maîtrise des adventices

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés des écarts	Carrés moyens	F observé	Prob
Essais	45	261.41	5.809	5.95	.000
Facteur A (N)	2	187.81	93.904	96.22	.000
Résiduelle (a)	90	87.87	0.976		
Facteur B (P)	1	8.54	8.540	1.743	.000
Résiduelle (b)	45	22.05	0.490		
Interaction (NxP)	2	1.89	0.946	1.86	.160
Résiduelle (c)	no	45.67	0.507		
Coefficient de variation = 14,61 %					

ANNEXE IV

DIAWAR

a) Analyse de la variance de l'ensemble des essais

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés des écarts	Carrés moyens	F observé	Prob
Essais	29	296.43	10.222	17.83	.000
Facteur A (N)	2	66.38	33.190	57.88	.000
Résiduelle (a)	58	33.26	0.573		
Facteur B (P)	1	0.45	0.450	0.42	
Résiduelle (b)	29	31.25	1.077		
Interaction (NxP)	2	0.85	0.426	0.91	
Résiduelle (c)	58	27.23	0.470		

Coefficient de variation = 14,72 %

b) Analyse de la variance sur les essais à mauvaise maîtrise des adventices

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés des écarts	Carrés moyens	F observé	Prob
Essais	11	26.79	2.436	4.68	.000
Facteur A (N)	2	9.18	4.588	8.82	.000
Résiduelle (a)	22	11.44	0.520		
Facteur B (P)	1	1.62	1.620	1.06	.325
Résiduelle (b)	11	16.82	1.529		
Interaction (NxP)	2	3.53	1.766	3.67	.042
Résiduelle (c)	22	10.59	0.481		

Coefficient de variation = 20.55 %

* Classement des rendements des 3 niveaux d'azote

Niveau 1 (0) = 2,92 b
 Niveau 2 (70) = 3,42 ab
 Niveau 3 (140) = 3,79 a

c) Analyse de la variance sur les essais à mauvaise maîtrise des adventices

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés des écarts	Carrés moyens	F observé	Prob
Essais	17	73.54	4.326	10.35	.000
Facteur A (N)	2	64.80	32.400	77.49	.000
Résiduelle (a)	34	14.22	0.418		
Facteur B (P)	1	3.63	3.630	6.41	.021
Résiduelle (b)	17	9.63	0.566		
Interaction (NxP)	2	0.41	0.205	0.51	
Résiduelle (c)	34	13.55	0.399		

Coefficient de variation = 11.47 %

ANNEXE V : DIAWAR. REPONSE MOYENNE A N EN 1985 ET 3 986

Diawar Hiv. 85

	N	0	70	140	Moyenne
P					
0		3,86	4,68	5,26	4,60
60		4,17	4,94	5,81	4,97
Moyenne		4,02	4,81	5,54	4,79

Effet N Gain N = 0,8/0,7

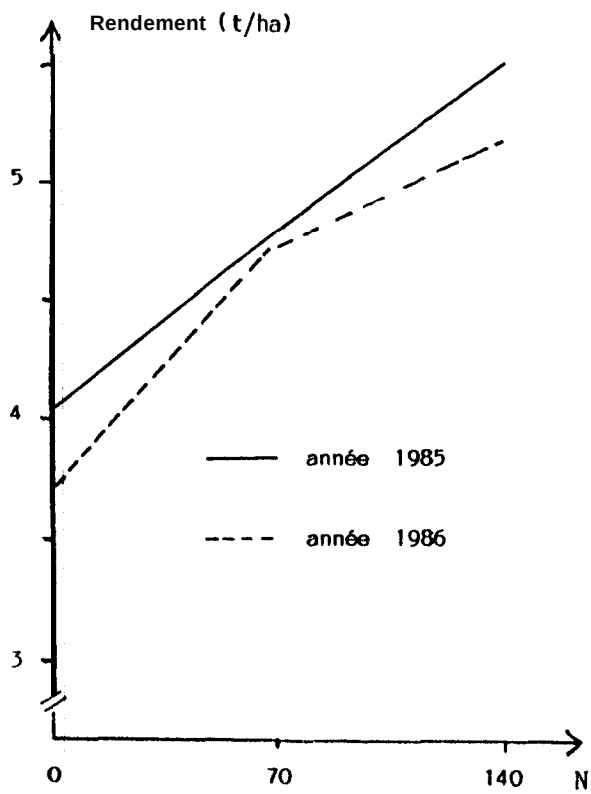
Effet P Gain P = 0,4 t/

Diawar Hiv. 86

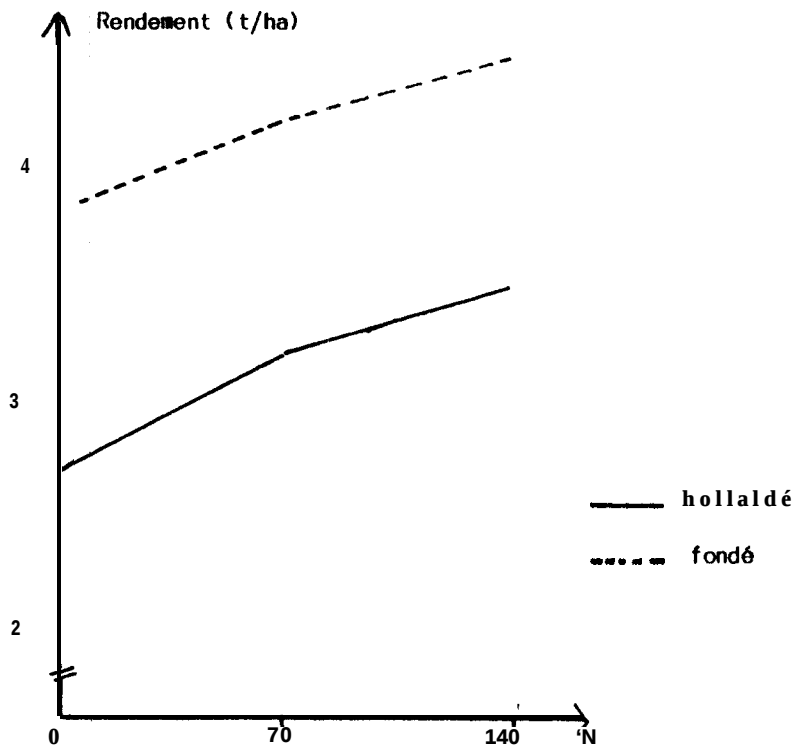
	N	0	70	140	Moyenne
P					
0		3,91	4,78	5,14	4,61
60		3,56	4,74	5,20	4,50
Moyenne		3,73	4,76	5,17	4,56

Effet; N Gain = 1,03/0,5

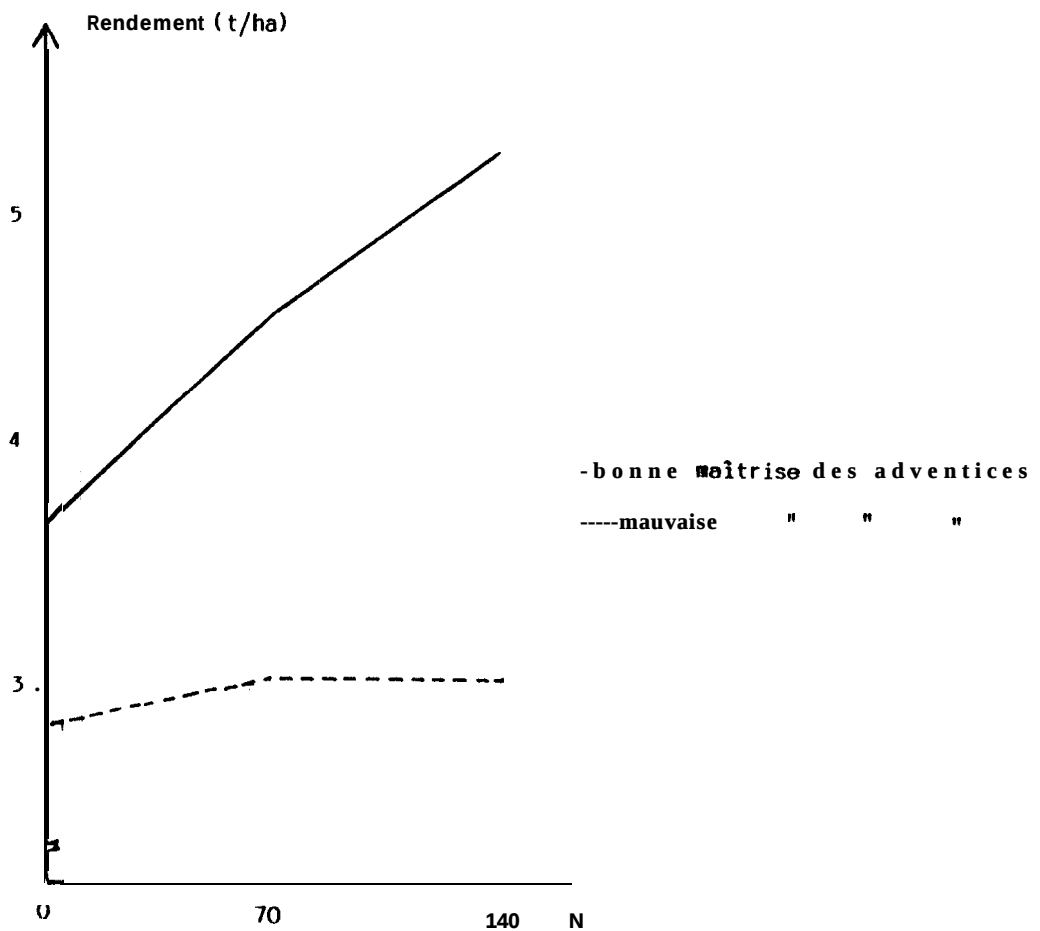
Diawar : Réponse moyenne à N
en 85 et 86.



a : Réponse moyenne à N sur fondé et hollaldé



b : Réponse moyenne à N en bonne et mauvaise maîtrise des adventices.



ANNEXE VII

Lampsar Analyse de la variance

Son rce de variation	Degré de liberté	Somme des car- rés des 6c.n.r.I.s	Carrés moyens	F observé	Prob
Essais	10	80.60	8.060	4.38	.002
Fac teur A (N)	2	25.13	12.565	6.82	.005
Résiduelle(ii)	20	36.84	3.842		
* Facteur B (P)	1	4.03	4.026	10.65	.009
Résiduelle (b)	10	3.78	0.378		
Interaction (NxP)	2	2.48	.242	1.37	,277
Résiduelle (c)	20	18.16	0.908		
Coefficient de variation = 18,92 %					

Classement des rendements

* Niveau d'azote

Niveau 1 (0) ; 4,16 b
 Niveau 2 (70) ; 5,51 a
 Niveau 3 (140) ; 5,43 a

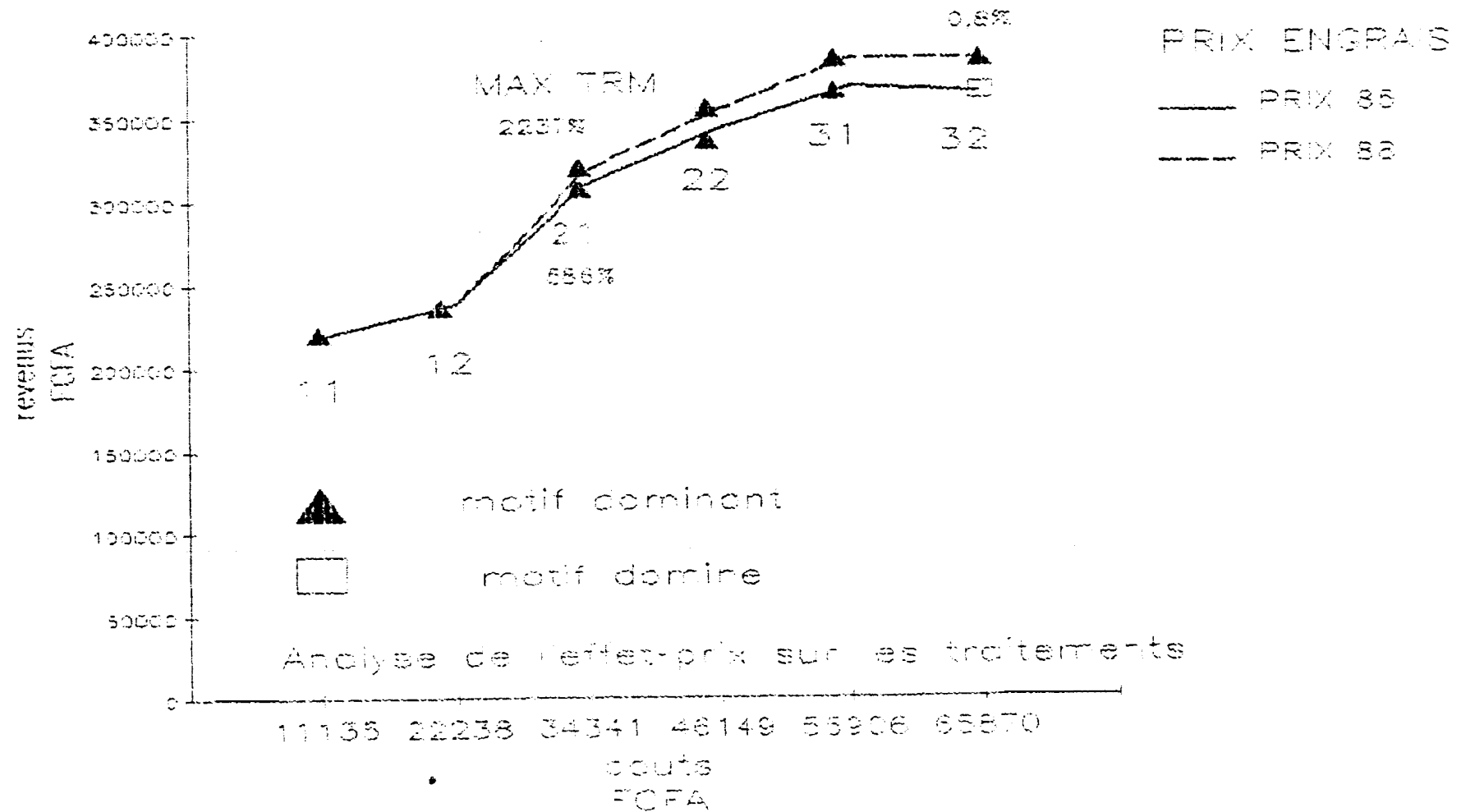
Classement des différents traitements

1 = 4,19 c
 2 = 4,14 c
 3 = 5,14 b
 4 = 5,89 a
 5 = 5,04 b
 6 = 5,82 a

ANNEXE

IX 0

ESSAIS FERTILISATION NP 1985 bonne maîtrise des adventices sol hollande

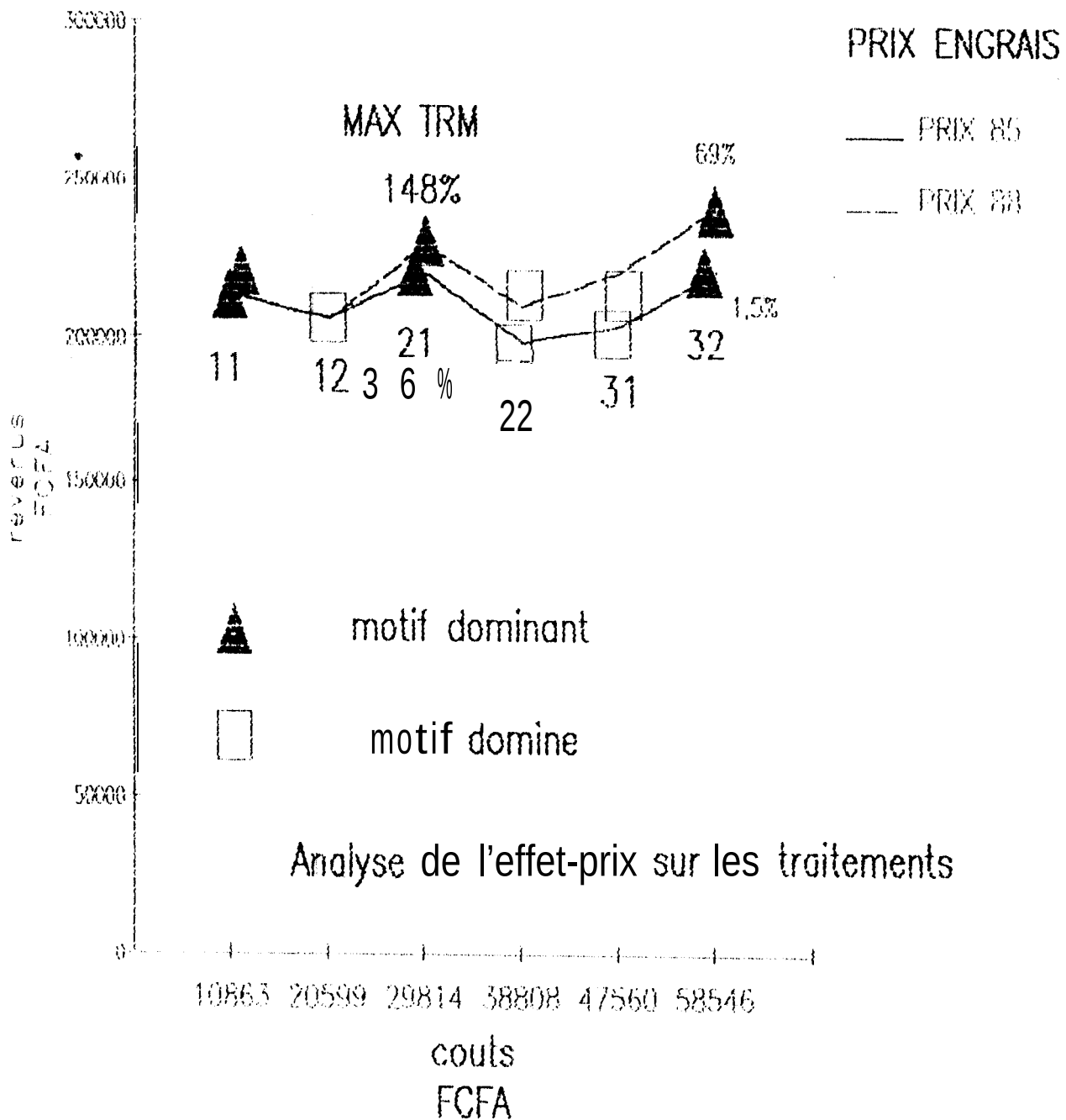


ANNEXE
IX E

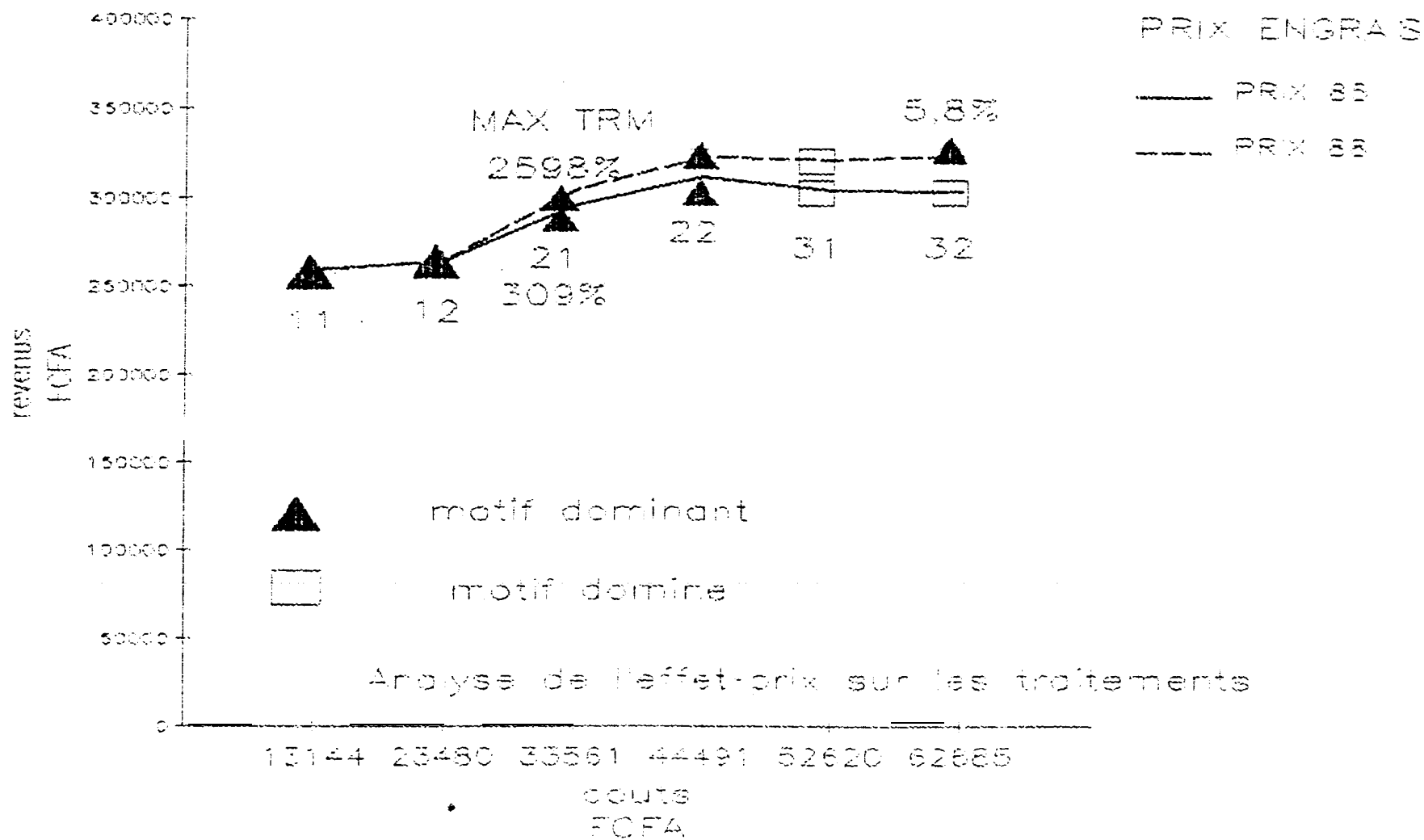
ESSAIS FERTILISATION NP 1985

mauvaise maitrise des adventices

sol hollalde



ANNEXE X 0 ESSAIS FERTILISATION NP 1985 sol fonde



ANNEXE

ESSAIS FERTILISATION NP 1985 mauvaise maitrise des adventices sol **fonde**

