

BURKINA FASO
Unité - Progrès - Justice

**MINISTÈRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRES, SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

CENTRE UNIVERSITAIRE
POLYTECHNIQUE DE BOBO

INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT ET DE
RECHERCHES AGRICOLES

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL

STATION DE FARAKO-BA

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'Obtention du Diplôme
d'Ingénieur du Développement Rural

Option: AGRONOMIE

Mem
968
TRP

THEME :

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES BESOINS NUTRITIFS DU RIZ
PLUVIAL DANS LA ZONE OUEST DU BURKINA FASO

JUIN 97

TAPSOBA Michel

SOMMAIRE

	Pages
Remerciements.....	v
Abréviations et sigles.....	vi
Liste des tableaux.....	vii
Liste des figures.....	viii
Résumé.....	1
 INTRODUCTION GENERALE	 2
 <u>Première PARTIE: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES ACQUIS DE RECHERCHE EN RIZICULTURE PLUVIALE.</u>	
 INTRODUCTION.....	 6
I.DÉFINITION DU RIZ PLUVIAL.....	7
II.LES VARIÉTÉS DE RIZ PLUVIAL.....	7
III.TECHNIQUES AGRONOMIQUES DE PRODUCTION DU RIZ PLUVIAL.....	10
III.1 Dose et densité de semis.....	10
III.2 Zonage agro-climatique et date de semis du riz pluvial	10
III.3 Lutte contre les adventices.....	12
IV. FERTILISATION.....	13
IV.1 Premières propositions de fumure pour le riz pluvial.....	14
IV.2 Etude de la réponse du riz pluvial aux éléments nutritifs.....	14
IV.2.1 L'Azote.....	14
IV.2.2 Le Phosphore.....	15
IV.2.3 Le Potassium.....	18
IV.2.4 Le Soufre.....	19
 CONCLUSION.....	 20

Deuxième PARTIE: GENERALITES

CARACTERISTIQUES DE LA ZONE ECOLOGIQUE, DES SITES D'ETUDES ET METHODES D'ETUDE

I. ZONE ECOLOGIQUE ET SITES D'ETUDE

I.1 CLIMAT.....	23
I.2 VEGETATION.....	27
I.3 SOLS.....	27

II MATERIELS D'ETUDES 30

II.1 Matériels végétales.....	30
II.2 fumure.....	30

III METHODOLOGIE..... 30

III.1 Expérimentation au champ..... 31

III.1.1 dispositif expérimental.....	31
III.1.2 entretien.....	32
III.1.3 récolte.....	32
III.1.4 Mesures des paramètres de rendements.....	32

III.2 Analyse statistique des données.....33

III.3 Détermination des doses optimales d'engrais..... 33

III.3.1 Principe du modèle Linéaire-plateau.....	33
III.3.2 Principe des fonctions de production appliqué aux équations de régressions.....	34

III.4 Elaboration des formules d'engrais.....35

Troisième PARTIE : RESULTATS

A. EFFET DE LA FERTILISATION EN ELEMENTS NUTRITIFS SUR LES RENDEMENTS DU RIZ PLUVIAL

I REPONSE DU RIZ PLUVIAL A L'AZOTE..... 37

I.1 Effets de l'azote sur les rendements et composantes de rendements.....	37
I.1.1. Site de Farakobâ.....	37
I.1.2. Site de Houndé.....	40
I.2 Etude de la relation entre les doses d'azote et les rendements du riz.....	41

I.3 Détermination de la dose optimale par la méthode graphique selon le modèle linéaire plateau.....	44
I.4 Conclusion	46
II REPONSE DU RIZ PLUVIAL AU PHOSPHORE.....	46
II.1 Effets du phosphore sur les rendements.....	47
II.1.1. Site de Farako-bâ.....	47
II.1.2. Site de Houndé.....	49
II.2 Relation entre les rendements et les doses de fumures.....	50
II.3 Conclusion.....	52
III. REPONSE DU RIZ PLUVIAL AU POTASSIUM.....	52
III.1 Effets du potassium sur les rendements du riz.....	52
III.1.1. Site de Farako-bâ.....	52
III.1.2. Site de Houndé.....	55
III.2 Relation entre les doses de potassium et les rendements.....	56
III.3 Conclusion.....	58
IV. REPONSE DU RIZ PLUVIAL AU ZINC.....	58
IV.1 Effets du Zinc sur les rendements du riz.....	58
IV.2 Relation entre les rendements et les doses de zinc à Farako-bâ.....	61
IV.3 Conclusion.....	61
 B. PROPOSITION DE FORMULES DE FUMURES D'ENGRAIS POUR LE RIZ PLUVIAL	
1. Les propositions de formules de fumures d'engrais.....	62
1.1. Formules de fumures d'engrais à Farako-bâ.....	64
1.2. Formules de fumures d'engrais à Houndé.....	65
CONCLUSION GENERALE.....	67

BIBLIOGRAPHIE.....	69
ANNEXES.....	73

REMERCIEMENTS

La réalisation de la présente étude a nécessité la contribution de personnes physiques et morales, sans lesquelles, nous avouons ne pas être en mesure de concrétiser cette étude. Il nous est agréable de remercier vivement et particulièrement messieurs:

TRAORE SEYDOU, le Chef du centre régional de recherches agronomiques de FARAKO-BA, de m'avoir accepté comme stagiaire.

BADO.B. VINCENT, mon maître de stage et coordonnateur du programme ESFIMA, pour la proposition du thème, de sa constante disponibilité et particulièrement pour ses conseils durant la période du stage.

BACYE BERNARD, mon directeur de mémoire pour ses encouragements et ses conseils à la confection du mémoire.

A monsieur **KAMBIRE HYACINTHE** Chercheur ESFIMA, pour son assistance matériel et scientifique tout au long de ce travail.

A monsieur **SEGDA ZACHARIE**, chercheur à ESFIMA, pour ses conseils et sa sympathie.

A madame **SANOU**, pour la mise en forme

Mes remerciements vont aussi à ceux, qui sur le terrain m'ont apportés une aide précieuse dans la mise en place des essais et son suivi. Ainsi mes intentions vont aux personnels du programme ESFIMA, plus particulièrement à messieurs les techniciens, **NAGALO.B.MARCEL** et **TRAORE TIEKOURA**.

Je remercie mes parents, la famille **TAPSOBA** et **NACOUлма** pour le le soutien moral et financier qu'ils m'ont témoigné, tout au long de mon cycle scolaire et universitaire.

Je remercie également tous mes amis (es) qui par leurs soutiens morales ont contribué à la réussite de ce mémoire.

Que tous ceux dont les noms n'ont été cités, trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

ABREVIATIONS

A.D.R.A.O:	Association du développement de la riziculture en l'Afrique de l'ouest.
C.R.R.A:	Centre régional de recherches agricoles.
C.E.R.C.I:	Centre d'études de la riziculture et des cultures irriguées.
E.S.F.I.M.A:	Eau, Sol, Fertilisation, Irrigation et Machinisme Agricole.
F.A.O:	United Nations Food and agriculture organization
I.D.R :	Institut de développement rural.
I.R.A.T:	Institut de recherches en agronomie tropical.
I.N.E.R.A:	Institut de l'environnement et de recherches agricoles.
R.S.P:	Recherche sur les systèmes de production.
A.F.E.Q:	Association des Fabricants d'Engrais du Québec.
STATITCF:	Statistiques de l'institut des Céréales et du Fourrages.
HND:	Houndé
FKB:	Farako-bâ

LISTE DES TABLEAUX

	pages
Tableau 1 : Anciens et nouveaux noms des variétés de riz pluvial vulgarisées.....	9.
Tableau 2 : Dates favorables aux semis du riz pluvial.....	11
Tableau 3 : Fumure vulgarisée sur le riz pluvial et équivalent en éléments fertilisants..	14
Tableau 4 : Caractéristiques pluviométriques de la région Ouest.....	22
Tableau 5 : Caractéristiques physico-chimiques du sol du site de Farako-bâ.....	28
Tableau 6 : Dose d'éléments N, P, K et Zn appliquées par traitement et par site en kg/ha.....	31
Tableau 7 : Effets des doses croissantes d'azote sur les rendements et composantes de rendements du riz pluvial à Farako-bâ.....	37
Tableau 8 : Effets des doses croissantes d'azote sur les rendements du riz pluvial à Houndé.....	40
Tableau 9 : Doses d'azote calculées par les fonctions de production et doses estimées par le modèle LRP selon les sites.....	42
Tableau 10: Effets des doses croissantes de phosphore sur les rendements et composantes de rendements du riz pluvial à Farako-bâ.....	47
Tableau 11: Effets des doses croissantes de phosphore sur les rendements du riz pluvial à Houndé.....	49.
Tableau 12: Effets des doses croissantes de potassium sur les rendements et composantes de rendements du riz pluvial à Farako-bâ.....	53
Tableau 13: Effets des doses croissantes de potassium sur les rendements du riz pluvial à Houndé.....	55
Tableau 14: Effets des doses croissantes de Zinc sur les rendements et composantes de rendements du riz pluvial à Farako-bâ.....	59
Tableau 15: Recommandations de doses d'éléments fertilisants pour le riz pluvial à Farako-bâ.....	63
Tableau 16: Recommandations de doses d'éléments fertilisants pour le riz pluvial à Houndé.....	63

LISTE DES FIGURES

	pages
Figure 1 : Répartition des zones agroécologiques adaptées à la culture du riz pluvial.....	9
Figure 2 : Pluviométrie mensuelle à la station de Farako-bâ 1996.....	25
Figure 3 : Evolution de la pluviométrie mensuelle à Houndé 1996.....	25
Figure 4 : Evolution de la température et de l'évaporation à Farako-bâ.....	26
Figure 5 : Pluviométrie des cinq dernières années à Farako-bâ.....	26
Figure 6 : Effet des doses d'azote sur les rendements à Farako-bâ.....	39
Figure 7 : Effets des doses croissantes d'azote sur les rendements à Houndé.....	39
Figure 8 : Effets des doses d'azote sur les rendements du riz pluvial à Farako-bâ.....	43
Figure 9 : Effets des doses d'azote sur les rendements du riz pluvial Houndé.....	43
Figure 10 : Effets des doses d'azote sur le rendement du riz pluvial (en % du rendement maximum) à Farako-bâ.....	45
Figure 11 : Effets des doses d'azote sur le rendement du riz pluvial (en % du rendement maximum) à Houndé.....	45
Figure 12 : Effets du phosphore sur les rendements du riz pluvial à Farako-bâ.....	48
Figure 13 : Evolution des rendements en fonction des doses de phosphore à Houndé.....	48
Figure 14 : Effets des doses de phosphore sur les rendements du riz pluvial à Houndé.....	51
Figure 15 : Effets du potassium sur les rendements du riz pluvial à Farako-bâ.....	54
Figure 17 : Effets des doses de potassium sur les rendements du riz pluvial à houndé.....	57
Figure 18 : Effets des doses de zinc sur les rendements à Farako-bâ.....	60

RESUME

Le nombre restreint d'études sur la fertilisation en riziculture pluviale et le coût élevé des intrants ont été des freins à une valorisation du riz pluvial au Burkina Faso. De ce fait une meilleure connaissance des besoins nutritionnels du riz pluvial et une proposition de formules économiques d'engrais ont fait l'objet d'étude à Farako-bâ et à Houndé.

Les besoins nutritionnels du riz pluvial sont influencés par les conditions pédo-climatiques des zones et du potentiel de fertilité de départ des sols. Des méthodes de détermination des besoins en éléments nutritifs ont permis d'étudier les doses d'engrais pour la fertilisation du riz pluvial.

La rentabilité économique de l'engrais sur le riz pluvial a été le critère fondamental utilisé dans cette étude. Ainsi, les doses économiquement rentables ont été déterminées en utilisant les engrais, les plus couramment vendus au Burkina.

Pour une fertilisation économique du riz pluvial, les formules d'engrais suivantes ont été calculées. Sur le site de Farako-bâ, un apport de 140 kg/ha NPK au semis et 50 kg/ha d'UREE à l'initiation paniculaire., ou un apport de 55 kg/ha d'UREE , 120 kg/ha de Burkinaphosphate au semis et 40 kg/ha d'UREE à l'initiation paniculaire.

Sur le site de Houndé, la fertilisation nécessiterait un apport de 140 kg/ha de NPK et 30 kg/ha d'UREE au semis et 50 kg/ha d'UREE à l'initiation paniculaire ou 75 kg/ha kg/ha d'UREE, 120 kg/ha de Burkinaphosphate au semis et 50 kg/ha d'UREE à l'initiation paniculaire.

Un apport de 5 kg/ha d'oxyde de Zinc serait bénéfique pour compléter ces formules d'engrais.

mots-clé: riz pluvial, engrais, azote-phosphore-potassium-zinc, formules économique, Burkina faso.

INTRODUCTION GENERALE

Le riz occupe la quatrième place parmi les céréales cultivées au BURKINA FASO, tant du point de vue des superficies que de la production.

La consommation de riz est en progression de 1,5% par an au cours de ces 30 dernières années. Cet accroissement de la demande en riz est dû principalement à l'augmentation rapide de la population urbaine grande consommatrice de riz. Entre 1960 et 1994, la consommation de riz par habitant et par an est passée de 4,5 kg à 18 kg (GBIKPI, 1996). La production nationale est loin de suivre cette évolution. Le taux d'autosuffisance en riz est passé de 86,17% en 1974 à 45% en 1994 (GBIKPI, 1996).

Il est donc impératif pour le Burkina Faso d'accroître la production nationale en cette céréale pour enrayer la sortie des devises due à l'importation de riz.

La riziculture irriguée engendre des coûts d'aménagement élevés. A titre d'exemple: l'aménagement d'un périmètre en 1994 coûtait 8,5 millions cfa/ha (BRIAO, 1996). En plus, le coût de l'énergie et la très forte consommation en eau de la riziculture irriguée constituent des contraintes au développement de ce type de riziculture.

La riziculture pluviale constitue une alternative intéressante pour contribuer à l'augmentation de la production de riz. En effet elle occupait 2000 ha en 1987 avec un rendement de 800kg/ha (DEMBELE, 1988). En 1993 sa superficie était de 2500 ha soit 9,5% de la superficie rizicole.

La riziculture pluviale comme toute culture pluviale est sujette à des contraintes qui entravent l'augmentation de sa production. Parmi ces contraintes, les conditions climatiques et édaphique jouent un rôle prépondérant.

La plupart des sols au Burkina Faso, comme l'ont déjà souligné beaucoup d'auteurs, présente des caractéristiques chimiques défavorables. Ils sont carencés en certains éléments de base avec de faibles teneurs en matière organique. (SEDOGO, 1981; SIVAKUMAR & GNOUMOU, 1987; DAKOUO, 1990).

Or il est acquis que l'augmentation de la production agricole est liée en grande partie à la fertilisation (GACHON, 1975). Même si les engrais sont nécessaires à l'augmentation de la production, il ne suffit pas non plus d'employer beaucoup d'engrais pour réussir en agriculture.

Etant donné l'augmentation croissante du prix des engrais, il faut une utilisation rationnelle des engrais pour générer un profit optimum. Il convient de n'apporter au sol que les éléments fertilisants nécessaires au bon développement de la plante (GACHON, 1975). L'ingéniosité de l'apport en fertilisants, est liée à une excellente connaissance des éléments nutritifs appropriés au bon développement de la plante (DO CAO, 1983).

C'est ainsi que l'IN.E.R.A a mené des recherches sur les besoins nutritionnels du riz pluvial en relation avec les caractéristiques du sol.

Ces recherches ont abouti à des acquis permettant de mieux appréhender les besoins nutritionnels du riz pluvial (SAWADOGO, 1982; NACRO, 1987; BADO, 1991; NEBIE, 1992; SEGDA, 1995).

En plus de l'évolution de la fertilité du sol avec le temps, il apparaît nécessaire d'une part d'orienter les recherches sur des éléments non encore étudiés comme les oligo-éléments et si possible de réajuster les doses s'il y a lieu en fonction des nouvelles variétés et de la fertilité du sol.

La présente étude intitulée " Contribution à l'étude des besoins nutritifs du riz pluvial dans la zone ouest du Burkina faso" s'inscrit dans ce contexte avec pour objectif:

- * d'évaluer les réponses du riz pluvial aux éléments nutritifs N, P, K et Zn;
- * d'élaborer une formule d'engrais la plus économique possible pour la culture du riz pluvial.

Ce travail sera présenté selon le plan suivant:

- * Une première partie sera consacrée à une revue bibliographique sur les acquis de la recherche Burkinabé sur les variétés sélectionnées, les zones de culture et les techniques culturales adaptées au riz pluvial;
- * Une deuxième partie présentera les généralités sur la zone d'étude, les matériels et la méthodologie employée;
- * Une troisième partie présentera les résultats.

Première PARTIE

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE
SUR LES ACQUIS DE RECHERCHES
BURKINABE EN RIZICULTURE PLUVIALE

INTRODUCTION

Plusieurs organismes de recherches comme le CERCI, l'IRAT, l'ADRAO et l'INERA ont mené des travaux dans le but de mettre au point des paquets technologiques pour l'accroissement de la production du riz.

Les domaines explorés sont:

- l'amélioration variétale dans le but de sélectionner des variétés à haut rendement et adaptées aux conditions climatiques du Burkina Faso;
- la défense des cultures;
- les techniques culturales.

Au vue des nombreux résultats acquis, il paraît opportun de faire une synthèse-bilan de ces acquis, afin de mieux orienter les recherches dans l'avenir.

La présente synthèse examinera :

- 1) la zone climatique favorable à la culture du riz pluvial au Burkina Faso;
- 2) les variétés mises au point et leurs caractéristiques spécifiques;
- 3) les techniques agronomiques de production du riz pluvial.

I. LA RIZICULTURE PLUVIALE : DEFINITION

Les conditions naturelles du Burkina, permettent la pratique de trois types de riziculture: la riziculture irriguée, la riziculture de bas-fond et la riziculture pluviale.

La riziculture pluviale est une culture dont l'alimentation hydrique est exclusivement assurée par les pluies. Ainsi donc le riz pluvial accomplit entièrement son cycle cultural grâce à l'eau de pluie.

Selon DEMBELE (1988), la spécificité de la riziculture pluviale apparaît au niveau de la faiblesse des investissements qu'il exige: besoins en eau limités; absence d'aménagement particulier et possibilité d'extension des superficies cultivées.

II. LES VARIETES DE RIZ PLUVIAL.

Après plusieurs années de recherches sur les variétés de riz pluvial adaptées aux conditions climatiques du Burkina Faso, trois variétés ont été retenues et proposées à la vulgarisation. Il s'agit de:

- la variété **Dourado précoce**, originaire du Brésil et introduite au Burkina en 1970. Elle a un cycle de 90 jours et une hauteur de 140 cm. Elle a une faible réponse à l'azote. Elle est à la fois sensible à la pyriculariose du cou et à la verse. C'est un riz de bonne qualité avec un potentiel de rendement de 3 tonnes/ha (SIE, 1981; 1984; TRAN, 1984)

- la variété **IRAT 144**: Cette variété est issue du croisement entre l'IRAT 10 et IRAT 13. Elle a un cycle végétatif de 100 jours et une hauteur de 120 cm. La variété répond bien à l'azote et est

tolérante aux maladies cryptogamiques. Elle a une bonne résistance à la verse et à l'égrenage. C'est un riz de qualité acceptable avec des grains gros et longs et un potentiel de rendement variant de 3 à 4 tonnes/ha (SIE, 1981; 1984; TRAN, 1984).

- la variété **IRAT 147**: Elle est issue du croisement entre DOURADO PRECOCE et IRAT 13. Son cycle végétatif est de 90 jours avec une hauteur de 107 cm. Elle répond bien à l'azote, mais elle est sensible à la verse. La variété a une bonne tolérance aux maladies cryptogamiques. C'est un riz de meilleur qualité, de grains gros et longs avec un potentiel de rendement de 3 à 4 tonnes/ha (SIE, 1981; 1984; TRAN, 1984).

De nos jours et cela depuis 1989, la variété de riz pluvial la plus vulgarisée et la plus appréciée est le FKR 33.

- la variété **FKR 33** (1195-5-2) est une variété améliorée issue du croisement FKR 7 X FKR 3. Son cycle semis-maturité est de 96 jours; La plante a une hauteur de 120 cm; son potentiel de rendements est de 3-4 tonnes/ha. La FKR 33 présente une bonne réponse à l'azote; une résistance moyenne à la verse et à la pyriculariose.

A partir de 1990, l'INERA a harmonisé la nomination des variétés. Le sigle F.K.R en référence au programme riz de l'INERA basé à Farako-bâ a été utilisé pour nommer les variétés de riz.

Les anciens et nouveaux noms des variétés de riz pluvial sont présentés sur le tableau 1.

Tableau 1 : Anciens et nouveaux noms des variétés de riz pluvial vulgarisées au Burkina Faso.

Anciens noms	Nouveaux noms
Dourado précoce	FKR 1
IRAT 10	FKR 3
IRAT 144	FKR 5
IRAT 112	FKR 7
IRAT 146 R	FKR 9
IRAT 146 B	FKR 11
IRAT 147	FKR 13
ROK 16	FKR 15
ITA 150	FKR 17
TOX 728-1	FKR 19*
ITA 257	FKR 21
DJ 12-539-9	FKR 23
DJ 11-509	FKR 25
1215-5-5	FKR 27
1215-1-5	FKR 29
1083-1-1	FKR 31
1195-5-2	FKR 33
TOX 1011-4-ac	FKR 39

source: Rapport annuel INERA/programme riz, 1994

III. TECHNIQUES AGRONOMIQUES DE PRODUCTION DU RIZ PLUVIAL

Les techniques agronomiques visent l'accroissement de la productivité des variétés. Les dates, les doses, densités de semis, et les techniques de fertilisation ont été étudiées.

III.1. DOSE ET DENSITE DE SEMIS

La dose et la densité de semis sont des paramètres contribuant à l'expression du potentiel de productivité des variétés. Des études ont été menées dans le but de déterminer une dose optimale de semis et la densité adéquate. Ainsi pour TRAN. (1984); SAWADOGO & SIE (1984); SEGDA & NEBIE (1994), la dose de semis recommandée fluctue entre 70 et 80 kg/ha de semence pour la riziculture pluviale.

De même qu'en riziculture pluviale le semis en lignes continues aux écartements de 0,25m entre les lignes, ou en poquet aux écartements de 0,25m entre les lignes et entre les poquets sont recommandés.

III.2. ZONAGE AGRO-CLIMATIQUE ET DATE DE SEMIS DU RIZ PLUVIAL

La zone d'adaptation du riz pluvial est déterminée d'une part par la pluviosité totale annuelle, c'est ainsi que les aires de vocation du riz pluvial sont situées au dessus de l'isohyète 800 mm et d'autre part par la nature du sol.

La figure 1 représente les domaines de recommandation de la culture du riz pluvial. Les différentes potentialités de la culture du riz pluvial sont fonction des caractéristiques pédologiques et de l'aptitude des terres. Les dates favorables de semis du riz pluvial selon les sites sont présentés dans le tableau 2.

Figure 1 : Zones de recommandations du riz pluvial (Sankara *et al.*, 1993)

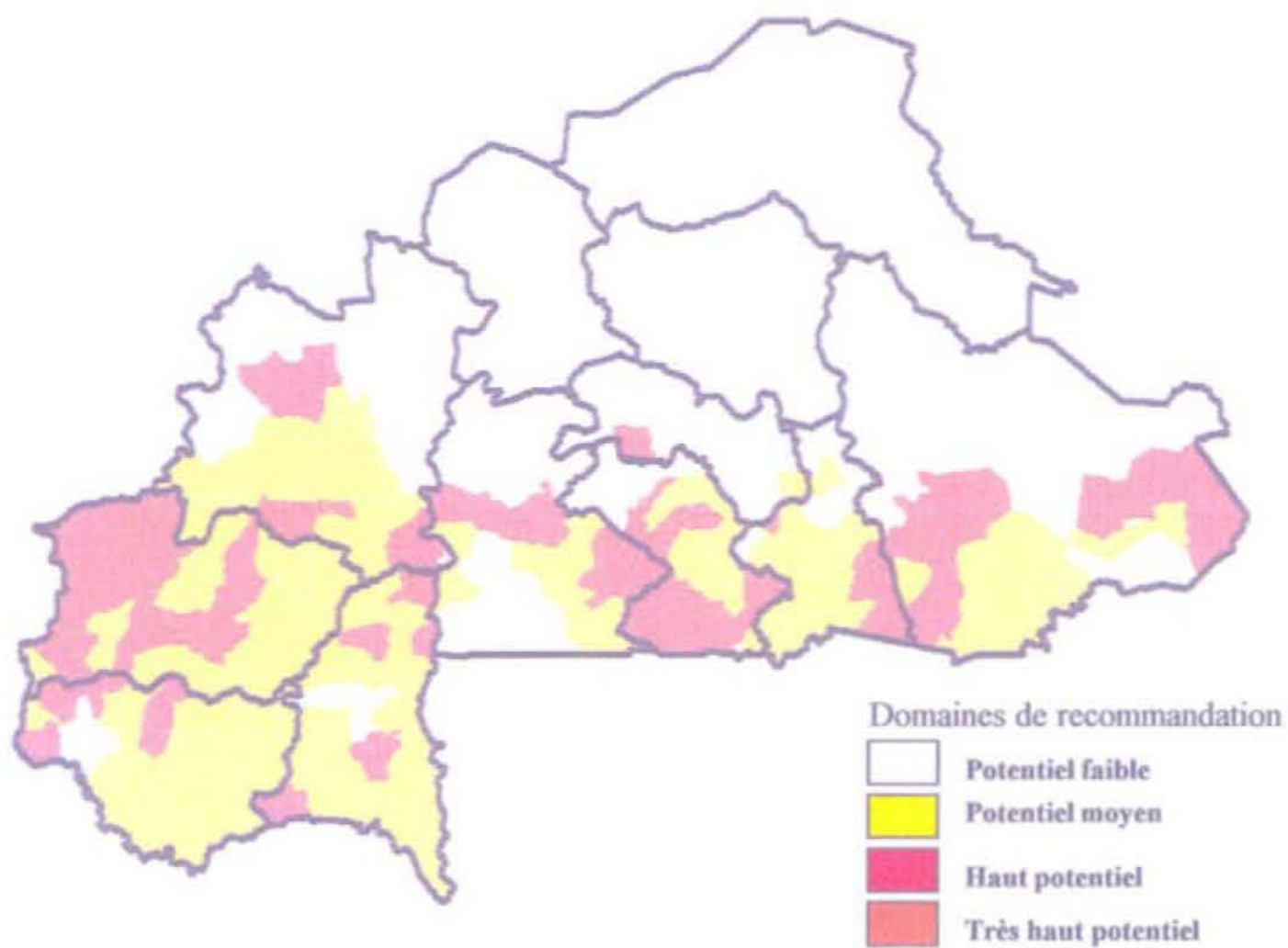


Figure 1 : Zones de recommandations du riz pluvial (Sankara *et al.*, 1993)

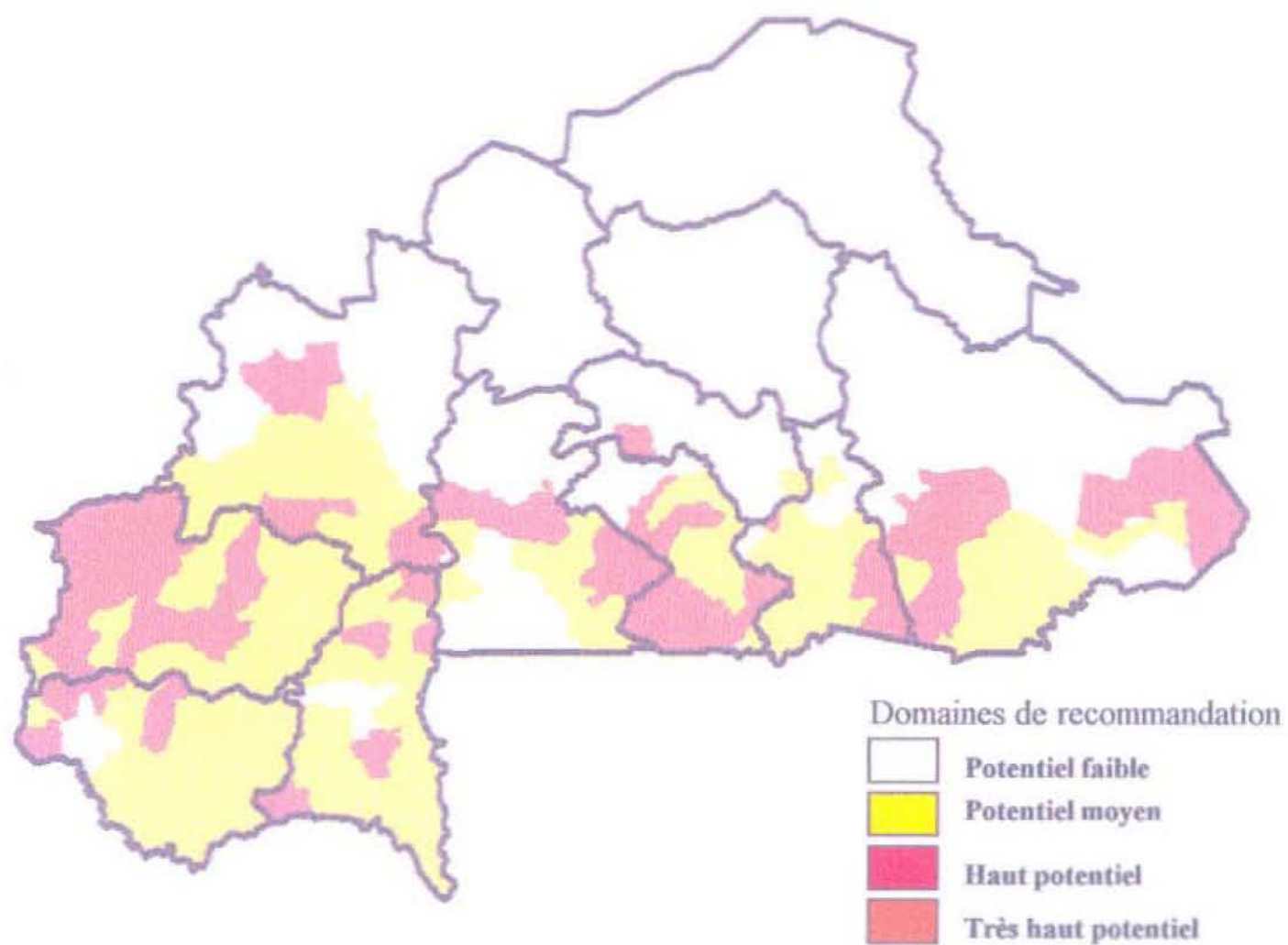


Tableau 2: Dates favorables aux semis du riz pluvial sur quelques sites.

REGIONS	Cycle du riz pluvial	
	95jours	110jours
BATIE	-	20/6-15/7
BOBO-DIOULASSO	15/6-15/7	15-25/6
BOROMO	-	15/6-15/7
DEDOUGOU	30/6-10/7	15/6-10/7
DIAPAGA	15-25/6	-
DIEBOUGOU	25/6-10/7	20-25/6
FADA N'GOURMA	30/6-15/7	5/6-15/7
KANTCHARI	30/6-15/7	-
KOUELA	30/6-10/7	-
LEO	25/6-20/7	15-25/7
NIANGOLOKO	25/6-15/7	5/6-25/7
OUARGAYE	30/6-15/7	-
ORODARA	15/6-15/7	15-25/6
PAMA	30/6-20/7	-
PO	-	15/6-5/7
TENKODOGO	25/6-10/7	-

Source: adapté du rapport INERA/Programme riz, 1994.

Les dates de semis du riz pluvial se situent globalement entre le 15 juin et le 20 juillet. Il est donc déconseillé de faire du semis en dehors de cette période.

III.3. LUTTE CONTRE LES ADVENTICES

La lutte contre les mauvaises herbes est essentiellement réalisée par le désherbage manuel ou à l'aide des herbicides.

Les produits herbicides recommandés par l'INERA sont:

- Bentazon (Basagran PL2) à la dose de 6 litres/ha
- Propanil (Stam F34) à la dose de 10 litres/ha
- Tamariz ordinaire à la dose de 10 litres/ha
- Ronstard à la dose de 4 litres/ha
- Primagran
- Rical

Ces produits ont montré leur efficacité et leur faible phytotoxicité. Deux à trois sarclages durant le cycle du riz sont recommandés en cas de désherbage manuel. Le labour est conseillé une semaine avant la date de semis.

IV. FERTILISATION

IV.1. PREMIERES PROPOSITIONS DE FUMURE POUR LE RIZ PLUVIAL.

Les premiers travaux sur les besoins nutritifs du riz pluvial ont été effectués par l'IRAT dans les années 70. Ils ont abouti aux recommandations suivantes:

en système simple

- au semis : 100 kg/ha d'engrais coton (14-23-14-6S-1B)
- au tallage : 50 kg/ha d'urée

en système intensif

- au semis : 100 kg/ha mélange coton et 50 kg/ha de chlorure de potassium.
- au tallage : 100 kg/ha d'urée.

Selon ces recommandations le nombre d'unités fertilisantes les diverses fumures apportées pour la culture du riz pluvial est résumé sur le tableau 3:

Tableau 3: Fumure vulgarisée sur le riz pluvial et équivalent en éléments fertilisants.

Fumure kg/ha	N	P	K	S	B ₂ O ₃
100 kg/ha "mélange coton" + 50 kg/ha d'urée:	37	23	14	6	1
100 kg/ha "mélange coton" + 50 kg/ha de Kcl et 100 kg/ha d'urée:	60	23	44	6	1

Source: Rapport IRAT-HAUTE VOLTA, 1980

IV.2. ETUDE DE LA REPONSE DU RIZ PLUVIAL AUX ELEMENTS NUTRITIFS.

Dans l'optique d'une gestion économique des engrais, de nombreux travaux ont été réalisés par le CERCRI pour déterminer les besoins du riz en chacun des éléments nutritifs. Les travaux ont consisté en des essais de doses d'éléments nutritifs pour évaluer leur influence sur le rendement du riz pluvial.

IV.2.1. L'AZOTE.

L'azote est un élément important dans la croissance des plantes. Il est absorbé surtout sous forme de nitrate (NO₃⁻) par le riz pluvial. L'azote donne une coloration vert-sombre aux parties des plantes comme une composante de la chlorophylle, stimule la croissance rapide en augmentant la hauteur et le nombre de talle.

L'azote augmente la taille des feuilles, des grains, le nombre d'épillets par panicule, le pourcentage d'épillets remplis dans les panicules, la teneur des grains en protéine (DOBELMANN, 1976).

La carence entraîne un rabougrissement, un nombre limité des talles, des jaunissements des feuilles etc... L'azote est un facteur essentiel du rendement.

Des courbes de réponse à l'azote ont été établies pour les différentes variétés proposées à la vulgarisation et sur différents types de sol depuis 1981. Ces études ont mis en exergue l'importance des caractéristiques pédo-climatiques sur la réponse à l'azote.

D'une dose optimale de 37 kgN/ha préconisée avant 1980 (IRAT-Haute volta, 1980) elle atteint le maximum de nos jours de 60 kgN/ha. Cela met en évidence une grande variation des besoins du riz liée à la fertilité du sol utilisé.

Des courbes de réponse, il ressort les points saillants suivants (SAWADOGO, 1984; TRAN, 1984; BADO, 1991) :

- les apports des doses d'azote ont des effets significatifs sur les rendements.
- les doses croissantes d'azote entraînent une augmentation exponentielle des rendements pour atteindre un optimum.
- les fortes doses ont des effets dépressifs sur les rendements et provoquent une verse importante.
- les doses optimales d'azote déterminées, fluctuent entre 37 et 60 kgN/ha.

Selon SAWADOGO (1984), pour une meilleure utilisation des doses optimales, le mode de fractionnement 2/3 de l'azote total au semis et 1/3 à l'initiation paniculaire est conseillé.

IV.2.2. LE PHOSPHORE.

Le phosphore influence la croissance, joue un rôle important dans le métabolisme de l'énergie et contrôle le processus enzymatique (ADRAO, 1995).

Il stimule le développement racinaire. Il favorise la floraison et la maturation précoce des grains. Le phosphore favorise un tallage plus actif, stimule un bon développement des grains et confère une plus grande valeur alimentaire.

L'insuffisance du phosphore se manifeste par une limitation du nombre de talles et le rabougrissement des plantes. Sa carence se traduit par une décoloration des feuilles âgées et une formation réduite des grains.

Le phosphore est l'un des éléments nutritifs qui a bénéficié d'une attention particulière en matière de fertilisation du riz pluvial à cause de la carence de nos sols en cet élément.

Des études ont été menées avec différentes sources de phosphore et concernaient la détermination de doses optimales de phosphore pour une production à la fois optimale et économique. De ces études, nous retiendrons les points suivants:

La réponse à la fumure phosphatée varie en fonction des caractéristiques des sols et du type d'engrais phosphaté utilisé.

*

* phosphate soluble

Selon un certains nombre d'auteurs (SAWADOGO & SIE, 1982; SAWADOGO, 1984; BADO, 1991; BADO & al., 1991), le phosphate soluble en raison de sa forte solubilité a une action rapide et les doses de phosphates solubles ont des effets très significatifs sur les rendements;

- à faible dose le phosphate soluble est presque totalement fixé par le sol expliquant ainsi son efficacité limitée;
- Il n'y a pas d'arrière-effets avec le phosphate soluble, dû à la fixation par le sol du phosphore non absorbé par la plante;
- Les rendements augmentent avec les doses de phosphate soluble pour atteindre un optimum;
- les doses optimales varient entre 50 et 90 kg P_2O_5 /ha.

* Efficacité du phosphate naturel ou Burkinaphosphate sur le riz pluvial.

Selon ces mêmes auteurs (SAWADOGO & SIE, 1982; SAWADOGO, 1984; BADO & al., 1991; BADO, 1991), le phosphate naturel compte tenu de sa faible solubilisation a un effet faible sur les rendements du riz en première année.

D'après BADO (1991), le Burkina phosphate à doses faibles (30 kg P_2O_5 /ha par exemple) donne des rendements peu différent du témoin et à dose intermédiaire (60 kg P_2O_5 /ha) il améliore l'absorption des éléments secondaires et oligo-éléments.

Les recherches menées par BADO (1991); BADO & al (1991); SAWADOGO (1984) permettent d'affirmer que les doses optimales de phosphate naturel fluctuent entre 60 et 100 kg P_2O_5 /ha.

D'après BADO (1991) et OUEDRAOGO (1990), on peut aussi appliquer comme fumure de fond les doses optimales de 300 kg/ha de Burkinaphosphate en première campagne et 250 kg/ha les années suivantes.

Pour SAWADOGO.(1984) et TRAN.(1984), quand on incorpore du soufre au phosphate naturel, il devient aussi efficace que le phosphate soluble.

Il ressort de toutes ces études que le phosphate naturel a un effet indéniable sur les rendements du riz pluvial. La dose optimale de phosphate soluble conseillée est de 60 kg P_2O_5 /ha soit 250 kg/ha de Burkinaphosphate.

La solubilisation progressive du phosphate naturel permet à la plante, une utilisation au cours des années. Le phosphate naturel est économiquement plus rentable et mérite d'être utilisé comme source alternative pour satisfaire les exigences en phosphore dans la fertilisation du riz pluvial.

IV.2.3. LE POTASSIUM

Pour PREVEL & al (1985), le principal rôle du potassium est celui de stimulateur de plusieurs enzymes. Il contrôle l'eau dans les cellules des plantes, la perte par transpiration et augmente la résistance aux maladies.

Le potassium favorise le tallage, augmente la taille et le poids des grains. Il augmente la réponse au phosphore, joue un rôle important dans les processus physiologiques de la plante (ADRAO, 1995).

Les résistances aux maladies, à la pyriculariose et à l'helminthosporiose sont favorisées par la présence du potassium.

Sa carence se manifeste par un rabougrissement, un tallage légèrement réduit et un jaunissement. La taille et le poids réduit des grains sont aussi des symptômes de carence. Le potassium a aussi une considération particulière à cause de son antagonisme et de son interaction avec les autres éléments majeurs.

Contrairement aux autres éléments nutritifs (N et P), il y a eu très peu de travaux sur la nutrition potassique du riz pluvial au Burkina Faso. Des résultats des quelques essais menés par SAWADOGO (1983; 1984) il ressort que:

- le potassium n'a pas d'effet sur la résistance à la verse
- les besoins du riz pluvial en potassium fluctuent entre 40 et 50 kg K₂O/ha.

IV.2.4. LE SOUFRE

Très peu d'essais ont été réalisés sur les besoins du riz pluvial en soufre. Les différentes études sur l'efficacité du soufre sur le riz pluvial, ont permis de mettre en évidence une meilleure contribution de celui-ci dans l'amélioration des rendements. La dose optimale préconisée serait de 7,5 kg Soufre/ha. (BADO & al, 1991).

CONCLUSION

De ces études préliminaires, on peut tirer les conclusions suivantes:

Les variétés sélectionnées sont à cycle court avec des caractères de tolérance aux maladies et une bonne productivité.

La dose de semis de 70 à 80 kg de semences/ha et le mode de semis en lignes continues aux écartements de 0,25m entre les lignes sont appropriés pour la culture du riz pluvial.

Les dates de semis varient globalement entre le 15 juin et le 15 juillet selon les aires de vocation du riz pluvial.

Pour l'azote, il faut entre 37 et 60 kg/ha d'azote pour satisfaire les besoins en azote du riz pluvial. L'azote doit être fractionnée à 2/3 de la dose au semis et 1/3 à l'initiation paniculaire.

Le phosphore a également un effet très positif sur les rendements du riz pluvial. Le phosphate naturel ou Burkinaphosphate est une alternative pour la fertilisation du riz pluvial. Il peut être utilisé à forte dose pour corriger la carence de phosphore à court terme et comme fumure d'entretien à la dose de 250 kg/ha. Le phosphate naturel additionné au soufre minéral a une efficacité analogue au phosphate soluble.

Les doses de 43 kg K_2O /ha et de 7,5 kgS/ha sont satisfaisantes pour couvrir les besoins respectifs en potassium et en soufre du riz pluvial.

Deuxième PARTIE

CARACTERISTIQUES DE LA ZONE
ECOLOGIQUE, DES SITES D'ETUDES
ET METHODE D'ETUDE

I. ZONE ECOLOGIQUE ET SITES D'ETUDE

Les essais ont été conduit dans deux localités de la zone Ouest du BURKINA FASO (Farako-bâ et Hounde), selon une division agro-écologique (RSP/INERA, 1994; TERRIBLE, 1987). Cette zone comporte deux sous zones écologiques.

- * la zone sud soudanienne;
- * la zone soudano-sahélienne.

La zone Ouest est dominée par un climat tropical de type soudano-sahélien.

Il y a une grande variabilité spatio-temporelle, d'une région à l'autre. Les deux principales caractéristiques des précipitations (volume pluviométrique annuel et la durée de la saison des pluies en hivernage) permettent de donner les caractéristiques de la région Ouest (tableau 4).

Tableau 4: Caractéristiques pluviométriques de la région de l'Ouest du Burkina Faso.

ELEMENTS / CLIMAT	NORD SOUDANIEN	SUD SOUDANIEN
Précipitations annuelles	650-1000 mm	1000 mm
Variation des précipitations (%)	20-30	20
Précipitations des mauvaises années (mm/an)	450-800	800
Durée de la saison des pluies (jours)	120-170	170
Début de la saison des pluies	Mi-Fin Mai	Mi-Fin Avril

Source: Rapport RSP/INERA, 1994

La position du front inter-tropical (F.I.T) détermine l'importance du régime des vents. L'humidité relative moyenne de l'air est de 50% avec un maximum de 80% en octobre et un minimum de 18-20% en janvier et février. La température moyenne est de 27°C avec une amplitude thermique annuelle moyenne de 5°C. L'insolation a une moyenne annuelle de huit heures par jours soit environ 2828 heures et l'évaporation moyenne est de 2882 mm (DAKOUO, 1990).

Le site de FARAKO-BA est le siège du C.R.R.A du sud. Il est situé à 10 km au sud-ouest de la ville de Bobo-dioulasso sur l'axe Bobo-Banfora. Ce site a Longitude de 04°20' Ouest, une latitude de 11°06' Nord et une altitude de 405 m. Le site expérimental de HOUNDE situé à 100 km à l'Est de Bobo-dioulasso a une longitude de 03°31' Ouest, une latitude de 11°29' Nord et une altitude de 324 m.

I.1 CLIMAT

Le climat des deux sites est de type sud soudanien (GUINKO, 1984). Celui-ci est caractérisé par deux saisons:

- * une longue saison sèche de novembre à mai
- * une courte saison des pluies de mai à octobre dont le cumul annuel se situe entre 800-1000 mm repartit sur 50 à 90 jours.

La longueur de la saison des pluies varie selon les années. Il y a une forte variabilité dans l'évolution inter-annuelle de la pluviométrie. Sur les cinq dernières années à Farako-bâ la pluviométrie moyenne est de 1018,6 mm (fig: 5).

Sur l'ensemble des sites étudiés, la pluviométrie a été de manière générale déficitaire par rapport à la campagne dernière, si l'on compare la quantité d'eau annuelle enregistrée.

En 1995 la quantité d'eau annuelle était de 1161 mm (figure: 5) contre 1020,3 mm en 1996 à Farako-bâ.

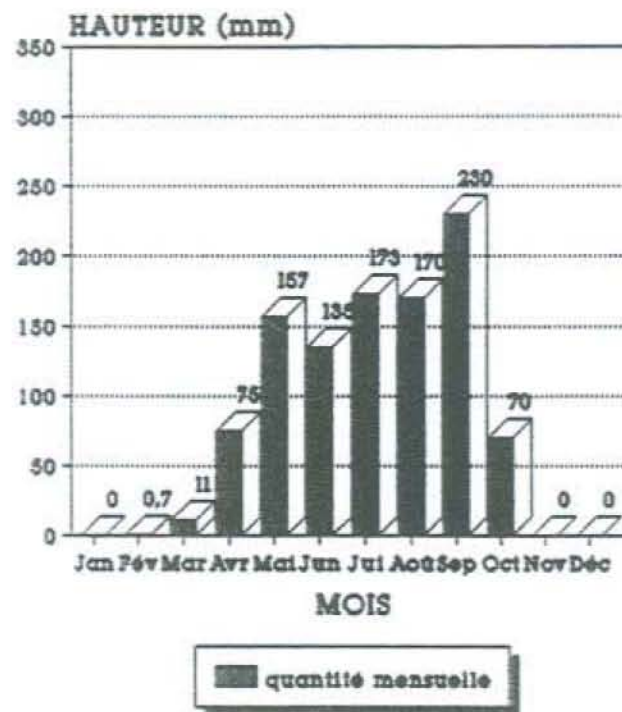
A Houndé l'importante quantité d'eau tombé au mois d'août (300mm) s'est étalée jusqu'au mois de septembre avec un volume de 211mm (figure: 3). Cela a permis au riz d'accomplir correctement son cycle dans les bonnes conditions hydriques.

La répartition des pluies au cours de la saison influence aussi la qualité des récoltes. Cette répartition dans l'espace et dans le temps n'a pas été satisfaisante à Farako-bâ (figure: 2). De nombreux poches de sécheresse ont été constatées au cours des mois de juillet et septembre. Le mois de septembre avec 230mm d'eau reste le mois le plus pluvieux (figure: 2)

La température journalière est d'environ 18°C en période froide et 37°C environ en période la plus chaude (Figure: 4).

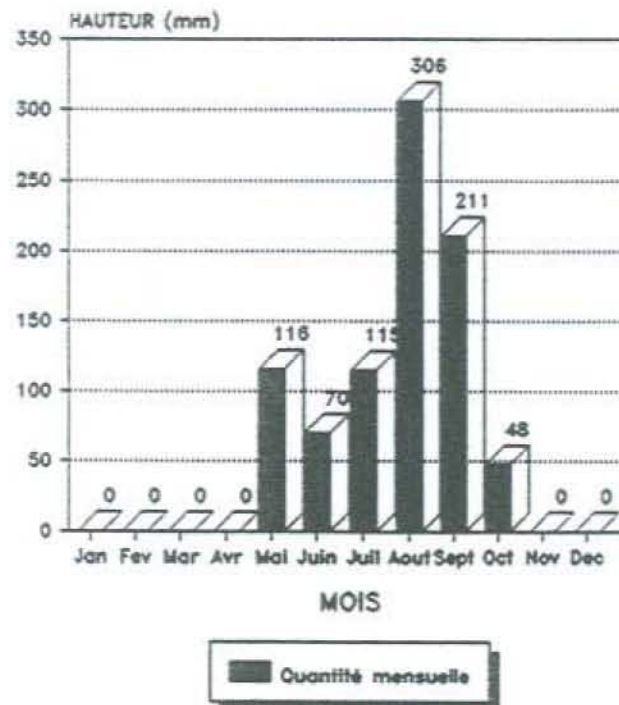
Il y a une forte fluctuation de l'hygrométrie avec plus de 30% au mois d'août alors qu'en Avril, elle baisse jusqu'à 8% selon les années.

fig 2: Pluviométrie mensuelle
à la station de Farako-bâ 1996



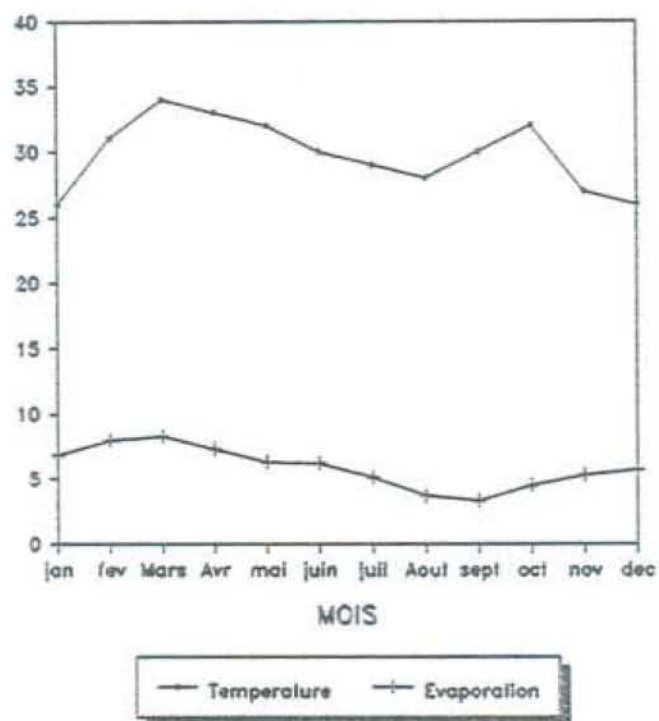
météo/farako-bâ

fig 3: Evolution de la pluviométrie
mensuelle à Hounde 1996



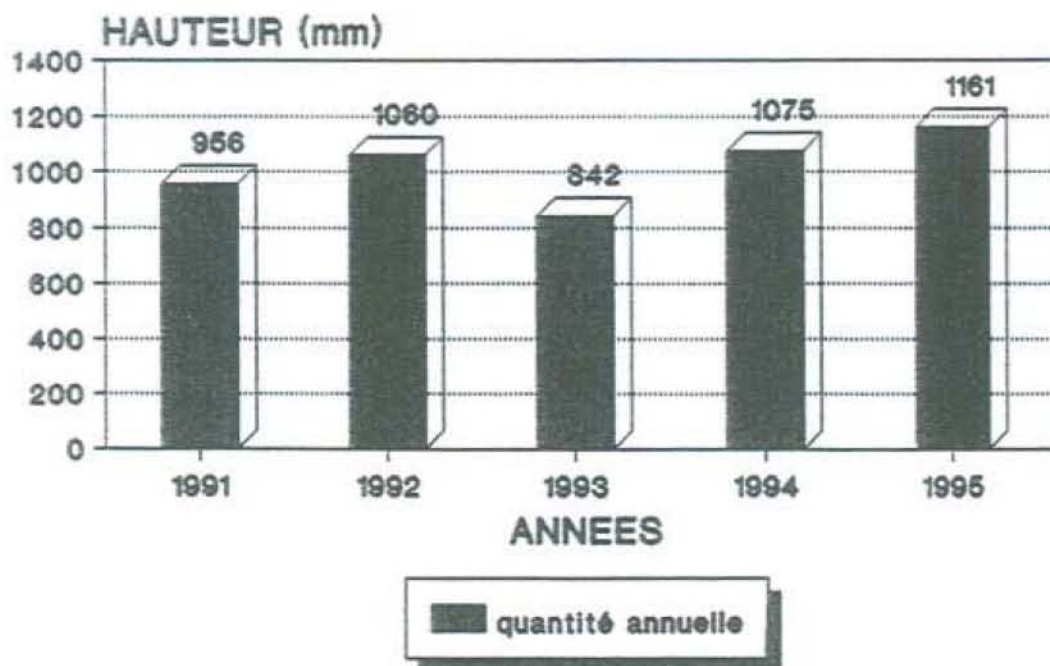
projet STD3

fig 4: Evolution de la température
et de l'évaporation à Farako-bâ 1996



météo/farako-bâ

fig 5: Pluviométrie des cinq
dernières années à Farako-bâ



météo /farako-bâ

I.2 VEGETATION

La description de la végétation du BURKINA-FASO par TERRIBLE (1987), place globalement la région de Bobo-dioulasso et de Houde dans la zone centre et sud. On y rencontre des formations complexes et floristiquement appauvri.

Les formations végétales se composent des principales essences suivantes: *Butyrospermum paradoxum* var. *parkii*; *Parkia biglobosa*; *Detarium microcarpum*; *Piliostigma thonningii*; *Gardenia ternifolia*; *Sclerocarya birrea*.

Le tapis graminéen se compose de *Andropogon* spp; *Pennisetum pedicellatum*; *Eragrostis tremula*.

I.3 LES SOLS

L'Ouest comporte essentiellement des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés et des sols hydromorphes à pseudogley dans les bas-fonds (TERRIBLE, 1987; DAKOUO, 1990)

*Le sol du site de Farako-bâ :

L'essai est implanté sur une jachère de 3 ans. le sol a comme caractéristiques physico-chimiques suivants:

la teneur en matière organique est faible (0,67%); concernant le phosphore assimilable, il est moyen avec (0,05%). La somme des bases échangeables (S) est très faible (0,69 méq/100g de terre); le complexe absorbant (CEC) est très faible (4,28 méq/100g de terre). Il en résulte un taux de saturation faible (16,12 méq/100g de terre) et un pH fortement acide (5,5). le sol est carencé en potassium ($K/T = 0.03$).tableau 5

Tableau 5 : Caractéristiques physico-chimiques des sols des sites de Farako-bâ et de Houndé (0-25cm)

Types d'analyses	Intitulés	Farako-bâ	Houndé
granulométrie	Argiles %	12	17,5
	Limon fin %	14	15,8
	Limon grossier %	16,09	18,1
	Sable grossier %	2,87	18,9
	Texture	LS	LS
Matière Organique	Matière Organique %	0,67	0,57
	Carbone %	0,39	0,33
	Azote %	0,03	0,068
	C/N	13,00	11
Bases échangeables (Még/100g de terre)	Calcium (Ca++)	0,47	1,17
	Magnesium (Mg++)	0,07	1,07
	Potassium (K+)	0,14	0,8
	Sodium (Na+)	0,01	< 0,01
	Sommes des bases échangeables (S)	0,69	3,04
	Capacité d'échange Cationique (T)	4,28	4,10
	Taux de saturation(S/T)	16,12	53,41
	Na/T	0,002	0,002
	K/T	0,03	0,20
	Mg/T	0,016	0,26
	Ca/Mg	6,71	1,09
Fer (ppm)	Fer total	0,53	-
Potassium (ppm)	Potassium total	1,351	-
	Potassium disponible	81,4	-
Phosphore %	Phosphore assimilable	0,05	-
Conductivité	mmhos/cm*0.001	0,03	-
Réaction du sol	pH eau	5,5	6,5
	pH Kcl	3,7	5
	pHeau-pH Kcl	1,8	1,5
Analyses physique	pF2,5	11,5	19,03
	pF3	7,01	11,41
	pF4,2	4,44	7,43
	pF2,5-pF4,2	6,06	11,8
	pF2,5-pF4,2	2,57	3,98

source: DAKOUO, 1990 ; ZERBO, 1995

Le sol du site de Houndé

En relation avec la pauvreté du sol en argile (17,56%) et en matière organique (0,57%); La capacité d'échange cationique (T) est très faible (4,10 méq/100g de terre) et la somme des bases échangeables (S) est également faible (3,04 méq/100g de terre). Le taux de saturation est forte (53,41 méq/100g de terre), la reponse du sol aux caractéristiques physico-chimiques, donnent un pH faiblement acide (6,5).

II. MATERIELS D'ETUDES

II.1. MATERIEL VEGETAL

Le riz pluvial utilisé est la variété FKR 33 (1195-5-2). Il appartient à l'espèce ORYZAE SATIVA du groupe variétal INDICA. La variété FKR 33 est une variété améliorée issue du croisement FKR 7 X FKR 3. Elle fut proposée à la vulgarisation en 1989/90. Son cycle semis-maturité est de 96 jours; La plante a une hauteur de 120 cm; son potentiel de rendements est de 3-4 tonnes/ha. La FKR 33 présente une bonne réponse à l'azote; une résistance moyenne à la verse et à la pyriculariose.

II.2. LA FUMURE

Les engrais utilisés sont:

- l'urée ordinaire à 46% d'azote (N)
- le phosphate supertriple (TSP) à 46% de P_2O_5
- chlorure de potassium à 60% de potasse (K_2O)
- l'oxyde de zinc à 90 % de zinc.

Le zinc est dans l'ordre des éléments nutritifs en terme d'importance, le troisième après l'azote et le phosphore (PARISH & al., 1976). Son étude permettra d'apprécier son effet sur le riz pluvial.

III. METHODOLOGIE

III.1. EXPERIMENTATION AU CHAMP

III.1.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un factoriel incomplet à quatre répétitions et disposées en blocs de Fisher. L'essai de Farako-bâ comporte dix huit traitements et celui de Houndé quatorze traitements (tableau 6). La parcelle élémentaire a une superficie de 15m² (5m x 3m). Le semis est fait en lignes continues et aux écartements de 0,25m entre les lignes.

Le phosphate (TSP) et le potassium (KCl) ont été apportés au semis. L'apport du zinc a été effectué par pulvérisation foliaire. L'azote a été fractionné à la dose de 1/3 au semis et 1/3 un mois après semis, 1/3 deux mois après semis.

Tableau 6 : Dose d'éléments N, P,K et Zn appliquées par traitement et par site en kg/ha

traitements	Site FARAKO-BA (kg/ha)				Site HOUNDE (kg/ha)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	00	00	00	00	00	00	00
2	00	60	30	10	00	60	30
3	40	60	30	10	40	60	30
4	60	60	30	10	60	60	30
5	80	60	30	10	80	60	30
6	100	60	30	10	100	60	30
7	80	00	30	10	80	00	30
8	80	30	30	10	80	30	30
9	80	60	30	10	80	60	30
10	80	90	30	10	80	90	30
11	80	60	00	10	80	60	00
12	80	60	30	10	80	60	30
13	80	60	60	10	80	60	60
14	80	60	30	00	80	60	30
15	80	60	30	05			
16	80	60	30	10			
17	80	60	30	20			
18	100	90	60	20			

III.1.2. Entretien

Les désherbages ont été faits manuellement et à la demande. Trois sarclages ont été effectués au total. L'essai de Farako-bâ a bénéficié d'un traitement au FURADAN contre les termites et au DECIS contre les criquets.

III.1.3. Récolte des données

La récolte a été effectuée sur les huit lignes centrales à la maturité, c'est à dire lorsque les 3/4 supérieur de la panicule présente une coloration jaune. Un écart de 0,5 m par rapport à la bordure a été observé. Ainsi la parcelle utile récoltée est de 9,6m² (4m x 2,4m).

III.1.4. Mesures des paramètres de rendement

Les paramètres mesurés sont les suivants:

- nombres de talles au 60 ième jours après semis;
- nombre de panicules au mètre carré;
- hauteur du plant de riz effectué 10 jours avant la Récolte.
- rendement en paille;
- rendement en paddy;
- poids de 1000 grains.

III.2. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

L'analyse des données a été effectuée avec le logiciel STAT-ITCF.

La séparation des moyennes a été faite par le test de NEWMAN-KEULS lorsque le test de l'analyse de variance était significatif.

III.3. DETERMINATION DES DOSES OPTIMALES D'ENGRAIS

Le but est la Détermination des quantités des divers éléments nutritifs devant être apportés pour atteindre l'optimum de rendements.

Pour cela deux modèles ont été utilisés: le modèle linéaire-plateau (KWANKAI & al., 1984) et le modèle régression. Si le modèle linéaire-plateau se trouve être inadéquate pour la détermination de la dose optimale, le modèle régression est utilisé.

III.3.1. Le principe du modèle linéaire plateau

Le modèle linéaire plateau pour la détermination des doses optimales d'éléments fertilisants a été développé par LIEBIG en 1855.

La réponse de la plante aux doses de fertilisants est caractérisée par une pente linéaire et une ligne horizontale représentant la réponse maximum de la plante (plateau).

L'apport croissant de doses de fertilisants entraîne un accroissement significatif des rendements traduit graphiquement par une pente linéaire.

Au delà d'un certain seuil, l'apport d'unité supplémentaire de fertilisant n'induit pas une augmentation significative des rendements, d'où le plateau.

On trace une droite qui joint le maximum de points possible de la phase croissante des rendements (pente linéaire) et une autre droite horizontale joignant les points du plateau. À partir du point d'intersection des deux droites; on projete une droite perpendiculaire à l'axe des abscisses. Cela permet d'évaluer la dose optimum de fertilisant exigée par la plante.

L'utilisation de cette méthode recommande l'expression des rendements absolus en rendements relatifs.

Le rendements relatif se définit comme étant l'expression des rendements obtenus avec le traitement considéré (sans ou avec apport de fertilisant) par rapport au rendement maximum possible en supposant que les autres facteurs de croissance sont en quantités suffisantes mais non excessives.

Rendement relatif (%) = rendement trait./rendement maximum *100.

III.3.2 Principe des fonctions de productions appliqué aux équations de régressions

La fonction de production exprime une relation entre la quantité du produit obtenu (la récolte) et le niveau de facteur employé (GOMEZ & al., 1984).

Soit : la fonction de production $Y = aX^2 + bX + c$ (1)

c est la constante, le rendement obtenu sans apport d'engrais;

b est le coefficient de la partie linéaire de la courbe;

a est le coefficient de la partie curviligne de la courbe.

avec Y = rendement en kg/ha et X = dose d'engrais apportée.

Le facteur de production X atteint son niveau optimum lorsque

la dérivée de la fonction de production Y par rapport à ce facteur est nulle $dY/dX = 0$

$$dY/dX = 2aX + b = 0 \longrightarrow X = -b/2*a \text{ (dose optimale)} \quad (2)$$

* La relation économique qui en découle s'écrit : $RT = yPy$

ou RT = revenu total et Py = le prix d'une unité du produit.

L'utilisation du facteur de production atteint un niveau optimum lorsque le revenu marginal (R_m) est égal au coût marginal (C_m);

C'est à dire lorsque la dernière unité produite rapporte exactement ce qu'elle a coûté toutes choses étant égales par ailleurs:

$$\text{or } R_m = (R_t)' = Y_m P_y = dRT/dX \quad (Y_m) = dy/dx \text{ productivité marginale}$$

$$C_m = x P_x \text{ or } x=1 \longrightarrow C_m = P_x \text{ (prix du facteur de production).}$$

$$R_m = C_m \text{ d'où } x = ((P_x/P_y)-b)*1/2*a \quad (3)$$

III.4 ELABORATION DES FORMULES DE FUMURES D'ENGRAIS

Les propositions de fumures d'engrais utiliseront les doses d'éléments nutritifs déterminées par les méthodes citées ci-dessus (III.3.1 et III.3.2). Ces doses d'éléments nutritifs seront traduites en doses correspondantes en engrais NPK et UREE d'une part, puis en UREE et Burkinaphosphate d'autre part. Ces engrais étant les plus couramment vendus et disponible au Burkina.

Troisième PARTIE
RESULTATS

A. EFFETS DES ELEMENTS NUTRITIFS SUR LES RENDEMENTS DU RIZ PLUVIAL

I. REPOSE DU RIZ PLUVIAL A L'AZOTE

I.1. EFFETS DE L'AZOTE SUR LES RENDEMENTS ET LES COMPOSANTES DE RENDEMENTS

Les Résultats sur les rendements et l'analyse de variance des essais sont regroupés aux tableau 7 et tableau 8. Les courbes de réponse relatives à la production de grains et de pailles sont représentées sur les graphiques 6 et 7. L'effet des fumures est caractérisé par une nette différence de rendements entre les parcelles fertilisées et les parcelles non fertilisées.

I.1.1 Site de Farako-bâ

Le tableau 7 présente les résultats de l'effet des doses croissantes d'azote sur les rendements et les composantes de rendements.

Tableau 7 : Effets des doses croissantes d'azote sur les rendements et composantes de rendement du riz pluvial à Farako-bâ.

DOSE kg/ha	paddy kg/ha	paille kg/ha	1000 grains (grs)	talle nb/m ²	panicule nb/m ²	haut. cm
Témoin absolu:	365 B	868 B	27,25	189	126	58,75
0 N	597 B	1128 B	27,45	176	140	69,75
40 N	1287 A	1736 A	27,8	171	134	78,25
60 N	1376 A	1788 A	29,23	208	177	80
80 N	1283 A	1606 A	27,43	236	176	81,5
100 N	1626 A	1719 A	26,75	215	185	82,75
C.V (%)	14	12,8	3,8	-	-	-
Signification:	H.S	H.S	N.S			
ppds 5%: (kg/ha)	225	419	-	-	-	-

- les rendements affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de probabilité de 5%.

N.S non significative .S: significative

H.S : hautement significative

L'analyse de variance, nous donne des coefficients de variations acceptable (12 et 14%), d'où une bonne précision des résultats obtenus.

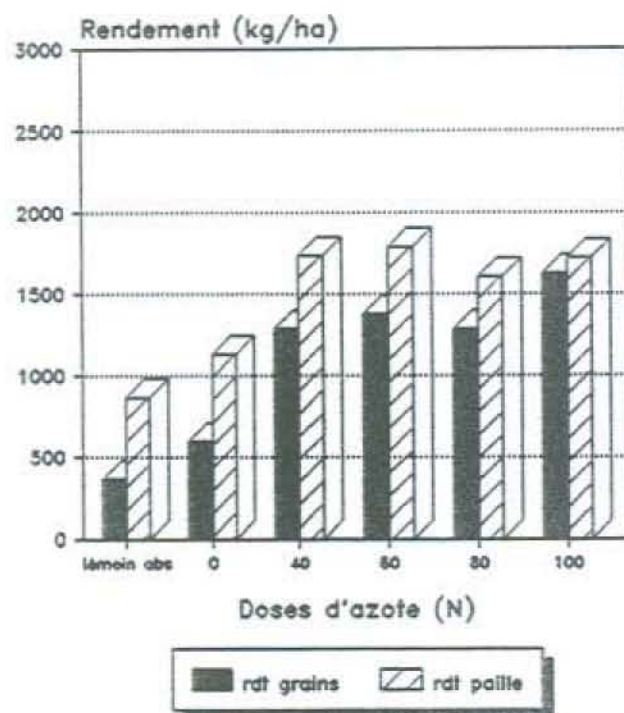
L'effet des traitements est significatif avec des écarts par rapport aux témoins (absolu ou sans azote) très importants (tableau 7). Il en est de même pour la production de paille et de tous les autres composantes du rendement.

L'apport de 40 kgN/ha a entraîné un doublement du rendement paddy et l'accroissement des doses d'azote a entraîné un accroissement du rendement jusqu'à un optimum de 1626 kg/ha pour la dose de 100 kgN/ha. Les doses d'azote n'ont pas d'effet sur le poids de 1000 grains.

Par contre elles induisent un accroissement du tallage, du nombre de panicules. Les fortes doses d'azote favorisent le tallage et le nombre de panicule par m². La hauteur des plantes augmentent corrélativement avec l'accroissement des doses d'azote (tableau 7).

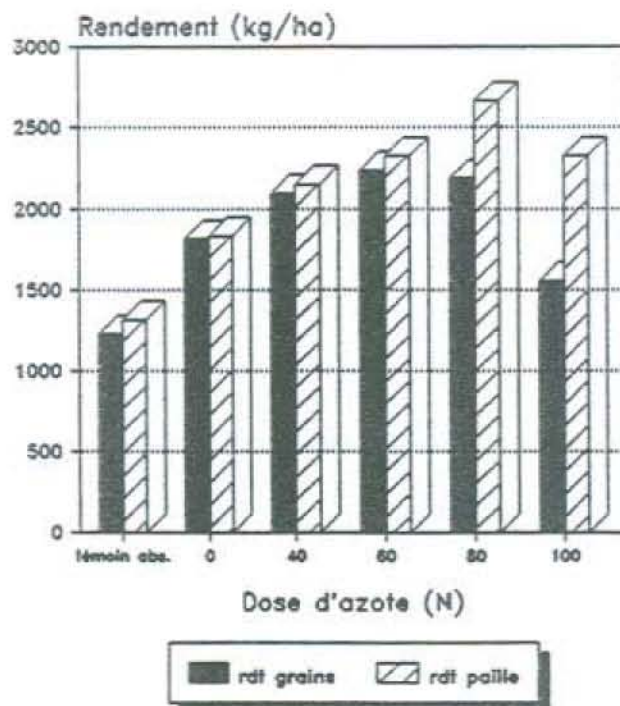
La fertilisation azotée a plutôt entraîné une meilleure production de grain au détriment de la paille avec un ratio grain/paille évoluant de 0,74 à 0,95 (figure 6).

fig 6:Effets des doses d'azote sur les rendements à Farako-bâ



estlma/farako-bâ

fig 7:Effets des doses croissantes d'azote sur les rendements(Hounde)



estlma/hounde

I.1.1 Site de Houndé

Le tableau 8 présente les résultats de l'effet des doses croissantes d'azote sur les rendements à Houndé.

Tableau 8 : Effets des doses croissantes d'azote sur les rendement du riz pluvial à Houndé.

DOSE(kg/ha)	Paddy kg/ha	Paille kg/ha	1000 grains grammes
témoin absolu	1229 B	1318 B	30,45
0 N	1817 AB	1836 A	29,95
40 N	2093 A	2148 A	29,83
60 N	2234 A	2324 A	29,65
80 N	2185 A	2666 A	30,53
100 N	1557 AB	2324 A	29,45
C.V (%) :	17,4	28,1	3,7
Ftrait :	H.S	S	N.S
ppds à 5% (kg/ha):	398,79	732,36	-

- les rendements affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différent au seuil de probabilité de 5%.

N.S : non significative. S : significative

H.S: hautement significative

L'analyse de variance, nous donne des coefficients de variations acceptable (17 et 28%).

L'évolution des rendements paddy montre que la production est fonction du niveau d'application de l'azote. L'optimum de rendement de 2234 kg/ha a été obtenu avec la dose de 60 kgN/ha (tableau 8). Les doses fortes d'azote (80 et 100 kgN/ha) ont des effets dépressifs sur les rendements. L'engrais azoté n'a pas d'effet sur le poids de 1000 grains (tableau 8).

Les doses croissantes d'azote de 40 à 100 kgN/ha ont entraîné un bon développement végétatif au détriment de la production grain avec un ratio (grain/paille) variant de 0,97 à 0,69 (figure 7). Les rendements moyens sont plus élevés à Houndé qu'à Farako-bâ. Ils sont

respectivement de 1979 kg/ha et 1234 kg/ha. Cette différence est liée au problème de levée difficile qu'a subi l'essai de Farako-bâ, due aux poches de sécheresse.

I.2. ETUDE DE LA RELATION ENTRE LES DOSES D'AZOTE ET LES RENDEMENTS DU RIZ

Les relations entre les rendements du riz et les doses d'azote peuvent être décrites par des équations polynomiales de second degré de type $Rdt(Y) = c + bN + aN^2$ où:

c est la constante, le rendement obtenu sans apport d'azote.

b est la pente de la partie linéaire de la courbe.

a est le coefficient de la partie curviligne de la courbe.

N est la dose d'azote et $Rdt(Y)$ représentant les rendements du riz en kg/ha.

Selon les sites, les équations de régression calculées et représentées graphiquement (figure 8 et 9) sont:

$$FARAKO-BA: Y1(rdt) = 596,69 + 26,02 N - 0,22 N^2 \text{ avec } R^2 = 0,99 \quad (4)$$

$$HOUNDE : Y2(rdt) = 1811,76 + 10,77 N - 0,07 N^2 \text{ avec } R^2 = 0,97 \quad (5)$$

Les coefficients de détermination (r^2) des deux équations sont très élevés. Ils sont respectivement de 99% et 97% pour Farako-bâ et Hounde, avec une meilleure réponse à l'azote à Farako-bâ ($b = 26,02$) qu'à Houndé ($b = 10,77$).

L'augmentation des grains par unité d'azote est plus élevée à Farako-bâ (26,02 kg/ha) qu'à Houndé (10,77 kg/ha).

L'essai de Hounde a profité des conditions agro-climatiques plus favorables de cette zone.

Ces deux formules de régressions, nous permettent de calculer la dose d'azote optimale pour l'obtention d'une production optimale et la dose d'azote permettant un maximum de profit (GOMEZ, 1984).

* la dose optimale d'azote pour l'obtention d'une production maximale, selon l'équation 2 est

$$N_y = -b/2*a$$

* la dose d'azote donnant un profit maximal, selon l'équation 3 sera

$$N_p = ((pf/py) - b)/2*a$$

pf: prix d'unité d'azote;

py: prix officiel du paddy

- Le prix officiel d'achat du paddy (py) est de 105 f cfa le kilogramme (1996-97).

- Le prix officiel de l'urée (pf) est de 230 f cfa le kilogramme (1996-97).

Les paramètres des équations de régression 4 et 5 étant les suivantes:

Farako-bâ $a = -0,22$ et $b = 26,02$

Houndé $a = -0,07$ et $b = 10,77$

Les résultats des doses optimales et des doses économiques d'azote ainsi calculées sont résumés sur le tableau 9.

Tableau 9 : Doses d'azote calculées par les fonctions de production et doses estimées par le modèle LRP selon les site

		Farako-ba	Houndé
Dose optimale:	Ny	60	73
Dose économique:	Np	55	58
Méthode graphique(LRP)	NG	43	57

Figure 8: Effet des doses d'azote sur les rendements du riz pluvial à Farakô-ba

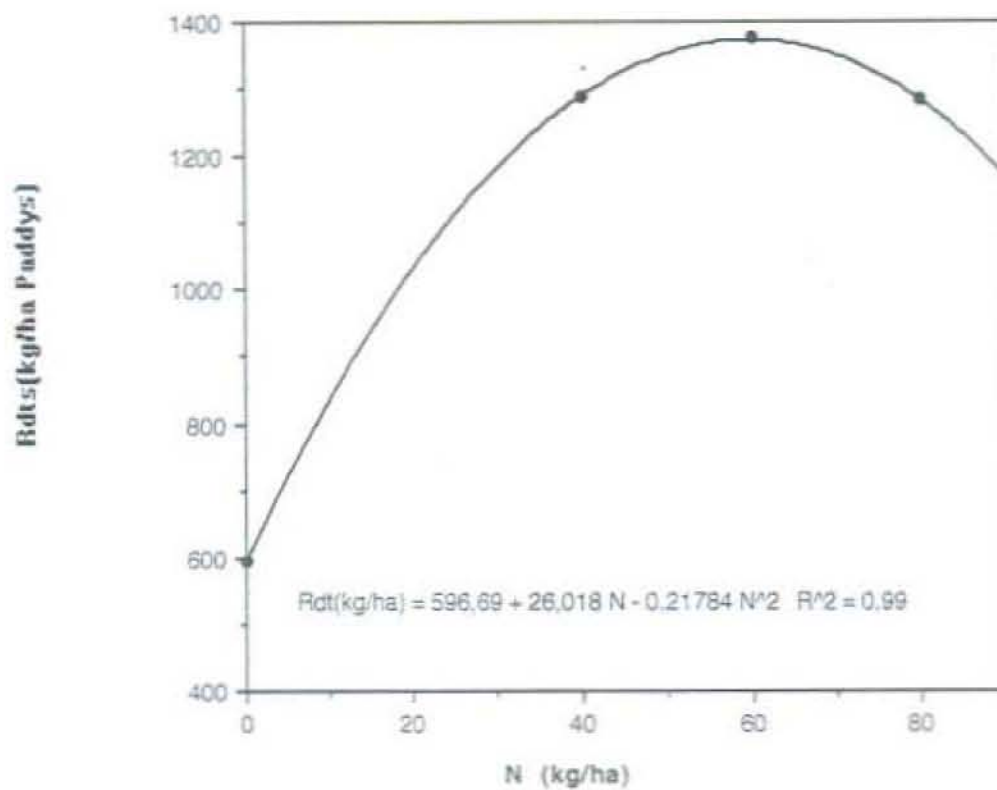
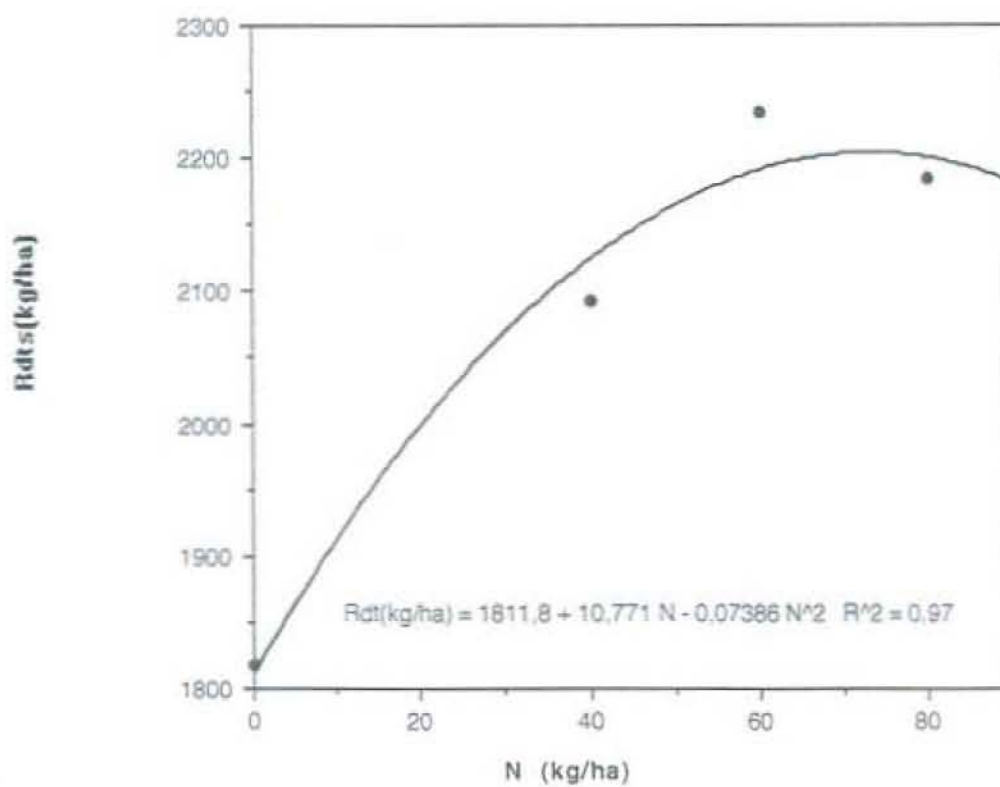


Figure 9: Effets des doses d'azote sur les rendements du riz pluvial à Houndé



On obtient une dose optimale de 60 kgN/ha et une dose économique de 55 kgN/ha à Farako-bâ. A Houndé la dose optimale est de 73 kgN/ha et la dose économique est de 58 kgN/ha. La dose économique des deux sites sont pratiquement les mêmes. Ainsi, un apport de 60 kgN/ha comme dose économique peut être préconisé.

I.3 DETERMINATION DE LA DOSE OPTIMALE PAR LA METHODE GRAPHIQUE SELON LE MODELE LINEAIRE-PLATEAU

Suivant le principe du modèle linéaire-plateau (II^{ème} partie. III.3.2), les doses optimales ainsi déterminées graphiquement sont respectivement de 43 kgN/ha à Farako-bâ (fig: 10) et de 57 kgN/ha pour Houndé (fig: 11).

Les doses estimées sont en deçà des doses calculées avec les équations de régression. A Houndé, la dose économique de 58 kgN/ha est identique à la dose optimale estimée, par contre à Farako-bâ on révèle une différence significative entre la dose calculée (55 kgN/ha) et la dose estimée (43 kgN/ha) par la méthode graphique.

Figure 10: Effets des doses d'azote sur le rendement du riz Pluvial à Farakô-ba (en % du rendement maximum)

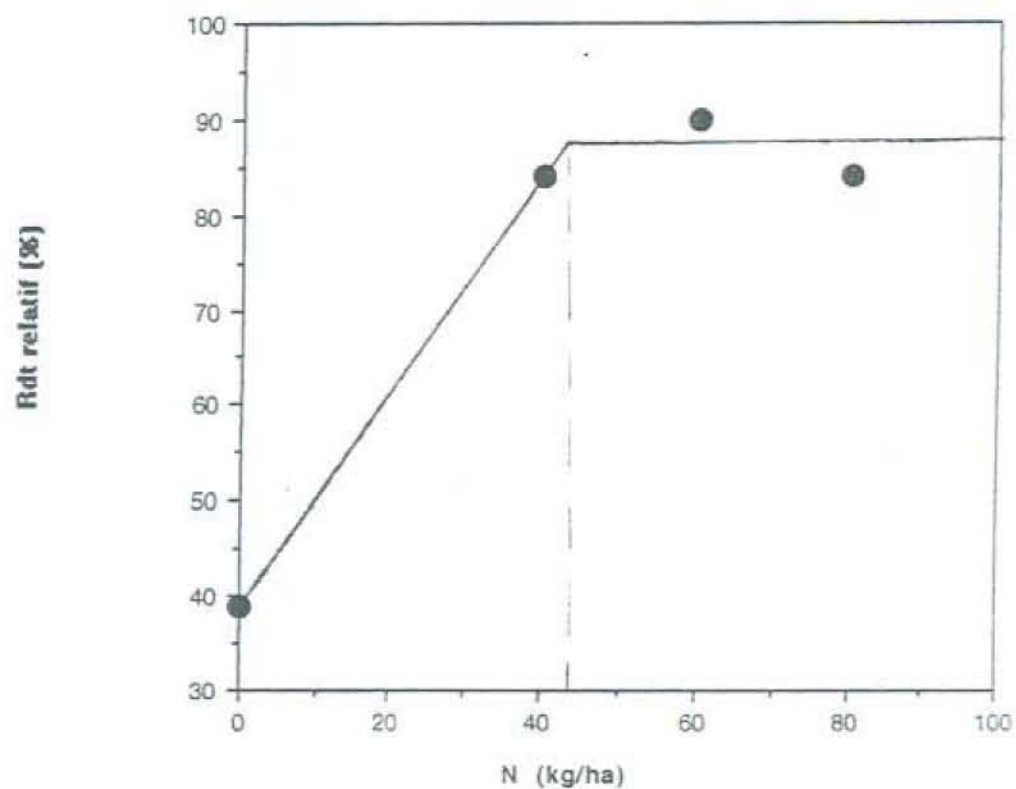
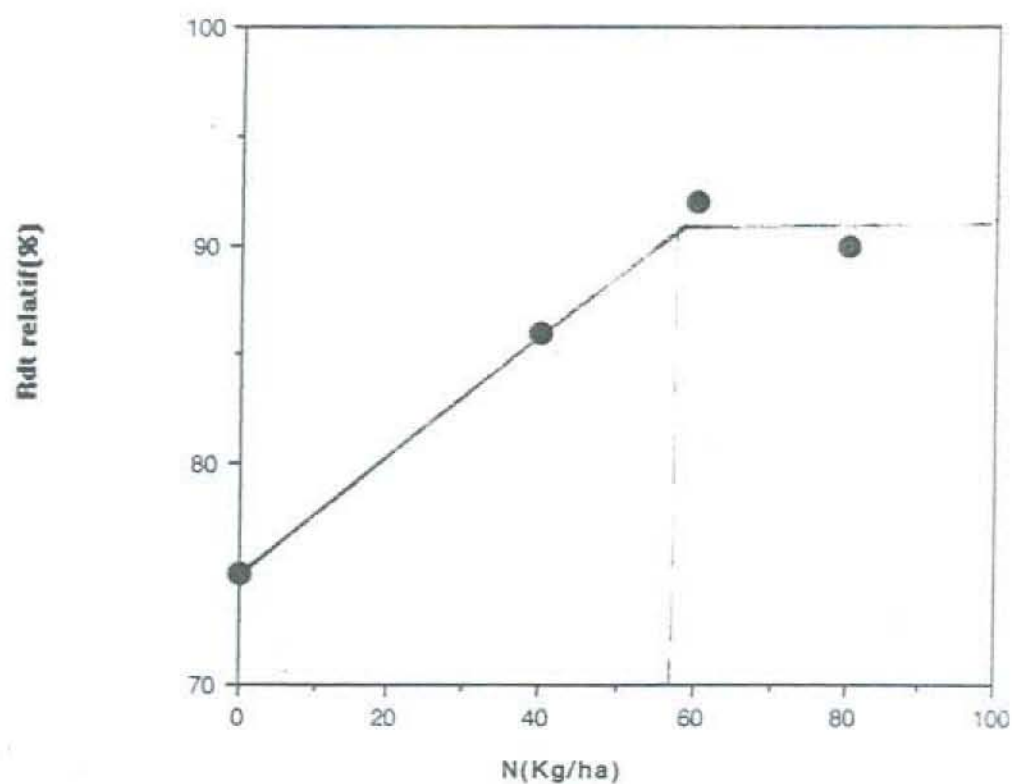


Figure 11: Effets des doses d'azote sur le rendement du riz pluvial à Houndé (en % du rendement maximum)



I.4 CONCLUSION

La réponse à l'azote du riz pluvial a varié selon les sites. Les deux méthodes permettent l'estimation de la dose optimale. La méthode de régression, nous permis de mettre en évidence des doses optimales d'azote du riz pluvial de 60 kg/ha à Farako-bâ et de 73 kg N/ha à Houndé. La quantité d'azote à déterminer est fonction de la méthode utilisée.

Les doses déterminées graphiquement et qui sont de 43 kgN/ha et 57 kgN/ha respectivement à Farako-bâ et à Houndé sont non seulement en deça des doses économiques (55 et 58 kgN/ha), mais aussi en deça des doses préconisées par d'autres chercheurs (SEGDA, 1995; SAWADOGO & SIE, 1984). Les écarts entre les doses optimales calculées et estimées graphiquement sont élevés d'un site à l'autre. Le plus petit écart entre les doses sur les deux sites est obtenu avec les doses économiques (55 et 58 kgN/ha). Cela traduit une meilleure précision dans l'estimation des besoins en azote du riz pluvial par ces méthodes.

II. REPONSE DU RIZ PLUVIAL AU PHOSPHORE

II.1 EFFETS DU PHOSPHORE SUR LES RENDEMENTS

Les tableaux 10 et 11 et les figures 12 et 13 donnent les résultats des rendements et des composantes de rendements. Les engrais phosphatés ont eu un impact significatif sur les rendements.

II.1.1 Site de Farako-bâ

Le tableau 10 et la figure 12 donnent les résultats des rendements et composantes de rendements. Il faut noter qu'il y a eu une invalidation des résultats des traitements 60 kg P_2O_5 /ha et 90 kg P_2O_5 /ha. Cette invalidation est due à des dégâts importants occasionnés par les attaques d'insectes et d'animaux sur ces parcelles. Ce tableau permet de constater la réponse du riz pluvial au phosphore.

Tableau 10 : Effets des doses croissantes de phosphore sur les rendements et composantes de rendements du riz pluvial à Farako-bâ.

DOSE kg/ha	paddy kg/ha	paille kg/ha	1000grains (grs)	talle nb/m ²	panicule nb/m ²	haut. cm
Témoin absolu:	365 B	868 C	27,25	189	126	58,75
0 P	883 AB	1415 B	27,93	214	183	77,75
30 P	1386 A	635 A	27,1	213	162	81,5
C.V : %	27,9	7,3	2,9	-	-	-
Signification:	H.S	H.S	N.S	-	-	-
ppds 5% (kg/ha)	426,09	167,08	-	-	-	-

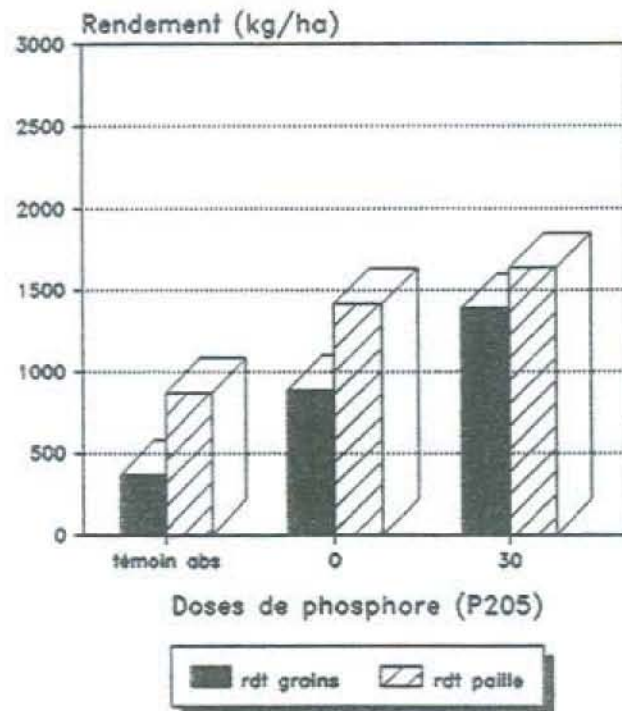
- les rendements affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de probabilité de 5%.

N.S : non significative; S: significative

H.S : hautement significative

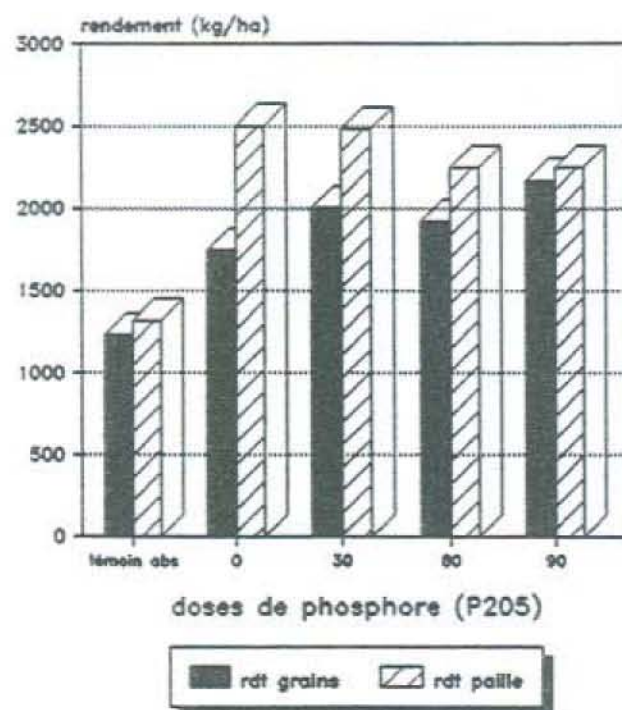
L'analyse statistique ne révèle de différence significative entre les rendements sauf avec le témoin absolu, par contre elle a mise en évidence des coefficients de variations assez élevés (7,3 et 27,9 %). L'apport de 30 kg P_2O_5 /ha a entraîné une augmentation de 503 kg/ha du rendement paddy soit 56,96% par rapport au témoin sans phosphore. Il n'y a pas d'effet de fumure phosphorique sur le poids de 1000 grains. Par contre, elle a entraîné un accroissement du tallage, du nombre panicule et la hauteur des plants (tableau 10).

fig 12: Effets du phosphore sur le rendements du riz pluvial.FKB



eslima/farako-bé

fig 13: Evolution des rendements e fonction des doses de phosphore.HD



eslima/hounde

II.1.2 Site de Houndé

Le tableau 11 présente les résultats des rendements et des analyses statistiques.

Tableau 11 : Effets des doses croissantes de phosphore sur les rendements du riz pluvial à Houndé

DOSE(kg/ha)	Paddy kg/ha	Paille kg/ha	1000grains (gr)
témoin absolu	1229 B	1318	30,45
0 P	1744 AB	2500	28,45
30 P	2002 A	2480	29,47
60 P	1918 A	2246	29,47
90 P	2169 A	2246	30,47
C.V (%):	19,8	21,4	3,8
Ftrait :	S	S	N.S
ppds 5% kg/ha:	451,17	582,32	-

- les rendements affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de probabilité de 5%.

N.S : non significative; S: significative

H.S : hautement significative

Aucune différence significative entre les rendements des parcelles fertilisées n'a été révélée par l'analyse statistique; par contre elle a mis en évidence des coefficients de variations assez élevés (19 à 21%).

La dose de 90 kg P_2O_5 /ha a procuré le rendement le plus élevé (2169 kg/ha), mais cette supériorité n'est significative que par rapport au témoin absolu. On obtient un bon rendement avec la dose de 30 kg P_2O_5 /ha (2002 kg/ha).

Au niveau des pailles le témoin sans phosphore procure les plus hauts rendements et l'apport croissant de phosphore diminue la production de paille (tableau 11).

Ces apports induisent une meilleure production de grain au détriment de la production paille et met en évidence l'évolution du ratio grain/paille qui est de 0,71 à 0,96 (figure 13).

L'effet de l'engrais phosphaté n'est pas significatif sur le poids de 1000 grains.

Les rendements à Hounde sont plus élevés en moyenne (1958 kg/ha) que ceux de farako-bâ (1134 kg/ha). L'écart entre les rendements par rapport au témoin absolu est plus important et ceci est dû à la pauvreté naturelle des sol dont les rendements sont limités à 365 kg/ha à Farako-bâ (tableau 10) et 1229 kg/ha à Houndé (tableau 11). Cela est aussi mis en évidence par les rendements paille.

La réponse du riz au phosphore confirme l'importance du phosphore sur les rendements et confirme ainsi la carence générale en phosphore du sol (SEDOGO, 1981; DAKOOU, 1990; 1991

Cependant la réponse du riz pluvial en cet élément varie énormément en fonction des caractéristiques des sols. Le riz utilise efficacement le phosphore sur le sol ferrallitique de Farako-bâ, au vue du gain de rendement obtenu avec l'apport de 30 kg P_2O_5 /ha (tableau 10).

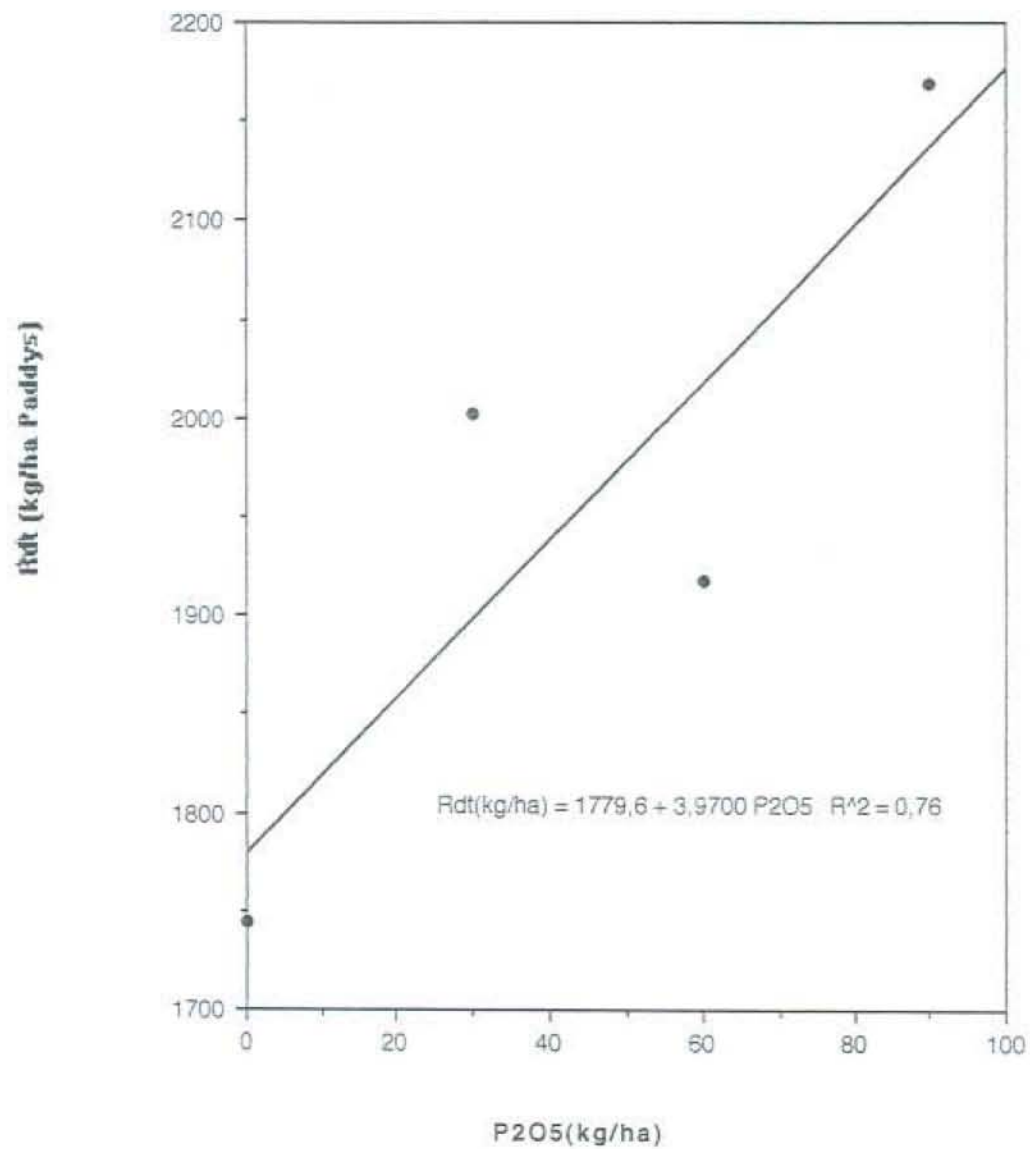
II.2 RELATION ENTRE LES DOSES DE PHOSPHORE ET LES RENDEMENTS

A Houndé, la relation entre les rendements et les doses de phosphore suit une régression de type linéaire (figure 14). Le coefficient de détermination (r^2) est de 76%.

$$HOUNDE : Y_2 (rdt) = 1779,6 + 3,97 P \text{ avec } R^2 = 0,76 \quad (6)$$

La réponse du riz pluvial sur le site de Hounde est de 3,97 kg/ha de paddy par unité de phosphore appliquée.

Figure 14 : Effets des doses de phosphore sur les rendements du riz pluvial à Houndé



II.3 CONCLUSION

Le riz pluvial a eu une assez bonne réponse au phosphore. La carence reconnue de nos sols en cet élément explique cette efficacité du phosphore sur les rendements du riz.

Les doses de phosphore sont efficacement utilisées pour la production de grains et les faibles doses montre une certaine efficacité à un meilleur remplissage de grain

La dose optimale et économique préconisée qui est de 30 kg P_2O_5 /ha semble être en deçà des doses vulgarisées. Cela est dû à la fertilité du sol ,à la précision de la méthode de détermination et à la prise en compte dans les calculs la notion économique.

III. REPONSE DU RIZ PLUVIAL AU POTASSIUM

III.1 EFFETS DES DOSES CROISSANTES DE POTASSIUM SUR LES RENDEMENTS ET COMPOSANTES DE RENDEMENTS

Les rendements et composantes de rendements des deux sites sont regroupés aux tableau 12, 13 et leurs représentations graphiques aux figures 15 et 16.

III.1.1 Site de Farakob-bâ

Les résultats de rendements et les analyses statistiques sont présentés au tableau 12.

Tableau 12 : Effets des doses croissantes de potassium sur les rendements et composantes de rendement du riz pluvial à Farako-bâ.

DOSE(kg/ha)	paddy kg/ha	paille kg/ha	1000grains (grs)	talle nb/m ²	panicule nb/m ²	haut cm
Témoin absolu:	365 B	868 B	27,25	189	126	58,75
0 K	1375 A	1653 A	29,03	247	177	76,25
30 K	1007 A	1472 A	27	192	170	73,75
60 K	1245 A	1623 A	29,3	204	157	74,5
C.V (%)	18,9	14,6	3,2	-	-	-
Signification:	S	S	N.S	-	-	-
PPDS 5% (kg/ha):	298,9	486,8	-	-	-	-

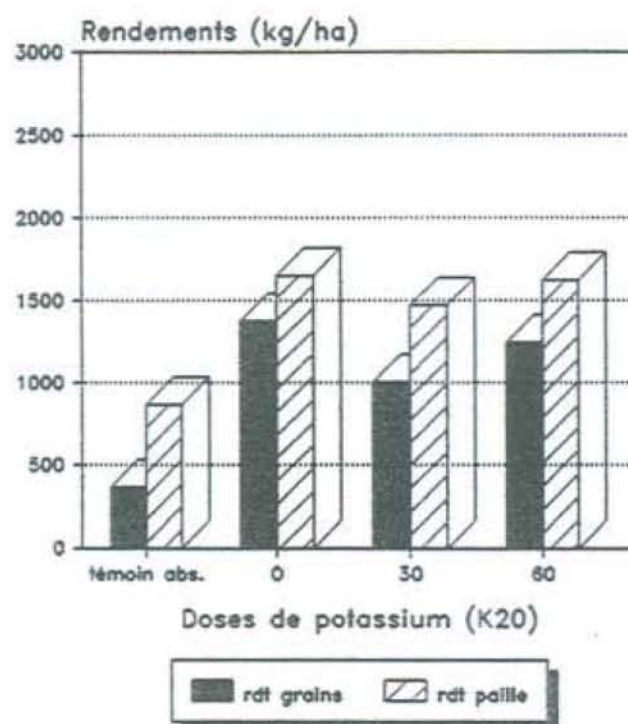
- les rendements affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différent au seuil de probabilité de 5%.
N.S : non significative; S: significative
H.S : hautement significative

L'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les rendements au seuil de 5%. Les coefficients de variation inférieure à 19% atteste une bonne précision des résultats.

Le témoin a un rendement grain élevé (1375 kg/ha). L'apport de potasse ne procure pas de gain par rapport au témoin sans potassium et se révèle même dépressif à la dose intermédiaire 30 kg K₂O/ha, avec une baisse de rendement grain de l'ordre 26,76% (tableau 12).

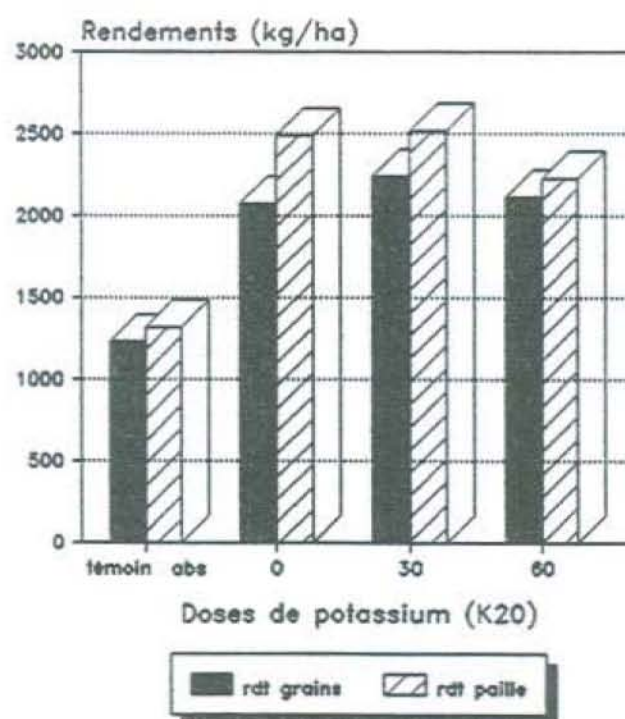
Les composantes du rendements à savoir; le nombre de talles par m², le nombre de panicule par m² décroissent avec l'accroissement des doses de potassium. Le rendement paille et la hauteur des plantes suivent la même tendance que celle du rendement paddy . Il n'y a pas d'effet de potasse sur le poids de 1000 grains (tableau 12)

fig 15: Effets du potassium sur les rendements du riz pluvial (FKB)



estima/farako-bé

fig 16: Effets du potassium sur les rendements du riz pluvial (HD)



estima/boude

III.1.2 Site de Houndé

L'analyse statistique du tableau 13 montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les rendements des parcelles fertilisées au seuil de 5%. Les coefficients de variation des rendements paddy et paille (15,1 et 17%°) attestent une bonne précision des résultats.

Tableau 13 : Effets des doses croissantes de potassium sur les rendements et composantes de rendement du riz pluvial à Houndé

DOSE kg/ha	paddy kg/ha	paille kg/ha	1000 grains grammes
Témoin absolu	1229 B	1318 B	30,45
0.K	2075 A	2490 A	29,6
30.K	2242 A	2520 A	30,7
60.K	2113 A	2227 A	30,58
CV(%)	15,1	17	2,8
Signification:	H.S	H.S	N.S
PPDS à 5% (kg/ha):	362,05	472,55	-

- les rendements affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différent au seuil de probabilité de 5%.

N.S : non significative; S: significative

H.S : hautement significative

L'apport de 30 kg K₂O/ha a induit une légère augmentation de 6,75% par rapport au témoin sans potassium.

Le rendement maximal de paddy (2242 kg/ha) a été obtenu avec la dose de 30 kg K₂O/ha (tableau 13). Le rendement paille suit la même tendance que le rendement grain. Il y a ni de différence significative entre les poids des 1000 grains, ni d'effet de fumure potassique (tableau 13).

La dose de 60 kg K₂O/ha à entraîné une forte production de paddy avec un ratio grain/paille de 0,94 par rapport au témoin sans potassium.

L'accroissement des doses de potassium a un effet légèrement sensible sur la production des pailles. Cette décroissance au niveau des composantes de rendements explique le niveau du rendements paddy.

La moyenne du rendement de 2143 kg/ha à Houndé est supérieur à celle de Farako-bâ 1209 kg/ha.

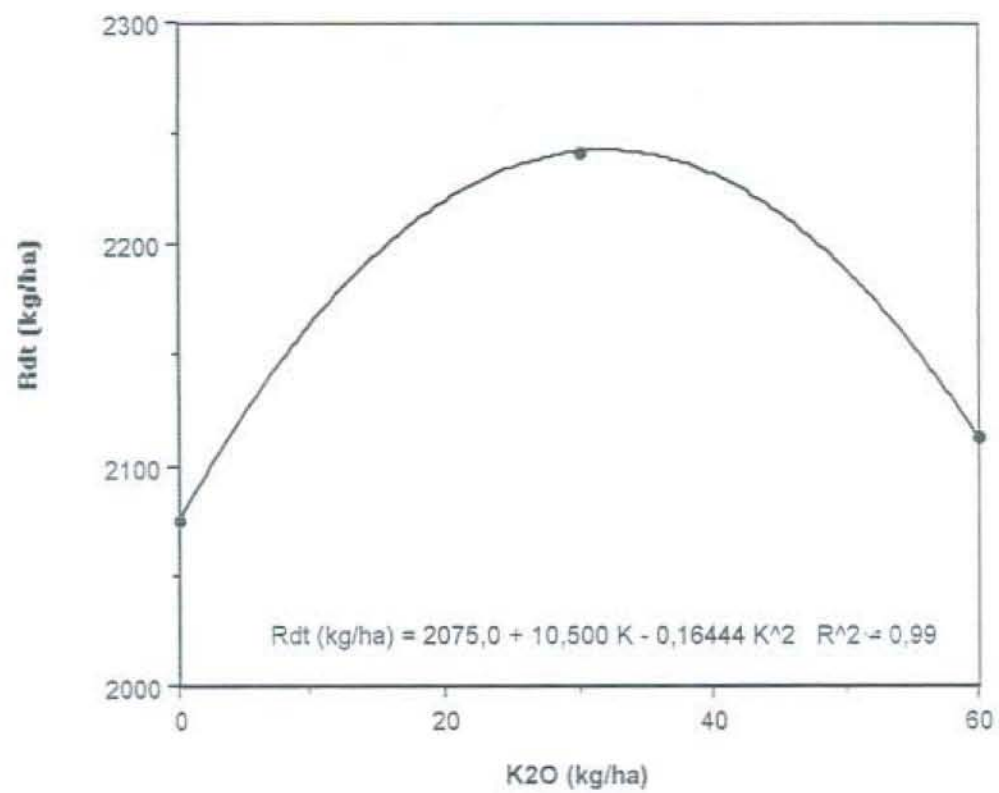
III.2 RELATION ENTRE LES DOSES DE POTASSIUM ET LES RENDEMENTS

A Houndé, les effets des doses croissantes de potassium sur les rendements obéissent à une équation de régression de type quadratique.

$$Y \text{ (rdt en kg/ha)} = 2075 + 10,5 K - 0,64 K^2 \text{ avec } R^2 = 0,99 \text{ (7)}$$

Cette équation (7) explique de façon remarquable, les effets du potassium sur les rendements avec un coefficient de détermination de 0,99 (fig 17). L'apport d'une unité supplémentaire de potassium entraîné un gain de rendement paddy de 10,5 kg/ha.

figure 17: Effets des doses de potassium sur
les rendements du riz pluvial à Houndé



III.3 CONCLUSION

La disponibilité en potassium de nos sols, semble couvrir les besoins en cet élément pour le riz pluvial.

Les besoins du riz pluvial en potassium sont moins élevés que ceux des autres cultures pluviales. Néanmoins il est conseillé d'apporter une fumure correspondant aux exportations réelles de la culture du riz.

La dose de 30 kg K_2O /ha de potasse semble suffisante pour couvrir au moins les exportations de potassium par la plante.

Cette dose est en deça des doses recommandées des études antérieures, qui préconisaient 40 à 50 kg K_2O /ha (SEGDA, 1995; INERA, 1994).

IV. REPONSE DU RIZ PLUVIAL AU ZINC

VI.1 EFFET DU ZINC SUR LES RENDEMENTS ET LES COMPOSANTES DE RENDEMENTS DU RIZ PLUVIAL

La réponse du riz pluvial au Zinc n'est pas statistiquement significative à Farako-bâ (tableau 14, figure 18). Le rendement moyen est de 1384 kg/ha.

Tableau 14 : Effets des doses croissantes du zinc sur les rendements et composantes de rendements du riz pluvial à Farako-bâ.

DOSE(kg/ha)	paddy kg/ha	paille kg/ha	1000 grains (gr)	talle nb/m ²	panicule nb/m ²	haut. cm
témoin absolu	365 B	868 B	27,25	189	126	58,75
0 Zn	1352 A	1563 A	29	236	203	77,5
5 Zn	1443 A	1682 A	27,23	189	158	73,25
10 Zn	1389 A	1840 A	27,73	214	186	78,25
20 Zn	1353 A	1632 A	28,57	224	191	78,5
C.V %:	9,5	9,4	3,1	-	-	-
Signification:	H.S	H.S	N.S	-	-	-
PPDS 5% (kg/ha):	168,49	217,16	-	-	-	-

- les rendements affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de probabilité de 5%.
N.S : non significative; S: significative
H.S : hautement significative

L'analyse statistique montre une très bonne précision des résultats (C.V inférieur à 10%), mais ne révèle pas une différence significative entre les rendements.

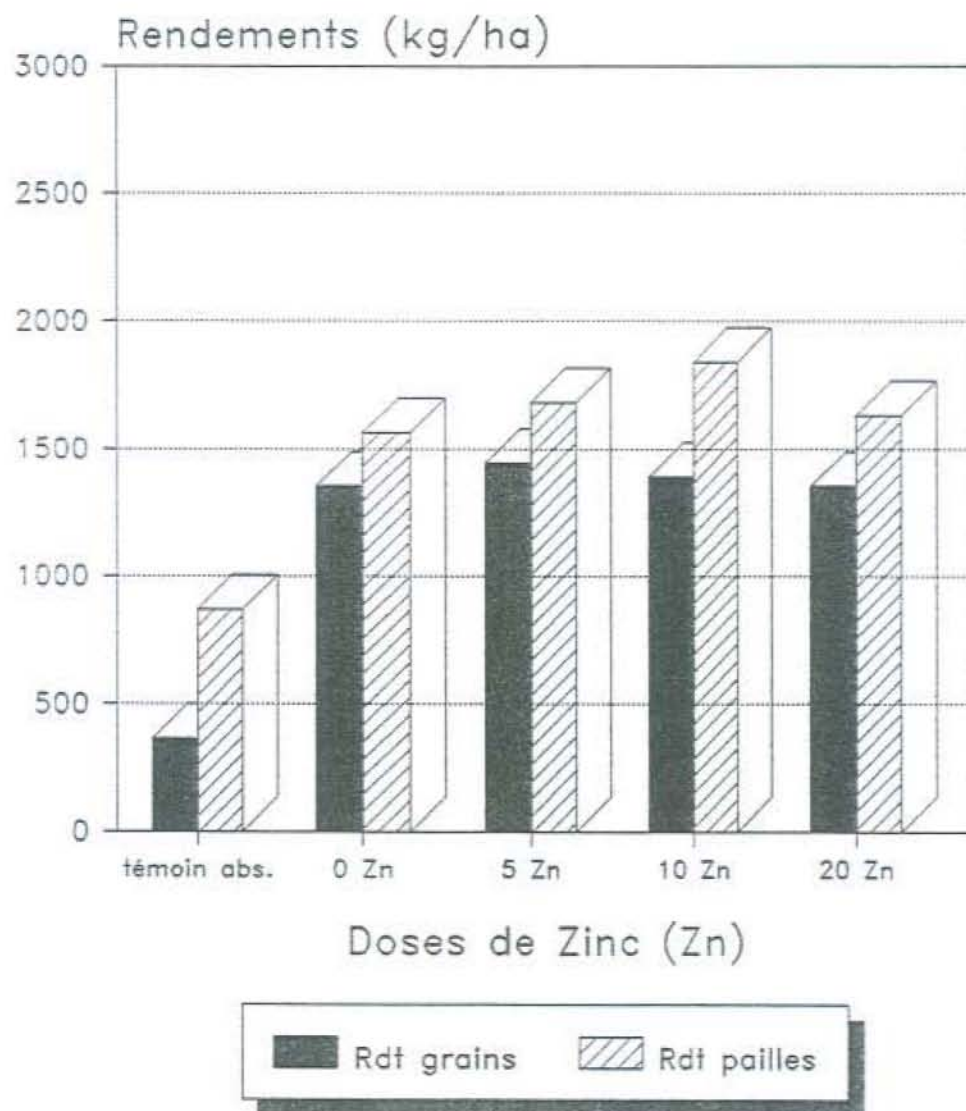
L' optimum de rendement paddy (1443 kg/ha) est obtenu avec la dose de 5 kg Zn/ha et celui du rendement paille à la dose de 10 kg Zn/ha.

Si l'on augmente la quantité de zinc, on diminue les rendements; par contre le nombre de talles et panicules par m² s'accroît respectivement de 189 à 224 talles/m² et 158 à 191 panicules/m².

Le témoin sans Zinc obtient le plus fort tallage (236 talles/m²), le nombre de panicules par m² le plus élevé (203 panicules/m²) et le poids de 1000 grains le plus élevé.

On a une meilleur production de grain au détriment de la production de paille quand on augmente les doses de Zinc (figure 18). Ces résultats montrent l'importance du zinc dans l'accroissement à peine sensible du rendement du riz pluvial.

fig 18: Effets des doses de Zinc sur les rendements à Farako-bâ



esfima/farako-bâ

IV.2 RELATION ENTRE LES RENDEMENTS ET LES DOSES DE ZINC A FARAKO-BÄ.

L'équation de régression spécifiée est de type quadratique, avec un coefficient de détermination relativement faible de $r^2 = 0,57$.

$$Y(\text{rdt}) = 1365,83 + 11,04 \text{ Zn} - 0,60 \text{ Zn}^2 \text{ avec } R^2 = 0,57 \text{ (8)}$$

L'augmentation du rendement grains par unité de zinc apportée est de 11,04 kg/ha. L'équation de régression de type quadratique, permet selon la méthode utilisé par GOMEZ, (1984); de calculer la dose optimale et la dose économique.

A partir de l'équation (8) la dose optimale et la dose économique selon les équations (2) et (3) sont données respectivement par: $Z_{ny} = b/2*a$ et $Z_{np} = ((pf/py)-b)/2*a$

Les paramètres de l'équation (8) ($a = 0,60$ et $b = 11,04$) permettent de calculer les doses suivantes: la dose optimale: $Z_{ny} = 9 \text{ kg/ha}$
la dose économique: $Z_{np} = 5 \text{ kg/ha}$

IV.3 CONCLUSION

L'incorporation du Zinc, en complément aux éléments majeurs est nécessaire et améliore les rendements du riz. Pour mieux valoriser cet élément.

La dose optimale sur le sol de Farako-bâ est de 9 kg/ha.

Une dose économique de 5 kg/ha de Zinc peut être recommandée pour améliorer les rendements du riz.

B. PROPOSITION DE FORMULES DE FUMURES D'ENGRAIS POUR LE RIZ PLUVIAL.

La formulation de fumures d'engrais diffère selon les objectifs à atteindre. Une formule de fumure pour l'obtention d'un rendement optimum, n'est pas forcément économiquement rentable et vulgarisable. La formule de fumure d'engrais n'est recommandable et vulgarisable auprès des paysans, qu'à partir du moment où elle permet l'obtention d'un rendement élevé avec un minimum de risque économique et un profit optimum..

1. LES PROPOSITION DE FORMULES DE FUMURES D'ENGRAIS

Les propositions concernent les formules permettant l'obtention d'une production optimale et d'un rendement économique. A cet effet nous avons combiné les résultats issus des modèles: modèle linéaire-plateau et des fonctions de production. Le modèle de régression de type quadratique a une tendance à surestimer les doses optimales par rapport au modèle linéaire-plateau (KWANKAĬ *et al.*, 1984). Nos recommandations ont porté sur la propositions de deux sortes de fumures : une fumure pour l'obtention d'une production optimale et une fumure économique.

Tableau 15: Recommandations des doses d'éléments fertilisants pour le riz pluvial à FARAKO-BA.

	Doses d'éléments fertilisants, kg/ha			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn
Taux maximal au champ :	55	30	30	9
Taux maximum de profit :	43	30	30	5

Tableau 16: Recommandations des doses d'éléments fertilisants pour le riz pluvial à HOUNDE.

	Doses d'éléments fertilisants, kg/ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Taux maximal au champ	58	30	32
Taux maximum de profit	57	30	30

Hormis les doses d'azote et de zinc, les autres éléments nutritifs des formules d'engrais sont identiques sur les deux sites. L'on pourrait dire que l'azote est l'élément qui détermine le niveau de rendement une fois que la carence en phosphore est corrigée. Les besoins en azote varie d'un site à autre.

A Houndé, il n'y pas de différence fondamentale entre la fumure à production optimale et la fumure économique (tableau 16). Par contre, une nette différence entre la formule économique et la formule pour la production optimale est constatée à Farako-bâ (tableau 15).

Les propositions de formules de fumure se feront uniquement avec les doses économiques. Avec les engrais couramment vendus au Burkina qui sont :

NPK 14-23-14

UREE à 46% d'azote

Burkinaphosphate à 25% de phosphore.

Le Burkinaphosphate (BP) est aussi préconisé parce qu'il a prouvé son efficacité sur le riz pluvial.

Comme l'indique la synthèse bibliographique, les travaux de BADO (1991) ont montré que le Burkinaphosphate est aussi efficace que le phosphate soluble dès la première année en riziculture pluviale.

Deux formules économiquement rentable sont donc proposées: l'une utilisant le NPK et L'UREE, et l'autre formule utiliserait le Burkinaphosphate et l'urée.

1.1 FORMULES D'ENGRAIS POUR LE RIZ PLUVIAL À FARAKO-BÂ

Avec le NPK et l'UREE on peut fertiliser le riz pluvial avec 140 kg/ha de NPK au semis et 50 kg/ha d'UREE à l'initiation paniculaire.

Avec l'UREE et le Burkinaphosphate (BP) on peut apporter 55 kg/ha d'UREE et 120 kg/ha de Burkinaphosphate au semis et 40 kg/ha d'UREE à l'initiation paniculaire.

La combinaison de 140 kg/ha de NPK (14-23-14) et de 50 kg/ha d'UREE ou de 95 kg/ha d'UREE, 120 kg/ha de Burkinaphosphate et 40 kg/ha de Chlorure de potassium conduisent à la formule de fumure minérale suivante 43-30-20 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O.

1.2 FORMULES D'ENGRAIS POUR LE RIZ PLUVIAL À HOUNDE

Avec le NPK et l'UREE on peut fertiliser le riz pluvial avec 140 kg/ha NPK et 30 kg/ha d'UREE au semis et 50 kg/ha d'UREE à l'initiation paniculaire.

Avec l'UREE et le Burkinaphosphate (BP) on peut apporter 80 kg/ha d'UREE et 120 kg de Burkinaphosphate au semis et 45 kg/ha d'UREE à l'initiation paniculaire. Une fumure potassique de 40 kg/ha est cependant nécessaire dans les deux cas pour compléter cette formule.

Ces deux formules conduisent à la formule de fumure minérale de 57-30-20 kg/ha de N, P_2O_5 , K_2O .

Si l'on se réfère aux travaux de BADO (1991) sur l'efficacité du burkinaphosphate en riziculture pluviale, la formule de fumure UREE et Burkinaphosphate deviendrait nettement plus rentable avec le temps que la fumure UREE et NPK. Cela serait dû à la solubilisation progressive du Burkinaphosphate, augmentant le phosphate soluble du sol.

Le besoin en potassium peut aussi être comblé par une fertilisation organique complémentaire sous forme de compost ou de fumier.

L'INERA recommande en général des apports de 5 tonnes par hectare de fumure organique tous les deux ans pour entretenir la fertilité des sols. Une fumure organique complémentaire aurait le double avantage de compléter les besoins nutritifs du riz, principalement en potassium, d'améliorer les propriétés physico-chimiques des sols cultivés.

Ces formules de fumures ont pour avantage essentiel de satisfaire les besoins du riz pluvial tout en assurant une production économiquement rentable.

Ces formules confirment et complètent ceux obtenus par la recherche.

Elles donnent surtout plus de précision sur les besoins réels de la plante tout en prenant en compte la rentabilité économique de l'engrais sur le riz pluvial.

CONCLUSION GENERALE

La synthèse bibliographique a fait le point des connaissances sur le riz pluvial.

Les différentes recherches réalisées ont permis d'identifier:

- l'aire agroclimatique du riz pluvial. Cette zone se situe au dessus de l'isohyète 800 mm;
- les nouvelles variétés améliorées, à cycle court, à haut productivité, et ayant des caractéristiques mieux adaptées à l'aire agro-climatique du riz pluvial;
- un ensemble de technologies (techniques culturales et formules d'engrais) permettant de mieux valoriser les nouvelles variétés vulgarisées.

Sur la base des données de la revue bibliographique, notre étude se proposait d'apporter une contribution à l'étude des besoins nutritifs afin d'assurer une fertilisation adaptée au riz pluvial.

Les expériences de terrain, nous ont permis d'étudier et de quantifier les besoins nutritifs de riz pluvial.

Comparativement aux résultats antérieurs ces résultats prennent en compte la rentabilité économique des engrais.

Des doses économiques ont ainsi été déterminées.

Pour l'azote, la dose économiquement rentable est de 43 kgN/ha à Farako-bâ et de 57 kgN/ha à Houndé.

Les doses économiques de Phosphore, de Potassium et du Zinc sont respectivement de 30 kg P_2O_5 /ha, 30 kg K_2O /ha et de 5 kg Zn/ha.

Les résultats de cette étude associée aux résultats des études antérieures ont permis de calculer les doses d'engrais nécessaires pour obtenir un profit optimum en utilisant les engrais courant

Ainsi, pour une meilleure fertilisation économique du riz pluvial, il faudrait:

En utilisant le NPK et l'UREE

* 150 kg/ha de NPK et 75 kg/ha d'UREE, avec un fractionnement de la fumure azotée au 2/3 au semis et 1/3 à l'initiation paniculaire. On pourrait appliquer,

- 150 kg/ha de NPK et 25 kg/ha d'UREE au semis
- 50 kg/ha d'UREE à l'initiation paniculaire.

En utilisant l'UREE et le Burkinaphosphate

- 150 kg/ha de Burkinaphosphate et 50 kg/ha d'UREE au semis
- 50 kg/ha d'UREE à l'initiation paniculaire

Dans les deux cas une fertilisation organique sous forme de fumier ou de compost est nécessaire pour compléter ces formules.

Ces essais gagneraient à être poursuivis sur les mêmes sites tout en y ajoutant d'autres sites, afin d'affermir les résultats obtenus.

D'autres études portant sur l'association de la fumure minérale et fumure organique, permettrait de savoir s'il y a des interactions positives, par exemple entre fumure minérale et fumure organique et pourraient permettre de réduire encore les doses d'engrais et de produire à moindre coûts tout en conservant la fertilité des sols.

BIBLIOGRAPHIE

- A.D.R.A.O.**, 1995. Formation en production rizicole. "Manuel de formation". 305pp
- BADO B.V.**, 1991. Etude de l'efficacité du Burkinaphosphate en riziculture. INERA. 42pp
- BADO V., LOMPO F., HIEN V., SEDOGO M.**, 1986. Bilan des travaux de recherches réalisés en 1986 au Burkina Faso par l'INERA en collaboration avec l'I.F.D.C. Atelier tenu du 2 au 7 février 1986. Lome (togo).
- BADO V., LOMPO F., SEDOGO M.**, 1991. Rapport annuel des essais réalisés dans le cadre du réseau Ouest africain pour la gestion et l'évaluation des engrais. INERA. 8pp
- COURTOIS B. & JACQUOT M.**, 1989. "Le riz pluvial" édition G-P Maisonneuve et Larose. 134pp
- COPPENET M. & COÏC Y.**, 1989. Les oligo-éléments en agriculture et élevage. "Incidences sur la nutrition humaine".
- DAKOUO D.**, 1990. Statut potassique de quatre types de sols de la zone cotonnière du Burkina Faso et étude de leur comportement vis-à-vis de la fumure potassique. D.E.A. Présenté à la FAST de l'Université nationale de Côte d'Ivoire. 46pp + annexes.
- DAKOUO D.**, 1991. Le maintien de la fertilité dans les systèmes de culture conduit en motorisation intermédiaire. "Cas de la zone cotonnière ouest du Burkina Faso". INERA, Programme coton/Esfima. 49pp + annexes.
- DEMBELE.S.**, 1988. Aménagements hydro-agricoles et rizicultures « la situation du Burkina Faso ». Rapport technique-Station de Farako-bâ 56pp+annexes
- DE GEUS J.G.**, 1973. Fertilizer guide, for the tropics and subtropics. Centre d'études de l'azote) 2nd édition. M.Sc.Agr.p36-64 ; 774pp
- DOBELMANN J.P.**, 1976. Riziculture pratique. Riz pluvial. Tome II .Presses.U.France 123pp -INRA.Paris
- DO CAO.T.**, 1983. LE RIZ. Université de ouagadougou (Institut supérieur polytechnique)
- DUTHIL J.**, 1973. Eléments d'écologie et d'agronomie

- Tome III. Edition J.B Bailliére. 350-561pp
- GACHON L., 1975.** Fermes modernes. La Fertilisation raisonnée. 154pp.
- GBIKPI P., 1996.** "L'agriculture Burkinabé".
Projet d'appui au PASA, MARA/CF octobre 1996
- GROS A., 1967.** ENGRAIS "guide pratique de la fertilisation"
la Maison rustique-paris, sixième édition. 435pp
- IN.E.R.A, 1989.** Rapport du Programme riz et riziculture. "présenté à la réunion du comité technique. Zone ouest." les 10 et 11 avril 1989.
- IN.E.R.A, 1991.** Rapport d'activités du programme riz. Campagne 90/91.
- IN.E.R.A, 1995.** Bilan de la recherche dans le domaine des ressources naturelles au Burkina faso.
- INERA/PROGRAMME RIZ, 1994.** Bilan des activités de recherche rizicole au Burkina faso. 71pp + annexes.
- IRAT-Haute Volta, 1980.** Fertilisation minérale, propositions conditions d'application. 16pp + annexes.
- JONES P.J., 1982.** Phosphore et Agriculture ISMA .ldt n°82-1982. Res.Report Agric. p26-44
- KWANKAÏ A.G. & GOMEZ A.A., 1984.** Statistical procedures for agricultural research.
2nd édition. international rice research institut book. 655pp + index
- LAL M. & AL, 1982.** Phosphore et agriculture., ISMA .ldt n°82-1982. p 8-24.
- NACRO S., 1987.** "Aperçu sur la production et la recherche rizicole au Burkina faso"
rapport interne.INERA.
- NEBIE B., 1992.** Agronomie et techniques culturales.Rapport d'activités.
INERA/Programme riz . 37pp
- MEMENTO DE L'AGRONOME, 1991.** Quatrième édition Collection: techniques rurales en Afrique.issn 0336-3058

- OUEDRAOGO K., 1990.** Valorisation des phosphates naturels de Kodjari en riziculture. Mémoire de fin d'études IDR, Université de Ouagadougou. 52pp + annexes
- PARISH D.H. & DE DATTA S.K., 1976.** Rice fertilisation for optimum yields. IFDC et International Rice Research Institute. 12pp
- PREVEL M., GAGNARD J., GAUTIER P., 1984.** Analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et Tropicales. 810 pp
- SANKARA E., SIDIBE A., DICKEY J.B., 1993.** Riz Pluvial: Une alternative pour la diversification des produits de rente pour la stabilisation des revenus dans l'ouest de Burkina Faso. IN.E.R.A & Université de Purdue.
- SAWADOGO J.A., 1981 in CERCI, 1981.** Riziculture, cultures irriguées, cultures fourragères. Liaison recherche-développement production de semences. pages 21 à 30.
- SAWADOGO J.A. & SIE M., 1982.** Rapport de synthèse de l'expérimentation du phosphates naturels sur le riz. Saison humide 1989. CERCI
- SAWADOGO J.A., 1984 in CERCI, 1984.** Rapport de synthèse 1983. pages 51 à 65
- SEDOGO .M.P., 1981,** « Contribution à la réalisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride » 'matière organique du sol et nutrition azotée des cultures. Thèse de docteur-Ingénieur, université Nancy I (INPL) 195pp
- SEGDA Z., 1995.** Rapport de campagne 94/95 Programme ESFIMA : Zone ouest IN.E.R.A.
- SIE M., 1981 in CERCI, 1981.** Riziculture, cultures irriguées, cultures fourragères. Liaison recherche-développement production de semences. pages 3 à 20
- SIE M., 1984 in CERCI, 1984.** Rapport de synthèse 1983, pages 2 à 16
- SIE M., 1983.** Production et amélioration de la riziculture: session de formation en riziculture 6 au 18 octobre. INERA.
- SIVAKUMAR M.V.K. & GNOUMOU F., 1987.** Agro-climatologie de l'Afrique de l'ouest: Burkina Faso .

TERRIBLE P.B, 1987. Végétation de la Haute volta au millionième.
44pp ICRISAT. bull n°23 192pp

THORME W. & THORME M., 1979. Soil, Water and Crop production. Edition; Avi
publishing company.inc. p41-69. 353pp

TISDALE S. & NELSON W., 1975. Soil Fertility and Fertilizer.
Third Edition. collier macmillan.international. 694 pp

TRAN D.V., 1984. Rapport technique 1982-1983, CERCI.94pp+annexes

ZERBO L., 1995. " Caractérisation des sols des stations de recherches agricoles de
l'INERA"(Kamboinsé, Farako-bâ, Saria, Niangoloko). Cellule teledetection et
SIG. IN.E.R.A. 114 pp+ annexes

REVUE CONSULTEE: BRIAO N° 006 page 21 , mai 1996

ANNEXE 1

Effets des doses de fertilisants sur les rendements du riz pluvial à FARAKO-BA, saison humide 1996

Traitements dose(kg/ha) N P ₂ O ₅ K ₂ O Zn	Paddy kg/ha	Paille kg/ha	Poids de 1000 grains (gr)
Témoin absolu	365 D	868 D	27,25
00 60 30 10	597 D	1128 CD	27,45
40 60 30 10	1287 AB	1736 AB	27,8
60 60 30 10	1376 AB	1788 AB	29,23
80 60 30 10	1283 A	1606 ABC	27,43
100 60 30 10	1626 C	1719 AB	26,75
80 00 30 10	883 AB	1415 BC	27,93
80 30 30 10	1386 AB	1635 ABC	27,1
80 60 00 10	1375 AB	1653 ABC	29,03
80 60 30 10	1007 AB	1472 BC	27
80 60 60 10	1245 AB	1623 ABC	29,3
80 60 30 00	1352 AB	1563 BC	29
80 60 30 05	1443 AB	1682 A	27,23
80 60 30 10	1389 AB	1840 A	27,73
80 60 30 20	1353 AB	1632 ABC	28,57
100 60 30 20	1530 A	2144 A	28,33
C.V en % :	13,7	12,3	7,5
Ftrait :	12,54	6,44	N.S
ppds en kg/ha):	163	193	2,3

ANNEXE 2

Effets des doses de fertilisants sur les rendements du riz pluvial à HOUNDE,
saison humide 1996.

Traitements dose(kg/ha) N P ₂ O ₅ K ₂ O	paddy kg/ha	paille kg/ha	poids de 1000 grains (gr)
Témoin absolu	1229 C	1318 B	30,45
0 60 30	1817 AB	1836 AB	29,95
40 60 30	2093 AB	2148 A	29,83
60 60 30	2234 AB	2324 A	29,65
80 60 30	2185 AB	2666 A	30,53
100 60 30	1557 BC	2324 A	29,05
80 00 30	1744 ABC	2500 A	28,45
80 30 30	2002 AB	2480 A	29,48
80 60 30	1918 AB	2246 A	29,48
80 90 30	2169 AB	2246 A	30,48
80 60 00	2075 AB	2490 A	29,6
80 60 30	2242 AB	2520 A	30,7
80 60 60	2113 AB	2227 A	30,58
Maximun	2422 A	2568 A	29,65
C.V en % :	15,6	16,5	4,8
Ftrait :	4,11	3,64	N.S
ppds en kg/ha) :	262	319	1,35

ANNEXE 3

FICHE TECHNIQUE DE LA VARIÉTÉ: 11955-5-2 ou FKR 33

Variété issue du croisement IRAT 112 X IRAT 13

Origine: sélectionné au BF

Espèce: *Oryza sativa*

Groupe variétale: *Indica*

Nom: FKR 33

Année d'introduction: 1982

CARACTERES VEGETATIFS

- cycle semis épiaison : 68 jours
- cycle semis maturité : 96 jours
- hauteur : 120 cm
- tallage : faible
- port de la plante :
- port de la famille paniculaire : dressé

CARACTERES DE GRAIN (paddy)

- longueur : 9,8 mm
- largeur : 2,8 mm
- poids de 1000 grains : 34,6 grs
- aristation : mutique
- pilosité : glabre
- couleur glumelle : fauve
- couleur apex en maturité : incolore

CARACTERES AGRONOMIQUES

- résistance à la pyriculariose : moyenne
- résistance à la verse : moyenne
- résistance à l'égrenage : moyenne
- réponse à l'azote : bonne
- potentialité de rendements : 3-4T/ha
- dormance :
- fumure : semis 200 kg/ha NPK
1^{ère} sarclage: 35 kg/ha d'urée
initiation paniculaire : 65 kg/ha d'urée

ANNEXE 4

AZOTE

	SITE	DOSE	Rendements	VALEURS F cfa	COUT INTRANT F cfa	RVC
OPTIMALE REGRESSION	FAR	60	1365,89	142418	30000	4,8
	HD	73	2224,94	233618	36500	6,4
OPTIMALE LINEAIRE	FAR	43	1308,77	137420	21500	6,4
	HD	57	2198,22	230813	28500	8,09

DOSE ECONOMIQUE

	DOSE	RDT	VALEURS F cfa	INTRANT	COUT INTRANT F cfa	RVC
FARAKO-BA	55	1362,29	143040,	120	27500	5,2
HOUNDE	58	2200,94	231099	126	29000	7,97

PHOSPHORE

DOSE	RDT	VALEURS F cfa	INTRANT	COUT INTRANT	RVC	
30	2002	210210	65	15000	14	
60	1918	201390	130	30000	6,7	
90	2169	227745	195	44850	5,08	

POTASSIUM

DOSE	RDT	VALEURS(v)	INTRANT(T°)		RVT	
30	1803	189525	50		36	
32	1755,64	184342	54		32,5	

ZINC

DOSE	DOSE	RDT	VALEURS	intrant		
OPTIMAL	9	1416,59	148742	10	142,6	
ECONOMIQU	5	1406,18	147648,	5,6	253	

PRIX DU KG DE PADDY

105 Fcfa

PRIX APPROXIMATIVE DE L'UREE ET TSP est de 230 Fcfa.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL A FARAKO-BA

BLOC III

2m

T11	T9	T6
T5	T2	T15
T12	T13	T18
T1	T16	T3
T4	T7	T8
T14	T10	T17

BLOC I

3m

T15	T9	T3	5m
T6	T13	T8	1m
T10	T17	T12	
T18	T7	T11	
T5	T1	T16	
T14	T4	T2	

2m

T4	T3	T16
T18	T6	T9
T11	T13	T5
T2	T15	T17
T3	T7	T14
T12	T1	T10

BLOC IV

T2	T11	T13
T13	T3	T8
T7	T18	T1
T10	T14	T6
T16	T4	T9
T8	T17	T16

BLOC II

ANNEXE 5

DISPOSITIF EXPERIMENTAL A HOUNDE

1m 3m

T8	T11	T8	T4	T7	T9	T2	6m
T3	T13	T10	T12	T5	T1	T14	3

2m

T2	T4	T14	T10	T11	T3	T7	3
T6	T9	T1	T12	T5	T13	T8	3

T12	T6	T1	T12	T14	T5	T2	3
T10	T13	T11	T9	T3	T3	T4	3

T8	T14	T4	T2	T11	T12	T1	3
T13	T9	T6	T3	T5	T10	T7	3